Nº de arquivo:
“copyright”:

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia

A Conservação e Restauro da pintura mural nas fachadas alentejanas:
estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor

Orientadores: Ana Isabel M. Seruya (FCT/UNL)
José Aguiar (FAUTL)

Co-Orientador: Isabel Ribeiro (Lab-IMC)

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Conservação e Restauro na especialidade de Teoria, História e Técnicas da Produção Artística

Monte da Caparica
Julho 2009

A presente pesquisa teve como Instituições de Acolhimento o Instituto Português de Conservação e Restauro e Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa.

Foi realizada no âmbito da Bolsa de Estudos SFRH/BD/12636/2003, financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia com o co-financiamento do POCI2010 e FEDER, e Projecto POCI/HEC/59555/2004, financiado pela mesma entidade.









Programa Operacional Ciência e Inovação 2010

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Agradecimentos

Cinco anos se passaram desde que o arquitecto José Aguiar (FAUTL), numa aula de Pós-Graduação, “lançou para o ar” a ideia de estudar os pigmentos empregues nas caiações tradicionais alentejanas. Até hoje lhe agradeço o gesto e posteriormente ter-me aceite como doutoranda. Esta investigação permitiu não só aprofundar os meus conhecimentos sobre uma das técnicas de pintura mural, área em que me especializei, mas também conhecer uma herança popular que a todos diz respeito e que temos obrigação de salvaguardar.

A recepção do tema de Doutoramento não podia ter sido melhor por parte da minha orientadora científica, Doutora Ana Isabel Seruya (FCT/UNL), na altura directora do Instituto Português de Conservação e Restauro (IPCR) e por parte da minha co-orientadora, a Engenheira Isabel Ribeiro, assessora principal do Laboratório de Conservação e Restauro do extinto IPCR e actual Instituto dos Museus e da Conservação (IMC). Um agradecimento às duas pelo incentivo constante e confiança que em mim depositaram.

Um agradecimento aos membros da então Comissão Instaladora da Licenciatura em Conservação e Restauro, pelo interesse demonstrado no tema que escolhi abordar e, posteriormente, na sua aceitação por parte da Comissão Científica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Á Fundação para a Ciência e Tecnologia, gostaria de agradecer o apoio financeiro, através de uma bolsa de Doutoramento (SFRH/BD/12636/2003) e Projecto POCI/HEC/59555/2004, integrado no Programa Ciência e Inovação 2010 (POCI2010) e co-financiado pelo fundo comunitário FEDER. Esta contribuição foi imprescindível para a concretização da presente investigação.

Ao longo dos trabalhos desenvolvidos em campo e em laboratório, convivi, aprendi e partilhei experiencias e conhecimentos com especialistas de várias áreas, técnicos ou pessoas da população que, de forma diferenciada, muito contribuíram para a execução da presente tese, sendo de destacar:

- O apoio científico e energia incansável da Doutora Luísa de Carvalho, chefe da linha experimental e Coordenadora Científica do Centro Física Atómica da Universidade de Lisboa (CFAUL); a simpatia e apoio técnico prestado pelas Dra.(s) Ana Cavaco, Ana Guilherme e Sofia Pessanha no exame de espectrometria de fluorescência de raios-X;

- O apoio científico constante e a amizade do Dr. António Candeias e do Dr. José Mirão, docentes e investigadores respectivamente do Departamento e Centro de Química e de Geociências da Universidade de Évora (UE), onde decorreram os exames de difractometria

de raios-X, espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), a preparação das terras coradas extraídas localmente e a realização das reproduções de caiações e barramentos pigmentados.

Agradeço também a todo o pessoal docente do Departamento de Geociências (UE), à Dra. Paula Faria, responsável pelo laboratório de Geociências (UE), pelo acolhimento caloroso; à Dra. Lúcia Rosado, aos funcionários Jorge Velez e, principalmente, Sandra Velez pelo apoio técnico.

Colaborações científicas (ou apoios) pontuais, mas igualmente relevantes, foram prestados pela Dra. Rita Fonseca e Dr. Rubens (UE); Dra. Isabel Alçada e Sandra Gomes (FC); Dr. Santos Silva e Paula Menezes, Engenheira Isabel Eusébio, Otília Carias, Engenheira Rosário Veiga, Luís Carmo, Bento Sabala e Dora Santos (LNEC); Dr. José Carlos Frade, Dra. Sara Valadas e Dra. Helena Vargas (IMC-LCR); Dr. Machado de Leite e Engenheira Fernanda Guimarães (IGM, Porto); Dr. Inácio Queralt (Instituto Ciências da Terra "Jaume Almera", Barcelona); Dra. Rachel Green (Centre for Forensic Science, University of Western Austrália) e Manuel Ribeiro (freelancer, fotógrafo profissional).

Gostaria igualmente de agradecer as sugestões e as trocas de impressões tidas com o Dr. Michel Ratureau (Universidade de Orléans), Dr. Marco Zerbinatti e Dr. Paulo Scarzella (Politécnico de Torino), Engenheiro Mimoso (LNEC), António João Cruz (Politécnico de Tomar) e Dr. Paulo Fiadeiro (Universidade da Beira Interior).

No âmbito do Projecto POCI/HEC/59555/2004: *A Conservação e Restauro da pintura mural nas fachadas alentejanas: estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor*, foi possível contar com o apoio de um bolseiro de investigação (Pedro Alves) em várias etapas da campanha em laboratório. Um agradecimento igualmente à Dra. Lília Esteves, Dra. Ana Mesquita, Sr. Jorge e Luís Piorro pela sua simpatia (IMC-LCR).

Aos Gabinetes Socioculturais, de Urbanística, Arquivos Históricos ou Bibliotecas das Câmaras Municipais visitadas, gostaria de agradecer a receptividade, a troca de impressões e documentos fornecidos sobre legislação municipal por: Dr. João Simões (Borba), Arquitecta Renata (Borba); Arquitecta Maria João Gonçalves e Arquitecta Maria Manuel (Serpa); Sr. Duarte, Dra. Luísa Martim e Dra. Ludovina (Évora), Arquitecto João Faria (Alcácer do Sal), Sra. Amélia (Viana do Alentejo), Dr. Idálio Nunes (Grândola), Dra. Maria João Pina

(Ferreira do Alentejo), Dra. Rosa Prole (Vidigueira), Arquitecto Rui Mataloto (Alandroal); Arquitecto Ricardo e Pedro Martins (Sines), Sra. Manuela Santiago (Odemira), Dr. Ana Paula Henrique Figueira (Ourique), Arquitecta Marta Rosa (Portel), Dr. José Manuel Santinho Lopes e Sr. Renato Canete (Mourão), Dr. João Matias (Serpa), Dr. Maria João (Serpa), Engenheira Maria José (Almodôvar), Arqueólogo João Cortes (Almodôvar); Dr. Jacinto e Dra. Domingas (Barrancos), Dra. Patrícia Cutileiro e Dr. Inácio Militão (Monforte); Dr. Pedro Cabeça (Fronteira), Arqueólogo André Carneiro (Fronteira), Sr. Duarte Galhós (Reguengos de Monsaraz), Arquitecta Paula Amendoeira (Reguengos de Monsaraz), Sra. Sandra Patrício (Sines); Arquitecta Marta Alexandre (Aviz), Cristina Monteiro (Sousel), Dr. Carla Calado e Dr. Carlos Ribeiro (Nisa), Sr. Germano Fernandes (Posto de Turismo de Viana do Alentejo), Dr. António Pita (Castelo de Vide), Sr. Gentil Cesário, Sr. José Matias e Arquitecto João de Sousa (Santiago do Cacém); Dr. José Carlos Chouriço (Estremoz) e Dr. José Filipe Barradas (Vendas Novas).

À Direcção Regional da cidade de Lisboa e Vale do Tejo e Direcção Regional de Economia de Coimbra, agradeço o acesso e reprodução dos processos das Pedreiras do *Lavradio* e *Picotas*.

Ainda ao nível das Instituições, realço o interesse demonstrado na temática em estudo pelo Sr. Carlos Cunha, bibliotecário da Associação Industrial Portuguesa, cujos palpites de leitura permitiram achar as primeiras pistas sobre a legislação mineira e sobre antigos fabricantes de terras coradas em Portugal. Com base neste levantamento, travei conhecimento com a Sra. Conceição Lopes, proprietária da Firma Abílio Lopes, Lda (Torres Novas) e Sr. Augusto Gomes da Silva (Arcozelo, Vila Nova de Gaia) que, gentilmente me demonstraram os meandros de uma actividade com mais de 50 anos de existência. Nas minhas viagens pelo norte e centro do país, queria igualmente saudar o acolhimento caloroso e as informações cedidas pelo Sr. Francisco da Relva Crespo, sua filha Eulália Duarte e Sr. Pinhal sobre uma mina de ocre situada no Sitio das Picotas (Souto da Carpalhosa, Leiria).

Ao nível da população alentejana, muitas foram as pessoas com quem tive o privilégio de conversar durante a campanha em campo. Saliento a sua sabedoria e humildade. Este trabalho lhes é dedicado, como eles me dedicaram o seu tempo e atenção.

Um bem-haja à Sra. Vitória Encarnado Ribeiro (Évora); Sra. Maria Amaro (Nossa Sra. de Machede, Évora) ao Sr. Jesuíno Rosa (oleiro, vila do Redondo) e sua esposa, Agripina Deolinda Matias Parreira Rosa; ao Sr. Padre Júlio Sánchez (Igreja Paroquial do Redondo); ao Sr. José João Bejinha (aldeia de Vera Cruz, Portel); ao Sr. Pedro (antigo empreiteiro,

Moura) e ao Sr. João da Mouca (bibliotecário, Moura); ao Sr. José Camões Galhardas e sua esposa (Alandroal); ao Sr. Martinho Alexandre Calado (aldeia de Rio de Moinhos, Borba); às Sras. Antónia Maria Valeiro, Augusta Cuco, Cassilda Cuco Cardoso Mira e Maria Valeiro (aldeia da Mina do Bugalho, Alandroal); à Sra. Maria Antonieta e Sra. Luísa Batonete (Vila Viçosa); ao Sr. António Joaquim Cuco (droguista, Vila Viçosa); à Sra. Maria Filipa Profeta Brinquedo (Borba); ao Sr. José Maria (droguista, Borba); ao Sr. André João Castanho (antigo pintor, Borba); à Sra. Maria Filipa (Borba); ao Sr. Virgulino António Bandeira (antigo pintor-fingidor, Estremoz); ao Sr. José Manuel e Sr. António (herdade do Outeiro, Vendas Novas); à Sr. Florinda (aldeia do Cimorro, Vendas Novas); à Sra. Joaquina Galope (S. Pedro da Gafanhoeira, Arraiolos); ao Sr. Manuel Borralho (Arraiolos); à Sra. Idalina (Aldeia da Serra, Redondo); ao Sr. Manuel Júlio Júnior e Sr. António Casimiro (Alcácer do Sal); ao Sr. Manuel Destapado (Viana do Alentejo); ao Sr. Agostinho (Viana do Alentejo); ao Sr. Quintas (droguista, Reguengos de Monsaraz); à Sra. Maria Lopes (Monsaraz); à Sra. Graça (Aldeia de S. Pedro do Corval, Reguengos de Monsaraz); ao Sr. João Vital e Sr. António (droguistas, Grândola); ao Sr. Alfredo e sua esposa Arlinda (Alvito); ao Sr. Manuel Henriques (droguista, Alvito); ao Sr. José Ameixa (Ferreira do Alentejo); ao Sr. Edmundo e Sra. Graça (Odemira); à Sra. Ana Júlia (Vidigueira); às Sras. Alice Rosário, Manuela Capucho e Sr. Marcos (Mourão); à Sra. Maria e à Sr. Rosa (S. Iria, Serpa); à Sra. Joaquina (Alter do Chão); à Sra. Gisela (aldeia de Santa Cruz, Almodôvar); aos Srs. António Ferreira (Sousel) e José Serra (antigo pintor, Sousel); à Sra. Maria Manuela (Gavião); ao Sr. Fernando Severino (antigo pedreiro e pintor, Gavião); ao Mestre “Malé” (antigo pintor, Évora) e à Sra. Gisela Guerreiro (Monte Poço Barbas, perto da aldeia da Mina de S. Domingos, Mértola).

Em algumas das viagens tive a companhia de Ana Duarte e Lara Aladina, a quem agradeço a (muita!) paciência e a ajuda.
Gostaria também de aproveitar para agradecer a força dada pelo meu companheiro e pelas minhas amigas Esmeralda Gomes, Marta Azedo, Lúcia Moutinho, Patrícia Monteiro e a Susana Caldeira, (a Patrícia e Susana também pela leitura e revisão de alguns dos textos).

Por último, e porque é nestes momentos que mais sentimos o amor da família e o seu suporte incondicional, os meus pais e à minha irmã, uma eterna gratidão.

Sumário

A caiação a cor (ou pintura a cal) foi, a par da caiação simples, o género de pintura mais usado nos alçados exteriores das edificações portuguesas do sul de Portugal até cerca da segunda metade do século XX. No Alentejo, subsistem vários exemplos de pinturas monocromáticas ou com decoração de tipologia variada (ex. fingidos de pedras, tijolos, azulejos, motivos vegetalistas, etc.).

Numa época em que é reconhecido o valor histórico deste tipo de superfícies pintadas e, cada vez mais, se opta pela sua salvaguarda, torna-se urgente no âmbito da conservação e restauro, a caracterização dos pigmentos inorgânicos utilizados (com destaque para os pigmentos terra), das técnicas de preparação e de aplicação das tintas de cal e sua influência na aparência das superfícies pintadas. Este foi objectivo principal desta pesquisa que se desenvolveu em três fases. A primeira, levantamento em fontes históricas de dados técnicos sobre a pintura a cal e da existência de matéria-prima para pintura em Portugal, do seu processamento e escoamento em território nacional. A segunda, registo fotográfico, recolha e estudo laboratorial dos pigmentos e das técnicas a cal presentes nas fachadas de edifícios em 47 centros históricos alentejanos; identificação de terras coradas extraídas localmente pelas populações, dos modos de extracção e de preparação para as caiações e, por último, comparação da composição e propriedades ópticas das terras coradas locais com pigmentos de origem industrial disponíveis ainda localmente. A terceira fase consistiu na análise colorimétrica de reproduções de pinturas a cal e de barramentos pigmentados.

As técnicas de análise utilizadas foram a difractometria e de espectrometria de fluorescência de raios-X (DRX, WD e ED-XRF), microquimica, espectroscopia de absorção de infravermelho (FTIR), microscopia óptica (MO) e electrónica de varrimento (MEV-EDX), análise granulométrica com laser e ablação com laser, seguida de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS).

Através dos inventários da Real Academia das Ciências de Lisboa, catálogos de Exposições Industriais, Manuais de Mineralogia e outros do final do século XVIII até à segunda metade do século XX, são localizadas no continente, nas ilhas e nas ex-colónias (e.g. Brasil e Angola) várias fontes de ocres e outros pigmentos inorgânicos (e.g. cinábrio, azurite, malaquite). A lavra, o processamento e o escoamento destes materiais são esclarecidos pelos processos de duas pedreiras de ocres e almagres e por indústrias portuguesas de “terras corantes” da década de 40/50 do século XX. Na região do Alentejo,

as terras coradas têm origem em *terras rossas*, em produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro e em xistos. Nos centros históricos, os pigmentos identificados foram, por ordem decrescente de utilização, os pigmentos vermelhos e amarelos à base de Fe(III), os pretos de natureza variada e o azul ultramarino artificial. A comparação entre os pigmentos naturais e os sintéticos revela diferenças significativas na composição elementar e mineralógica, bem como nas características físicas e ópticas. Os pigmentos foram empregues em várias concentrações (sobretudo elevadas) e em leites preferencialmente enriquecidos em cal. A observação estratigráfica das amostras revela que a técnica do fresco e do *mezzo-fresco* foi também praticada. Para finalizar, a análise das reproduções feitas em condições experimentais idênticas, mostra a influência do tipo de pigmento, da sua concentração, do grau de diluição da tinta a cal e das técnicas de aplicação na cor e nos atributos da aparência das superfícies pintadas. Revela igualmente que o grau de atenuamento da cor pelo processo de carbonatação da cal é bastante variável.

Palavras-chave: Arquitectura, Pintura a cal, Terras coradas, Colorimetria, Técnicas analíticas

Abstract

Colored limewash (or lime painting) was, along with the simple limewash, the most common exterior mural surface coating of old buildings in the south of Portugal until the second half of the 20th century. In Alentejo, several examples - monochromatic or with decoration - still exists in many historic façades.

In a time where the historical value of these mural painted surfaces is recognized, it is urgent at the conservation and restoration level, to identify and study the pictorial materials employed as well as the lime paint preparation and execution techniques.

This is the main goal of this study, which occurred in three phases. The first phase consisted of an historical background on the existence of raw materials, its processing and trading in national territory. The second phase was the photographic registration, sampling and laboratory analysis of pigments and paint techniques, found in the buildings facades from 47 historic centers in Alentejo as well as identification of colored earths locally extracted by the population - its extraction and preparation for lime paintings. Another objective was the comparison between the composition and optical properties of local earth pigments with industrial analogues. In the third phase, a colorimetric analysis was made in lime paintings and colored mortars reproductions

The techniques employed were X-ray diffraction, X-ray fluorescence spectrometry (XRD, WD-XRF and ED-XRF), microchemistry, infrared spectroscopy (FTIR), optical (OM) and electronic microscopy (SEM-EDS), granulometry laser analysis, laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS).

Through the inventories of the Royal Academy of Sciences of Lisbon, catalogs of industrial exhibits, mineralogy manuals and others, from the end of the 18th century to the second half of the 20th century, several sources of ocres and other inorganic pigments (e.g. cinábrio, azurite and malaquite) were found in te mainland, the islands and ex-colonies (like Brasil and Angola). The extraction, processing and drainage of these materials are explain by two ochres and almagre quarries documentation and by the Portuguese manufacturing pigment industries from the 40/50 decade of the 20th century. In the Alentejo region, the tree geologic sources were detected: a) the *terras rossas,* b) schist's units and c) weathered iron ore deposits. In the historic centers, the identified pigments were, in descending order of use: Fe (III) red and yellow pigments, various blacks and artificial blue ultramarine.

Comparison between natural and synthetic pigments reveals significant difference in the elementary and mineralogical compositions and in the physical and optical characteristics as well. The pigments were used in different concentrations (especially high ones), and preferably, in lime washes enriched with lime. Stratigraphic observations also revealed that mural paintings façades were also made with fresco and *mezzo-fresco* techniques. Furthermore, analysis of the reproductions, made in identical sperimental conditions, also showed the influence of pigment type, its concentration, paint dilution, preparation and execution techniques. Finally, the results also revealed that color attenuation provoked by lime carbonation is highly variable.

Key-words: Architecture, Lime painting, Colored earth pigments, Colorimetry, Analytical techniques

Abreviaturas

Instituições

CM – Câmara Municipal
CFAUL - Centro de Física atómica da Universidade de Lisboa
EU - Universidade de Évora
FAUTL - Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
FLUL – Faculdade de letras da Universidade de Lisboa
IMC-LCR – Laboratório de Conservação e restauro do Instituto de Museus e da Conservação.
INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, LP
IPCR - Instituto Português de Conservação e Restauro
LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa

Técnicas analíticas

DRX - Difracção de raios-X
ED-XRF - Espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (energy dispersion X-ray fluorescence).
WD-XRF - Espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão em comprimento de onda (wavelength dispersion X-ray fluorescence).
FTIR - Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier
MEV-EDX - Microscopia electrónica de varrimento, associada a micro-análise de raios-X por dispersão de energia
MO – Microscopia óptica

LA-ICP-MS – Ablação com laser seguida de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (laser ablation inductively coupled plasma-mass spectrometry).

Índice de matérias

Agradecimentos
Sumário
Abstract
Abreviaturas
Índice de figuras
Índice de quadros

Capítulo 1
Introdução, 1

1.1. Contextualização e objectivos da pesquisa, ***3***
1.2. Metodologia de trabalho, 5
1.3. Estrutura da tese, 9

Capítulo 2
Enquadramento histórico das técnicas a cal /século XVIII ao XX), 11

2.1. Barramentos com e sem cor á base de cal aérea em superfícies arquitectónicas, ***13***
2.1.1. Materiais constituintes:ligantes, agregados e adjuvantes, 14
2.1.1.1. Cal aérea, 14
2.1.1.2. Agregados, 23
Areias, 23
Pós de pedras e pozolanas naturais e artificiais, 29
2.1.1.3. Adjuvantes, 30
2.1.2 Técnicas de preparação e aplicação, **32**
2.1.2.1. Guarnecimentos ou barramento a cal, 32
2.1.2.2. Estuques, 38
2.1.2.3. Esgrafitos, 41

2.2. Pinturas industriais ou "ordinárias" das edificações, ***44***
2.2.1. Caiações a cores ou pinturas a cal, 45
2.2.1.1. Organização hierárquica da profissão: a figura do caiador, 46
2.2.1.2. Produção e aplicação das tintas de cal, 48
2.2.2. Técnicas a fresco: diferenças e semelhanças com a pintura a cal, 57
2.2.3. Paleta dos caiadores e dos pintores *frescantes*: materiais e utensílios de pintura, 61
2.2.3.1. Definição de terras coradas e ocres, 62

Capítulo 3
Matéria-prima para pintura, 73

3.1. Recursos minerais em Portugal e nas ex-colónias segundo fontes documentais do século XVIII ao XX, ***75***

3.1.1. Ocres e outros pigmentos terra, 75
3.1.1.1. Inventários dos recursos naturais em Portugal no século XVIII, 76

3.1.1.2. Catálogos de Exposições Universais e de Indústrias Fabris do final do século XX ao início do XX, 85
3.1.1.3. Manuais de Mineralogia e Boletins da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos do final do século XIX até à segunda metade do XX, 90
3.1.1.4. Estudos para a Indústria da Cerâmica do século XX, 98
3.1.2. Carbonatos básicos de cobre e o *Azul de Aljustrel*, 102

3.2. Processo de extracção de ocres e almagres, ***108***
3.2.1. Pedreiras de ocre e almagre: *Lavradio e Picotas*, 108
3.2.1.1. Aproveitamento dos minerais à base de Fe(III) na legislação entre 1894 e 1940, 109
3.2.1.2. Trabalho de lavra, 112

3.3. Manufacturas de pigmentos terra e óxidos de ferro: as indústrias de "terras corantes" entre 1938 e 1947, ***117***

3.4. O comércio de pigmentos inorgânicos dentro e fora de Portugal (breves notas), ***124***
3.4.1. Forais e documentos avulsos dos séculos XIII ao XVIII, 125
3.4.2. Estatística Geral do comércio de Portugal e relatórios de contas da Associação Industrial Portuguesa (século XIX e XX), 128

Capítulo 4
Alentejo 1: Enquadramento histórico da tradição da cal, 135

4.1. A cor das edificações, ***137***
4.1.1. A caiação a branco e a cores na cultura e legislação local, 143
4.1.1.1. Códigos de Posturas e Regulamentos Municipais (de 1728 a 1985), 144
4.1.1.2. Legislação actual para os Centros Históricos, 154

4.2. Apontamentos às cores do património edificado alentejano (século XVI ao XX), ***157***

Capítulo 5
Alentejo 2: Estudo dos pigmentos e das técnicas da pintura a cal, 165

5.1. A cor de fachadas históricas no Alentej, Parte 1: identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (realidade analisada em 2004-2006), ***167***
5.1.1. Introdução, 168
5.1.2. Parte experimental, 169
5.1.2.1. Organização de trabalho de campo e amostragem , 169
5.1.2.2. Metodologia de análise, 171
5.1.3. Resultados e discussão, 173
5.1.3.1. Identificação dos pigmentos, 174
Pigmentos azuis, 174
Pigmentos pretos, 177
Pigmentos vermelhos e amarelos, 186
Pigmentos brancos, 190
5.1.3.2. Análise estratigráfica, 190
5.1.4. Conclusões, 194

5.2. Caiações a cores caseiras versus profissionais: caias a diferenças?), ***196***
5.2.1. Fontes de matéria-prima e sua extracção, 196
5.2.2.1. Caiações individuais ou caseiras, 196
5.2.2.2. Caiações feitas por profissionais contratados, 199
5.2.2. Preparação e pintura, 200

5.2.2.1. Caiações individuais ou caseiras, 200
5.2.2.2. Caiações feitas por profissionais contratados, 203

5.3. Os ocres amarelos e vermelhos do sul de Portugal: 1ª caracterização por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios-X, ***210***
5.3.1. Introdução, 211
5.3.2. Condições experimentais, 211
5.3.2.1. Amostragem, 211
5.3.2.2. Técnicas de análise, 213
5.3.3. Resultados, 215
5.3.4. Conclusões, 217

5.4. Paleta dos pigmentos terra no Alentejo: análise da sua composição por LA-ICP-MS e caracterização da cor por colorimetria e espectrofotometria no visível, ***218***
5.4.1. Introdução, 219
5.4.2. Condições experimentais, 220
5.4.2.1. Amostragem, 220
5.4.2.2. Técnicas de análise, 221
5.4.3. Resultados, 224
5.4.3.1. Caracterização da composição elementar e mineralógica das terras coradas, 224
5.4.3.2. Caracterização das terras coradas por colorimetria e espectrofotometria no visível, 230
5.4.4. Conclusões, 234

5.5. Pigmentos natruais e sintéticos das caiações tradicionais: comparação por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios-Xl, ***236***
5.5.1. Introdução, 237
5.5.2. Condições experimentais, 238
5.5.2.1. Amostragem, 238
5.5.2.2. Técnicas de análise, 240
5.5.3. Resultados, 241
5.5.3.1. Pigmentos vermelhos e amarelos, 241
5.5.3.2. Pigmentos pretos e azuis, 246
5.5.4. Conclusões, 249

Capítulo 6
Avaliação da cor em superfícies cromáticas a cal, 251

6.1. Estudos de cor na Conservação do património arquitectónico: possibilidades e dificuldades da avaliação visual e medições colorimétricas (considerações gerais), ***253***
6.1.1. Introdução, 254
6.1.2. Escalas visuais de cor e colorimetria: vantagens e limitações, 255

*6.2. A cor de fachadas históricas no Alentejo, Parte 2: caracterização de 44 revestimentos a cal com NCS e CIEL*a*b*,* ***259***
6.2.1. Introdução, 259
6.2.2. Condições experimentais, 259
6.2.2.1. Amostragem, 259
6.2.2.2. Técnicas de análise, 262
6.2.3. Resultados e discussão, 266
6.2.3.1. Aparência da superfície cromática e sua influencia na avaliação da cor, 266
6.2.3.2. Natureza e concentração dos pigmentos e sua influência na avaliação da cor (camadas amarelas e vermelhas), 273
Óxidos sintéticos versus pigmentos naturais, 273
Concentração de pigmentos, 278

6.2.4. Conclusão, 279

6.3. Reprodução e análise colorimétrica de pinturas tradicionais a cal e de barramentos pigmentados, ***281***
6.3.1. Introdução, 282
6.3.2. Condições experimentais, 282
6.3.2.1. Descrição dos materiais (pigmentos e ligantes), 282
6.3.2.2. Descrição dos ensaios, 286
6.3.3. Resultados e discussão, 290
6.3.3.1. Comparação de métodos de preparação de leites de cal (etapa 1), 290
6.3.3.2. Influência do processo de carbonatação da cal (etapa 2), 294
Barramentos pigmentados, 294
Barramentos pigmentados versus pinturas a cal, 297
Atenuação da cor devido à reacçãod e carbonatação da cal, 299
6.3.3.3. Efeito da diluição do leite de cal (etapa 3), 300
6.3.4. Conclusões, 303

Capítulo 7
Conclusão, 305

7.1. Considerações gerais e repercussões, 307

Bibliografia, 315

Anexos, 337

Anexo I (ponto 1.1), ***339***
Inquérito drogarias no Alentejo (via telefónica Fev-Mar2004), 339
Correspondência trocada , 343

Anexo II (ponto 2.2), ***359***
Norma NP42-1982: Tintas e vernizes: classificação, 359
Norma EN13300:2001E: Water-borne coatings materials and coating systems for interior walls and ceilings-Classification (p.3), 360
Norma EN1062-1:2004(E): Paints and varnishes- Coating materials and coating systems for exterior, 361

Anexo III (ponto 3.2), ***363***
Memória descritiva anexa ao requerimento nº 1440 (Pedreira *Picotas*), 363

Anexo IV (ponto 3.3), ***369***
Escritura da sociedade Cardoso Lopes, Livro de notas, nº443, fls 55. Secretaria notarial da Vila e Comarca de Torres Novas,1952, 369

Anexo V (ponto 5.3), ***373***
Classificação das terras coradas extraídas no Alentejo, 373
Composição elementar das terras coradas por WD-XRF (m.%), 374
Composição mineralógica e resultados semi-quantitativos (DRX), 375
Secagem a 35ºC de terras coradas (Alentejo) e de pigmentos de origem industrial , 376

Anexo VI (ponto 5.4), ***377***

Composição elementar (resultados de LA-ICP-MS), 377
Análise granulométrica a laser (ensaios preliminares), 378
Análise granulométrica a laser (fracção fina, terras coradas do Alentejo), 381
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700nm), 382

Anexo VII (ponto 5.5), ***383***
Análise granulométrica a laser (pigmentos de origem industrial), 383

Anexo VIII (ponto 6.1), 385
Pedra&Cal (39)(2008)14-16, 385

Anexo IX (ponto 6.2), ***389***
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700nm): Fachadas, 389
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700nm): Pigmentos de referência, 390
Calculo da 2ª derivada de Kubelka-Munck ($f(R)= K/S= (1-R)^2 /2R$), 391

Anexo X (ponto 6.3), ***393***
Ensaios preliminares com agregados e ligantes (argamassas dos ensaios de cores), 393
Medições de cor (etapa 1): comparação entre os métodos *a, b, c* e *d*, 403
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h-L* 2880h), 404
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h-L* 2160h/a* 0h-a*2160h), 405
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados & pinturas a cal, 406
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados & pinturas a cal, 407
Medições de cor (etapa 3): efeito da diluição do leite de cal, 408

Anexo XI (ponto 7.1), ***409***
Actividades desenvolvidas no âmbito da investigação de Doutoramento, 409

Índice de figuras

Fig. 1.1: Organização da fase 1 da pesquisa de doutoramento……..……..….**6**

Fig. 2.1: Ciclo da produção da cal aérea até à sua colocação em obra com indicação das reacções químicas intervenientes (esquema retirado de Misset,1999). A última fase do ciclo é a sua transformação novamente em carbonato de cálcio pela reacção com o dióxido de carbono existente na atmosfera. Esta ultima reacção é basilar na técnica da pintura a fresco e das caiações as cor (ou pinturas a cal) sendo descrita mais pormenorizadamente no ponto 2.2.2……...……..….**17**

Fig. 2.2: Um dos muitos exemplos de dispositivos eléctricos utilizados na amassadura no âmbito de trabalhos de Conservação e Restauro (cl.. M.Gil2007)……...……...**21**

Fig. 2.3: Exemplos de barramentos com pigmentos incorporados na região do Alentejo……..…**27**

Fig. 2.4: Etapas da execução de fingidos tradicionais da zona de Paderne (Algarve): A) colocação e aperto da primeira camada de barramento (intonaco); B) colocação de uma segunda camada de barramento feito só com pasta de cal sobre o primeiro estrato ainda húmido (*intonachino*); C) pintura a fresco e polimento da superfície. Em D) podem-se observar alguns exemplos presentes nas fachadas da região e em Da pormenores de reproduções (cl. M.Gil 2007)……...……...…..…**34**

Fig. 2.5: Exemplos de trabalhos de massa na região do Alentejo. Muitos deles encontram-se em mau estado de conservação ou cobertos com camadas sucessivas de caiações e/ou tinta moderna que lhes obliteram os pormenores decorativos e atenuam os relevos iniciais. ……..…**40**

Fig. 2.6: Técnica do esgrafito: processo de execução (ao alto) e dois pormenores existentes na Igreja Matriz de Santa Clara, Concelho de Almodôvar……..…**41**

Fig. 2.7: Pormenor de: a) do *raspadinho* em Almodôvar; b) do esgrafito realizado com negro animal incorporada na argamassa (Ermida de S. Fernando, Vendas Novas, sob camada de pintura do séc. XVII) e c) do esgrafito localizado no alçado exterior da igreja de Vale de Vargo, localizada numa região rica em minérios de hematite e goetite. (ver ponto 3.1.1.3)…….…....……**43**

Fig. 2.8: Tabela de preços de trabalhos de pintura, publicada por Liberato Telles em *Decoração na construção Civil* em 1898. É notória a discrepância de preços entre as caiações a cores e os outros géneros de pintura…….……..……**45**

Fig. 2.9: Tabela de honorários publicada em 1880 e 1896 nas bases de orçamentos para empreitadas da construção civil da Capital e que serviam de guia para todos os trabalhos feitos no país (Cohen, 1880 e 1896). Note-se as diferenças de preços consoante a categoria do ofício e alterações registadas após 16 anos, nomeadamente o desaparecimento do "moedor de tintas" e a aparente especialização de alguns pintores de pincel na arte dos fingidos……...……**46**

Fig. 2.10: Os três tipos de brochas no comércio em 1896 com indicação geral dos preços praticados na altura e suas variações num intervalo de 16 anos. Nas caiações eram empregues as brochas F,G e H e muito possivelmente a HH (tipo b). As brochas de ponta (tipo a) e as brochas francesas de virola ou de cordel, eram reservadas sobretudo para os outros géneros de pintura (ex. óleos e têmperas). O tamanhos de a) e c) podiam variar respectivamente entre 1 e 24 e 1 e 12 (fonte da imagem Leitão, 1896; Cohen, 1880 e 1896)…….……..……..….**49**

Fig. 2.11: Ensaios de pintura a 2 demãos: diluição progressiva do leite de cal com pigmentos a 12% em relação ao peso da cal em pasta (óxido sintético e dois naturais processados). A risca preta indica o grau de cobertura da pintura. Pela modificação do traço volumétrico é possível obter diversos graus de saturação e de cobertura da tinta de cal (ver ponto 6.2). (cl. M.Gil 2008)…….……..…**52**

Fig. 2.12: Pintura a fresco: fenómenos físicos e químicos (fonte da imagem Boticelli,1992)….....…**58**

Fig. 2.13: Exemplo de *Sinópia* (a) e de duas técnicas de transposição do desenho preparatório: b) incisão indirecta e c) picotado ou estresido A *Sinópia* é o termo italiano reservado para os esboços gerais da composição efectuados na camada de argamassa mais interna (*arricio* ou reboco) ou até mesmo na parede como é o caso do existente na ermida de Nº Sr.ª dos Mártires, em Alcácer do Sal (a). Os desenhos preparatórios eram por sua vez executados na camada mais superficial (*intonaco* ou barramento) (cl. M.Gil 2003)…….…...……**59**

Fig. 2.14: Vista geral do fresco seiscentista que decora o alpendre abobadado das chamadas "casas Pintadas" (centro histórico de Évora numa rua hoje designada de Vasco da Gama) (cl. M.Ribeiro 2008)……...…**60**

Fig. 2.15: Mostruário de alguns dos pigmentos inorgânicos (naturais e sintéticos) e corantes disponíveis para as pinturas da construção civil, publicado por Augusto Leitão no *Curso Elementar de Construções* (1896) (fonte de imagem Pereira, 1994)……...……..……**62**

Fig. 2.16: Relação entre os óxidos e hidróxidos de ferro. Este é dos primeiros diagramas elaborados em informação de índole experimental por *Welo e Baudisch* em 1934, em que a limonite ainda é mencionada (fonte da imagem Abreu, 1986)……..……..….**67**

Fig. 2.17: Exemplos de ambientes geológicos em Portugal com ocorrência óxidos e hidróxidos de ferro: A) areias e arenitos ocráceas em Coina, B)carbonatos de ferro vermelhos e amarelos (praia da foz, Setúbal); C) *terras rossas* (pedreira de mármores, Vila Viçosa) e D) mineralizações ricas em ferro (Mina de S. Domingos, Mértola) (cl. M.Gil 2007)……...…**68**

Fig. 2.18: Jazida de tijolos de laterito (cl. W. Schellmann). (Fonte da imagem www.dicionario.pro.br/dicionário/índex.php/Laterita).....**69**

Fig. 2.19: Relação de preços de alguns pigmentos inorgânicos disponíveis no comércio em 1757, 1880 e 1896 (Cohen, 1880 e 1896; Serrão, 2006)…….……...…….**70**

Fig. 3.1: Solos ocráceos do Barreiro da Faneca ou Deserto Vermelho (S. Maria, Açores). (cl. L. Esteves 2007, mapa retirado de www.viaoceanica.com).....**83**

Fig. 3.2: Vista da Serra Colorada a partir da Vila de Barrancos e pormenor de um dos pontos antigos de extracção de terras coradas pela população. (cl. M.Gil 2007)……..…**88**

Fig. 3.3: Exemplos ilustrativos da riqueza cromática do subsolo português nos terrenos do complexo industrial de Várzeas (á esquerda) localizada na vizinhança da pedreira do Sitio das Picotas (Souto da Carpalhosa, Distrito de Leiria) e de um corte geológico (á direita) em Amiais de Baixo, no Distrito de Santarém (cl. M.Gil 2005/2006)……..……**89**

Fig. 3.4: Planta com a demarcação da jazida de Almagreira (escala 1:20:000) e pormenor da cor da terra vermelha acastanhada em redor dos vestígios actuais da exploração (planta retirada de Moura & Carvalho, 1952 e cl. M.Gil 2006)……..…….....**91**

Fig. 3.5: Esboço geológico das Minas de Vale de Vargo (1943), vista actual do sítio das minas (esquerda) e dos vestígios da actividade da mina (escórias de metal impregnadas com óxidos e hidróxidos de ferro) que se encontram espalhados pelo recinto e do solo de tonalidade vermelha carregada, perto de um dos antigos poços (planta retirada de Moura & Carvalho, 1952 e cl. M.Gil/M.Ribeiro 2007)……..……..…..**93**

Fig. 3.6: Planta de dois cortes da concessão Cerro da Occa, nos quais estão patentes os minerais presentes e sua disposição no terreno. Em cima, vista actual da entrada de um dos poços da exploração (cortes retirados de *Alguns jazigos do Alentejo,* 1943 e cl. M.Gil 2006)…….…….....**94**

Fig. 3.7: Algumas das fontes possíveis de matéria-prima para pintura em Portugal Continental (ocres e outros pigmentos terra) de acordo com a bibliografia consultada do séc. XVIII ao séc. XX (mapa adaptado de Oliveira e al, 2002 e cl. M.Gil 2004)……..**96**

Fig. 3.8: IAN/TT, Chancelaria de D. J. Manuel I, Liv.39, 30.IV.1521, fls.57-7V. Transcrição realizada pela Historiadora Patrícia Monteiro…….....……**102**

Fig. 3.9: Reprodução e transcrição do fólio 111 do Livro de Privilégios da Chancelaria de D. João III (1521) que refere a existência à venda do "Azul Aljustrel". O original encontra-se na Torre do Tombo (Lisboa) na Col.I.A.N.T.T. Em baixo, aspecto das estalactites de sulfato de cobre existentes numa galeria do jazigo do Moinho (cl. MGil 2004 com autorização do Dr. Artur Martins)…..…**103**

Fig. 3.10: Exemplos da ocorrência de malaquite e de azurite em minas de cobre e pirites cupríferas, outrora activas em território nacional (mapa adaptado de Oliveira e al, 2002)…….…..……**106**

Fig. 3.11: Requerimentos para o início da exploração de ocres e almagres: em cima, a do *Lavradio* (1943-1974) e em baixo, a de *Picotas* (1947-1973). Apesar das baixas de produção oficiais serem da década de 70, as duas já tinham deixado de laborar há cerca de 10 anos…… ..**108**

Fig. 3.12: Planta topográfica da Pedreira do Lavradio e corte longitudinal com indicação da exploração por degraus. No lado esquerdo da planta estão assinaladas a casa de habitação, o pátio, diferentes casas de arrumação e a casa das máquinas……...…**112**

Fig. 3.13: Planta topográfica e corte longitudinal em direcção do filão mostrando o processo de desmonte pela técnica dos degraus invertidos……...…… ……**113**

Fig. 3.14: Ilustração de um sarilho no *Re Metallica* de Georgius Agricola séc. XVI. Pelas descrições orais deveriam assemelhar-se aos usados nas explorações subterrâneas sitas no Sitio das Picotas. Em baixo, carta enviada por Joaquim Gaspar ao Chefe da circunscrição Mineira do Sul em 15 de Março de 1954……...……...…**114**

Fig. 3.15: Vista geral do Lugar das Picotas a partir da Aldeia do Souto da Carpalhosa e pormenores da entrada e interior da galeria pertencente à exploração de José Francisco Crespo, vizinho de Joaquim Gaspar. Pormenor no exterior de um corte geológico onde são visíveis a tonalidade do ocre extraído. Na foto, a neta de José Francisco (Eulália Duarte). (cl. M.Gil 2006/2008)……..**115**

Fig. 3.16: Carta de Joaquim Gaspar ao Engenheiro Chefe da Circunscrição a 31 de Março de 1948……...……**116**

Fig. 3.17: localização geográfica dos requerimentos feitos à Direcção Geral das Indústrias para instalação de fábricas e oficinas de transformação de terras corantes entre 1938-1947. A firma Abílio Lopes, Lda. é aparentemente a única empresa que ainda manufactura pigmentos terra com base em terras nacionais. A firma Augusto Gomes dos Santos, também da década de 50 e sita em Vila Chã, na freguesia de Arcozelo (Concelho de Vila Nova de Gaia) cessou actividade em 2003. O seu proprietário começou no ramo com a firma de tintas em pó Godinho & C ª……**120**

Fig. 3.18: Etapas da extracção e manufactura na firma Abílio Lopes, Lda.: A) extracção no terreno (imagem exemplificativa]); B e C) secagem; D,E,F,G- equipamento de processamento: tapete rolante para transporte das terras (D), torre composta por 4 moinhos de martelos e vários peneiros (F); moinho de galgas; H) mesa de afinação de cores e produto final (I). cl. MGil 2007/8……...……..…**121**

Fig. 3.19: Exemplos e princípio de alguns dos moinhos utilizados na indústria portuguesa das terras corantes na primeira metade do séc. XX: a) moinhos de rolos: dois ou mais cilindros pesados giram em direcções contrárias, a velocidades iguais ou diferentes. As partículas são submetidas a forças de compressão. A distância entre os rolos é regulável e ajustada às condições da matéria-prima; b) moinho de martelos: um motor de alta velocidade gira no interior de uma capa cilíndrica. No exterior do motor é acoplada uma série de martelos nos pontos de articulação. O material desagrega-se pelo impacto dos martelos; c) moinho de bolas: uma capa cilíndrica, que gira num eixo horizontal, é carregada com bolas de aço ou de porcelana. A moagem é alcançada pela acção do impacto e da fricção das bolas ao girar. (fonte das imagens (fonte da imagem:www.ufrgs.br/alimentus/feira/optransf/op_moagem.htm)……...……..**123**

Fig. 3.20: Foral Manuelino das vilas da Baronia e de Alvito (Lisboa, 20 de Novembro de 1516. Parcela de texto referente ao anil e ao grã (fl.12 vº): *Marçaria e semelhantes- (…) E por graã Anjl Brasil e por todallas cousas para temgir* (…)”……...……**125**

Fig. 3.21: Dois exemplos das publicações de Estatística Geral do Comercio organizadas pela secção de estatística do Conselho Geral das Alfandegas dos finais do séc. XIX……..…… ……**128**

Fig. 3.22: Fontes bibliográficas para o conhecimento das empresas portuguesas e produtos comercializados na década de 30 e 50. Pormenor de dois cartazes de duas Indústrias de terras corantes e seu destino (caso da *Abreu e Silva*)…….....…**131**

Fig. 3.23: Um dos últimos pedidos feitos pela Sociedade Portuense de Drogas à firma Augusto Gomes dos Santos (Arcozelo/Vila Nova de Gaia) que cessou actividade em 2005. ……..**131**

Fig. 4.1: Exemplos de algumas pinturas a cal, aparentemente originais, em edifícios dos finais do séc, XIX e inícios do XX: à esq.) uma fábrica de 1915 localizada na vila do Crato; ao centro) a antiga residencial o *Lidador* situado no centro histórico de Elvas e à dir.) o Palacete *Aboim e Lacerda* localizado no centro histórico de Santiago do Cacém. O Ultimo piso deste palacete foi construído em 1906. É possível que a pintura mais antiga de tonalidade avermelhada tenha sido executada nessa época em todos os alçados exteriores. Por volta de 1920, este edifício foi adquirido pela Santa Casa da Misericórdia. Actualmente os 3 edifícios estão desabitadas (cl. M.Gil 2004/2008)……...…**140**

Fig. 4.2: Pormenores da decoração mural presente em três edifícios apalaçados no Alentejo: à esq.), dos ornatos florais e vegetalistas nos antigos Paços do Concelho em Santiago do Cacém do séc. XIX; ao centro), dos *rafaelescos* do Palácio Álamo em Alter do chão do séc. XVIII e à dir.) os fingimentos de cariz mais popular, da residência da família Galhardas no Alandroal, possivelmente dos inícios do séc. XX (dir.). No edifício dos Antigos Paços do Concelho, em várias lacunas é possível observar vestígios de uma pintura anterior. A actual do séc. XIX foi pintada a seco, directamente em cima de uma pintura a fresco composta por apainelados simples monocromáticos a lembrar o primeiro estilo pompeiano (cl. M.Gil 2004/2008)……..……..…**141**

Fig. 4.3: Vista geral da Vila de Montemor-o-Novo dos inícios do séc. XX e de Santiago do Cacém (1902). O branco predomina claramente nas duas paisagens. Na foto de Santiago de Cacém é, contudo, visível a caiação total a cores do palacete *Aboim e Lacerda*. As fotos foram gentilmente cedidas pelo arquivo histórico de Montemor-o-Novo (2004) e por Gentil Cesário do Núcleo de Reabilitação de Santiago do Cacém (2008)……...……**142**

Fig. 4.4: Exemplo de alvenaria com pedras caiadas no Monte Poço Barbas à entrada da Mina de S. Domingos (concelho de Mértola) e vista geral de chaminés com decoração pintada e/ou esgrafitada. (vila do Alandroal, Aviz e aldeia da Flor da Rosa, concelho do Crato) (cl .M.Gil 2004/2008)……...**142**

Fig. 4.5: Pormenores de pintura murais a fresco por debaixo de camadas de cal: Em cima, na Igreja de Santa Iria (Serpa), a meio, na Igreja de Santa Brígida de Martelar (Vidigueira). A última foto da década de 80 do séc. XX mostra uma equipa de restauradores do antigo Instituto José de Figueiredo a remover camadas de caiação (cl. M.Gil. e http://www.ipcr.pt).....**143**

Fig. 4.6: Legislação em vigor na segunda metade do séc. para o concelho de Alcácer do Sal (em cima) e minuta do impresso a preencher para o pedido de aplicação de cores de acordo com as directrizes do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RG.E.U) aprovado por Decreto-Lei nº38 382, de 7 de Agosto de 1951 (Aguiar, 2005)……..…..……**151**

Fig. 4.7: Exemplos na década de 80do incitamento e da publicidade à utilização de caiações simples: esq.) Edital do programa Casa Caiada em Évora, ao centro) placa de um dos concursos promovidos em Serpa, e à dir.), a minuta de um edital dos anos 60 da vila da Vidigueira para a lavagem, caiação e pintura de prédio e muros. ……...……...…..……**153**

Fig. 4.8: Exemplos de caiações de tonalidades vermelho arroxeadas a roxo nos centros históricos de:

1- Alter do Chão
2 e 6- Arraiolos
3- Elvas
4- Moura
5- Montemor-o-Novo (cl. M.Gil 2004/2006)……..…..**157**

Fig. 4.9: Pormenor dos acabamentos e vista geral dos edifícios antes e depois das intervenções. À esquerda do barramento cinzento azulado (possivelmente original) do Palacete dos Condes de Avillez em Santiago do Cacém, cuja construção situa-se entre 1882-1886. Á direita, das duas caiações no edifício conhecido como a "Casa Azul". Este imóvel, que surge já numa foto tirada do Adro da Igreja da Sr.ª do Monte (entre 1902 e 1906), sofreu uma remodelação na década de 20 do séc. XX. A última caiação tinha, pelo menos, mais de 20 anos, período de tempo em que a casa esteve desabitada. (cl. M.Gil 2006/2008 e J.Matias 2008)……...…**159**

Fig. 4.10: Ocultação, atenuação e destruição de pormenores decorativo (cl.MGil 2004/2008):

1 e 2- Esgrafitos (Crato/Alter do chão)
3 e 5- Pintura decorativa (VilaViçosa/Arneiro, Nisa)
4 e 6- Trabalhos de massa (Alandroal/Alter do Chão)……...…..……**161**

Fig. 4.11: Acabamentos a cal que fogem á regra do branco com remates a cores

1- Grândola
2- Sines
3- Campo Maior
4- Elvas
5- Mora

(cl. M.Gil 2004/2008) ……...……...……**161**

Fig. 5.1: Pigmentos identificados e a sua frequência nas caiações a cores e nos barramentos coloridos……...**173**

Fig. 5.2: Observação em luz reflectida de caiações e de barramentos localizados em Santiago do Cacém (SC4 e SC10), Grândola (G7), Ferreira do Alentejo (FA1), Odemira (O3), Redondo (R2), Arraiolos (Arr14) e Nisa (N2)……...…**174**

Fig. 5.3: Comparação entre as partículas dos azuis ultramarinos artificiais de referência (VV3 e EVAG2) e os existentes nas camadas cromáticas FA1 e SC4…….……**175**

Fig. 5.4: Espectros de FTIR da amostra FA1 (caiação) e SC4 (barramento corado). Comparação com os três azuis ultramarinos artificiais: VV3 e EVAG2 adquiridos no comércio local e o pigment blue29 padrão da base *Coatings Technology*……..…....**176**

Fig. 5.5: Cortes estratigráficos de camadas pretas provenientes de Montemor-o-novo (MoN1, Arronches (Arr1), Aviz (A11), Alter do Chão (AdC10), Gavião (G3), Serpa (Se3), Viana do Alentejo (VdA4) e Vidigueira (Vi1)……**178**

Fig. 5.6: Difractogramas das amostras de referência óxido de ferro sintético (1) e pó de sapato (2)…….**179**

Fig. 5.7: Observação em luz reflectida e transmitida das partículas dos pigmentos negros nas camadas Vi1 e AldC4 após a extracção do ligante com uma solução de ácido acético a 10%.....**181**

Fig. 5.8: Três exemplos de caiações acinzentadas com outros pigmentos misturados (vermelhos e amarelos à base de Fe III e azul ultramarino)…….....**182**

Fig. 5.9: Utilização de alcatrão em Ferreira do Alentejo (M.Gil 2004)……...…**184**

Fig. 5.10: Corte estratigráfico e análise por MEV-EDX do barramento cinzento……...……**184**

Fig. 5.11: Mapa geológico da região a sudeste de Moura com a localização geológica da série negra: xistos, grauvaques, quartzitos negros (Mapa adaptado de Costa, 2008)……..……..…….**185**

Fig. 5.12: Cortes estratigráficos de camadas vermelhas e amarelas. As amostras são provenientes de Mou3 (Moura), Me2 (Mértola), Alm2 (Almodôvar), A3 (Aljustrel), CM5 (Campo Maior); C3/C8 (Crato); PdS6 (Ponte de Sôr); E9 (Elvas), Ma4 (Marvão), Es4 (Estremoz) e Si4 (Sines). PdS6 é um barramento……...**186**

Fig. 5.13: Espectros de FTIR na região abaixo dos 700 cm^{-1} . das camadas cromáticas MoN10 (roxa), E9 (rosa) E8 (vermelho arroxeado) ES4 (vermelha alaranjada) e as dos pigmentos de referência EVDA1 (óxido de ferro sintético), terra roxa (ARC3), roxo-rei (FA7) e almagre (E8)……...**187**

Fig. 5.14: Cortes estratigráficos de camadas vermelhas arroxeadas a roxas. As amostras foram recolhidas em Alter do Chão (AdC3), Montemor-o-Novo (MON10), Elvas (E8 e E10), Arraiolos (Arr8) e Aviz (A8). A última amostra é um barramento pigmentado……..**188**

Fig. 5.15: Difractogramas dos pigmentos roxo-rei e terra roxa e sua comparação com a do óxido de ferro sintético……..……..……**189**

Fig. 5.16: Diferentes metodologias de aplicação: em cima) directamente sobre o reboco e em baixo) sobre uma camada de barramento ou de caiação simples..……..……**191**

Fig. 5.17: Exemplos de camadas com diferentes tipos de sobreposições……....**192**

Fig. 5.18: Exemplos de aplicações a fresco ou a *mezzo-fresco* (A6 , E7) e a seco (Alp.1). O aumento do contraste óptico da cor da argamassa adjacente à camada cromáticas (a branco) permite evidenciar a interligação existente entre as partículas de pigmento e as do barramento em A6 e A7, que é inexistente em Alp1. Neste caso, como a pintura foi aplicada num suporte já seco, nota-se uma fronteira definida entre a argamassa e a camada cromática. O ligante, apesar de ser o mesmo, só deriva do leite ou água de cal com os quais os pigmentos foram, previamente, misturados……**193**

Fig. 5.19: Exemplificação do processo de extracção e selecção *in loco* das terras coradas pela população em quatro concelhos do Alentejo (M.Gil 2004/2008)…….……...**198**

Fig. 5.20: Mostruário de 46 terras coradas do Alentejo recolhidas nos quatro distritos alentejanos (Évora, Beja, Portalegre e concelhos a sul de Setúbal). (cl. M.Ribeiro 2007)……..…**199**

Fig. 5.21: Mostruário de pigmentos de origem industrial disponíveis no comércio local (cl. M.Gil 2007)……..……...**199**

Fig. 5.22: Exemplo de duas caiações com consistências opostas, realizadas com a mesma terra corada, preparadas e aplicadas pela mesma executante (D. Josefa Guerreiro, Monte Poço Barbas nas redondezas da Mina de S. Domingos) (M.Gil 2008)……..…**201**

Fig. 5.23: Caiações caseiras: técnicas de preparação das tintas de cal e sua aplicação (M.Gil 2007) ……..**202**

Fig. 5.24: Exemplos de escorrimento de pinturas a cal na cidade de Portalegre e na vila de Nisa. Estes dois casos demonstram o quanto é importante o conhecimento por parte do pintor das características e especificidades dos materiais a empregar, do seu modo de preparação e de aplicação na parede (M.Gil 2006)……...…..…**204**

Fig. 5.25: Reprodução de caiações tradicionais feitas com óxidos de ferro sintéticos: à esq. Sr. Fernando Severino (Portalegre) e à dir. Sr. Virgulino Bandeira (Estremoz). É de notar as diferentes metodologias e texturas finais obtidas. O rolo veio substituir as esponjas que eram utilizadas para esse fim (M.Gil 2007)……..…**206**

Fig. 5.26: Dois exemplos de sobreposição de tintas de cal de cor igual (Convento de S. Bernardo) e diferente (edifício privado) (M.Gil 2008)……..……...…**207**

Fig. 5.27: Dois exemplos da aplicação da cor a *fresco ou a mezzo-fresco*. Nos dois pormenores da fachada B são perceptíveis marcas características dos movimentos da talocha (em cima) e sulcos deixados, aparentemente, por colheres de pedreiro (em baixo)……..…**208**

Fig. 5.28: Caracterização da cor: aspecto das pastilhas feitas com os ocres recolhidos para as tomadas de colorimetria (em cima) e sua comparação visual com a escala de solos Munsell 1992 (em baixo). Cada folha corresponde a um determinado matiz, que aparece no canto superior direito…….....**214**

Fig. 5.29: Teores em ferro nos ocres amarelos e vermelhos……**215**

Fig. 5.30: Relação K (m%) / Ca (m%) versus Ti (m%)……...**215**

Fig. 5.31: Soma de Cu, Zn, As e Pb em função do teor em rubídio……..…**216**

Fig. 5.32: Variação da coordenada +a* em função da proporção em massa entre hematite/(hematite+goetite)…….....**216**

Fig. 5.33: Localização geográfica das amostras extraídas no Alentejo…….....…**220**

Fig. 5.34: Perfil elementar das terras coradas por LA-ICP-MS…… ..……**225**

Fig. 5.35: Distribuição elementar dos padrões obtidos para as *terras rossas* (a) e terras provenientes produtos de alteração de xistos (b e c)……..…**225**

Fig. 5.36: Distribuição elementar de três terras com origem em mineralizações ricas em ferro (a-c) e sua comparação (d)……...……**227**

Fig. 5.37: Análise de MEV-EDX de A2 (mina de Fe/Mn) e M4 (mina de S). A variedade de tamanhos destas duas amostras está em concordância com os resultados obtidos por análise granulométrica a laser. As diferenças na composição elementar (Fe, Mn e S) e as variações na morfologia dos agregados são visíveis. Porém, de um modo geral, as contribuições de fontes minerais semelhantes invalidam que a morfologia das partículas possa ser utilizada como factor de diferenciação……**227**

Fig. 5.38: Distribuição granulométrica das terras com origem em terras rossas (a); produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro (b) e em xistos (c e d)……...**229**

Fig. 5.39: Observação em luz reflectida de secções transversais de terras coradas das três fontes geólicas. É de notar a variação na quantidade e distribuição dos elementos cromóforos……..…..**229**

Fig. 5.40: Representações 2 e 3D das componentes cromáticas +L*, +a* e +b*……**231**

Fig. 5.41: Espectros de reflectância das terras coradas alentejanas. Os espectros da hematite e da goetite sintéticas foram adicionados como referência…….....**232**

Fig. 5.42: Variação das coordenadas +a* e L* em função da concentração crescente em elementos associados a "pigmentos brancos" (Si+K+Ca+Ba+S)……...…..**234**

Fig. 5.43: Observação em luz reflectida (à esq.) e em luz transmitida com os nicóis cruzados (à dir.) de amostras exemplificativas dos 3 tipos de pigmentos em estudo (dos dois naturais e dos óxidos de ferro sintéticos) e sua comparação no teor em ferro……..…..**242**

Fig. 5.44: Comparação por MEV-EDX da morfologia das partículas dos dois tipos de pigmentos naturais (A1, Mo4, E8 e E2) e dos dois óxidos sintéticos (EVDA1 e EVDA2). É de notar a semelhança das partículas cromóforas de E8 e sobretudo de E2 com as da hematite (arredondadas) e goetite artificial (em forma de agulhas)……...……**245**

Fig. 5.45: Observação em luz reflectida (em cima) e em luz transmitida com os nicóis cruzados (em baixo) da composição de dois azuis ultramarinos artificiais e dos 2 tipos de preto (terra pretas e óxidos de ferro). Nas amostras VV3 e Arc2, as partículas, opticamente activas, revelam a presença de outros minerais - e.g. calcite e quartzo……..……...…**248**

Fig. 6.1: Em cima, pormenores de quatro pinturas murais feitas com a técnica da cal. Em baixo, escalas visuais utilizadas no âmbito da Arquitectura e da Conservação e restauro para a avaliação de cor (*NCS*, índex 2 e *NCS tradition*) e para a documentação fotográfica (*Kodak Grey Scale e GretagMacbeth Colorcheker*). Foram estas as escalas visuais utilizadas no ponto 6.2……..….**255**

Fig. 6.2: Em cima, pormenor de um dos ensaios de cor efectuados com terras coradas da região de Piemonte em 1989 (Politécnico de Turim, Itália). Em baixo, paleta fabricada pelo conservador-restaurador Matei Lazarescu a partir da observação dos vestígios de policromia existentes nas decorações das chaves das abóbadas e arcos da Catedral Saint-Etienne (Toul, França) (cl. M.Gil 2008 e Lazarescu, 2006)……..……...……..**256**

Fig. 6.3: Visão geral dos edifícios e dos revestimentos cromáticos, com indicação da localização geográfica (mapa adaptado de 60

Fig. 6.4: Tomadas em campo (A) e em laboratório (B). Em baixo, pormenor das pastilhas realizadas com o pigmento de referência EVAG2 e pinturas a cal feitas com o pigmento VV1 (cl. M.Gil e M.Ribeiro 2006/07)……..……**264**

Fig. 6.5: Camadas cromáticas A6 e E9 e respectivas curvas de reflectância……..…….……**268**

Fig. 6.6: Aspecto visual da superfície de leitura nas fachadas E10 e MoN10 e correspondentes cortes estratigráficos. Com aplicação da segunda derivada da função de Kubelka-Munck (direita) foi possível localizar com mais exactidão os máximos e mínimos característicos da absorção/reflexão dos pigmentos e confirmar a semelhança entre os dois pigmentos e o de

referência FA7 (roxo-rei). O chumbo e o zinco nos espectros de XRF podem derivar do pigmento ou do reboco subjacente. (cl. M.Ribeiro, M.Gil 2008)……...…….**270**

Fig. 6.7: Observação macro e microscópica dos acabamentos azuis feitos com azul ultramarino artificial e correspondentes espectros de reflectância (R%)…….**272**

Fig. 6.8: Projecção bi e tridimensional das coordenadas L*, a* e b* dos acabamentos vermelhos e amarelos e respectivas curvas de reflectância. A comparação é feita entre as camadas cromáticas das fachadas e as realizadas com os óxidos sintéticos (EVDA1, EVDA2 e VV1), pigmentos naturais (MoN4, G1, E, S2) ou suas misturas (E8) a 20%. As curvas de reflectância das fachadas são, por sua vez, comparadas com os pigmentos de referência isolados……...…..**274**

Fig. 6.9: Resultados de ED-XRF e gráfico ternário Fe/Mn versus Ti das camadas cromáticas das fachadas e das de referência realizadas com pigmentos sintéticos e naturais. A letra B antes do pigmento (ex. BE8) designa um barramento….……...……**276**

Fig. 6.10: Comparação em luz transmitida e em nicóis cruzados dos pigmentos de referência (óxidos sintéticos EVDA1, VV1 e EVDA2 e o natural E) e dos existentes nas camadas cromáticas após remoção do $CaCO_3$…….…….**277**

Fig. 6.11: Observação em luz transmitida, com os nicóis cruzados, de preto de carbono presente nas fachadas E8, E9, E10 e no pigmento roxo-rei (FA7)……...……...…..**278**

Fig. 6.12: Preparação de terras coradas extraídas no Alentejo para caiações e barramentos simples e pigmentados: A) peneiração por via húmida (<125μm), decantação, sedimentação e secagem; B) amostras de pigmentos de origem industrial; C) feitura de barramentos simples feitos com cal em pasta, nata e pó de mármore de origem local e D) barramento pigmentado colocado por cima de um estrato mais grosseiro feito com cal em pasta e areia de rio lavada (2 a 0,6 mm) ao traço volumétrico 1:2 (cl. M.Gil 2007)……..……...……**284**

Fig. 6.13: Etapas da preparação do leite de cal segundo os 4 métodos testados……....….**287**

Fig. 6.14: Feitura dos barramentos pigmentados……..……...**288**

Fig. 6.15: ensaio de diluição: etapas da preparação da tinta (1-5) e da sua aplicação em duas demãos (6-10) (traço volumétrico 1:8 de cal/água)……...……...….**289**

Fig. 6.16: Comparação da luminosidade, croma e tonalidade das camadas cromáticas obtidas com os quatro métodos de preparação (***a, b, c e d***) após 24h……..……....**291**

Fig. 6.17: Vista geral das superfícies pintadas (topo) e pormenor das obtidas com o óxido de ferro VV1. O fundo branco do barramento é nitidamente visível em ***a)*** e o véu branco, após a segunda passagem em ***b***), ***d***) e especialmente em ***c***). Em baixo, distribuição granulométrica dos dois tipos de pigmentos empregues (cl. M.Gil 2008)……...….**292**

Fig. 6.18: Pormenor das partículas do óxido EVDA2 e do natural Mo2 em luz reflectida (esp.) e luz transmitida com nicóis cruzados (dir.). A variedade mineral de Mo2 é revelada pelas propriedades ópticas dos seus constituintes……...**293**

Fig. 6.19: Evolução do parâmetro L* com a secagem e processo de carbonatação das argamassas pigmentadas a 4, 12 e 20% com VV1, E8 e S2 (das 0h às 2880 h)……..……**295**

Fig. 6.20: Distribuição granulométrica dos dois tipos de pigmentos testados (naturais e óxido de ferro sintético)…….…….**295**

Fig. 6.21: Aparência da superfície dos barramentos (topo) e evolução dos parâmetros L* e a* com o processo de carbonatação das argamassas (em baixo). (cl. M.Gil 2008)……...……..**296**

Fig. 6.22: Barramentos pigmentados (b) versus pinturas a cal (c) em três momentos do processo de carbonatação…….**297**

Fig. 6.23: No topo, cor e aparência das camadas cromáticas das pinturas a cal vermelhas e dos barramentos análogos. Em baixo, detalhe à luz rasante das diferenças das texturas superficiais de VV1c e VV1b (a 4%) (cl. M.Gil 2008)……...……**298**

Fig. 6.24: Representação gráfica de ΔL* %(2160h-0h), Δa* e Δb* (2160h-0h). No topo, aspecto geral das camadas com os pigmentos VV1, E8, S2, EVDA2, MON4 e Se3. (cl. MGil2008)…....**299**

Fig. 6.25: Distribuição granulométrica e comparação dos teores em Ca, Fe e K dos dois tipos de pigmentos testados……..…….**300**

Fig. 6.26: Comparação das camadas cromáticas VV1, E8 e S2 com a diluição progressiva do leite de cal. O traço a preto revela o aumento da transparência, conhecido popularmente como o “efeito aguarela” (cl. M.Gil 2008)……..…….**301**

Fig. 6.27: Comportamento das coordenadas C*, a* e L* ao longo das camadas cromáticas com a diluição progressiva do leite de cal. ……**302**

Fig. 6.28: Relação entre ΔC* e Δa* (2-1 demão)……...…….**302**

Índice de quadros

Quadro 1.1: Metodologia de análise empregue para identificação e caracterização dos pigmentos e técnicas pictóricas. IMC: Instituto dos Museus e da Conservação; UE: Universidade de Évora; IST: Instituto Superior Técnico e LNEC: Laboratório Nacional da Engenharia Civil……..……8

Quadro 2.1: Qualidades das areias do Alfeite apresentada pelo almoxarife da vila à Real Associação dos Arquitectos Civis Portugueses, em 1875 (adaptado de Luís Mascarenhas, 1999)……**23**

Quadro 2. 2: Bases para orçamentos da Capital (século XIX): guarnecer a branco e a cor……**36**

Quadro 2.3: Bases para orçamentos de 1877, 1880 e 1896: operações referentes a caiações simples a e a cores com indicação dos materiais, proporções e respectivos executantes. A pedra hume era o termo do que é hoje apelidado de alúmen, um sulfato duplo de potássio e alumínio hidratado…...…**50**

Quadro 2.4: Tintas de cal: limites de saturação dos pigmentos consoante o traço volumétrico. Em baixo, são visíveis os resultados de ensaios de pintura ao traço 2:5 e com os pigmentos a 5, 15, 25 e 65% em relação ao peso da cal em pasta (fonte da imagem Aguiar, 2005 e *Materiais e técnicas tradicionais*... s.d)……...……**54**

Quadro 2.5: Aditivos ou adjuvantes tradicionalmente empregues em tintas de cal em Portugal: funções e potenciais reacções adversas (tabela adaptada de Ribeiro & Eusébio, 2002; Aguiar, 2005)……...….**56**

Quadro 2. 6: Terras coradas e óxidos sintéticos. Principais minerais cromóforos e minerais associados. Em termos de nomenclatura, foram considerados pigmentos naturais, as terras coradas em estado bruto ou com algum tipo de processamento (ex. lavagem, peneiração, moagem, calcinação) e pigmentos sintéticos quando foram obtidos por reacções químicas em laboratório (quadro readaptado de Velho, 2005)……...……...…..**65**

Quadro 3.1: Resumo das ocorrências encontradas a oxido e hidróxidos de ferro em minas portuguesas com indicação geográfica, estado actual da mina e do ano da fonte bibliográfica (C-Catálogos de Exposições; M-Manuais de Mineralogia e Geologia, CM -Catálogo de Minas; BM - Boletim de Minas)……...…….**97**

Quadro 3.2: Resumo dos pontos de extracção de argilas vermelhas para pintura (Quadro retirado de Parvaux, 1968)……...…**100**

Quadro 3.3: Exemplos da localização da ocorrência de malaquite e azurite associada a minérios de cobre (Cu), e calcopirite ($CuFeS_2$) com indicação do estado actual da mina e do ano da referência bibliográfica (C - Catálogos de Exposições, CSG - Comunicação dos Serviços Geológicos. M - Manuais de Mineralogia e Geologia)……..……**105**

Quadro 3. 4: Pedidos de condicionamento industrial para a instalação de indústrias de terras corantes entre 1938-1947. Só foram mencionadas as fábricas de tintas em pó que especificam o material manufacturado. O símbolo * refere-se a pedido para a aquisição de novos equipamentos; ** pedido para a permanência em laboração ou para transferência das instalações…….……..**118**

Quadro 3.5: Resumo das menções encontradas entre 1879-1889 a importações de terras corantes e outros pigmentos inorgânicos com indicação do país de origem, das quantidades importadas ao longo dos anos assim como do seu valor comercial. Lista dos países de importação: Alem - Alemanha, Fra - França, Ing - Inglaterra, Hesp - Hespanha, Holl - Hollanda, Belg -Bélgica, Afri - África, Bras.- Brasil, Ita - Itália, Russ - Rússia, Suiss - Suíça, Suec - Suécia e Nor - Noruega……**132**

Quadro 4.1: Decorações por pintura e barramentos pigmentados: exemplos observados em 2004 na região do Alentejo……..……**139**

Quadro 4.2: Referência da legislação em vigor na região do Alentejo (dados recolhidos nalgumas Autarquias entre 2004-2006)……..…**155**

Quadro 5.1: Nº de amostras segundo os locais de amostragem e tipo de acabamento (pintura monocromática ou decorativa e barramento corado)…….**169**

Quadro 5.2: Descrição e localização geográfica das amostras com indicação do número recolhido por tonalidade (**Az**: azuis; **Am**: amarelos; **Ve**: vermelhos /rosas; **P/C**: pretos e cinzentos) e por tipo: pintura (P) ou barramento (B). A indicação da cor refere-se somente à tonalidade superficial facilmente identificável……...……**170**

Quadro 5. 3: Identificação dos pigmentos comerciais adquiridos no comércio local para comparação……**172**

Quadro 5.4 e Fig. 5.2: Pigmentos identificados e a sua frequência nas caiações a cores e nos barramentos coloridos……...…….**173**

Quadro 5.5: Localização de antigos locais de extracção de terras argilosas para as caiações caseiras……...……**196**

Quadro 5.6: Identificação das amostras (Ref.), critério de selecção (C.S), tipo de solo (G) e cor segundo a escala de cor de solos Munsell 1992……..……**211**

Quadro 5.7: Composição mineralógica com indicação da fonte geológica (PMRC/TR: produtos da meteorização de rochas carbonatadas/terras rossas; X: xistos; PMMF: produtos de meteorização de mineralizações ricas em ferro). Goet-goetite; Hem-hematite; Qua-quartzo, Cal-calcite; Esme-esmectite; Caol-caolinite; Alb-Albite; Orto-ortoclase; Jaro-jarosite…….……**227**

Quadro 5.8: Avaliação da paleta das terras coradas alentejana pelo sistema perceptivo de Munsell e CIE L* a* b* …….**230**

Quadro 5.9: Identificação da amostragem: SDS- Sociedade de Drogas de Santarém: SPD- Sociedade Portuense de Drogas e D.Sorraia- Drogas Sorraia. A D.Sorraia e Sergipal designam respectivamente a marca antiga e a actual do mesmo armazenista……...…**238**

Quadro 5.10: Composição mineralógica dos pigmentos amarelos e vermelhos. Goet-goetite; Hem-hematite; Cal-cite; Dol-dolomite; Esm-esmectite; Cao-caolinite, illite,; Alb-illite; Musc-Musc; Gesso, Orto-ortoclase, Jaro-jarosite……...……**242**

Quadro 5.11: Composição elementar dos pigmentos vermelhos e amarelos por WD-XRF (m.%)..**243**

Quadro 5.12: Composição mineralógica dos pigmentos azuis e pretos. Mag-magnetite; Qua-quartzo; Cal.calcite; Dol-dolomite; Lazur-lazurite; Caol-caolinite; illite, Musc-muscovite, Graf-grafite; Mul-mulite…….**246**

Quadro 5.13: Composição elementar dos pigmentos azuis e pretos por WD-XRF (m.%)……...**246**

Quadro 6.1: Identificação das camadas amostradas (cor, tipo de acabamento e aparência da superfície)……...**259**

Quadro 6.2: Identificação e composição mineralógica dos pigmentos de referência: SDS: Sociedade de Drogas de Santarém; D. Sorraia: Drogas Sorraia (actual Sergipal)…….….**259**

Quadro 6.3: Coordenadas cromáticas e anotações NCS dos 44 acabamentos murais a cal (cl. M. Ribeiro 2006)……..…**265**

Quadro 6.4: Resultados dos resíduos de pigmento, após a extracção do ligante com ácido acético. As percentagens foram calculadas em relação ao peso inicial da camada cromática. O exame foi repetido duas vezes em cada revestimento……...…….**277**

Quadro 6.5: Identificação dos pigmentos. SDS: Sociedade de Drogas de Santarém; D.Sorraia: Drogas Sorraia (actualmente Sergipal)……..……**281**

Quadro 6.6: Composição mineralógica dos pigmentos, do suporte pictórico (argamassas dos barramentos simples) e da cal em pasta. As argamassas dos barramentos coloridos possuem uma composição idêntica à dos suportes para recepção da pintura. Goet- goetite; Hem-Hemtite, Qua-quatzo, Cal-calcite; Alb-albite, Port-portlandite; Esmt-Esmectite e Ort- Ortóclase……..**292**



Capítulo 1

Introdução



Capítulo 1

Introdução, 2

1.1. Contextualização e objectivos da pesquisa , ***3***

1.2. Metodologia de trabalho, 5

1.3. Estrutura da tese, 8

1.1. Contextualização e objectivos da pesquisa

O problema da manutenção das fachadas externas de um edifício histórico passa pela conservação de técnicas construtivas tradicionais e pelo uso de materiais que sejam, tanto quanto possível, similares aos originais ou que, estetica, física e quimicamente, lhe sejam compatíveis (Tavares e al, 2003). Se isto é valido para os rebocos ainda o é mais para as últimas camadas de acabamento - barramento colorido ou caiações - por serem as superfícies mais visíveis e sujeitas a deterioração.

A caiação a cor (ou pintura a cal) foi, a par da caiação simples, a solução mais corrente das edificações do sul de Portugal até cerca da segunda metade do século XX, altura a partir da qual foram, preferencialmente, utilizadas as tintas pré-fabricadas de natureza polimérica (Aguiar, 2005). A adopção de materiais modernos para as sucessivas renovações das pinturas murais de exteriores de edifícios, levaram, num intervalo de 50/60 anos, ao quase esquecimento dos valores culturais, materiais e das tecnologias da cal com cor, sem que houvesse grandes preocupações de registo para as gerações futuras. Registos ao nível dos recursos, muitas vezes locais, de matéria-prima para pintura; das soluções técnicas mais simples realizadas pelas populações nas suas caiações "caseiras"; dos expedientes de mestres pintores para obtenção de determinados efeitos de textura, de coloração (tendo em conta a atenuação provocada pela carbonatação do hidróxido de cálcio) e de resolução de problemas de adesão das tintas de cal. Pormenores técnicos que, na sua maioria, são pouco claros ou omissos em tratados ou manuais de pintura mas que podem marcar a diferença na cor perceptiva e também na sua conservação e restauro, a curto e longo prazo.

Face aos maus resultados estéticos e da fraca durabilidade demonstrados por muitas das tintas modernas aplicadas em edifícios antigos, as atenções voltam-se cada vez mais para a reintrodução de materiais e técnicas de pintura tradicionais, compatíveis com os acabamentos originais à base de cal. Em Portugal, são ainda muito poucos os estudos sistemáticos e aprofundados sobre esta temática, sendo de realçar os realizados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa (LNEC)[1], em particular, a *Cor e a cidade histórica: estudos cromáticos e conservação do Património*, da autoria do arquitecto José Aguiar (Aguiar, 2005).

Para conservar e restaurar é preciso conhecer. No caso de superfícies arquitectónicas pintadas a cal, a cor perceptível depende do tipo de pigmento, da sua concentração, de

[1] Cfr. Aguiar, 2005 e 2002; Ribeiro & Eusébio 2002; Gonçalves & Tavares, 1999; Henriques, 2002; Calisto, 1997 e Relatório/98-Na, LNEC.Lx, Dez1998.

possíveis misturas com outros pigmentos, dos traços de leite cal, dos instrumentos utilizados (brocha, rolo, esponja, etc.) para a sua aplicação, das texturas resultantes, das argamassas de suporte e da conjugação de todo o conjunto destes factores, em presença dos diferentes tipos de luz incidente e condições ambientais. Nem todos os pigmentos são quimicamente estáveis em meio alcalino e isso era do conhecimento dos pintores antigos, o que já não se verifica na mão-de-obra, não especializada, que lida muitas vezes com trabalhos de reabilitação de fachadas de edifícios históricos.

No Alentejo subsistem vários exemplos de caiações monocromáticas ou com decoração, de tipologia variada, que podem ajudar a colmatar as lacunas existentes. Nesta região, a preferência dada pela legislação Municipal - pelo menos do século XVIII em diante - ao uso da cal no edificado urbano e os condicionalismos de ordem económica de muito proprietários, que mantiveram os imóveis com poucos meios ou os abandonaram, permitiram que chegasse, aos dias de hoje, vários revestimentos integrais ou parciais feitos com esta técnica. É com base nestes edifícios, localizados nos núcleos urbanos mais antigos - conhecidos por " centros ou núcleos históricos"- de 47 sedes de concelho, que se fundamenta esta pesquisa. O objectivo principal é a caracterização dos pigmentos inorgânicos empregues em pinturas a cal (com destaque para os pigmentos terra), das técnicas de preparação e de aplicação das tintas e, sua influência na aparência visual das superfícies pintadas. No entanto, esta investigação não ficaria completa sem o conhecimento das fontes de pigmentos utilizados, da sua extracção e manufactura, assim como, sem uma revisão histórica da utilização das artes da cal em Portugal. Como tal, para alcançar na íntegra o objectivo principal foram delineadas as seguintes acções complementares:

a) Compilação de dados sobre materiais e técnicas de guarnecimentos tradicionais e de pinturas a cal na bibliografia da especialidade (do final do século XIX e início do XX) e por testemunhos orais recolhidos na região do Alentejo;
b) Registo fotográfico dos revestimentos a cal ainda presentes nos panos de fachada - monocromáticos e com decoração - de edifícios localizados nos núcleos históricos de 47 sedes de concelho, distribuídas pelos distritos de Évora, Beja, Portalegre e Setúbal);
c) Levantamento da origem de pigmentos inorgânicos (em especial pigmentos terra) em Portugal, sua extracção, processamento e escoamento em território nacional, desde o final do século XVIII até cerca da segunda metade do século XX;

d) Identificação das fontes geológicas de terras coradas no Alentejo, utilizadas como pigmentos, nas caiações efectuadas pelas populações, até cerca da década de sessenta do século XX;

e) Reprodução de pinturas a cal e barramentos pigmentados segundo métodos tradicionais e seu estudo por colorimetria e espectrofotometria no visível.

1.2. Metodologia de trabalho

A pesquisa desenvolveu-se em três fases, realizadas no âmbito do projecto *Pigmentos e práticas históricas da Pintura Mural: Caracterização dos materiais e das tecnologias da cor no património urbano do Alentejo* (POCI/HEC/59555/2004). A primeira fase consistiu na investigação bibliográfica e trabalho de campo; a segunda, no estudo científico dos pigmentos e análise das técnicas da pintura a cal e, a terceira, com base nos resultados obtidos das fases anteriores, na reprodução de pinturas a cal e barramentos pigmentados e seu estudo por colorimetria.

Fase 1: investigação bibliográfica e trabalho de campo

A fase 1 foi subdividida em várias etapas expressas, sumariamente, na Fig. 1.1 A compilação de dados relativos à extracção e processamento industrial de pigmentos inorgânicos, de origem portuguesa, acabou por se alargar ao centro e norte do pais, visto ai se terem localizado as duas pedreiras para a exploração de ocres e almagres e as indústrias de "terras corantes" da década de quarenta à sessenta do século XX. Através das entrevistas realizadas a dois destes fabricantes - Augusto Gomes do Santos e Abílio Lopes, Lda. - foi possível esclarecer sobre o processo de manufactura e escoamento dos pigmentos terra e óxidos de ferro para as drogarias do Alentejo, ao longo do século XX. Nesta região, apesar das potencialidades geológicas existentes, não foram encontrados registos oficiais da sua exploração para este fim específico.

Ao nível dos contactos estabelecidos de forma directa e indirecta (carta, correio electrónico e telefone) a entidades estatais e privados, salientam-se as informações dadas pelos droguistas, de Lisboa e do Alentejo sobre o tipo de pigmentos outrora disponíveis para as caiações tradicionais, bem como as entrevistas feitas às populações locais[2], a indivíduos com

[2] Os dados fornecidos pelo inquérito telefónico realizado entre Fevereiro e Março de 2004 estão patentes no anexo I. Juntamente com o volume da tese, é fornecido o documentário (em formato digital) feito sobre a

idades compreendidas entre os 50 e 88 anos. Através destas entrevistas foi possível identificar os 3 tipos de pigmentos utilizados - terras locais, pigmentos terra de origem comercial e pigmentos sintéticos – e apurar dados sobre as técnicas de preparação e de aplicação das tintas a cal das duas modalidades mais praticadas na região até cerca da década de sessenta do século XX. Na fase 1, fez-se o registo fotográfico dos revestimentos murais a cal - pinturas e barramentos pigmentados – ainda visíveis em edifícios localizados nos núcleos históricos das 47 sedes de concelho e procedeu-se à amostragem de camadas cromáticas para o estudo laboratorial. Foram ainda adquiridos, no comércio local, 37 pigmentos de origem industrial (naturais e sintéticos) e extraídas 46 terras coradas, com auxílio da população ou com base nas fontes históricas consultadas.

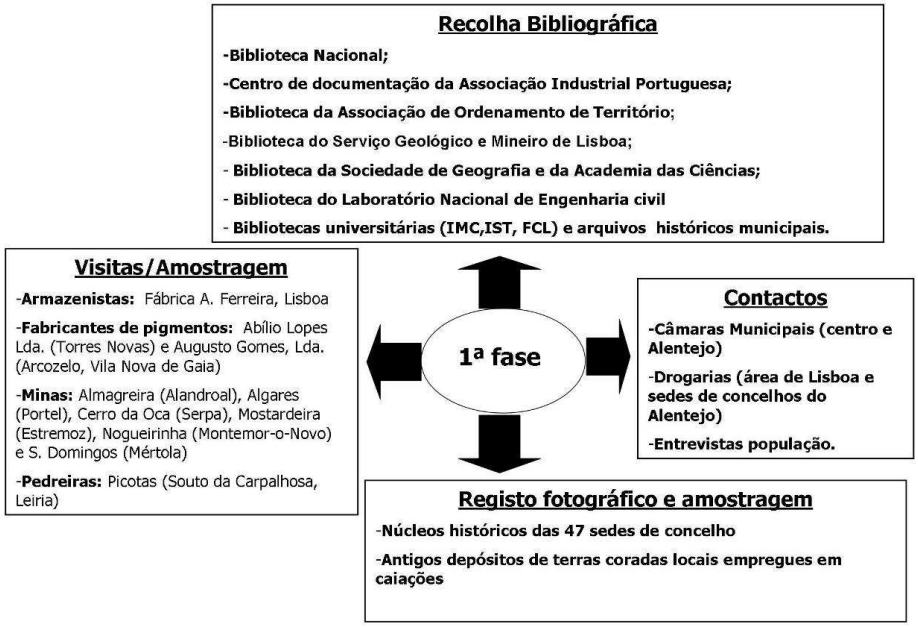


Fig. 1.1: Organização da fase 1 da pesquisa de doutoramento

Fase 2: estudo laboratorial

Nada de concreto se sabia acerca da composição e granulometria dos pigmentos presentes nas camadas cromáticas e em estado isolado (terras coradas locais e pigmentos de origem industrial). O seu conhecimento era fundamental, se atendermos que estes parâmetros influenciam directamente as propriedades ópticas das tintas, nomeadamente o seu poder

investigação e no qual estão presentes algumas das entrevistas efectuadas à população. Também no anexo I, se pode visualizar a correspondência trocada com as Câmaras Municipais.

colorante (ou pigmentante) e de cobertura e, em muitos casos, podem determinar a sua durabilidade a médio e longo prazo.

Neste estudo pretendia-se também verificar a presença de cargas (tipo e quantidade) e de pigmentos opacos (e.g. litopone e alvaiade) nas camadas cromáticas e, sobretudo, nos pigmentos inorgânicos de origem comercial de modo a avaliar a sua adequabilidade para tratamentos de pinturas a cal em alçados exteriores. Por outro lado, a identificação dos pigmentos podia também fornecer dados para a datação das caiações de tonalidade azul. Por último, o estudo da técnica pictórica ficaria incompleto sem a análise estratigráfica das camadas cromáticas dos edifícios históricos.

Nesta pesquisa foi utilizado um conjunto de métodos de exame e análise cujos princípios e objectivos[3], de uma forma breve e simplificada, estão indicados no Quadro 1.1. Como a cor perceptível dos pigmentos isolados e das camadas cromáticas são resultado de um estímulo visual, provocado pela absorção selectiva de comprimentos de onda na gama do visível, a percepção dos mesmos é variável conforme o observador. Para se proceder a uma avaliação mais rigorosa deste parâmetro nas comparações feitas ao longo do trabalho, recorreu-se, para além dos sistemas visuais correntemente utilizados em estudos de reabilitação do Património Arquitectónico e em Ciências dos Solos (e.g. atlas NCS e Munsell)[4], a sistemas que têm por base grandezas físicas mensuráveis, como as do CIE L*a*b*, CIE L*C*h* e a espectrofotometria no visível (Vouvé e al, 2006; Elias e al, 2006).

Fase 3: reprodução de pinturas a cal e barramentos pigmentados

Com base na pesquisa bibliográfica e testemunhos orais recolhidos na fase 1 e nos resultados obtidos na fase 2, foi executada uma série de ensaios de pintura e barramentos pigmentados com cal aérea. Os três objectivos principais foram:

- Esclarecer dúvidas sobre a técnica da pintura a cal e seus procedimentos, abordadas nas fases 1 e 2, referentes a métodos de preparação de leites de cal, a concentrações de pigmentos e a traços (cal: água);
- Comparação dos parâmetros CIEL*a*b* e C* entre as caiações realizadas com as terras coradas extraídas no Alentejo e preparadas segundo métodos artesanais e as

[3] Cfr. Plaster, 1956; Matteini &Moles, 2002; Green e al, 2007; *Mastersizer 2000: Integrated system for particle sizing*, http://www.malvern.co.uk/ms2000 (acesso em 4-06-2009);
Cruz, http://www.ciarte.no.sapo.pt/biblio/textos (acesso em 9-06-2009).
[4] Cf. Aguiar, 2005; Feliu e al, 2005; Pinto, 1980; *Guia de Reabilitação e Construção. Cidade de Loulé*. Edição da Câmara Municipal de Loulé e FAUTL, 2007; *Intervenção no centro histórico de Vila Nova de Gaia*, http:// www.Repositorium.sdum.uminho.pt (acesso em 10-02-2009).

executadas com os pigmentos de origem industrial (naturais e óxidos de ferro sintéticos);

- Levantamentos dos parâmetros de cor CIEL*a*b* nas pinturas e barramentos antes, durante e após o processo de carbonatação para entender detalhadamente a sua evolução e modificações durante o processo de secagem da tinta.

Quadro 1.1: Metodologia de análise empregue para identificação e caracterização dos pigmentos e técnicas pictóricas. Os ensaios foram realizados no IMC: Instituto dos Museus e da Conservação; UE: Universidade de Évora; IST: Instituto Superior Técnico e LNEC: Laboratório Nacional da Engenharia Civil, Laboratório de Aplicações Analíticas de rais-X, Instituto Ciências da terra "Jaume Almera", Centro de Física atómica (CFAUL) e no Centre for Forensic Studies, na University of Western Austrália e na Faculdade de Ciências de Lisboa.

Técnica	Princípios	Objectivos	Equipamento	Local
Microquimica	Identificação de catiões e de aniões através de testes de coloração, solubilidade e precipitação.	Identificação quimica dos pigmentos presentes nas camadas cromáticas	_	IMC
Microscopia óptica (M.O)	Ampliação de uma imagem devido a fenómenos de refracção de um conjunto de lentes ópticas (oculares e objectivas). A ampliação é igual ao produto da ampliação da objectiva pela ampliação da ocular. Observação em luz reflectida e luz transmitida com nicóis paralelos e cruzados.	Visualização do tamanho, morfologia e características ópticas das particulas de pigmentos, cargas e agregados das argamassas Visualização da espessura, número e sucessão das camadas cromáticas (cortes estratigráficos)	Microscópio *LeitzDialux20* c/camâra *Leica DC500* Microscópio *Nicon Eclipse E600POL* c/*Nikon Câmara DxM1200.*	IMC/ UE.
Espectróscopia de absorção de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	Técnica que se baseia no facto de uma molécula vibrar apenas de alguns modos. Como a absorção da radiação ocorre apenas para determinados valores de energia que são característicos das moléculas, pela comparação dos valores de energia da radiação infravermelha para os quais há absorção, é possível identificar as moléculas ou os tipos de moléculas presentes nas amostras.	Detecção de aditivos orgânicos nas camadas cromáticas	a)Espectrómetro *Perkin ElmerParagon 1000PC* µm-espectrómetro b)NexusTM *670 FTIR da Thermo Nicolet*	IMC/ UE.
Difractometria de raios-X (DRX)	Obtenção, através dos máximos de difracção, de um conjunto de distâncias entre planos que são caracteristicas para cada material cristalino.	Determinação da composição mineralógica (identificação de fases cristalinas): minerais das terras coradas locais e dos pigmentos de origem industrial (naturais e sintéticos).	Difractómetro *Bruker AXS-D8 Advance*	UE.
Espectrometria de fluorescência de raio-X por dispersão de energia (ED-XRF) e por dispersão em comprimentos de onda (WD-XRF)	Ionização dos níveis internos dos átomos constituintes de um material seguido de reorganização do átomo e regresso ao estado fundamental. Neste processo, os átomos podem libertar o excesso de energia, através da emissão de um fotão X, de energia igual à diferença da energia de ligação dos niveis entre os quais se deu a transição. A detecção e análise desse espectro permite a identificação e quantificação dos elementos constituintes do material.	Determinação da composição elementar das terras locais e dos pigmentos de origem industrial (naturais e sintéticos). As análises feitas com espectrometria de fluorescência de raios -X ,por dispersão de comprimentos de onda, são feitas em câmara de vácuo, o que possibilita a detecção de elementos, de baixo número atómico (Z<18).	a) Espectrómetro *Bruker S4 Explorer* (WD-XRF). b) Espectrómetro experimental (tubo comercial de raios-X da Oxford) equipado com um alvo secundário de molibdénio (Mo) e detector da Vortex de Si (Li) SDD (EDXRF) .	a) Laboratório de Aplicações Analíticas de raios-X, Instituto Ciências da terra "Jaume Almera", Barcelona . b) Centro de física atômica da Universidade de ciências de Lisboa.
Microscópio electrónico de varrimento com espectrometro de raios - X (MEV-EDX)	Formação de uma imagem ampliada devida à emissão de electrões secundários após varrimento da superfície por um feixe de electrões. Permite uma leitura de superfície e resoluções de imagem superiores às obtidas por microscopia óptica.	Observação do tamanho e morfologia das particulas (pigmentos naturais versus sintéticos) Elaboração de mapas de elementos (Zn,Pb, Ca, Ba) para detecção de elementos opacos e cargas nos pigmentos de origem industrial (naturais e sintéticos)	Microscópio electrónico *Hitachi S-2400* com um espectrómetro da marca *Rontec* Microscópio electrónico *JEOL JSM-6400* com um espectrómetro da marca *OXFORD*	IST/LNEC
Ablação com laser seguida de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS)	Combinação da sensibilidade e a capacidade multi-elementar da espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) com a da ablação a laser. Com o LA-ICP-MS, um feixe de laser é utilizado para volatilizar a amostra sólida antes da sua conversão em plasma.	Análise de elementos vestigiais nas terras coradas (tentativa de estabelecimento de correlação entre composição e proveniência)	Espectrómetro de massa com plasma acoplado, da marca *Agilent*, modelo 7500 CS. Ablação com laser *UPI213nmNd:YAG*	Centre for forensic Science, University of Western Australia
Análise granulométrica a laser	Técnica que se baseia nos fenómenos de difracção e difusão criados por partículas, sólidas e opacas, quando passam por um feixe laser. Cada tamanho possui um padrão característico, sendo por isso possivel identificá-lo.	Análise e comparação dos tamanhos e distribuição granulométrica das terras coradas locais e nos pigmentos de origem industrial (naturais e sintéticos).	Analisador de particulas a laser *Mastersizer 2000E EPA2000*	Faculdade de Ciências de Lisboa

1.3. Estrutura da tese

A tese foi estruturada em 7 capítulos, cada um contendo as seguintes informações:

. Capítulo 1, texto actual, em que é explicada a razão da escolha da temática, a sua importância no campo da conservação e restauro, os problemas existentes, os objectivos da pesquisa e a metodologia adoptada para atingi-los.

. Capítulo 2 consiste no enquadramento histórico dos materiais e das técnicas da pintura a cal em Portugal e da sua utilização na região do Alentejo. Com base em Manuais práticos de acabamentos e decorações e em Bases para orçamentos de empreitadas da construção civil, do final do século XIX e início do XX, são descritos os materiais dos suportes tradicionais das caiações a cores e os constituintes deste tipo de pintura. São igualmente referidos os diferentes modos de preparação e aplicação, sendo algumas opções e desvantagens técnicas explicadas à luz dos conhecimentos actuais. Neste capítulo, também é feita a introdução aos pigmentos inorgânicos utilizados, com especial destaque para os ocres e outros pigmentos terra.

. Capítulo 3 apresenta fontes de matéria-prima para pintura em Portugal continental, ilhas e ex-colónias. Através da consulta de várias fontes históricas dos séculos XVIII a XX, dá-se a conhecer as potencialidades geológicas do país e a forma como estas foram exploradas. Explica-se como as massas minerais à base de óxidos e hidróxidos de ferro eram enquadradas na legislação e como era feita a lavra por duas pedreiras de ocres e almagres de 1940 a cerca de 1960. É igualmente revelada a existência e o fabrico de pigmentos naturais por várias indústrias de “terras corantes,” sitas no Centro e Norte do Pais. São também explicadas as dificuldades que este sector atravessava e que justificam, em parte, o abandono das explorações e fábricas nacionais e a importação, desde cedo, de pigmentos de países europeus e dos Estados Unidos.

Com base nos capítulos dois e três foi feita a selecção dos sítios de amostragem para os estudos científicos e experimentais, levados a cabo nos capítulos 5 e 6.

. Capítulo 4 explica a tradição da cal na região do Alentejo e revela as diferentes modalidades praticadas nos alçados exteriores. É feito o levantamento da legislação Municipal a partir do século XVIII para demonstrar a preferência conferida às caiações simples e a cores na manutenção dos edifícios nos aglomerados urbanos. Neste capítulo é também feito um ponto da situação sobre os estudos efectuados à cor das edificações, no geral e depois especificamente no Alentejo, das suas limitações e insuficiências para o campo da conservação e restauro.

. Capítulo 5 inicia o estudo científico dos pigmentos e a análise das técnicas pictóricas empregues nas caiações tradicionais no Alentejo até cerca da segunda metade do século XX. Este capítulo possui uma estrutura diferente dos capítulos anteriores pois é formado por cinco subsecções, sendo quatro, artigos publicados ou em vias de publicação.

Os cinco estudos estão interligados. O ponto 5.1 consiste na identificação dos pigmentos e análise estratigráfica da amostragem recolhida nas fachadas de edifícios localizados em núcleos históricos, de 44 sedes de concelho, distribuídas pelos distritos de Évora, Beja, Setúbal e Portalegre. O objectivo foi ter uma perspectiva da paleta a cal utilizada, dos pigmentos mais empregues e apurar dados técnicos sobre a sua preparação e aplicação na superfície mural. Nos aglomerados urbanos, as caiações foram maioritariamente praticadas por caiadores ou pintores profissionais da construção civil, com base em pigmentos de origem comercial. No entanto, este não foi o único tipo de caiação praticado no Alentejo. Como tal, no ponto 5.2, com base em entrevistas efectuadas à população, as duas modalidades de pinturas a cal são apresentadas, através dos diferentes tipos de pigmentos utilizados - terras coradas locais, pigmentos terra de origem industrial e pigmentos sintéticos – e seus executantes.

Nos pontos 5.3 e 5.4, é feita a análise elementar e mineralógica das terras coradas extraídas localmente pelas populações para as caiações, assim como, a sua caracterização por colorimetria e espectrofotometria no visível. É feita igualmente uma tentativa de correlacionar a proveniência com as propriedades dos pigmentos. Por último, no ponto 5.5., é feita a comparação da composição elementar e mineralógica e características ópticas entre as terras locais, as de origem industrial e os óxidos de ferro sintéticos para perceber as diferenças nas prestações cromáticas e apurar as potencialidades dos pigmentos, actualmente disponíveis no comércio local, para tratamentos de conservação e restauro de superfícies arquitectónicas.

. Capítulo 6 apresenta os resultados do estudo de colorimetria e de espectrofotometria no visível, levada a cabo *in loco* em 47 fachadas, e, em laboratório, em reproduções efectuadas de pinturas a cal e de barramentos pigmentados. Neste capítulo, é ainda aprofundado o estudo dos pigmentos vermelhos e amarelos à base de Fe (III), identificados no ponto 5.1. Tal como o capítulo anterior é constituído por dois artigos, um deles publicado e outro em vias de publicação.

. Finalmente**,** o **Capítulo 7** faz uma série de considerações gerais sobre os trabalhos desenvolvidos e sugere questões a abordar em futuras investigações.



Capítulo 2

Enquadramento histórico das técnicas a cal (século XVIII ao XX)



Capítulo 2

Enquadramento histórico das técnicas a cal (século XVIII ao XX), 11

2.1. Barramentos com e sem cor à base de cal aérea em superfícies arquitectónicas, ***13***

2.1.1. Materiais constituintes: ligante, agregados e adjuvantes, 14

2.1.1.1. Cal aérea, 14

2.1.1.2. Agregados, 23

Areias, 23

Pós de pedra e pozolanas naturais e artificiais, 29

2.1.1.3. Adjuvantes, 30

2.1.2. Técnicas de preparação e aplicação, 32

2.1.2.1. Guarnecimentos ou barramentos a cal, 32

2.1.2.2. Estuques, 38

2.1.2.3. Esgrafitos, 41

2.2. Pinturas industriais ou "ordinárias"das edificações, ***44***

2.2.1. Caiações a cores ou pinturas a cal, 44

2.2.1.1. Organização hierárquica da profissão: a figura do caiador, 46

2.2.1.2. Produção e aplicação das tintas de cal, 48

2.2.2. Técnica do fresco: diferenças e semelhanças com a pintura a cal, 57

2.2.3. Paleta dos caiadores e dos pintores *frescantes*: materiais e utensílios de pintura, 61

2.2.3.1. Definição de terras coradas e ocres, 62

2.1. Barramentos com e sem cor à base de cal aérea em superfícies arquitectónicas

Os guarnecimentos ou barramentos com cal -com e sem cor - foram, até cerca de 1960, os acabamentos finais mais correntes dos revestimentos exteriores e interiores das edificações sobretudo quando se queria obter uma superfície lisa para caiar ou pintar (Segurado, 1923).

Provenientes da tradição Greco-romana[1] e das influências culturais do Norte de África, os barramentos, feitos com pasta de cal ou com esta e agregados finos, atingiram o seu pico no século XVIII com o Barroco, juntamente com o estuque e azulejos (Aguiar, 2005).

A cal aérea era o ligante preferencial dos vários componentes das argamassas e, apesar da convivência frequente com os denominados "cimentos" naturais e artificiais, só foi suplantada no mundo da construção civil a partir de 1950/60, quando se generalizou o uso das argamassas cimentícias feitas com o, ainda hoje, popular cimento *Portland* [2] (Mateus, 2002).

Os materiais, as etapas de produção e usos dos barramentos como suportes pictóricos foram alvo da atenção de manuais práticos de acabamentos e decorações das edificações no final do século XVIII e início do XX (Aguiar, 2005). Devido à importância das tecnologias da cal para a temática em estudo importa, com base nestas fontes históricas e à luz dos conhecimentos actuais, apresentar os materiais que mais foram empregues nos acabamentos dos alçados exteriores, fazendo referência aos seus locais de proveniência no território nacional, em particular na região do Alentejo, para de seguida se dar a conhecer as principais tecnologias de preparação e aplicação dos mesmos. Os dados recolhidos estiveram igualmente na base da escolha dos materiais empregues na elaboração das argamassas do ponto 6.3. referente à reprodução e análise colorimétrica de pinturas tradicionais a cal e barramentos pigmentados.

[1]Os romanos deram a este tipo de revestimentos o termo genérico de *stucco*, cuja origem provável será da antiga palavra *stuhhi*, crosta ou pele (Veiga, M. R. e al., *Conservação e renovações de revestimentos de paredes de edifícios antigos*, LNEC, Lisboa, 2004, p. 1).

[2] Este ligante hidráulico descoberto no séc. XIX começou a ser produzido industrialmente em Portugal em 1894 nas fábricas de Alhandra e da Rasca em Setúbal (Mateus, J. M., *As técnicas tradicionais de construção de Alvenarias*, Livros Horizonte, Lisboa, 2001, p. 187).

2.1.1. Materiais constituintes: ligante, agregados e adjuvantes

2.1.1.1. Cal aérea

No Alentejo, a cal área[3] utilizada em obras públicas e decorações (Leitão, 1896) parece ter sido, maioritariamente, de proveniência local, sendo o seu emprego atestado por antigos pedreiros, por alguns dos processos de obra das cidades de Évora e Beja entre 1930 e 1960 e por alguns estudos científicos recentes (Margalha, 1997; Adriano e al, 2007 e 2008). Em Trigaches (concelho de Beja), em Viana do Alentejo, no Alvito, em Bencatel (concelho de Borba), em Montes Claros (concelho de Borba) e em Moura existiram alguns dos pontos de produção que se mantiveram activos até 1997 (Margalha, 1997). Destes, só os dois fornos, aparentemente com cerca de 500 a 600 anos, existentes em Montes Claros[4] se mantêm em laboração (Margalha, 1997; Margalha e al, 2008).

Dependendo da geologia local, cada centro de produção era caracterizado por um número limitado de tipos de cal que eram escolhidas conforme o fim pretendido (Veiga e al, 2004). Foram disso exemplo, a cal preta e a branca, produzidas no vasto complexo de fornos que existia na proximidade da aldeia da Escusa (Castelo de Vide) até meados da década de sessenta do século XX, altura em que a exploração da pedreira de calcário, de onde era extraída a matéria-prima, foi abandonada (Cid, 2005).

Os termos "cal preta", "negra", "de obra" ou "parda" são todos sinónimos do que é, em geral, uma cal magnesiana ou dolomítica. Este tipo de cal, mais escura devido ao magnésio[5] estava normalmente reservada para as argamassas mais grosseiras de assentamento das alvenarias e de rebocos enquanto a cal branca se destinava a "trabalhos mais finos" de barramentos ou "barradas", caiações a branco e a cores.

---

[3] A especificidade da cal não é mencionada na maior parte da documentação como ainda não o é na gíria comum mas pode ser depreendida pelo processo de extinção, preparação e, sobretudo, pelo fim a que se destinava. Segundo Luís Augusto Leitão no *Curso Elementar de Construções* (1896), a cal hidráulica era, em geral, destinada ao fabrico de argamassas que se destinavam a estar expostas à acção da água ou da humidade enquanto as cais aéreas eram utilizadas nas argamassas expostas apenas ao ar. Entre os tipos de cal aérea, as gordas poderiam ser também utilizadas em superfícies que viriam a estar em contacto com água, desde que fossem misturadas com substâncias que lhes conferissem propriedades hidráulicas. Esta regra parece ter sido seguida na maioria dos casos, não se tendo até ao momento encontrado evidências da utilização de cais hidráulicas nos revestimentos de edifícios antigos expostos ao ar na região em estudo (Adriano, P. e al., 2007, cathedral.lnec.pt/publicacoes/a3 e c10. pdf).

[4] É de realçar que a região que engloba Borba, Vila Viçosa e Estremoz é um dos principais centros de extracção da pedra mármore em Portugal. Em 1927, eram elogiados os mármores saídos das pedreiras desta região, incluindo os de Montes Claros. (*Guia de Portugal II*, Vol. II, 2ª reimpressão, Fundação Calouste Gulbenkian, 1991, pp. 98, 99 e 111)

[5] As rochas dolomíticas são igualmente mais duras e compactas que as rochas calcárias devido ao seu alto conteúdo de carbonato de magnésio ($MgCO_3$). Este tipo de cal pode possuir algumas propriedades ligeiramente hidráulicas. (Veiga, M. R. e al, *op. cit*, 2004, p. 6 e *Technique di execuzione e materiale costitutivi*, Dimos, parte I, Modulo I, ICR, 1978, p. 91).

Sobre a natureza e propriedades da cal preta de origem alentejana, em 1631, o Arquitecto Mattheus do Couto o velho escrevia:

> (...) Desta cal de pedra rija como Pederneira há em Alentejo, em Pavia, e se uza della em Evora, Aviz, e nas Vendas da Sylveira; também em Alentejo se faz desta Cal que ainda não tão perfeita como a de Pavia, he mais forte que a de cá, esta cal he preta como cinza ao tirar do forno, mas em obra fica mais alva, mas não tanto como a nossa Pedra Lioz [6].

Depreende-se deste excerto o cuidado que, em termos históricos, desde muito cedo foi dado á escolha da pedra com base em saberes empíricos ou em estudos sistemáticos que se iniciaram a partir do séc. XVIII (Aguiar, 2005; Mateus, 2002). Estes últimos, frutos de um novo espírito científico e dos progressos em áreas como a da química, permitiram, gradualmente, distinguir as diversas qualidades de pedras calcárias e a sua influência na qualidade do produto final de cozedura.

Diferentes tipos de pedras calcárias[7] dão naturalmente origem a diferentes tipos de cal aérea ou comum. Assim, consoante a pureza e natureza da cal[8], pode distinguir-se a cal gorda - quando resultante de calcários com teores em carbonato de cálcio acima dos 99%, cal magra[9] -quando possui cerca de 1-5% de impurezas, e a cal magnesiana ou dolomítica - quando o teor em óxido de magnésio excede os 20%. Esta última é obtida da calcinação de rochas onde estão presentes compostos de carbonato de cálcio e de carbonato de magnésio (rochas vulgarmente conhecidas por dolomites) (Veiga e al, 2004).

---

[6] Excerto citado por José Aguiar em *Cor e a cidade histórica: estudos cromáticos e conservação do Património*, FAUP publicações, Porto, 2º Impressão, 2005, pp. 204 e 205. Segundo este autor, a obra manuscrita de Mattheus do Couto o velho, intitulada *Tractado de Architectura* é uma das mais antigas com referências úteis para a restituição das artes da cal.

[7] Em termos mineralógicos os calcários podem ser classificados pela presença de maior ou menor percentagem de carbonato de cálcio. Acima dos 98% são considerados muito puros; entre 96 a 98% são puros; entre 90 a 96% margosos e, finalmente, são consideradas margas entre os 75% a 90%. É das margas que se obtém maioritariamente a cal hidráulica, enquanto a cal aérea se obtém da cozedura de calcários com elevado grau de pureza. Em termos químicos os principais elementos que compõem estas rochas naturais são o cálcio, o silício, o alumínio, o ferro, combinados com o oxigénio (Margalha, M.G, *Conservação e Recuperação de Construções em Taipa*, Acção de Formação – Taliscas – Odemira, 2008, pp. 4 e 5).

[8] Raramente os carbonatos de cálcio utilizados são completamente puros. Outras substâncias ocorrem normalmente nas rochas carbonatadas, como por exemplo as argilas, o magnésio, o ferro e até mesmo matéria orgânica. Estas, não sendo eliminadas no processo de calcinação podem alterar o comportamento posterior das argamassas. Contudo, segundo M. G. Margalha (1997) a presença de impurezas pode, por vezes, ser benéfica para certos tipos de trabalho (caso de argamassas que resultam melhor com um certo grau de hidraulicidade).

[9] A cal gorda e a cal magra constituem o grupo da cal aérea ou comum, porque endurecem ao ar livre. A cal hidráulica faz presa debaixo de água e classifica-se diferentemente conforme a rapidez com que se processa esse endurecimento (Leitão, L. A., *Curso Elementar de Construções*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1896, p. 365 e Veiga, M. R. e al. *op. cit*, p. 5)

A presença de dolomite, em concentrações variáveis, é vulgar nos depósitos paleozóicos[10] de rochas carbonatadas da região que engloba Vila Viçosa, Estremoz e Borba. A sua presença vestigial foi detectada no barramento de cor branca que serviu como suporte pictórico para a pintura a fresco do século XVIII, existente numa capela lateral do extinto Convento de S. António dos Capuchos em Estremoz (Gil e al, 2008) e nas argamassas medievais das Sé de Évora e na de Elvas (Adriano e al, 2007).

Na exploração de Montes Claros, das camadas superficiais são ainda extraídos actualmente dois tipos de calcário dolomítico para cal de obra - o "olho de mocho e a cascalva"- de cor acastanhada, cuja composição aparenta ser uma variedade de dolomite rica em ferro e manganês [Ca (Mg,Fe, Mn)$(CO_3)_2$] (Margalha, 2008).

Em Lisboa, como Mattheus Couto o velho refere em 1631, era dada preferência ao calcário lioz. Opinião que continuava a ser partilhada em 1759 por Alberto Sales no seu *Dicionário do Comercio*, 1777 por Mathias Ayres Ramos da Sylva de Eça em *Problema de Architectura,* e, em 1797, por José Manuel de Carvalho e Negreiros no *Additamento ao livro intitulado Jornada pello Tejo,* no qual adiantava a localização dos principais fornos que serviam a Capital e arredores (Aguiar, 2005).

> (…) Os artífices da cal conhecem muito bem quais são as pedras próprias para aquelle ministerio, e também as que não são; por isso escolhem humas, e refeitão outras (…). A pedra lioz he a que commumente se faz cal, nos suburbios desta Corte; e a cal de que della provém, he de excellente qualidade (Mathias de Eça 1797) [11].

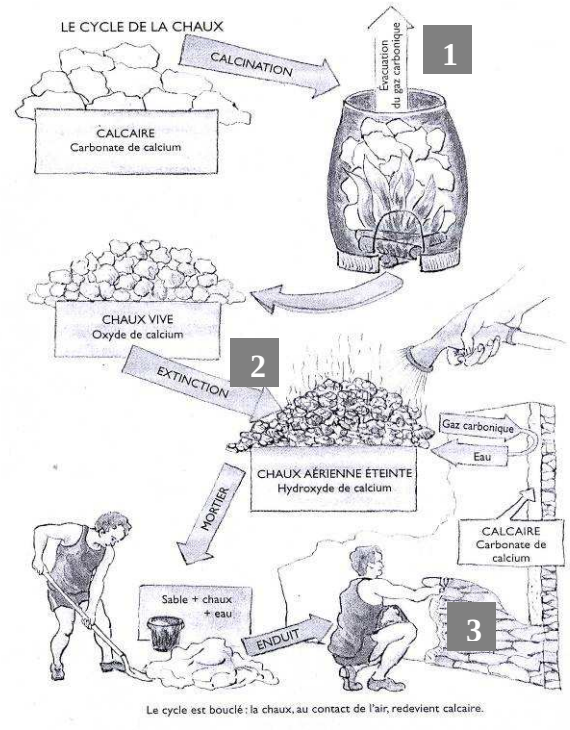
As pedras eram exploradas em várias profundidades. Em termos geológicos, este é um dos parâmetros que mais influenciam na qualidade final de uma cal. Na zona de Trigaches (Concelho de Beja), por exemplo, as rochas carbonatadas que possuíam as melhores características situavam-se nas camadas mais superficiais. O contrário também se pode verificar nos depósitos sedimentares da região de Vila Viçosa (Margalha, 1997).

No Alentejo, a cal em pedra - cal viva - que era outrora comprada pela população directamente aos caleiros, é hoje de difícil obtenção e por essa razão, raramente utilizada quer pela indústria da construção civil quer no âmbito da Conservação e Restauro.

[10] Paleozóico é a primeira grande era geológica, compreendida aproximadamente entre -570 e -245 milhões de anos ('Paleozóico' in *Infopédia*. Porto Editora, Porto, 2003-2009, http://www.infopedia.pt/$paleozoico (acesso em 2009-07-02).

[11] Excerto citado por Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, p. 205.

A cal viva é obtida pela cozedura, ou calcinação, a uma temperatura de 850 - 900 ºC de rochas cálcicas, diminuindo para os 400-480 ºC nas rochas dolomíticas. Durante a primeira fase do processo, em ambos os casos, ocorre a libertação de água e só depois é que se inicia a decomposição do carbonato de cálcio ou do carbonato de magnésio. Em presença de impurezas, a reacção de decomposição do carbonato de cálcio dá-se a temperaturas mais baixas. Os produtos da calcinação são respectivamente óxido de cálcio nas rochas cálcicas e óxidos de cálcio e óxido de magnésio nas rochas dolomíticas (Fig. 2.1). A reacção é endotérmica, verificando-se uma diminuição de volume da ordem dos 20 %[12].



1. Calcinação (reacção endotérmica)
a) rocha cálcica:
$CaCO_3(s) \rightarrow CaO\ (s) + CO_2\ (g)$ (cal viva)
b) rocha dolomítica:
$CaMg(CO_3)_2\ (s) \rightarrow CaO(s) + MgO(s) + 2CO_2\ (g)$

2. Hidratação ou extinção (reacção exotérmica)
a) rocha cálcica:
$CaO\ (s) + H_2O\ (l) \rightarrow Ca(OH)_2\ (aq)$ (cal apagada)
b) rocha dolomítica:
$CaO\ (s) + MgO\ (s) + 2H_2O\ (l) \rightarrow Ca(OH)_2\ (aq) + Mg(OH)_2\ (aq)$

3. Carbonatação
a) rocha cálcica:
$Ca(OH)_2\ (aq) + CO_2\ (g) \rightarrow CaCO_3\ (s) + H_20\ (l)$
b) rocha dolomítica:
$Mg(OH)_2\ (aq.) + CO_2\ (g) \rightarrow MgCO_3\ (s) + CaCO_3\ (s) + H_2O\ (l)$

Fig. 2.1: Ciclo da produção da cal aérea até à sua colocação em obra com indicação das reacções químicas intervenientes (esquema retirado de Misset, 1999). A última fase do ciclo é a sua transformação novamente em carbonato de cálcio pela reacção com o dióxido de carbono existente na atmosfera. Esta última reacção é basilar na técnica da pintura a fresco e das caiações as cor (ou pinturas a cal) sendo descrita mais pormenorizadamente no ponto 2.2.2.

Dois tipos de fornos foram ao longo dos séculos utilizados para o efeito: os fornos ordinários intermitentes com madeira ou em fornos contínuos já com carvão de pedra. Informações detalhadas sobre estes dois sistemas de calcinação da cal podem ser encontradas em dois dos manuais práticos da instrução profissional do final do século XIX e início do XX,

[12] Cf. Dimos, *op. cit.*, 1978, p. 93 e Margalha, M.G., *op. cit.*, 2008, pp. 5 e 6.

nomeadamente no *Curso Elementar das Construções* da autoria de Luís Augusto Leitão (1896) ou nos *Materiais de Construção* de João Emílio dos Santos Segurado (1947). Outras breves referências também estão patentes nas várias edições das *Bases para Orçamentos* da autoria de Xavier Cohen publicadas na mesma época (1877,1880,1896,1913).

A qualidade final da cal não era indiferente ao método adoptado. A cal obtida no primeiro caso era, em geral, aconselhada para os rebocos, os guarnecimentos, estuques e caiações devido à menor quantidade de impurezas resultantes da utilização da lenha de mato (cinzas em geral pouco volumosas). A cal cozida a carvão possuía, pelo contrário, um elevado teor de resíduos, provenientes da sua combustão que desfavorecia a sua aplicação (Leitão, 1896; Segurado, 1947). O resultado final deveria ser uma pasta perfeitamente homogénea e isenta de grumos ou partes mal cozidas (Segurado, 1923; Leitão, 1896).

Os fornos no Alentejo pertenciam todos à primeira categoria, muitos ainda de tipo artesanal que laboravam em regime familiar, desde há várias gerações[13]. Em muitos dos concelhos, é ainda possível observar vestígios de estruturas abandonadas, como as localizadas junto ao Escoural (concelho de Montemor-o-Novo), nas redondezas de Moura ou perto dos fornos de Trigaches em Beja. Em Évora, na Idade Média, existiram igualmente diversos fornos num local apelidado Ferragial das Caeiras (Margalha, 1997).

A cal aérea apagada ou hidratada pode surgir em pasta ou em pó (esta última apelidada comercialmente de cal micronizada), consoante a quantidade de água adicionada durante o processo de extinção da cal viva[14]. A extinção consiste na transformação do óxido de cálcio em hidróxido por reacção com água (Fig. 2.1). A reacção é exotérmica e expansiva (com um aumento de volume de cerca de 10%) e produz a fragmentação das pedras de cal viva (Dimos, 1978; Gonçalves, 1999). Esta operação, que se podia efectuar por quatro processos - "extinção ordinária"[15], "imersão"[14], "aspersão"[14] e "extinção espontânea"[14] - era de suma

[13] Estes estavam localizados normalmente nas redondezas de pedreiras, onde os proprietários adquiriam a matéria-prima a baixos custos e já fragmentada. Com o aperfeiçoamento da tecnologia de extracção, as sobras da exploração que eram aproveitadas para a produção da cal diminuíram, obrigando os proprietários a adquirirem pedras de maior dimensão e a parti-las. A adicionar ao esforço humano que todo o processo implica, do ponto de vista económico, a produção da cal deixou, pouco a pouco, de ser sustentável (Margalha, M. G., *O uso da cal nas argamassas no Alentejo*, Dissertação de Mestrado do curso de Mestrado Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora, 1997, p. 7).

[14] Na cal em pasta a relação agua/cal é aproximadamente de 56 a 36 partes de cal para 44 de água enquanto na cal em pó ou cal hidratada (em pó) ronda as 56 partes de cal para 18 de água (proporção em peso) (*Dimos, op. cit*, 1978, pp. 95 e 96).

[15] Por extinção ordinária entendia-se o processo em que cal viva em pedra era colocada dentro de recipientes de madeira ou de tanques de alvernarias e lançava-se de seguida água em quantidade suficiente para reduzi-la a uma massa pastosa. Esta pasta era posteriormente recolhida através de uma grade e colocada num fosso aberto no terreno onde era coberta de areia; Para extinguir a cal por imersão, era necessário reduzir os torrões de cal viva a fragmentos do tamanho de uma " noz". Estes eram depois colocados dentro de cestos de vime e imersos em água entre cinco segundos a um minuto até se iniciar a efervescência (inicio da reacção de hidratação). Neste

importância tal como todo o processo de fabrico, sendo por isso normal a existência de recomendações à forma como deveria ser efectuada. A descrição dos processos de hidratação foi divulgada, de forma quase idêntica, entre as já acima citadas *Bases para orçamentos* (1880-1896) e em manuais técnicos, de que se realçam o *Curso Elementar das Construções* (1896) e o *Acabamento das Construções* (1923)[16] . Na maior parte dos casos, as mesmas recomendações seriam também adoptadas com poucas ou nenhumas alterações nos capítulos referentes à qualidade dos materiais e modos de execução dos cadernos de encargos e processos de obras da segunda metade do século XX, de que são exemplos os seguintes excertos:

> A cal será de boa qualidade; será extinta por imersão em tanques ou aspersão (...)
> A cal só poderá ser empregada 24 horas depois de extinta
> A cal em pedra será extinta no local da obra. Para reduzir a cal viva a pasta, deve deitar-se esta à pá em tanques impermeáveis por camadas com 0.20 a 0.25m de espessura, sobre as quais se deitará água de modo que possa circular e penetrar facilmente entre os fragmentos de cal viva. Á medida que se produza a efervescência, ir-se-á deitando no tanque alternadamente água e cal, evitando a trituração da pasta e a sua redução a leite. Se algumas pedras se reduzirem a pó, a seco, dirigir-se-á para elas água por meio de canais abertos na pasta. De vez em quando deve enterrar-se uma vara nos lugares em que se supunha haver falta de água; se esta vara vier revestida com uma camada de cal em pasta, é sinal que a extinção está boa (…) [extinção ordinária] (…)[17].

Para além da referência às várias possibilidades de extinção para cal em pó e em pasta, é de notar o tempo reduzido de repouso da cal antes da sua aplicação na parede - 24 horas -

momento, os cestos eram retirados e o seu conteúdo era posto dentro de barris, que eram de imediato fechados, ou então acumulado em pilhas que se cobriam com areia de modo a evitar perdas de calor. A cal reduzia-se a um pó que era peneirado.
A extinção por aspersão, por sua vez, consistia em dispor os torrões de cal viva em pequenos montes sobre uma área plana e rega-los com a água necessária a transformá-los numa massa pastosa. A operação dava por terminada quando com o auxílio de uma vara se remexia a pasta sem dificuldade, não se encontrando fragmentos resistentes à sua passagem. Por último, a extinção espontânea consistia em deixar ao ar livre a cal viva e esperar o seu apagamento gradual (Leitão, Luís A., *op. cit*, 1896, pp. 43-45). Hoje em dia no campo da Conservação e Restauro, quando ainda se consegue praticar esta operação, o método mais adoptado é a extinção ordinária.

[16] A 2º edição deste Manual data de 1923, desconhecendo-se, até ao momento, o ano de publicação da primeira edição.

[17] Os excertos foram retirados de um Caderno de encargo não especificado da D.R.E.M.S (Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul) datado de 1951 e do processo de uma obra em Baleizão, datada de 1962 (Margalha, M.G., *op. cit.*, 1997, pp. 56 e 57)

contrariamente ao ideal defendido por referências históricas e por pesquisas mais recentes, sobretudo para últimos estratos de acabamento[18].

A maturação prolongada da cal em pasta podendo alcançar dois a três anos era e ainda é a melhor forma de garantir um apagamento total e homogéneo da cal aérea, conseguindo-se com menos esforço obter uma argamassa com a necessária plasticidade e trabalhabilidade[19]. Contudo, na prática, este factor parece ter sofrido variações consoante o método de extinção ou o tipo de trabalho. A extinção da cal viva em obra era uma metodologia frequente assim como a sua utilização após um período mínimo de repouso que, consoante o tipo de extinção, poderia ir de 24h como nos dois processos acima descritos até 3 meses, período de tempo aconselhado para a cal apagada por extinção espontânea (Leitão, 1896; Cohen, 1880). A cal extinta num curto espaço de tempo (ex. 24h) era normalmente utilizada para operações de assentamento e trabalhos de pouca responsabilidade enquanto a mais antiga era utilizada em trabalhos mais cuidados de reboco e para a primeira camada de estuques ou outras camadas mais delicadas de acabamentos (Aguiar, 2005; Mateus, 2002).

Em 1759 Jacques Jacqueri de Sales no *Dicionario do Comércio* (Sales, 1759) relata a extinção e utilização da cal num prazo de 10 a 12 dias. Apesar de, neste caso, se poder justificar com a urgência da reconstrução após o terramoto de 1755, a verdade é que esta prática deveria ser mais usual assim como a das argamassas "a quente"[20], ao ponto de Manuel de Azevedo em o *Engenheiro Português* (1728) as criticar e defender a utilização de cais longamente hidratadas.

> Os antigos pelo beneficio, que davão à cal, fazião as suas obras mais solidas, e de huma grande duração, e resistência ;porque hum anno, ou mais antes de servir della aderregavão em tanques, tendo-a sempre cuberta de ágoa, e querendo-se servir della achavão untoza,como manteiga, e a traçavão com area,ou saibro; e seria muito do serviço do Principe, que este bom costume se renovasse; porque lhe pouparia huma consideravel fazenda na continuada reedificação de paredes mal obradas cmo cal mal derregada, que muitas vezes metem em obra ainda quente, razão, porque não caldea a obra; mas quando assim não possa ser, deve ao menos ser bem derregada a cal, e se não

[18] Cfr. Nunes, F., *Arte da Pintura. Simetria, e perspectiva* (1615), Colecção Paisagem-Arte-2, Lisboa, Porto, 1982, p. 113; Aguiar, J., *op. cit*., 2005, p. 302-303; Veiga e al, *op. cit.*, p. 8 2004; Margalha e al, *The maturation time factor in lime putty quality*, http://conservacal.lnec.pt.

[19] Uma extinção prolongada favorece o crescimento e multiplicação dos cristais de portlandite hidratados, aumentando a superficie específica da cal (Rodrigues, M.P., *Argamassas de revestimentos para alvenarias antigas: contribuição para o estudo da influência dos ligantes*, Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 2004, pag. 30 e 31).

[20] Argamassas obtidas pela mistura directa das areias à cal viva (Aguiar, J., *op. cit*, 2005, p. 212).

> deve concentir, que os pedreiros metão em obra emquanto mostra alguma quentura (Manuel de Azevedo, 1728) [21].



Fig. 2.2: Um dos muitos exemplos de dispositivos eléctricos utilizados na amassadura no âmbito de trabalhos de Conservação e Restauro (cl. M.Gil2007).

Na Península Ibérica, a utilização de argamassas a "quente" e o costume de apagar a cal em forma de pó eram antigos, tendo sido os normalmente empregues em trabalhos mais correntes da construção civil. A cal em pasta era reservada para as camadas finais dos acabamentos (Aguiar, 2005). No entanto, partir do momento que os processos de desenvolvimento tecnológico permitiram apresentar a cal apagada sob a forma de pó ensacado, a utilização da cal em pasta decaiu no meio da construção civil, tendo a preferência pela sua forma em pó sido atestado nas *Bases para orçamentos* da Capital (1880-1896) e, na região em estudo, pelos trabalhos de M. Goreti Margalha (1997). No campo da Conservação e do Restauro, a cal em pasta continua, no entanto, a ser preferida para o fabrico de argamassas reboco e de barramento visto, ao garantir uma hidratação completa do óxido de cálcio, favorecer a plasticidade das argamassas e permitir um maior controlo da quantidade de água que é necessária adicionar à medida que a mistura é amassada manualmente ou com recurso a um agitador eléctrico[22] (Fig. 2.2).

A questão da água sempre foi crucial, ao ponto da sua adição chegar a requerer uma autorização do engenheiro responsável pela obra, o qual deveria indicar a quantidade necessária.

> (...) A mistura das matérias, que entram na composição das argamassas deve ser perfeita. Para esse fim se a cal for extinta pelo processo ordinário, comer-se-há por amassal-a separadamente, reduzindo-a a pasta sem addição de água. (…) Só se deitará água, quando se fizer uso da pozzolana. Em todo o caso é necessário authorisação do engenheiro chefe da secção, para empregar água, devendo este indicar a quantidade conveniente. Toda a argamassa em que se tenha deitado agua indevidamente, será immediatamente inutilizada removendo-a para aterro ou por qualquer outra forma. Quando se fizer uso da cal em pó, só se lançará na amassadeira, a quantidade de água rigorosamente necessária para dar à cal o estado de pasta consistente (…).

[21] Excerto citado por Aguiar, *op. cit.*, 2005, p. 214.
[22] Cfr. também Margalha e al, *Algumas vantagens do uso da cal em pasta em revestimentos*, http://conservacal.lnec.pt

As argamassas devem ser consistentes, sendo a sua consistência tal, que uma bola de 0,07 m ou 0,08 mde diâmetro possa manter-se sobre uma superficie plana sem se deprimir mais de 0,004 m a 0,005 m. A argamassa que apresentar uma consistência inferior a esta na occasião do emprego, será rejeitada (…)" [23] .

Vários estudos actuais também defendem a redução da quantidade de água da amassadura até ao mínimo necessário como a melhor forma de evitar problemas de fendilhação, alterações ao nível da porosidade e resistência mecânica das argamassas (Aguiar, 2005; Veiga e al, 2004). No entanto, este é um dos problemas ainda muito sentidos, sobretudo ao nível de pessoal não especializado em obra que, habituados a cimentos ou a cais hidráulicas nos quais a água da amassadura, por vezes, é necessária para formação de produtos de hidratação, não conhecem as especificidades da cal em pasta (Gonçalves, 1999). Como tal, para obterem uma maior plasticidade, facilidade e rapidez de execução, colocam, por vezes, água em excesso o que leva a consequências nefastas nas argamassas a curto e médio prazo.

A cal aérea hidratada em pó empregue em obra nova ou testada para trabalhos de reabilitação de superfícies arquitectónicas em edifícios e monumentos (Gonçalves, 1999 e 2001; Henriques, 2002) apesar de poder apresentar resultados satisfatórios ao nível da fendilhação e durabilidade, apresenta algumas desvantagens. Uma delas, é entrar mais facilmente em processo de carbonatação que a cal em pasta. Por isso, se a cal em pó não estiver devidamente armazenada, corre-se o risco de estar parcialmente carbonatada no momento de aplicação. A outra desvantagem prende-se com o processo de fabrico, nomeadamente com eventuais deficiências na remoção de impurezas que habitualmente surgem misturadas com a cal (Gonçalves, 1999).

Em relação ao emprego de cimentos é possível que, no passado, alguns barramentos realizados em Portugal possuíssem uma certa percentagem do chamado "cimento natural" tendo em conta que a cal de construção era fabricada, não raro, com calcários impuros - calcários margosos - e, por essa razão, poderiam conter um certo índice de hidraulicidade[24]. Por outro lado, nos fornos artesanais podia verificar-se uma distribuição heterogénea de

[23] Cohen, D.X, *op. cit.*,1880, pp. 201 e 202.

[24] Os cimentos e as cais hidráulicas (naturais e artificiais) derivam de calcários impuros, calcários com adições de materiais argilosos, ou derivam de cais apagadas com materiais de características pozolânicas. A base é a mesma variando a proporção dos componentes e a temperatura de calcinação. Durante a calcinação (na cal hidráulica natural e artificial ronda os 900 -1000 ºC e nos cimentos artificiais eleva-se acima de 1280 ºC), parte do óxido de cálcio (CaO) reage e combina-se com a sílica (SiO_2), a alumina (Al_2O_3) e o óxido de ferro (Fe_2O_3) provenientes das argilas para formar os silicatos de cálcio ($3CaOSiO_2$ e $2CaOSiO_2$), aluminatos de cálcio ou ferroaluminatos de cálcio ($3CaOAl_2O_3$ ou $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$) (Mateus, J. M., *op. cit.*, pp. 183-187 e Margalha, M.G., *op. cit.*, 2008, p. 4)

temperaturas, que poderiam atingir a necessária (da ordem dos 1200 ºC) para a ocorrência de formação de silicatos de cálcio (Gonçalves, 1996).

Na falta de apoio científico que possa comprovar estas hipóteses, a adição de cimentos na reabilitação de argamassas de alvenarias antigas ou nos guarnecimentos junto a pinturas murais (especialmente nas formas artísticas mais complexas) é bastante polémica e desaconselhada pelas diferenças que as argamassas com este material possuem em relação aos acabamentos tradicionais a cal (Margalha, 2008). De entre as mais citadas, estão a resistência mecânica superior deste tipo de argamassas em relação à de cal e areia, a potencial introdução de sais solúveis (ex. sulfatos e cloretos) na estrutura e o comportamento diferenciado durante o envelhecimento dos seus materiais (Margalha, 2008; Figueiredo, 2001).

2.1.1.2. Agregados

Areias

A garantia da qualidade da areia era e continua a ser quase tão importante quanto a qualidade da cal. Um exemplo da escolha criteriosa das areias em função do tipo de trabalho a executar está patente numa listagem de 1875 sobre as areias das barreira das *Reaes Propriedades do Alfeite* apresentada na tese de João M. Mateus sobre as técnicas tradicionais de construção de alvenarias (2002) (Quadro 2.1).

Quadro 2.1: Qualidades das areias do Alfeite apresentada à Real Associação dos Arquitectos Civis Portugueses, em 1875 (adaptado de João Mateus, 2002).

Ref./nº	**Qualidade**	**Aplicações**
Areia encarnada	1ª e 2ª	Areia de 1ª e 2ª qualidade para emprego dos estuques, mas não se tem empregado por carecer de aguadas para a branquear
Areia de estuque	1ª	A 1ª variante menos pura no estuque das frentes; para trabalhos exteriores; A 2ª variante para esboços de estuques interiores, para substituir a areia do Rio Secco; é mais escura e tem tanta ou mais consistência.
Areia russa	1ª	A 1ª variante é argilosa branca: empregada pela Companhia das Águas nas obras hydraulicas; A 2ª variante é argilosa amarela: a mais conveniente nas boas obras.
Areia vermelha	1ª	(traçada*) Emprega-se nos muros, nos fundamentos, também em paredes interiores para fugir ao emprego de maior quantidade de cal.
Areia branca	1ª	(traçada*) Serve só ou com pouca areia vermelha para trabalhos: diz-se que esta areia cria menos herva porque tem menos argila ferruginosa, mas carece do emprego de mais cal
Areia da praia	1ª	Quartzosa grosseira, muito privada da matéria argilosa pela lavagem: emprega-se nas obras de caes, ou em obras hydraulicas nas quaes a areia que é incrustada d'argila não

		prende com o cimento.

- traçada: areias misturadas, em percentagens variadas, a cal, a outras areias ou a outro tipo de elementos não especificados.

As areias funcionam como o esqueleto da argamassa possibilitando a sua coesão. Elas separam as partículas de cal e redistribuem as retracções que ocorrem na argamassa durante a reacção química de carbonatação (Mateus, 2002; Dimos, 1978; Figueiredo, 2001). A sua forma, dureza e granulometria são alguns dos factores que têm sido estudados ao longo dos tempos pelo facto de poderem afectar as características das argamassas. Nas referências bibliográficas do final do século XIX e início do XX, as classificações baseavam-se sobretudo na natureza, tamanho do grão e sua proveniência. Do ponto de vista químico eram distinguidos dois tipos principais que ainda hoje se mantêm: areias siliciosas (graníticas e quartzíferas) e as calcárias. Segundo Luís Augusto Leitão no *Curso Elementar das Construções* (1896), as areias quartzíferas eram as de melhor qualidade e as graníticas aceitáveis, quando não possuíam mica em excesso[25].

As areias calcárias eram pouco empregues porque "continham grãos de calcário brando"[26]. Com esta frase, o autor estava possivelmente a referir-se ao facto de poderem ser muito friáveis e por isso facilmente desagregáveis. Outra desvantagem deste tipo de areias era a sua decomposição em presença de ácidos. As areias de "minas" (areeiros) eram apontadas como a melhor alternativa para a construção civil desde que se tivesse o cuidado de eliminar todas as impurezas nelas contidas (Leitão, 1896). Em 1733, Padre Ignácio Da Piedade Vasconcelos em *Artefactos Symmetriacos e geométricos* (Vasconcelos, 1733) recomenda, inclusive, a sua mistura em proporções iguais a uma terra vermelha existente em Lisboa que, aparentemente, voltara a estar na moda entre os pedreiros.

> Também se usa, novamente, nesta cidade de Lisboa, acharem os pedreiros hyma terra vermelha, que chamão saibro, a qual alguma area tem misturada, (ainda que muito pouca) e se vé pela experiência, que faz boa liga com a cal; e levando deste saibro meya parte, e outra meya de area de mina, também faz bom misto, e conglotina bem, levando a sua conta da cal, como adiante diremos (…)[27].

As areias podiam provir de 3 fontes distintas. As areias de "mina" que eram exploradas à superfície, em camadas, filões ou covas (areeiros); as de rio ou de ribeira que eram extraídas

[25] Este tipo de areias pode apresentar uma alteração elevada devido à hidrólise das micas e feldspatos (Figueiredo, M., 'Argamassas e revestimentos tradicionais', *Pedra & cal*, 9, 2001, p. 19).
[26] Leitão, L. A., *op. cit.*, 1896, p. 54.
[27] Vasconcelos, I. Da Piedade, *Artefactos Symmetricos e Geométricos*, Officina Joseph António da Sylva, Lisboa, 1733, pp. 377 e 378.

das margens e fundos dos leitos e as de mar. As últimas, devido ao seu elevado teor em sais, só poderiam ser utilizadas após sucessivas lavagens em água doce ou exposição prolongada aos agentes atmosféricos de camadas pouco espessas estendidas em terreno ligeiramente inclinado. A pureza das areias era um dos pré-requisitos fundamentais, de tal forma que a lavagem e a peneiração eram procedimentos habituais (Mateus, 2002; Leitão, 1896).

A utilização de areias argilosas com cor (ex. as areias russas e vermelhas do Alfeite acima mencionadas) embora fornecessem uma maior plasticidade às argamassas, e por isso ainda hoje continuem a ser apreciadas, pode comprometer, quando utilizadas em excesso, o comportamento e estado de conservação das argamassas a curto e longo prazo devido às suas propriedades hidrófilas e diferentes coeficientes de expansão/contracção (Veiga e al, 2004). Para evitar estes fenómenos, Luís Augusto Leitão em *O Curso Elementar das Construções* (1896) recomendava que estas areias não fossem utilizadas quando a argila fosse superior a 10% do teor total da areia, norma que parece ser ainda hoje seguida em estaleiro (Mateus, 2002).

As opiniões divergiam em reacção à morfologia das partículas. João Emílio dos Santos Segurado (1923) aconselhava as de rio (Telheiras ou de Rio Secco) peneiradas, ao contrário de Luís Augusto Leitão (1896) que advertia para o facto das formas arredondadas e polidas não favorecerem a coesão das argamassas. Para este autor, as areias deveriam ser angulosas e os grãos ásperos ao tacto.

Este é um ponto que ainda hoje divide as opiniões dos profissionais[28]. Segundo M. Goreti (1997/2008), a morfologia rolada das areias lavadas de ribeiras e barrancos que foram as mais utilizadas, pelo menos na região do Alentejo, podia de facto contribuir para uma resistência menor da argamassa. Contudo, esta desvantagem poderia ser contrabalançada pelo facto de estarem isentas de impurezas, ao contrário das areias angulosas dos areeiros. Outro argumento a favor das areias roladas adiantado igualmente por esta investigadora é o facto da superfície específica do grão angular ser superior à do grão arredondado, o que obriga, na sua opinião, à adição de maior quantidade de água durante a amassadura da pasta, contribuindo desta forma para a diminuição da resistência e tendência à fendilhação (Margalha, 2008). Contudo este argumento parece inconsistente pois não é claro de que forma a morfologia do grão pode influenciar a quantidade de água a adicionar, quanto muito poderá aumentar a de ligante. Por outro lado, é precisamente a maior irregularidade superficial dos grãos que parecem facilitar a adesão entre si e com o ligante, diminuindo o volume de espaços vazios. Desta forma, a

[28] Cfr. Aguiar, 2005; Margalha, 1997 e 2008; Veiga, 2006, Rato, 2006 e Margalha e al (a), s.d (http://www.conservacal.lnec.pt)

máxima eficiência pode resultar com traços mais elevados de areia ao contrário do que, possivelmente, sucederia com argamassas à base de grãos muito rolados (Segurado, 1923; Veiga, 2006).

Na prática, e de forma mais ou menos generalizada, verifica-se ainda hoje, na construção civil e nos trabalhos de conservação e restauro, o recurso ao tipo de areias disponíveis localmente devido à facilidade de acesso e de transporte e custos de aquisição. Este parece ter sido inclusive o procedimento mais usual ao longo dos séculos, tendo vindo a ser comprovado, na região em estudo, com a análise das argamassas de assentamento e/ou revestimentos da Torre do Rio em Mértola (Período Romano), da Igreja da Matriz de Mértola (Período Árabe), da Igreja de Santa Maria de Évora, mais conhecida por Sé de Évora (século XIII/XIV) e da Sé de Elvas (século XVI) (Adriano e al, 2007).

A combinação de diferentes granulometrias e a sua influência na resistência de argamassas, foram analisadas em Inglaterra por Brian M.D. Higgins entre 1777 e 1778 (Mateus, 2002) não se tendo aparentemente repercutido, na altura, em estudos nacionais, o que não quer dizer que, na prática e de modo empírico, não tenha existido essa preocupação.

As conclusões de Higgins têm vindo a ser confirmadas em trabalhos de conservação e restauro de revestimentos murais e, avaliadas em investigações mais recentes (Dimos, 1978; Figueiredo, 2001; Rato, 2006). Ou seja, a mistura de areias com granulometria variada permite aumentar a facilidade de laboração e a resistência das argamassas (flexão e compressão), tornando-as mais densas pelo preenchimento dos vazios existentes na pasta de cal. As areias com um volume mais elevado de vazios afectam inevitavelmente a estrutura porosa da argamassa e exigem traços mais ricos em ligantes para a sua colmatação. O aumento de ligante, por sua vez, pode acarretar consequências ao nível da retracção.

Ao nível da decoração, os agregados naturais e artificiais (saibros, areias grossas e finas, pós de tijolo, etc.) com granulometrias e tonalidades variadas foram e continuam a ser embora em menor escala, utilizados - isolados ou misturados com pigmentos de natureza variada nas argamassas de cal - para imitar as texturas e as cores da pedra. Segundo J. Aguiar, 2005 [2], a sua frequente conjugação com pinturas (ex. fingidos de azulejo) ajudava a completar o efeito virtual pretendido. Contudo, também poderiam ser simplesmente incorporados nas argamassas para dar uma coloração à camada superficial de guarnecimento, dispensando, desta forma, um acabamento adicional.

Um pouco por todo o Alentejo, podem ser observados vestígios de argamassas pigmentadas (Fig. 2.3). Estes tipos de acabamento, de uma forma geral, apresentam vantagens

de natureza funcional e de conservação e restauro relativamente aos revestimentos por pintura. Por um lado os pigmentos estão englobados numa matriz cristalina mais espessa, que lhes proporciona uma maior protecção contra os agentes atmosféricos, por outro, os barramentos com cor assumem uma dupla função, a de protecção da alvenaria e de ornamentação.



Fig. 2.3: Exemplos de barramentos com pigmentos incorporados na região do Alentejo.

Este tipo de solução, apesar de corrente não só em fachadas no Alentejo mas por todo o país, aparentemente não mereceu grande atenção por parte dos autores portugueses que, embora mencionem esta técnica, não entram em detalhes sobre da sua elaboração e execução. O único dado técnico fornecido refere-se à adição de pigmentos directamente à pasta de cal:

a) Xavier Cohen (1896,1913) - "para os guarnecimentos a cor, misturar-se-ha esta com a cal da segunda camada"[29] ;

b) João Emílio do Santos Segurado (1923) -" (...) pode fazer-se o guarnecimento a côres, incorporando na pasta de cal da segunda camada, a côr em pó, que se mistura intimamente para obter um tom uniforme"[30] ;

[29] Cohen, David X., *op. cit,* 1896,1913, p. 249 e p. 291.
[30] Segurado, J.E. dos Santos, *op. cit.*, 1923, p. 136.

c) Luís Augusto Leitão (1896) - "O guarnecimento póde fazer-se a branco ou a côres, empregando a cal, que é extendida em duas camadas. (...) a segunda camada é de cal alva (0,002m^3 de cal em pó para 2,5l de água) no guarnecimento a branco, e no guarnecimento a côres, de cal em que se mistura a tinta [pigmento] escolhida" [31].

As únicas menções a proporções, encontradas até ao momento para guarnecimentos com cor, podem ser consultadas nos pontos 843 e 1156 das *Bases para orçamentos para empreitadas da construção civil,* da autoria de Xavier Cohen (1896/1913), onde para guarnecer a cor um metro quadrado de reboco é indicado a adição de aproximadamente 4% de pigmento em relação ao peso da cal em pasta. A maior parte da bibliografia técnica mais recente recomenda a não ultrapassar os 3 a 6% do peso total do ligante[32]. Segundo estes especialistas, uma concentração em excesso não aumenta a coloração da argamassa e corre-se o risco do pigmento se comportar mais como uma carga, enfraquecendo a adesão e a coesão da mistura. Outra desvantagem apontada é que na presença de águas de infiltração, pode ocorrer migração diferenciada de pigmentos para a superfície dando origem ao aparecimento de manchas. Contudo, este é um ponto que ainda suscita dúvidas visto a teoria nem sempre parecer corresponder à realidade observada (Fig. 2.3). Tendo em conta a acção atenuante da cal, é possível que, por vezes, os pedreiros tenham recorrido a concentrações mais elevadas de pigmentos para obter tonalidades mais intensas (ver pontos 5.2, 6.2 e 6.3).

A máxima percentagem admissível de pigmento está igualmente dependente de outros factores, como a granulometria dos agregados utilizados nas argamassas e a capacidade de coloração dos pigmentos utilizados (Gonçalves, 1999) (ver pontos 5.2. ao 5.5 e 6.3). Estas condicionantes, embora omissas nos manuais didácticos da construção civil em estudo, deveriam ser do conhecimento dos profissionais.

Os resultados preliminares de ensaios desenvolvidos por Leonor Calisto em 1996/7 sobre o comportamento de argamassas com concentrações de pigmentos acima dos 25% em relação ao volume da cal[33] também não parecem apoiar de forma categórica as opiniões acima apresentadas. Ao contrário do esperado e de uma forma geral, a presença de pigmentos acima

[31] Leitão, L.A., *op. cit*., 1896, p. 269.
[32] Cfr. Gonçalves, T., 'Rebocos, barramentos, pinturas a cal e outras pinturas para edifícios antigos'. Proc. Seminário Cor e conservação de superfícies arquitectónicas, Lisboa, LNEC, 2 e 3 de Dezembro, 1999; *Guia de reabilitação e construção: cidade de Loulé*. Edição da Câmara Municipal de Loulé e da FAUTL, 2007, p. 134 - 135 e Aguiar, J. e al, *Fingidos de madeira e de pedra: breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação*, Manual do formando-Beta-Programa Leonardo, Lisboa, CENFIC, 1998, p. 37.
[33] As percentagens em volume parecem corresponder aproximadamente ao dobro das suas concentrações em massa. Assim, as percentagens testadas por esta investigadora podem traduzir-se, em média, em 50%, 25% e 12,5 em relação ao peso total da pasta de cal

dos valores remendados, não parece influenciar de modo significativo as propriedades das argamassas de cal branca, parda e hidráulica quando estas são sujeitas a ensaios de resistência mecânica (flexão e compressão) e de absorção de água. A diminuição da trabalhabilidade nas argamassas pigmentadas foi a única desvantagem registada. A coloração em todas as amostras foi satisfatória não havendo menção ao aparecimento de manchas. Neste estudo, os pigmentos foram directamente adicionadas à cal em pasta – tal como indicado pelos autores do final do século XIX e princípio do XX. Alguns autores actuais mencionam, porém, a diluição prévia dos pigmentos em água e só depois a sua adição à massa de cal, colocando em seguida na mistura a areia ou o pó de pedra (Veiga, 2006).

Pós de pedra e pozolanas naturais e artificiais

Para além das areias, também o pó de pedra obtido da trituração de mármores ou de outros tipos de rochas carbonatadas e, embora mais raro, o pó de tijolo finamente moído foram empregues como agregados dos guarnecimentos a cal das fachadas portuguesas (Aguiar, 2005; Tavares e al, 2003; Silva e al, 2005). De entre os agregados, o pó de mármore parece ter sido o mais considerado. Talvez por ser essencialmente constituído por carbonato de cálcio (caso do mármore calcítico), ele assegura um menor conteúdo em impurezas e uma maior afinidade e facilidade de ligação à pasta de cal (Mateus, 2002).

O pó de mármore constituiu a base do *Opus Marmoratum* e do *Opus albarium,* ambos feitos com pasta de cal e pó de mármore (Veiga e al, 2004). No primeiro caso, conforme a camada a aplicar, as granulometrias iam diminuindo progressivamente. O *Opus albarium* designava a última das camadas, feita geralmente com um pó de mármore muito fino, conferindo à superfície uma cor branca, adequada à aplicação de cores.

É bem possível que o pó de mármore tenha sido um dos materiais, preferencialmente, usados nos guarnecimentos e barramentos simples ou decorativos a norte do distrito de Évora (em particular na região de Estremoz, Vila Viçosa e Borba), tendo em conta a existência de depósitos deste tipo de material na região.

A utilização de tijolo “pilado”, assim como o pó obtido por esmagamento de telhas ou outros materiais cerâmicos (conhecidos como *cocciopesto* ou pozolanas artificiais), era reconhecida e praticada desde a Antiguidade, tendo como finalidade conferir propriedades hidráulicas às argamassas feitas com cal aérea (Mateus, 2002). Na ausência de cal hidráulica, utilizava-se esta técnica como forma alternativa de se conseguir um endurecimento da argamassa em locais húmidos que obrigavam a soluções específicas, tais como paredes de

aquedutos, banhos, cisternas ou tanques de que são exemplo os de salga existentes na Estação Arqueológica de Tróia (Silva e al, 2005).

Em Portugal também se extraíram pozolanas naturais[34] nas ilhas dos Açores e em diversos pontos do País, com especial destaque para a região de Setúbal onde, em 1886 e segundo F. J. Almeida (Mateus, 2002), estava em exploração "uma mina de sófrivel qualidade". Anteriormente, já Domingos Vandelli (1789) tinha revelado a existência de um tufo vulcânico também utilizado para esse fim em Lisboa.

> Neftes montes (Sueiro, Bellas, Queluz, até á Ajuda, e Alcantara, Neceffidades, e Campolide, muita parte dos montes fão produzidos de antigos, e extinctos vulcanos) fe acha outra efpecie de lava cinzenta com globulos brancos, e que desfeita, que vem a fazer o fe chama faibro ; o qual he uma efpecie de pozzolana muito eftimada para edificar debaixo de agoa. Ha outro faibro vermelho, que he uma pozzolana totalmente decompofta em argilla[35].

O Arsenal da Marinha, as muralhas do cais do antigo aterro de Lisboa e os maciços interiores dos portos de Angra e Leixões são alguns dos muitos exemplos da aplicação de pozolanas combinadas ou não com cal hidráulica[36] (Mateus, 2002). Foi identificada a presença de fragmentos de cerâmica nas argamassas antigas dos revestimentos exteriores e interiores da Sé de Elvas, e pontualmente nas da Catedral de Évora (Adriano e al, 2007). Em 1894, um material pozolânico não especificado, integra também a composição da cal hidráulica (0,5 cal hidratada, 0,5 pozolana e 0,5 de areia) definida para os acabamentos da Cadeia Comarca da cidade de Évora (Margalha, 1997).

2.1.1.3. Adjuvantes

[34] O termo pozolana tem origem na região de Pozzuoli, perto de Nápoles, onde abundavam minas de cinzas e tufos vulcânicos, terrosos, com granulometria variável entre um pó fino (o das cinzas) e a das areias grossas. Considerações acerca da natureza do material pozolânico variaram com o tempo. Contudo, em meados do séc. XX, passou a considerar-se a actividade pozolânica de um material directamente proporcional ao teor de sílica amorfa. Uma boa pozolana deveria ter no mínimo 40% de SiO_2, no máximo 5% de óxidos alcalino-terrosos (de cálcio e magnésio) e 10% de óxidos alcalinos (de sódio e de potássio). Em 1975, surge uma classificação mineralógica dos diversos materiais pozolânicos com indicação da componente activa. De entre estes, pode se citar as pedras-pomes, perlites, bauxitos e argilas de natureza vária. Estas últimas por necessitarem de calcinação, são consideradas pozolanas artificiais (Mateus, J. M., *op. cit*., 2002, p. 186).

[35] Vandelli, D., 'Memória sobre algumas producções naturaes das Conquiftas, as quaes ou fão pouco conhecidas, ou não se aproveitão', *Memorias Económicas da Academia Real das Sciencias de lisboa,* Tomo I, Officina da Academia real das Sciencias Lisboa, 1789, p. 178.

[36] É de notar que grande parte da investigação sobre argamassas e rebocos foi desenvolvida por militares para fortificações e outras obras defensivas. Os estudos foram realizados com o intuito de alcançar soluções duráveis e aplicáveis em diferentes contextos geográficos (Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, p. 224).

Ao nível dos adjuvantes, a adição de pêlos e palhas para aumentar a resistência e diminuir a possibilidade de fendilhação da argamassa parece ter sido comum, tendo-se encontrado vestígios dos primeiros em alguns edifícios do centro histórico de Sintra (Santos Silva, 1998). Estes materiais mencionados, nos números 260 e 391 (Quadro 2.2) de *Bases de Orçamentos* para empreitadas da construção civil (Cohen, 1880 e 1896) fazem parte da lista de adjuvantes orgânicos citada nos tratados de Vítrúvio (séc. I.a.c) e de Plínio (séc. I d.c), juntamente com o leite de figueira, o leite coalhado, o sangue, o tanino e os ovos (Aguiar, 2005 e Veiga e al, 2004). A adição de azeite, durante o processo de extinção da cal, também foi registada em 1728 por Manuel Azevedo Fortes: "Depois de acabada a abobeda, e carregada nos terços, se mandará derregar a cal antes de ser traçada, deitando-se enquanto ferve alguns golpes de azeite, ou borras do mesmo (...)" [37].

O pó de "carvão de terra" (possivelmente hulha moída) e iões cloreto (atribuíveis a cloretos de sódio) foram encontrados, respectivamente, num edifício em Sintra (Aguiar, 2005) e nas argamassas do interior da Sé de Évora (Adriano e al, 2007 e 2008). Tendo em conta a geologia local dos agregados empregues na Sé de Évora, a hipótese mais provável é que cloretos tenham sido adicionados aquando da preparação das argamassas para acelerar o seu endurecimento. Em Sintra, o pó de " carvão de terra" foi possivelmente empregue com a finalidade de obter revestimentos com propriedades impermeáveis e, simultaneamente, com propósitos decorativos.

O sebo foi outro dos aditivos orgânicos utilizados. No Alentejo foi corrente a prática de o adicionar, a quente ou a frio, às argamassas ou às pastas de cal para caiação, com o objectivo de melhorar a adesão da camada de cal mas, sobretudo, para aumentar o grau de impermeabilização da mesma. Na maior partes das vezes, é muito difícil a sua detecção e identificação nos barramentos devido às alterações e contaminações que estes materiais sofrem, em particular os que foram empregues no exterior (ver ponto 5.1 e 5.2).

O uso de adjuvantes orgânicos têm sido pontuais nos trabalhos de conservação e restauro dado que ainda existem muitas dúvidas em relação ao seu comportamento. Como exemplo desta prática, mencionam-se a adição de sebo de carneiro a argamassas novas no restauro do Palácio dos Marqueses de Fronteira, em Lisboa (2001) (Mestre, 2001), ou a utilização de uma cal aparentemente aditivada com óleo de palma na renovação dos revestimentos dos edifícios intervencionados pelo Projecto integrado do bairro do Castelo (Lisboa, 1998) (Aguiar, 2005).

[37] Fortes, M. A., *O Engenheiro Português*, Lisboa, 1992 (fac-simile da edição de 1728), p. 295.

2.1.2. Técnicas de preparação e aplicação

2.1.2.1. Guarnecimentos ou barramentos a cal

Para que se possa avaliar o valor dos antigos revestimentos com base em ligantes minerais e se possa proceder ao seu restauro e reprodução não é suficiente estudar ou determinar os seus materiais de base. Do número e da constituição das diferentes camadas de argamassa e da sua forma de preparação e aplicação resultam propriedades específicas tanto do ponto de vista formal como ao nível do desempenho e da sua durabilidade. Dada a sua importância para o tema da presente dissertação[38], justifica-se que sejam abordadas algumas das prescrições e receituários mais repetidos a partir do final do século XVIII.

De uma forma geral, nas edificações até cerca de 1950/60, era comum a aplicação de duas ou mais camadas de reboco à base de cal sobre uma camada de regularização da parede que, consoante a localização da mesma no interior ou no exterior, poderiam incluir gesso na sua composição. Os guarnecimentos ou barramentos eram os estratos finais que deveriam ser estendidos em duas camadas: a primeira, de cal e areia branca e fina e a segunda só com cal em pasta, simples ou com pigmentos incorporados[39]. Tendo em conta a sua resistência aos agentes atmosféricos, estes eram os revestimentos de eleição dos manuais práticos da construção civil para as paredes exteriores embora nas paredes interiores também pudessem ocorrer em substituição do estuque (Leitão, 1896; Segurado, 1923).

As caiações a cores (ou pintura a cal) da construção civil e as técnicas artisticamente mais complexas, de que são exemplo os frescos, recorreram-se do mesmo tipo de suporte pictórico à base de cal aérea e agregados minerais[40]. Como tal, o essencial das técnicas da cal

[38] A totalidade das amostras recolhida para estudo foram executadas em cima de barramentos à base de cal e agregados finos ou em cima de uma camada feita aparentemente só com pasta de cal (ver cortes estratigráficos do ponto 5.1). No sul do pai,s a utilização deste tipo de guarnecimentos foi de tal forma generalizada que deu origem a uma designação profissional específica: os *Alvaneos* (Aguiar, J., *op. cit*., 2005, p. 247).

[39] Esta descrição de barramento era a normalmente dada Manuais da Construção Civil na época. Hoje em dia, engloba-se dentro do termo barramento, uma ou mais camadas de espessura reduzida obtidas com argamassas de cal em pasta e agregados muito finos (provenientes da trituração de mármores ou de outras rochas calcárias e de areias siliciosas), de pasta de cal ou ainda uma argamassa feita de pó de tijolo e de óxido de ferro (*Idem, op. cit*., p. 241 e Veiga,M.R. e al, *op.cit*, 2004,p.1).

[40] Neste contexto, é de mencionar as diferenças na nomenclatura para o mesmo tipo de estratos.
No campo da Construção civil, o emboço (ou crespid)o é a primeira camada do revestimento, feito com agregados mais grosseiros. A sua função é simultaneamente de regularizar os defeitos da alvenaria e proporcionar pontos de ancoragem dos estratos subsequentes. Segue-se a aplicação de uma a duas camadas de reboco com agregados grosseiros a médios. Por cima destes, é que são então colocados os guarnecimentos ou barramentos, feitos com cal e agregados finos, aplicados também em uma ou duas camadas (Margalha, M.G., *op. cit*., 1997, p. 33, Segurado, J.E., pag.127 e Veiga, R., 2006, Mateus, J.M, *op.cit*., pag. 212).
No campo da Arte e no da Conservação e Restauro de pintura mural artística, no geral, é correntemente adoptada a nomenclatura italiana. O termo *rinfazi*o corresponde normalmente ao acima citado emboço; o *arricio*, corresponde aos rebocos. Os barramentos são apelidados de *intonaco* e são feitos com agregados finos (como por ex. o pó de mármore). Por vezes na literatura técnica aparece também o termo i*ntonachino*. Este diferencia-se do

respeitantes às camadas de acabamento eram idênticas, sendo, por isso, comuns as transcrições das regras entre a bibliografia de apoio à formação artística e profissional, como é o caso do conhecido *Pintura Simples, a Decoração na Construção Civil* (1898) de Francisco Liberato Telles e os Manuais Práticos de Acabamentos da Construção Civil da época e suas reedições posteriores[41]. Francisco Liberato Telles, aquando da descrição da tecnologia dos frescos, cita o tratado de *Arte da pintura, symetria e perpectiva* de 1615 da autoria de Filipe Nunes. Apesar deste tratado se distanciar das balizas temporais propostas, vale a pena transcrever o excerto referente à constituição das argamassas e sua aplicação na parede visto parecer revelar um pormenor técnico que se torna omisso nos manuais subsequentes.

> A cal da pintura a fresco há de ser velha de dous ou três anos ou mais, & ha de estar todo este tempo sempre em agoa, como se faz a que serve do estuque. E ha de levar area de rio, ou de agua doce peneirada. E agoa com que se amaçar há de ser agoa de fonte que não seja salobra nem salgada & serà tanto de cal como de area, ou duas partes de area&huma de cal. A outra cal da primeira guarnição do imboçar, será da outra cal comum com area, ainda que seja mais grossa, tambem meada, & depois do imboçar se poem logo a primeira cal de que falamos ao modo do estuque, & se ficar parda algum tempo ou almecegada, assi ficarâ melhor [42].

Para Filipe Nunes (1615), assim como para os autores Luís Augusto Leitão (1896) e Emílio dos Santos Segurado (1923), o guarnecimento era realizado em duas camadas, sendo a primeira de cal e areia (ao traço 1:1 ou 1:2) e a segunda só com cal em pasta. Contudo, o primeiro autor parece indicar que a última camada era colocada com o primeiro estrato ainda húmido. Inevitavelmente, ao ser estendida sobre uma superfície ainda não totalmente coesa, a pasta branca incorporaria um pouco da mesma, o que justificaria a contaminação na sua coloração. Esta técnica, que exige uma experiencia e perícia adicionais por parte do executante, permite, por um lado, uma maior adesão entre os dois estratos. Por outro, evita uma absorção excessiva pela argamassa subjacente da água contida na pasta de cal e, simultaneamente, uma retracção demasiado violenta da pasta durante o processo de secagem e endurecimento. É interessante notar que esta metodologia continua a ser utilizada na execução

---

intonaco pela sua espessura mais reduzida, sendo frequentemente associado a uma fina camada de cal em pasta que é colocada sobre o intonaco e que é espalhada e afagada com a talocha (*Dimos, op. cit.*,1978, pp. 18-21). Tendo em conta que a temática se centra nos suportes de pinturas da construção civil, no geralmente sem intuitos artísticos, adoptam-se os termos portugueses aplicados neste ramo de actividade e especialidades afins.

[41] O Manual da Biblioteca Profissional de João Emílio dos Santos Segurado em 1949 já ia na sua sétima edição.

[42] Liberato Telles, F., *Pintura Simples, A decoração na Construção civil*, Typ. do Commercio, 1898, Tomo II Lisboa, 1898, p. 82.

dos fingidos tradicionais dos Concelhos de Loulé e Albufeira (Algarve) dos quais subsistem ainda vários exemplos nas fachadas (Fig. 2.4).

Luís Augusto Leitão e Emílio dos Santos Segurado são vagos no que toca ao momento da aplicação do segundo estrato, deixando, aparentemente, ao livre arbítrio o melhor método a seguir, se a fresco ou a seco. Este último método, contudo, foi frisado em muitos dos cadernos de encargos da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul na segunda metade do século XX, de que é exemplo o processo de obra para os guarnecimentos a branco do Convento de Lóios, em Évora (Margalha, 1997).

> (…) os guarnecimentos a branco serão feitos com duas camadas de cal, sendo a primeira de cal derregada [extinta], amassada com areia branca fina, e depois a segunda de cal branca em pasta (cal alva), que só se aplica quando a primeira estiver muito bem seca. Nos guarnecimentos a côr, esta será misturada intimamente com a cal da segunda camada, de modo a obter-se um tom uniforme [43] .

A última camada era aplicada também à colher, alisando ou afagando a superfície da parede de modo a obter-se

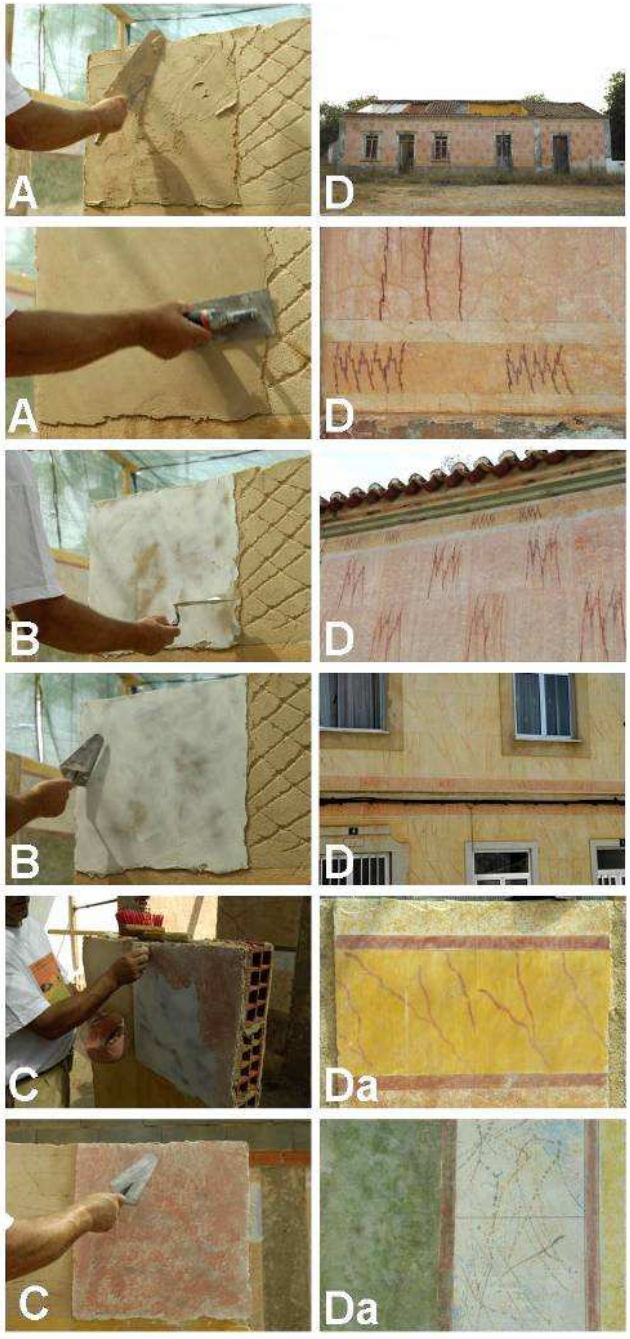


Fig. 2.4: Etapas da execução de fingidos tradicionais da zona de Paderne (Algarve): A) colocação e aperto da primeira camada de barramento (intonaco); B) colocação de uma segunda camada de barramento feito só com pasta de cal sobre o primeiro estrato ainda húmido (*intonachino*); C) pintura a fresco e polimento da superfície. Em D) podem-se observar alguns exemplos presentes nas fachadas da região e em Da pormenores de reproduções (cl. M.Gil 2007).

[43] Margalha, M. G., *op. cit*., 1997, p. 33.

um estrato liso (Segurado, 1923; Leitão, 1896).

A dosagem dos constituintes das argamassas, nomeadamente as proporções entre o ligante e os agregados dependiam da natureza e granulometria destes últimos, do estrato em que eram aplicados e até do tipo de paramento (alvenaria) subjacente. Uma alvenaria mais porosa, como a terra e pedra ou taipa, absorve em maior quantidade e mais rapidamente a água e o hidróxido de cálcio em solução aquosa contidos nas argamassas. Uma dosagem incorrecta, neste caso, poderia comprometer seriamente a coesão das argamassas finais devido à deficiência de ligante na estrutura. Em regra, e como acima referido, as dosagens dos guarnecimentos eram mais ricas em cal (de preferências gordas) e em inertes finos, de modo a obter-se um estrato liso, compacto e mais impermeável mais resistente à entrada de água no estado liquido (Mateus, 2002).

A granulometria ia assim progressivamente diminuindo à medida que se ia aproximando da superfície. A sua especificação, quando existente, sofre ligeiras variações. Para Luís Augusto Leitão (1896) as areias finas eram as que tinham o diâmetro dos grãos compreendido entre os 0,5 e 1 mm, as grossas entre os 1,5 e 3 mm, e podendo o saibro atingir os 10 mm. Para David Xavier Cohen (1896) entre as areias finas (Θ<0,5 mm) e as grossas (2 mm <Θ<5 mm)[44], havia ainda uma categoria intermédia - as areias medianas - que tinham diâmetros acima de 0,5 mm mas inferiores a 2 mm.

A simples mas vaga classificação das areias apenas em finas e grossas, parece ter sido, contudo, a mais comum em processos de obra antigos. Situação que ainda hoje se parece manter. O mesmo se verifica, com os traços volumétricos das argamassas de acabamentos em vários dos processos de obras nova ou de intervenções de consolidação e restauro sob a tutela de entidades oficiais na região do Alentejo (ex. Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, Câmara Municipal de Évora ou Beja) (Margalha, 1997). Nestes, os traços da argamassa de assentamento da alvenaria encontram-se frequentemente definidos, não acontecendo o mesmo com os estratos posteriores. Até á década de cinquenta, nos casos em que são referidos os traços entre ligante e agregados dos acabamentos, estes rondavam preferencialmente os 1:2 e 1:3 (Margalha, 1997). Traços idênticos ou com ligeiras variações conforme os materiais a usar já tinham sido indicados por Alberto Jacquery de Sales em 1759 no seu *Dicionário do Comercio* e, em 1797, por José Manuel de Carvalho e Negreiros em *Additamento ao livro intitulado jornada pelo Tejo*, no qual descreve os habitualmente usados nas construções em Lisboa.

[44] Esta mesma referência está patente num caderno de encargos de 1951, da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, que se encontrou junto ao processo das obras do Convento dos Lóios (Idem, *op. cit.*, p. 54).

> O custome estabelecido nesta Capital, segundo os materiais de que uzão, he de traçar dois cestos de area; e hum de cal; outros traçam por huma vez dois cestos de área, e hum igual cesto de cal; e por outra vez, tres cestos de área, e um igual cesto de cal, e assim continuão alternativamente. (…) A cal para rebocar deve ser traçada segundo o costume, hum cesto de área, e hum igual cesto de cal (…)[45].

No final do século XIX e início do XX, Luís Augusto Leitão (1896) e João Emílio dos Santos Segurado (1910,1923) citam as proporções 1:1, 1:0,75, 1:2, 2:3 e 4:3. Nas bases de orçamentos da capital estavam igualmente indicados os receituários a seguir (Cohen, 1877,1880,1896 e 1913). O Quadro 2.2 faz uma colecta das menções mais recorrentes.

Quadro 2. 2: Bases para orçamentos da Capital (século XIX): guarnecer a branco e a cor

Guarnecer a branco um metro quadrado de reboco antigo Bases nºs 330 (1877); 310 (1880)	(1877): " 0,003 m^3 d'argamassa (nº226); 5l d'agua (nº39,56,71 08 79); 0,05 jornal* de pedreiro; 0,025 jornal de trabalhador". (1880): "0,003 m^3 d'argamassa (nº115); 5l d'agua; 0,05 jornal de pedreiro; 0,025 jornal de trabalhador".
Guarnecer a branco um metro quadrado de reboco novo Bases nºs 309 (1880)	(1880): "1,5 kg de cal em pedra; 2,5 L de água; 0,040 jornal de pedreiro; 0,025 jornal de trabalhador".
Guarnecer a branco um metro quadrado de reboco Bases nºs 842 (1896) e 1155 (1913)	(1896 e 1913): "0,003 m^3 d'argamassa (nº260 e 261); 5l d'agua; 0,5h de pedreiro; 0,025 jornal de trabalhador".
Guarnecer a cor um metro quadrado de reboco Bases nºs 843 (1896); nº 1156 (1913)	(1896): "0,003 m^3 d'argamassa (nº 260 e 261); 0,14 k. de tinta em pó ; 5l d'agua; 0,6 h de pedreiro; 0,025 jornal de trabalhador". (1913): "0,003 m^3 d'argamassa para guarnecimento; 0,14 q. de tinta em pó (ocre vermelho, amarelo, etc.), 0,6 h de pedreiro; 0,3 h de trabalhador".
Argamassa ordinária para guarnecimento Bases nºs 226 (1877) e 115 (1880)	" Um metro cubico d'argamassa para guarnecimento: 380 kg de cal em pedra (n º116 ou 117); 0,5 m^3 d'areia branca (rio secco); 1L de água (nºs 39,56,71 ou 78).
Argamassa ordinária c/pêlos para guarnecimentos Bases nºs 260 (1896) e 391 (1913)	" Um metro cubico d'argamassa de cal comum* em pasta, areia e pellos, para guarnecimento: 0,6 m^3 de areia; 0,8 m^3 de cal em pasta; 0,06 m^3 de pêlos, 10h a 20h de trabalhador" (equivale a um traço 3:4 entre agregado e ligante).
Argamassa ordinária para guarnecimento Bases nºs 261 (1896) e 392 (1913)	" Um metro cubico d'argamassa de cal comum em pasta e areia para guarnecimento: 0,6 m^3 de areia branca e fina; 0,8 m^3 de cal em pasta; 10h de trabalhador" (traço igual à base anterior)

* Jornal: corresponde em média a cerca de 10h de trabalho diário

* cal comum é sinónimo utilizado na época para cal aérea

Com base em conhecimentos empíricos obtidos da observação dos resultados na prática da profissão ou em experiencias rigorosas e sistemáticas de estudos sobre os materiais de construção, as diferentes formulações tinham (como ainda hoje o têm) como objectivo, a

[45] Citado por Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, p. 222.

obtenção de uma argamassa plástica e trabalhável, com um volume mínimo de espaços vazios na sua estrutura após a evaporação da água contida no ligante (Mateus, 2002). Só desta forma se evita o aparecimento de fissurações durante o processo de carbonatação e endurecimento das argamassas e se garante a sua coesão e resistência mecânica a médio e longo prazo. Neste âmbito, a operação de amassadura também desempenha um papel determinante. Nem todos os tratados ou manuais práticos de acabamentos da construção civil dos finais do século XIX em diante mencionam, pelo menos de forma explícita, os cuidados a ter durante este processo, talvez devido ao seu enraizamento nos hábitos da profissão.

A prática de amassar longamente as argamassas tem duas vantagens principais. Por um lado, assegura uma incorporação homogénea do ligante com os agregados e, por outro, quando aliada a uma boa dosagem dos mesmos, evita as adições desnecessárias de água para atingir a trabalhabilidade adequada. Como já referido no item 2.1.1.1. era aconselhável restringir a presença de água ao mínimo. Para isso, Francisco Liberato Telles (1898) aconselhava que "(…) Vinte e quatro horas depois [extinção da cal], deve ser perfeitamente batida de maneira a ficar mais branda, isto sem addição de agua; depois por cada 100 partes em volume, de cal devem juntar-se 180 d'areia, que será perfeitamente amassada, argamassa esta com que se deve ser dado o primeiro embôço (…)"[46].

Já na primeira metade do século XX, o fabrico manual processava-se do seguinte modo:

> Faz-se um estrato de madeira, ou amassadoiro, onde se deita a cal extinta e em pasta que se revolve com a enxada, ou melhor ainda com o pilão. Com o pilão bate-se a cal em pasta, a fim de lhe dar fluidez necessária para se lhe poder juntar a areia em boas condições. Á pasta de cal vai-se juntando areia por pequenas porções, afim de tornar bem homogénea a argamassa. Ao mesmo tempo junta-se-lhe água pouco a pouco para lhe dar semifluidez indespensável. Em geral, e isso depende da importância da obra, prepara-se de cada vez um terço de metro cúbico de argamassa. Se a cal apagada está em pó, mistura-se em seco com a areia, juntando-se-lhe a água depois. Como no caso antecedente, deve haver cuidado em fazer bem intima a mistura. Parece que este sistema de preparar a argamassa não é tão bom como o primeiro[47].

[46] Liberato Telles, Francisco, *op.cit*, p. 84.
[47] Segurado, J.E. dos Santos, *op. cit.*, 1947, p. 286 e 287.

A aplicação das argamassas em multi-camada (de espessuras reduzidas)[48] e o comprimir (ou "apertar") das mesmas durante essa operação eram outros dois respeitados preceitos para proporcionar uma adequada adesão ao substrato subjacente e compactação dos vários componentes da argamassa. Desta forma, era possível um maior controlo da retracção durante o processo de endurecimento como, no geral, uma maior durabilidade dos acabamentos. A resistência à penetração na estrutura de água no estado líquido (ex. água das chuvas) é reforçada devido à descontinuidade das camadas enquanto a permeabilidade ao vapor de água, essencial para a " respiração das paredes", não é afectada (Veiga e al, 2004).

Em geral, nos edifícios habitacionais mais correntes, o número de estratos nunca foi aparentemente elevado, optando-se por uma ou no máximo duas camadas de guarnecimento com granulometrias variáveis, como se pode comprovar pela análise estratigráfica da amostragem recolhida em 43 concelhos do Alentejo (ver ponto 5.1).

2.1.2.2. Estuques

Os estuques que constituíram, um dos ramos mais importantes das artes decorativas aplicadas à construção civil, quando feitos à base de gesso e água de cola, ou de gesso e cal em pasta, não eram aconselhados para os exteriores[49]. Contudo, algumas tipologias não possuíam gesso na sua composição e por isso podiam ser empregues no exterior. João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Luís Augusto Leitão (1896) apelidam-nas de *estuques à italiana* enquanto Francisco Liberato Telles (1898) as referencia como *stucolustro*.

> O estuque á italiana não leva gesso, e é assente em três camadas: primeira de cal e areia branca grossa, no traço 1:2; a segunda, de cal e areia fina ao traço 1:2 e a terceira, de composição idêntica à anterior mas com o traço 1:1. Sobre a terceira camada ainda se poderia aplicar outra de cal simples quer era apelidada de meter o fundo. Seguia-se então a pintura com as tintas compostas de sabão, cal e a cor (às quaes se junta pó de jaspe, se o estuque é para fachadas), e o brunido a ferro

[48] Apesar dos valores de referência para as últimas camadas se situarem normalmente entre os 2 a 5 mm, os resultados das análises feitas às camadas cromáticas do Alentejo apontam igualmente para espessuras inferiores (ver ponto 5.2). Com espessuras reduzidas, o processo de carbonatação é mais rápido visto a maior acessibilidade e difusão do CO_2 ao longo da estrutura (Aguiar, José, 2005, *op. cit*, p. 242; Aguiar, e *al, op*. cit., CENFIC 1998, p. 38).

[49] Sabe-se que existem referências à utilização de gessos no exterior, sobretudo em regiões de clima seco (ex. do Norte de África). Por outro lado, existem alguns tipos de gessos, como o gesso de Paris por exemplo, que adquirem propriedades hidráulicas quando calcinados a temperaturas mais altas que as habituais e, como tal, podiam ser aplicados nos acabamentos de fachadas.

> quente corrido suavemente sobre a superficie estucada que, quando já bem secca, se passa com uma flanella embebida em uma preparação de água-raz e cera branca [50] .

> O estuque à italiana é feito sem gesso e destina-se a ser pintado a fresco (…). (…) Metido o fundo segue-se a pintura com tintas que não sejam alteradas pela cal: o azul-cobalto, o azul ultramarino, o ocre amarelo, o almagre, o negro de fumo, o vermelhão, etc. As tintas que se não combinam com a água empregam-se diluídas em cola [51].

O sabão devido às suas propriedades tensioactivas possibilitava uma maior dispersão do ligante e das partículas de pigmento melhorando a plasticidade da argamassa. O pó de jaspe (um óxido de silício) era possivelmente aconselhado para o exterior pelo facto de favorecer o polimento da superfície ao mesmo tempo que lhe conferia certo de grau de impermeabilização. O polimento e a passagem final com cera asseguravam a protecção e o lustro das superfícies (Veiga e al, 2004). Esta operação final era aparentemente mais recorrente em paredes interiores. Este tipo de acabamento de paredes quando feito com cal e pó de mármore (*Opus Marmoratum*) deu mais tarde origem ao popular termo italiano de *marmorino* (Veiga e al, 2004).

A verdadeira escaiola ou *scagliola* italiana é um exemplo da sofisticação alcançada pelo estuque brunido para a imitação de pedras ornamentais, sobretudo de mármore. Nesta técnica, feita tradicionalmente com diferentes massas de gesso e cola animal, os pigmentos são adicionados directamente nas massas (Dimos, 1978). João Emílio do Santos Segurado (1923) também refere a utilização do cimento *Portland* branco para a confecção das massas embora defenda que a melhor escaiola era obtida com gesso da mais fina qualidade e não com cimento.

Outras técnicas de argamassas sem gesso com pigmentos incorporados foram e continuam, embora de forma incorrecta, a serem apelidadas de escaiola[52]. Estas técnicas, que envolviam a incorporação dos pigmentos nas massas, eram da responsabilidade dos estucadores enquanto os estuques à italiana e o *stucco-lustro* envolviam a colaboração de pintores (Aguiar e al, 1998).

[50] Leitão, L.A., *op. cit*, 1896, p. 375
[51] Segurado, J. E. dos Santos, *op. cit.*, 1923, pp. 177 e 178.
[52] Segundo José Aguiar em Portugal, foi e ainda continua a ser frequente associar o termo "escaiola" a todo o tipo de fingimentos de pedra, independentemente da técnica utilizada ser a pintura ou massas com pigmentos incorporados. Este facto, na sua opinião, é facilmente comprovado em dicionários das Belas-Artes dos séculos XIX ou XX (Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, p. 258).

> A escaiola é uma espécie de estuque cuja massa se compõe de areia fina e lavada, cal em pasta e pó de pedra branca, em partes iguaes, podendo-se misturar-lhe a cor que se quiser. Applica-se à talocha em paredes rebocadas e bem seccas. Nas paredes exteriores substitui-se o pó de pedra por cimento [53].

No Alentejo, ainda hoje se fala além das técnicas decorativas dos estuques interiores, também de "estuques exteriores" ou "estucos" que correspondem, no fundo, a variados tipos de trabalhos com massas de areia, isto é, à aplicação de pormenores decorativos que são moldados em jogos de alto ou baixo relevos. Para a sua feitura, segundo Emílio dos Santos Segurado (1923) eram utilizadas argamassas de cal com pó de pedra (sobretudo o pó de mármore) e/ou areias, geralmente, muito finas e do tipo siliciosa, com os traços volumétricos de 1:1 a 1:2 (cal em pasta/agregado). Este tipo de guarnecimento, poderia ser pintado com cores que contrastavam com as caiações simples ou monocromáticas dos panos de fachada. Muitos são os exemplos só espalhados pelos quatro distritos do Alentejo, que se conjugam com fingidos por pintura (Fig. 2.5). De entre os vários existentes, citando apenas a cidade de Évora, salientam-se os presentes nas fachadas dos edifícios que emolduram a Praça do Geraldo, os paramentos exteriores da Igreja do Antigo Convento de S. Francisco que imitam alvenaria de pedra, do Colégio do Espírito Santo e os da Igreja do Antigo Convento de Nossa Senhora da Conceição

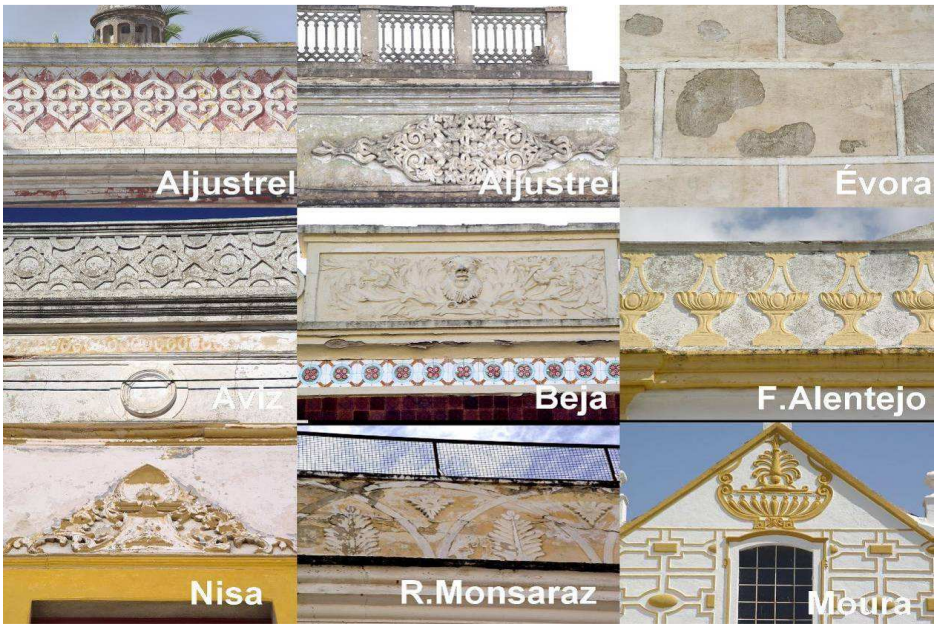


Fig. 2.5: Exemplos de trabalhos de massa na região do Alentejo. Muitos deles encontram-se em mau estado de conservação ou cobertos com camadas sucessivas de caiações e tintas modernas que lhes obliteram os pormenores decorativos e atenuam os relevos iniciais.

[53] Leitão, L.A., *op. cit*, 1896, p. 375.

2.1.2.3. Esgrafitos

O esgrafito é uma das mais populares técnicas decorativas presentes nas fachadas alentejanas, feitas igualmente com base em argamassas de cal e agregados minerais. Trata-se de uma técnica que, na região em estudo, se desmultiplicou em várias formas ornamentais, algumas das quais de um elevado requinte técnico[54] (Fig. 2.2). Apesar de os esgrafitos não serem alvo da pesquisa em estudo, importa fazer referência aos mesmos, visto também com frequência terem sido utilizadas argamassas com pigmentos incorporados e de se ter recorrido às mesmas técnicas de transposição do desenho da pintura mural artística (ver ponto 2.2.1.2).

> Também costumão fazer a fresco de rascunho em paredes, figura, e laçarias, e tudo o que querem, como se vê em muitas quintas, e fazem deste modo: Guarnecem a parede a cal com preto&depois de seca & feita toda preta dão-lhe outra mão de cal a colher, ao modo de estuque, &quando se quer ir secando, ou logo em fresco vão abrindo o debuxo com hum prego, ou estilo duro, &fica então aparecendo o debuxo em preto que estava por baixo[55].



Fig. 2.6: Técnica do esgrafito: processo de execução (ao alto) e dois pormenores existentes na Igreja Matriz de Santa Clara, Concelho de Almodôvar.

[54] Para aprofundamento da temática do esgrafito, ler: Sofia Guilherme, *As Superfícies Arquitectónicas de Évora: o esgrafito. Contributos para a sua salvaguarda* [texto policopiado], Évora, 2005.
[55] Liberato Telles, F., *op. cit.*, 1898, p. 83.

Este excerto de Filipe Nunes, citado também por Francisco Liberato Telles em *Pintura Simples, Decoração na Construção Civil* (1898), reveste-se de interesse por mencionar a adição de uma substância preta à primeira argamassa. Embora a sua natureza não seja especificada, este é possivelmente um dos muitos exemplos de esgrafitos que utilizaram argamassas de fundo cinzento, ou preto, obtidas com negros de origem animal ou vegetal (Fig. 2.7b) (Charrua & Braga, 1991; Salema & Aguiar, 2008). A palha queimada é um dos materiais referidos para o efeito por João Emílio dos Santos Segurado[56] (1923).

> (…) com a argamassa formada de cal e areia, a que se adiciona um pouco de palha queimada, para lhe dar um tom acizentado, mais ou menos carregado segundo a quantidade que se juntou. Pode corar-se a argamassa diversamente adicionando-lhe tintas inalteráveis sob a acção dos agentes atmosféricos". (…) em vez da argamassa de cal e areia também se emprega o cimento e a areia, devendo então desenhar-se antes do cimento fazer presa, obtendo-se assim um trabalho mais sólido e durável[57].

Para este autor, o cimento constituía uma alternativa às argamassas de cal aérea. Até ao momento não se encontraram registos da utilização de cimento na região do Alentejo, mas apenas à cal preta ou parda e a agregados minerais de diferentes tonalidades, como areias ou terras coradas locais ou pós de tijolo (Fig, 2.7c) (Charrua & Braga, 1991; Salema & Aguiar, 2008).

Nos concelhos de Castelo de Vide e em Marvão, era praticada uma variação desta técnica popularmente conhecida por *raspadinho*. Esta variação é caracterizada pela colocação de uma única camada, cuja superfície é raspada durante o processo de secagem para criar texturas diferenciadas ou motivos em ligeiro baixo-relevo. Na Vila de Almodôvar também se encontraram pontualmente vestígios desta técnica numa das fachadas do centro histórico (Fig. 2.7a). O esgrafito aparece normalmente associados a outras formas de acabamento nos exteriores, entre as quais as caiações simples e a cores (ou pinturas a cal) monocromáticas ou com decoração.

[56] Apesar de este autor chamar a esta técnica grafito, a descrição que faz corresponde à do esgrafito. É comum este tipo de confusão embora tecnicamente os dois termos correspondam a dois processos diferenciados. O grafito corresponde a uma inscrição marcada num revestimento quando este ainda não está endurecido enquanto o esgrafito consiste numa decoração feita com duas camadas de acabamento em que a superficial é removida em determinadas zonas, após a passagem de um desenho com *estresido* ou molde, de modo a revelar a primeira camada e assim criar jogos de claro-escuro e de texturas (Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, p. 248).

[57] Segurado, J.E. dos Santos, *op. cit.*, 1923, pp. 180 e 181.



Fig. 2.7: Pormenor de: a) do *raspadinho* em Almodôvar; b) do esgrafito realizado com negro animal incorporada na argamassa (Ermida de S. Fernando, Vendas Novas, sob camada de pintura do séc. XVII) e c) do esgrafito localizado no alçado exterior da igreja de Vale de Vargo, localizada numa região rica em minérios de hematite e goetite. (ver ponto 3.1.1.3).

2.2. Pinturas industriais ou "ordinárias"das edificações

Do ponto de vista da conservação e restauro, são bem conhecidas as vantagens que resultam da aplicação de uma ou mais camadas de pintura nas construções. Para além da sua função eminentemente estética, a camada cromática desempenha um papel sacrificial determinante na preservação dos materiais das alvenarias, rebocos e guarnecimentos.

Para a pintura de edifícios, também apelidada "pintura industrial" ou "pintura ordinária", foram experimentadas e desenvolvidas, ao longo dos séculos, tintas de composição variada (Segurado, 1923; Liberato Telles, 1896; Brito, 1961; Corte Real, 1991). Entre elas, encontravam-se a "calda", a "aguada" ou o "leite de cal" vulgarmente citados nos manuais de acabamentos da construção civil do final do século XIX e início do XX.

As tintas com base de cal, apesar de serem com frequência preteridas à de têmpera e aos óleos, encontravam-se até 1962 perfeitamente enquadradas nas normas portuguesas que regiam este sector na categoria de tintas aquosas não emulsionadas[58] (NP-42 1962[59]). Com o passar dos anos a sua classificação tornou-se vaga, sendo esta a situação actual nas normas europeias em vigor (ex. EN1062-1 e EN13300[60]).

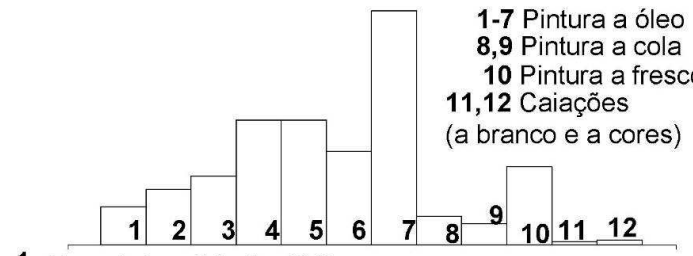
Com fundamento em cinco autores que se debruçaram sobre a temática da decoração das edificações entre 1896 e 1931, o texto seguinte pretende dar a conhecer como eram encarados os tipos de pintura com base (directa ou indirecta) em cal - pinturas a cal e frescos - suas diferenças nos modos de operar e semelhanças nos materiais pictóricos utilizados. Estes dados são essenciais para o entendimento das situações analisadas nas camadas cromáticas das

[58] Actualmente o termo tintas de água é sinónimo de tintas de emulsão, popularmente conhecidas como tintas plásticas. O seu aparecimento deu-se na década de cinquenta do séc. XX, sendo tintas em que os ligantes orgânicos (ex. copolímeros acrílicos e vinílicas) estão dispersos em água (Corte Real, M.L., 'Classificação e propriedades das tintas', *Pesca e Navegação* Ano XI, 109,1991, pp. 32 e 33.)

[59] Na norma NP42-1982 referente a classificação de tintas e vernizes, já não se encontra a menção a tintas com base de cal (ver anexo II).
O leite de cal pigmentado pode, no entanto, ser ainda considerado uma tinta, pois segundo a definição vigente na NP-41-1982 (ainda hoje em vigor): " tinta é toda a composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, é convertível, ao fim de certo tempo, numa película sólida, continua e corada" (NP-41,1982, p. 7) (Martins, J.G., Silma, A., *Materiais de construção: tintas, vernizes e ceras.* Disponível online em www2.ufp.pt/~jguerra/…/tintas%20vernizes%20e%20ceras.pdf).

[60] As normas europeias EN 1062-1 e EN13300 podem ser visualizadas no Anexo II.

edificações no Alentejo (ver ponto 5.1 e 5.2) e explicam a razão da escassez de pormenores técnicos da pintura a cal em comparação a outros géneros (ex. óleos e têmperas).



1 Lisa em tectos, a 3 demãos: $240

2 Em paredes, a 4 demãos, sendo a primeira a oleo: $360

3 Em paredes, com estampilha, filetes ou apaneilados:$440

4 Imitação de engrinaldados antigos (rafaelescos):$800

5 Fingidos de marmore ou outra qualquer pedra: $800

6 Fingidos de madeira: $600

7 Retoques em pinturas decorativas deterioradas pelo tempo (b) : 1$500

8 Em tectos, a 3 demãos: $180

9 Em paredes: $140

10 Em paredes com cercadura de desenho simples, medalhões ou ramos aos centros (a) :$500

11 Caiações em muros, etc: $020

12 Caiações a cores em muros, etc: $030

(a) Nos retoques a fazer em pintura decorativa de tectos, igrejas, etc., deve entender-se, simplesmente o retoque de ornatos e flôres, por isso que os de quadros em que entrem quaesquer figuras, pertencem ao pintor histórico (Liberato Telles 1898,pp. 227)
(b) Para as pinturas a fresco, que sejam mais trabalhosas do qua que citei, não é possivel fixar preços de unidade. Ajusta-se sempre pela totalidadd do trabalho, dependendo também o seu preço do valor do artista que para o executar se contrate (Liberato Telles 1898,pp. 228)

Fig. 2.8: Tabela de preços de trabalhos de pintura, publicada por Liberato Telles em *Decoração na construção Civil* em 1898. É notória a discrepância de preços entre as caiações a cores e os outros géneros de pintura.

.2.1. Caiações a cores ou pinturas a cal

Basta um olhar rápido aos manuais de pintura ou de acabamentos da construção civil do final do século XIX e início do XX para perceber o lugar secundário conferido às caiações com cor. A justificação para tal, quando fornecida, é sempre a mesma: a pintura pela cal era considerada por vários autores como grosseira e desagradável, que só dava "tons rudimentares e monótonos" devido à causticidade do ligante que limitava a paleta utilizada (Fleury, 1903, Segurado, 1923; Correia, 1931). A fraca "solidez" da camada cromática resultante era outro dos argumentos apontados, à excepção do pintor Paul Fleury que enaltece a sua capacidade de resistência às chuvas no *Novo Tratado Usual da Pintura de Edifícios e Decoração,* publicado em língua portuguesa no Brasil em 1903. Já em 1898, Francisco Liberato Telles em *Decoração na Construção Civil* declarava que tinha sido um género de pintura outrora muito popular, mas que estava posto de parte em detrimento da pintura a cola (ex. das têmperas). É possível que este autor se estivesse a referir à pintura de paredes interiores, dada a fraca resistência das colas orgânicas, fabricadas com peles e ossos de animais[61], à radiação ultravioleta e às condições ambientais agressivas de temperatura e de humidade.

[61] Como é exemplo a cola de luveiro, de pergaminho, de raspa, cola de Flandres ou inglesa. Estas eram as vulgarmente utilizadas nas pinturas a têmpera da época (Leitão, L.A., *op. cit.*, 1896, p. 129).

Apesar das desvantagens acima apontadas, a pintura a cal continuava a ser praticada, sobretudo nos alçados exteriores, pois economicamente era a forma de pintura industrial mais viável (Fig. 2.8). Por outro lado, as qualidades "desinfectantes e anti-sépticas"[62] tornavam-na ideal para edifícios onde houvesse uma grande acumulação de pessoas, tais como igrejas, hospitais, casernas do exército, armazéns, fábricas ou grandes oficinas.

2.2.1.1. Organização hierárquica da profissão: a figura do caiador

Para a execução de uma pintura a cal não era exigida competência artística, mas unicamente profissional para que a camada cromática resultante fosse duradoura. Segundo João Emílio dos Santos Segurado (1923) as caiações simples e com cores eram usualmente executadas pelos pedreiros e seus serventes e só mais raramente pelos pintores, ao contrário do que era à partida esperado.

Série de preços em Lisboa (réis)

***Jornaes* (a)**

Profissão	1880	Profissão	1896
Broxante	$800	"	$500
Caiador	$500	"	$500
Estucador para estuque singelo	1$000	Estucador	$800 a 1$200
Estucador para estuque com molduras	1$600		
Moedor de tintas	$500	–	–
Pintor de pincel	1$500	Pintor	$800
		Pintor fingidor	1$000 a 1$600

(a) Pode considerar-se que é, em media, de 10h o trabalho diario dos diferentes operários (Bases de dados de 1896)

Fig. 2.9: Tabela de honorários publicada em 1880 e 1896 nas bases de orçamentos para empreitadas da construção civil da Capital e que serviam de guia para todos os trabalhos feitos no país (Cohen, 1880 e 1896). Note-se as diferenças de preços consoante a categoria do ofício e alterações registadas após 16 anos, nomeadamente o desaparecimento do "moedor de tintas" e a aparente especialização de alguns pintores de pincel na arte dos fingidos.

A figura do *caiador* aparece em 1931 na hierarquização feita por Carlos Alberto Correia em *Pinturas e fingidos* (1931) embora menções a este ofício já fossem correntes nas bases para orçamentos da capital desde 1880 onde, inclusivamente, se encontravam tabelados os seus honorários (Fig. 2.9) (Cohen, 1880 e 1896). Em relação aos denominados *pintores* da construção civil, existiam várias categorias conforme os seus conhecimentos técnicos e artísticos (Segurado, 1923; Liberato Telles, 1898; Correia, 1931). Na categoria inferior, encontrava-se o *brochante*. Este era um pintor que não sabia preparar as tintas (a óleo e a cola) e aplicava somente as cores lisas, ou seja, monocromáticas. Segundo Francisco Liberato Telles (1898), este ofício era recente em 1880 e tinha sido criado após o aparecimento no comércio de tintas pré-fabricadas. Este novo

[62] Fleury, P., *Novo Tratado usual da Pintura de edifícios e decoração*, H.Garnier Livreiro Editor, Paris, Rio de Janeiro, 1903, p. 7.

ramo de negócio dispensava a figura do *moedor de tintas*, facto que poderá justificar a sua ausência na série de preços das jornas em 1896 (Fig. 2.9).

O *pintor vulgar* sabia compor e combinar as tintas (pigmentos), misturá-las com óleos vegetais, essências, vernizes (entre outros materiais não especificados) e empregá-las (Correia, 1931).

O *pintor fingidor* conjugava os conhecimentos do pintor vulgar à arte da imitação de madeiras e pedras ornamentais. Tal como o pintor vulgar, era também um pintor de pincel, isto é, utilizava utensílios à base de pêlos ou penas. Porém, com esta especialidade, alcançaria outro estatuto (Fig. 2.9). Em 1898 havia ainda poucos profissionais. De acordo com Francisco Liberato Telles (1898), este tipo de pintura só se havia generalizado a partir de 1800, época em que tinha começado a ser feita nas guarnições e balcões dos estabelecimentos para evitar a monotonia que produzia, até então, a pintura com uma cor uniforme.

O *pintor decorador* era o que tinha uma formação mais completa encontrando-se no topo da hierarquia da profissão. Para além dos conhecimentos das técnicas e da manipulação da matéria-prima, possuía uma educação artística em todos os graus de pintura. Este poderia ser mesmo um grande artista, sendo só chamando para decorar e ornamentar palácios e edifícios monumentais (Liberato Telles, 1898). Ao contrário dos outros que se limitavam a cumprir as ordens dos arquitectos, directores ou mestres de obras, o pintor decorador tinha uma maior liberdade na interpretação das indicações fornecidas e podia, em alguns casos, criar uma obra inteiramente da sua autoria (Liberato Telles, 1898).

Segundo João Emílio dos Santos Segurado (1923), o estucador também poderia fazer de pintor ao desenhar os traços dos apainelados e ao pintar as suas faixas ou quando fingia mármores em paredes e dava aguadas em tectos e paredes.

Ao pedreiro e ao seu servente cabiam as caiações, tendo por base a água e, às vezes, a cola. Esta situação relatada na 2.ª edição do *Manual de Acabamentos da Construção* (1923) é confirmada por entrevistas recentes efectuadas a antigos profissionais na região do Alentejo. É possível que, nesta região, anteriormente ao século XX, a feitura de várias tarefas por artífices de formação-base diferenciada fosse também comum para as caiações a cores e pinturas a óleo monocromáticas das edificações urbanas. Até ao momento, nas descrições históricas consultadas acerca da vida e profissões nos vários "fogos" alentejanos, só foram encontradas duas referências explícitas ao ofício de pintor. A mais antiga refere-se à construção do Palácio Real de Vendas Novas, iniciada em 1728, a mando de D. João V (Coelho e al, 1991).

> Mandaram-se vir grande numero de Oficiais de Lisboa e de toda a Provincia do Alentejo. Com o mestre de obras, os oficiais de carpinteiro e alvenaria trabalhavam pintores, ferreiros, entalhadores e ensembladores: mais de 400 oficias, 500 serventes (…)[63].

A mais recente data de 1833 e revela que, na vila de Santiago do Cacém, só havia um pintor entre os vários ofícios contabilizados[64] (Macedo e Silva, 1869). Na Capital, como se pode observar pelas tabelas das jornas nas Bases de Orçamento do final do século XIX (Fig. 2.9) havia uma distinção nítida entre as várias categorias, estando a renumeração de acordo com a sua importância. É de realçar que o ofício de pintor nesta cidade estava regulamentado, desde 1572, no Livro dos *Regimentos dos Oficiaes mecânicos da mui nobre e sempre Leal Cidade de Lixboa* (Correia, 1926).

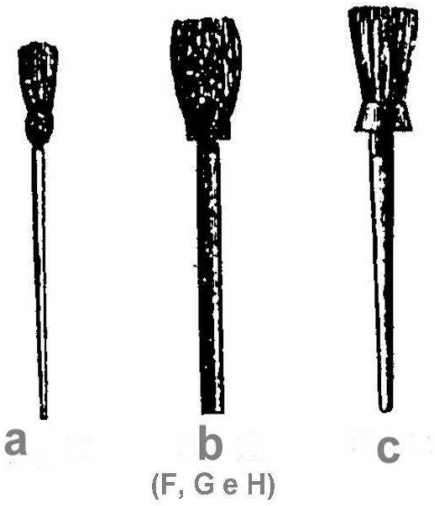
A criação de corporações e a elaboração de toda uma série de regulamentos rígidos de estruturação das várias profissões tem o seu início a partir do século XII com a pacificação da Europa e com o subsequente surto de desenvolvimento urbano e comercial. Em Portugal, as primeiras menções a Instituições deste género são as "*Casas dos Vinte e Quatro*" que, no final do século XIV se estabeleceram em várias cidades, entre as quais Évora, e as " *Casas dos Doze*" em Arraiolos (Correia, 1926). Um dos seus objectivos, de acordo com Fernão Lopes, referindo-se à existente em Lisboa nas Crónicas de D. João I, era que " vinte e quatro homens, dois de cada mester (...) tivessem carrego de estar na Câmara, para toda a causa que se houvesse de ordenar por bom regimento e serviço do Mestre, fosse sem o acordo deles" [65] .

Até ao surgimento destas corporações, seriam as ordens religiosas que detinham não só a quase da totalidade do saber, bem como a prática da construção, numa época em que ainda eram escassas as obras de iniciativa real e a arquitectura civil, praticamente, não tinha existência autónoma (Pedreirinho, 1994).

2.2.1.2. Produção e aplicação das tintas de cal

Na caiação a cores ou pintura a cal, os pigmentos são adicionados a uma solução ou suspensão aquosa de hidróxido de cálcio (popularmente conhecida como água ou leite de cal) sendo fixos, após aplicação, por uma matriz cristalina de carbonato de cálcio formada pela

[63] Coelho, A. B.M., Marques, G., *Vendas Novas, História e Património*, Edição da Câmara Municipal de Vendas Novas, 1991, p. 20.
[64] Documento fornecido em 29-09-04 pelo Arquitecto João de Sousa e Sr. João Matias do Núcleo de Reabilitação da Câmara Municipal de Santiago do Cacém.
[65] Pedreirinho, J.M., *Dicionário dos Arquitectos activos em Portugal do séc. I à actualidade*, Edições Afrontamento, Lisboa, 1994, p. 15



Material	Preços (reis)	
	1880	1896
Brocha F	$220	$180
Brocha G	$280	$200
Brocha HH.	$360	
Brocha H		$250
Brocha nº 4 (francesas)	$200	
Brocha nº6, idem	$060	
Brocha nº9, idem	$080	
Brocha nº11, idem	$110	
Brocha nº12, idem	$150	
Brocha nº15, idem	$160	
Brocha para pintar nº3		$030
Brocha para pintar nº4		$040
Brocha para pintar nº6		$060
Brocha para pintar nº8		$080
Brocha para pintar nº9		$090
Brocha para pintar nº10		$100
Brocha para pintar nº11		$110
Brocha para pintar nº12		$120
Brocha para pintar nº15		$150
Brocha para pintar nº18		$180
Brocha para pintar nº20		$200

Fig. 2.10: Os três tipos de brochas no comércio em 1896 com indicação geral dos preços praticados na altura e suas variações num intervalo de 16 anos. Nas caiações eram empregues as brochas F,G e H e muito possivelmente a HH (tipo b). As brochas de ponta (tipo a) e as brochas francesas de virola ou de cordel, eram reservadas sobretudo para os outros géneros de pintura (ex. óleos e têmperas). O tamanhos de a) e c) podiam variar respectivamente entre 1 e 24 e 1 e 12 (fonte da imagem Leitão, 1896; Cohen, 1880 e 1896).

reacção de carbonatação do hidróxido de cálcio. Numa tinta de cal, para além dos pigmentos e do hidróxido de cálcio, podem estar presentes outros produtos destinados a melhorarem as suas propriedades físicas e químicas (ex. de gorduras animais e vegetais).

Em relação à feitura e à aplicação de tintas de cal em paredes, poucas foram as alterações introduzidas desde o século XIX, permanecendo actuais as recomendações de Luís Augusto Leitão (1896), Paul Fleury (1903), João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931).

Para estes autores, antes da aplicação de uma tinta de cal, era aconselhado raspar e varrer a superfície, particularmente na presença de pinturas anteriores, caso contrário, o leite de cal não iria aderir tendendo a destacar-se facilmente após a secagem. A cal utilizada era a mesma empregue nos barramentos, ou seja, cal aérea em pasta que era preparada em estaleiro a partir da extinção de cal viva em pedra (cf. ponto 2.1.1.1). A pasta assim formada era passada num peneiro, ou passador, na ocasião do seu emprego.

A caiação – simples ou com cor - tinha que ser aplicada em duas ou três demãos, devendo a primeira ser bastante líquida para promover uma boa adesão ao barramento ou ao reboco. Para a generalidade dos autores, era preferível empregar sempre leites bastante diluídos em todas as camadas, apesar de, na prática, isso nem sempre se ter verificado (ver pontos 5.1 e

5.2). Para João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931) as proporções entre a cal e água na primeira demão rondavam, tanto nas caiações simples como a cores, 1kg de cal apagada para 10 litros de água, aumentando para 2 kg na segunda demão. Luís Augusto Leitão, no *Curso Elementar das Construções* (1896), parece seguir as prescrições das *Bases para orçamentos* da Capital que apresentavam uma maior variabilidade (Cohen, 1880, 1896, 1913; --1877) (Quadro 2.3).

Quadro 2.3: Bases para orçamentos de 1877, 1880 e 1896: operações referentes a caiações simples a e a cores com indicação dos materiais, proporções e respectivos executantes. A pedra hume era o termo do que é hoje apelidado de alúmen, um sulfato duplo de potássio e alumínio hidratado.

Operações	Materiais						Executantes		
	Ano / artigo	Cal em pedra (Kg)	Argamassa (m^3)	Pedra hume (Kg)	Agua (L)	Pigmentos (Kg)	Caiador (h)	Pedreiro (h)	Trabalhador (h)
Caiação a branco a uma demão de um metro quadrado de paredes até 5m d'altura	1877/Nº340 1880/Nº322 (a)	0,040			0,100		0,06		
Caiação a branco a duas demãos de um metro quadrado de paredes até 5m d'altura	1877/Nº341 1880/Nº 322 (a)	0,070			0,180		0,10		
Caiação a branco a três demãos de um metro quadrado de paredes até 5m d'altura	1877 /Nº342 1880/Nº322 (a)	0,100			0,250		0,12		
Caiação a amarelo a duas demãos em metro quadrado de paredes até 5m de altura	1877 /Nº343 (a) 1880/Nº323	0,070			0,180	0.007 sulfato de ferro (caparosa verde) ou 0.020 de ocre (b)	0,10		
Guarnecer a côr um metro quadrado de reboco	1896/Nº843		0,003			0.14 (ocre vermelho e amarelo)		0,60	0,30
Um metro quadrado de caiação a branco (1 ªdemão)	1896 /Nº845 (c)	0,080		0,008	0,320		0,08		
Um metro quadrado de caiação a branco (2ª demão)	1896/ Nº845 (c)	0,140		0,014	0,560		0,14		
Um metro quadrado de caiação a branco (3 ªdemão)	1896 /Nº845 (c)	0,2		0,02	0,8		0,20		
Um metro quadrado de caiação a branco e a cola	1896/Nº846	*Augmentar-se -ha a base nº 845 com um peso de colla egual a 10% do peso da cal em pedra*							
Um metro quadrado de caiação a cores	1896/Nº847 (d)	*Augmentar-se-há as bases nºs 845 e 846 com 0.01k. de tintas em pó (ocre vermelho, amarello, etc) por cada demão a côres.*							

(a) No caso de as paredes a caiar terem mais de 5 metros de altura, é necessário empregar o dobro dos jornaes mencionados nos nº340 e 343, augmentando também em proporção a percentagem para ferramentas;
Nas Beiras e no Minho, é necessário empregar, além do jornal de caiador mencionado mais outro tanto de jornal de rapaz para serventia do caiador;
No caso de ser necessário raspar as paredes antes de serem caiadas, é preciso empregar mais metade dos jornaes mencionados nos nºs 340 a 344, augmentando também em proporção a percentagem para ferramentas;
(b) a percentagem de ocre em relação ao peso da cal em pedra era de 28,57%. Se utilizarmos a caparosa verde bastava 10% de pigmento;

(c) Nas bases de dados de 1896 não está especificado a altura das paredes;
(d) para a primeira demão era utilizado 12.5% de pigmento em relação ao peso da cal em pedra, 7,14 % na segunda demão e na terceira 5%

As várias demãos eram aplicadas de forma sucessiva, após a secagem da anterior, em sentidos alternados e cruzados. A primeira devia dar-se normalmente na horizontal. Todas deviam ser estendidas em camadas uniformes, tendo-se o cuidado de "alisar", isto é, de exercer a mesma pressão na brocha e efectuar os movimentos sempre no mesmo sentido. Antes da aplicação era aconselhável mexer bem a tinta para evitar sedimentações e assim assegurar a mesma consistência e coloração. Em relação aos tipos de brocha utilizados para estender a tinta de cal, os vários autores de manuais práticos da construção civil são omissos, excepto Luís Augusto Leitão (1896) que indica, claramente para este fim, as brochas de pita com as marcas G, H, I, KK e KKK. Na figura 2.10 podem ver-se os preços correspondentes a este tipo de brochas em 1880 e 1896 (Cohen, 1880 e 1896). As restantes brochas, feitas com pêlos de animais (porco e javali), eram aparentemente mais reservadas para pinturas a óleo e a têmpera.

O método de adição do pigmento e a sua concentração nas tintas de cal são questões nem sempre abordadas e, quando ocorrem, não são desenvolvidas com detalhe. Esta variedade de pintura deveria ser considerada tão simples, corrente e humilde que, provavelmente, não exigia (ou merecia) grandes explicações. João Emílio dos Santos Segurado (1923) limitava-se a chamar a atenção para o facto da "(…) cal pura ser de um efeito deslumbrante que fere a vista convindo por isso adicionar-lhe um pouco de ocre, almagre ou preto para adoçar a cor" [66].

Trinta e oito anos depois, nada mais é adiantado por Adalberto de Campos Brito (1961) na breve descrição que faz das tintas de água. Só com Luís Augusto Leitão (1896), David Xavier Cohen (1880 a 1896) e Paul Fleury (1903) se conhecem duas técnicas de preparação:

a) Adição do pigmento ao leite de cal -"(…) no segundo [caiação com cor] junta-se ao leite de cal negro de fumo, ocre ou alumen, conforme a côr que se pretende (...)"[67].
Este era o método igualmente escolhido por David Xavier Cohen (1880 e 1896) para as caiações com cores. Desconhece-se se os pigmentos eram previamente dispersos em água, fria ou aquecida, tal como é actualmente mencionado por alguns especialistas (Gonçalves & Tavares, 1999; Ribeiro & Eusébio, 2002; Aguiar, 2005).

b) Adição do pigmento à cal em pasta - "A cal assim preparada [cal em pasta] dá uma bella massa branca, bastando coloril-la no tom desejado com ocres ou terras e

[66] Segurado, J.E. dos Santos., *op. cit.*, 1923, p. 269.
[67] Leitão, L.A., *op. cit.*, 1896, p. 269.



Fig. 2.11: Ensaios de pintura a 2 demãos: diluição progressiva do leite de cal com pigmentos a 12% em relação ao peso da cal em pasta (óxido sintético e dois naturais processados). A risca preta indica o grau de cobertura da pintura. Pela modificação do traço volumétrico é possível obter diversos graus de saturação e de cobertura da tinta de cal (ver ponto 6.2). (cl. M.Gil 2008).

destemperar-se com bastante água, porque a pintura a cal só se deve empregar em estado muito líquido" [68].
A este dado, o pintor Paul Fleury (1903) acrescenta ainda que a primeira demão, em geral, era branca só se adicionando cor na segunda.

O primeiro estrato branco tinha uma dupla função: a de atenuar os defeitos do suporte pictórico e uniformizar o seu grau de absorção, ao mesmo tempo que servia de fundo branco para uma caiação que se desejava "semitransparente" ou "semicobrinte" (Fig. 2.11). Na tradição italiana, esta era uma das fórmulas indispensáveis para o sucesso de uma pintura a cal (Scarzella & Natale, 1898).). Em Portugal, esta regra também parece ter sido respeitada pela maioria dos executantes, encontrando-se vários exemplos entre as camadas cromáticas analisada no ponto 5.1.

Em relação à concentração do pigmento, apesar das preferências de alguns autores por caiações muito claras (Fleury, 1903; Segurado, 1923) e de algumas indicações nas *Bases de Orçamentos* da capital, entre 1877 e 1896 (nºs 343, 237, 843 e 847 do Quadro 2.3), não parecia haver regras rígidas, cabendo a decisão ao responsável da obra.

É de realçar, contudo, que nos artigos nº343 e nº237, do Quadro 2.3, referentes a caiações amarelas, a quantidade a utilizar depende do tipo de pigmento (%caparrosa verde < % ocre), o que revela um conhecimento, empírico ou já com algum fundo científico, das propriedades

[68] Fleury, P., *op. cit.*, 1903, p. 151.

químicas e físicas dos materiais ou, pelo menos, da sua influência no poder colorante[69] e de cobertura[70] da tinta resultante (Fig. 2.11) (Champetier & Rabaté, 1962). Outras formas de controlo destes dois parâmetros consistem ainda hoje na variação da proporção (ou traço) entre o veículo e o ligante - neste caso água e cal - da concentração de pigmento ou do número de camadas a aplicar (Fig. 2.11).

Adalberto Campos de Brito (1961), por exemplo, aconselhava que as tintas para pintar fossem empregues com a maior opacidade possível a fim de diminuir o número de demãos. Na sua opinião, este objectivo era alcançado mais facilmente com as tintas mais escuras do que com as claras. Apesar deste autor não se referir especificamente às pinturas com base de cal, esta devia ser a filosofia geral na época para todos os géneros, muito possivelmente devido à redução dos custos de mão-de-obra. Actualmente, a classificação proposta pela Escola de Avignon para o fabrico de diferentes tipos de leites de cal parece ser uma das mais consideradas em trabalhos novos ou de reabilitação de superfícies cromáticas[71]. Nesta, são indicados os traços volumétricos mais praticados em França e os correspondentes limites de saturação dos pigmentos de acordo com a sua natureza (Quadro 2.4).

A utilização de proporções 1:1 origina tintas bastante espessas e texturadas, a que os Franceses apelidam de *chaulage*, e que eram normalmente empregues em edifícios rústicos ou em trabalhos de menor responsabilidade (Fig. 2.11). As tintas mais diluídas, pelo contrário, apresentam maiores potencialidades para a obtenção de tonalidades mais intensas pelo facto de possibilitarem a dispersão de percentagens mais elevadas de pigmentos (Ribeiro & Eusébio, 2002) Em Portugal, a recomendação para a utilização de tintas diluídas, nos manuais

[69] O poder colorante de um pigmento, pode ser definido como a capacidade que este possui em transmitir, numa mistura com outros pigmentos, uma tonalidade final similar à sua (Norma Francesa T30-001). Esta propriedade está directamente relacionada com a composição e granulometria dos pigmento que dita a sua capacidade de absorção e reflexão da luz incidente (Champetier, G.; Rabaté, H., *Physique des Peintures, Vernis et Pigments*, 1962, Duno, Paris, pp. 282-284).

[70] A capacidade de colorante de um pigmento está directamente relacionada com as dimensões das suas partículas e respectivos índices de refracção. Por sua vez, o poder de cobertura de uma tinta prende-se com a capacidade que o sistema pigmento/ligante tem de criar uma barreira à penetração da luz. Com base na norma NP-42-1962, Alberto de Campos Brito considerava dois tipos de poder de cobertura: a) o poder de cobertura superficial que consistia na maior área que podia ser coberta por 1 litro (ou por 1 kg) de tinta para eliminar o contraste entre negros e brancos duma superfície em que foi aplicada em condições determinadas; b) o poder de cobertura por opacidade de uma tinta, que era definido como o número demãos dessa tinta que eram necessárias para mascarar completamente uma superfície negra (Brito, A.C., *Estudo sobre a Industria de Tintas e Vernizes*, 1961, *Separata do Boletim Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I*), Ano XIII, nºs 637 a 649, 1961, p. 10). Hoje em dia, apesar da subdivisão em opacidade e cobertura, os princípios permanecem os mesmos (Cfr. Martins, J.G., Silma, A., *Materiais de construção: tintas, vernizes e ceras.* Disponível online em www2.ufp.pt/~jguerra/…/tintas%20vernizes%20e%20ceras.pdf).

[71] Cfr. Canonge, P., Nourrisier, A.G., *Techniques et pratique de la chaux. Ecole d'Avignon.*, 2º edição, Éditions Eyrolles, Paris, 1995, pp. 137-138; Aguiar, *op. cit*, 2005, p. 301; Ribeiro, A., Eusébio, I., 'As tintas de cal e de silicatos' *Cadernos Edifícios*, LNEC, Lisboa, 1999, p. 127; *Materiais e técnicas tradicionais: rebocos e tintas a cal.* Manual editado Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEM), s.d.

técnicos consultados, parecia, no entanto, prender-se mais com questões de conservação da própria camada de pintura, do que propriamente com efeitos cromáticos, visto nada ser referido a este respeito. Hoje em dia, inclusive, em ensaios ou manuais de reabilitação recentes, vigora o receio da utilização de pigmentos em concentrações elevadas. Os efeitos inestéticos que uma concentração em excesso pode provocar (superfícies manchadas) e, sobretudo, as consequências que acarretam ao nível da coesão das camadas cromáticas e da sua durabilidade estão na origem. Em face destas desvantagens, vários especialistas limitam a sua utilização a 5 ou a 6% em relação ao peso do ligante, mesmo em traços que teoricamente poderiam comportar mais[72] (Fig. 2.11 e Quadro 2.4). Este é um dos pontos que ainda suscitam muitas dúvidas até porque nem sempre os receituários actuais parecem corresponder à realidade patente em muitos dos testemunhos históricos do património edificado português (ver ponto 5.1, 5.2 e 6.2).

Quadro 2.4: Tintas de cal: limites de saturação dos pigmentos consoante o traço volumétrico. Em baixo, são visíveis os resultados de ensaios de pintura ao traço 2:5 e com os pigmentos a 5, 15, 25 e 65% em relação ao peso da cal em pasta (fonte da imagem Aguiar, 2005 e *Materiais e técnicas tradicionais...* s.d).

	Tintas espessas (cobrintes)	Tintas normais (semicobrintes)	Tintas diluídas (semitransparentes)
Cal: água	1:1	1:2 a 1:3	≥ 1:4
Terras	10%	25%	65%
Óxidos	5%	15%	35%



Vários detalhes referentes às técnicas de fabrico e de aplicação de tintas de cal e suas influências na aparência da superfície cromática ainda estão pouco estudados no panorama nacional (ver capítulo 6). O seu conhecimento é vital pois a coloração e a "vida" útil do

[72] Cfr. *Guia de reabilitação e construção: cidade de Loulé*. Edição da Câmara Municipal de Loulé e da Faculdade de Arquitectura e Universidade Técnica de Lisboa, 2007, p. 135; Aguiar e al, *op. cit*., 1998, p. 37; Gonçalves, T.D.; Tavares, M.,'Estudo Experimental de caiações para paramentos exteriores de edifícios antigos', Relatório 126/99-NCCt. LNEC, 1999, p. 7 e 8.

revestimento não dependem exclusivamente da qualidade dos materiais empregues. O modo como foram preparados, os cuidados ou erros cometidos durante essa operação, assim como na preparação da parede e na escolha do momento mais propício para a aplicação da tinta, são outros dos factores que podem influenciar a cor perceptível e determinar, de forma significativa, a manutenção a médio e longo prazo das camadas cromáticas.

Em paralelo com o crescente interesse pela reintrodução das técnicas tradicionais, subsiste ainda no meio técnico uma desconfiança acerca da durabilidade possível dos sistemas de pintura a cal. Já os antigos tinham algumas reservas ao caracterizem-na de pouco "sólida". Para atenuarem este problema, era frequente o uso de aditivos tais como sais de alúmen (a pedra hume do Quadro 2.3) ou sebo. Misturas destes dois materiais também são indicadas por Xavier Cohen (1913) embora, segundo este autor, nas caiações exteriores deveriam ser substituídos por óleo de linhaça fervido na proporção 1:100 (em água).

No manual *Pintura Simples, A Decoração na Construção Civil* (1898), é, inclusive,descrito um género de têmpera designada "tempera pela cal ou branca"[73] que, até um certo ponto, pode ser confundida com uma caiação
aditivada. Esta consistia em tomar uma porção de cal "extinta por imersão (cal apagada para caiar)" e retirar-lhe toda a água nela contida em excesso até ficar uma massa pastosa. A esta era misturado um pouco de índigo e um pouco de terebentina para lhe dar brilho. A esta mistura diluída em cola animal, Francisco Liberato Telles juntava uma pequena porção de alúmen. Após a sua aplicação, friccionava-se fortemente a superfície com uma brocha de javali, adquirindo, desta forma, um brilho aproximado ao do mármore. Segundo este autor, era um tipo de pintura que só tinha aplicação em paredes nobres.

No panorama português são muitos os aditivos (ou adjuvantes) que têm vindo a ser recolhidos e mencionados em pesquisas de índole histórica e científica[74]. Contudo, a sua utilização, na prática e como referido no ponto 2.1.1.3, levanta alguma controvérsia tendo em conta os efeitos secundários que alguns podem comportar. O Quadro 2.5 faz um resumo dos mais empregues e seus possíveis efeitos em termos de conservação e restauro.

A fraca resistência atribuída às tintas de cal localizadas em fachadas mais sujeitas à acção das chuvas e, nas últimas décadas, o agravamento da poluição nos núcleos urbanos incitaram a que, em vários países europeus, fossem feitas experiências para averiguar as potencialidades

[73] Liberato Telles, F., *op.cit.*, 1898, pp. 33 e 34.
[74] Cfr. Aguiar, J., *op. cit.*, 2005, pp. 296 e 297; Calisto, M.L.D.L., 'A caiação tradicional no Distrito de Santarém: testemunhos contemporâneos', dissertação de Mestrado do 2º Curso do Mestrado de Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora, 1997, pp. 169-199; Ribeiro & Eusébio, *op. cit.*, 2002, pp. 122 e 123.

da utilização de materiais sintéticos, como resinas vinílicas e, sobretudo, acrílicas em ambientes exteriores (Aguiar, 2005, Scarzella, 2005). De entre estas, destaca-se o conhecido *Primal AC33*, uma emulsão acrílica famosa no mundo da Conservação e Restauro de pintura mural artística para a consolidação de rebocos a cal com falta de adesão e coesão. Estes aditivos podem, porém, apresentar igualmente desvantagens. Tal como as gorduras animais, quando utilizados em concentrações elevadas, reduzem a permeabilidade ao vapor de água, conferem características hidrófugas e dotam as pinturas de propriedades fílmicas. Dependendo da percentagem em que são usadas podem, pois, causar situações patológicas semelhantes às provocadas pelas contemporâneas tintas plásticas (Gonçalves, 1999). Por isso, muitos especialistas defendem a utilização de caiações sem aditivos e buscam alternativas com base na selecção de materiais de elevada qualidade, redobrando o cuidado na sua elaboração e metodologia de aplicação (Aguiar, 2005).

Quadro 2.5: Aditivos ou adjuvantes tradicionalmente empregues em tintas de cal em Portugal: funções e potenciais reacções adversas (tabela adaptada de Ribeiro & Eusébio, 2002; Aguiar, 2005).

Aditivo	Função	Objectivos	Reacção adversa
Vinagre Vinho novo	Catalisadores de presa (durante a sua fermentação libertam CO_2)	Acelerar o endurecimento da tinta a cal através da catalisação da reacção de carbonatação da cal apagada (hidróxido de cálcio) com o dióxido de carbono presente na atmosfera.	–
Colas de origem animal e vegetal, sebo, ceras, proteínas de origem animal (sangue de bovinos, leite, queijo branco, ovos); óleos secativos (ex. óleo de linhaça e de noz).	Ligantes complementares	Aumentar a adesão da cal e/ou dos pigmentos ao substrato pictórico.	Podem aumentar o risco de ataque biológico em ambientes húmidos.
Figos secos Açúcar Óleo de linhaça Metilcelulose (a vulgar cola para papel de parede)	Retentores de água	Evitar a secagem demasiado rápida da tinta através da retenção da agua absorvida à superficie durante mais tempo	Podem aumentar o risco de ataque biológico. Não devem ser utilizados em ambientes húmidos ou em temperaturas muito baixas.
Tradicionalmente como molhantes são utilizadas substâncias com uma estrutura que contém uma parte polar e outra apolar, tais como sabões e detergentes, Por vezes, estes também podem assumir a função de dispersante.	Molhantes e dispersantes	Molhante: Diminuir a tensão interfacial entre o ligante e o pigmento, permitindo desta forma uma boa homogeneização. Dispersante: estabelecer forças repulsivas entre cada partícula de pigmento, estabilizando-a e evitando a sua agregação.	–

2.2.2. Técnica do fresco: diferenças e semelhanças com a pintura a cal

Ao contrário das caiações a cores, a pintura a fresco foi objecto de grandes desenvolvimentos teóricos e de extensas descrições históricas desde a Antiguidade (Mora & Philippot, 1993). Em Portugal, as suas qualidades eram particularmente apreciadas por Francisco de Holanda em *Da Pintura Antiga* (1548), que a realçava como uma arte muito estimada e honrada por pintores famosos antigos e modernos: "É uma pintura muito nobre e antiquíssima e não se sabe fazer em Spanha; dura muito tempo e é immortal" [75].

Passados três séculos, nos manuais de instrução profissional, continua a ser um género muito considerado embora já não tão efusivamente, como seria de esperar, não só pelo destaque dado à técnica a óleo, como pelo tipo de objectivos que nem sempre contemplavam a vertente artística. Só Francisco Liberato Telles (1898) na sua classificação das três classes de pintura decorativa a elevava à primeira categoria, por ele denominada de "sumptuosa". Para este autor os grandes trabalhos a fresco só tinham aplicação em edifícios de "primeira ordem", tais como igrejas, palácios e teatros, lamentando o decaimento que esta arte vinha a sofrer desde 1870, à medida que os melhores pintores iam falecendo.

Mas no que é consiste esta técnica e quais as suas principais diferenças com a pintura a cal ou caiação pigmentada?

Manuel Macedo, o Conservador do Museu Nacional das Belas Artes em 1886, fornece uma das explicações mais ilustrativas do que, até aos inícios do século XX, era o entendimento do processo e do fenómeno de fixação dos pigmentos.

> O fresco elabora-se por meio de tintas destemperadas ou dissolvidas em água, que se applicam sobre uma cama de cal e areias (o imboço) ainda enquanto húmida, e que, incorporando-se com ella e penetrando-a em certa profundidade, adquirem solidez e duração egual á do cimento que são destinadas a cobrir [76] .

Daqui se depreendem as duas diferenças para com a técnica da pintura a cal, que constam no método de preparação da tinta e, sobretudo, do momento da sua aplicação. A única fase que, na época, era desconhecida era a reacção química que fixava as partículas de pigmento. A presa de um fresco e sua resistência eram justificadas pela simples penetração dos pigmentos em profundidade na argamassa. Actualmente sabe-se que os pigmentos são incorporados numa matriz cristalina de carbonato de cálcio, formada pela reacção que ocorre

[75] Holanda, F., *Da Pintura Antiga*,(1548), Imprensa Nacional, Lisboa, 1983, p. 202.
[76] Macedo, M., *Desenho e Pintura*, David Corazzi Editor, Lisboa, 1886, p. 34.

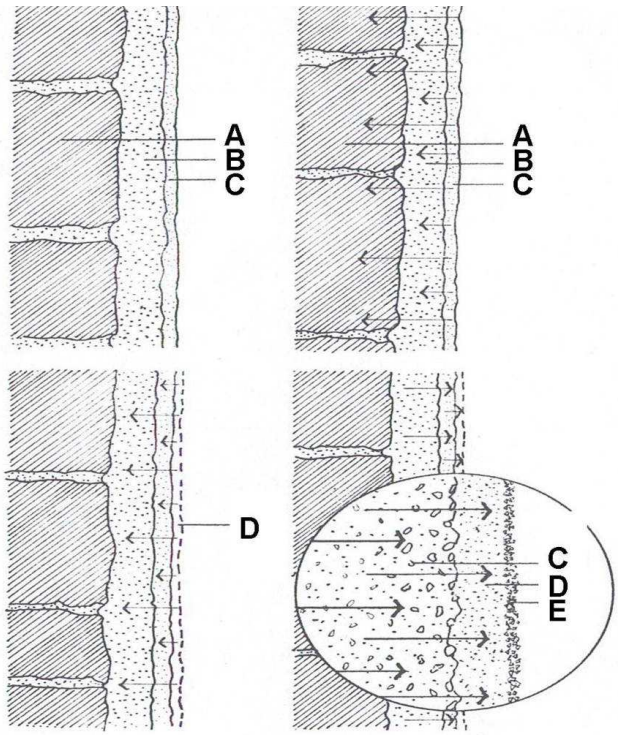
entre o hidróxido de cálcio presente na argamassa e o dióxido de carbono presente na atmosfera (Fig. 2.12). A reacção dá-se primeiro superfície e depois, gradualmente, ao longo da espessura do barramento (*intonaco*).

Os dois estratos - camada cromática e barramento- são distintos, apesar de poder haver um certo grau de contaminação nas suas interfaces (ver ponto 5.2).

Num fresco puro ou *buon fresco*, a água com que são misturados os pigmentos constitui simplesmente o meio de transporte. O ligante é o hidróxido de cálcio contido nas argamassas subjacentes que se transforma em carbonato de cálcio. A sua conhecida resistência é devida ao facto da matriz cristalina que fixa os pigmentos ser a mesma que dá coesão às argamassas, ao contrário do que acontece nas caiações pigmentadas ou pinturas a cal. Neste caso, como as pinturas são aplicadas num suporte já seco, o ligante será unicamente o hidróxido de cálcio em solução ou suspensão aquosa em que foram dissolvidos os pigmentos.

A pintura resultante é, consequentemente, mais frágil e mais susceptível a destacamentos ou a faltas de coesão quando sujeitas a condições atmosféricas adversas, sobretudo se não tiverem sido tomados os devidos cuidados na preparação ou na aplicação da tinta.

Em termos de terminologia técnica, a caiação a cor ou pintura a cal é uma das fórmulas típicas da pintura mural a seco. Quando é aplicada num suporte ainda



A: Suporte murário (alvenaria)

B: *Arricio* (ou reboco)

C: *Intonaco (*ou barramento) em inicio de secagem. A agua contida nas argamassa é absorvida por A e B, libertando os poros em superfície.

Esta é a fase mais propicia para a aplicação da tinta. Os pigmentos depositam-se à superfície enquanto que a água é absorvida pelo *intonaco*.

D. Camada cromática

E. Cristais de carbonato de cálcio

Após um intervalo de tempo variável conforme as estações e a espessura do *intonaco*, a água inicia o processo de evaporação, transportando consigo hidróxido de cálcio contido na argamassa. Inicia-se a reacção de carbonatação que dá origem ao estrato uniforme de carbonato de cálcio (D) que incorpora os pigmento e os fixa ao suporte.

Reacção de Carbonatação:

$$Ca(OH)_2\ aq) + CO_2\ (g) \rightarrow CaCo_3\ (s) + H_2O\ (g)$$

Fig. 2.12: Pintura a fresco: fenómenos físicos e químicos (fonte da imagem Boticelli, 1992.)

húmido, é utilizada a expressão "fresco a cal" para distinguir esta variante do clássico fresco puro ou *buon fresco*, descrito pelo tratadista italiano Cennini Cennino no séc. XV (Mora& Philippot, 1993). Na prática, é muito provável que as duas técnicas tenham sido utilizadas frequentemente em conjunto pois, como o excerto abaixo revela, nem sempre era feita essa distinção.

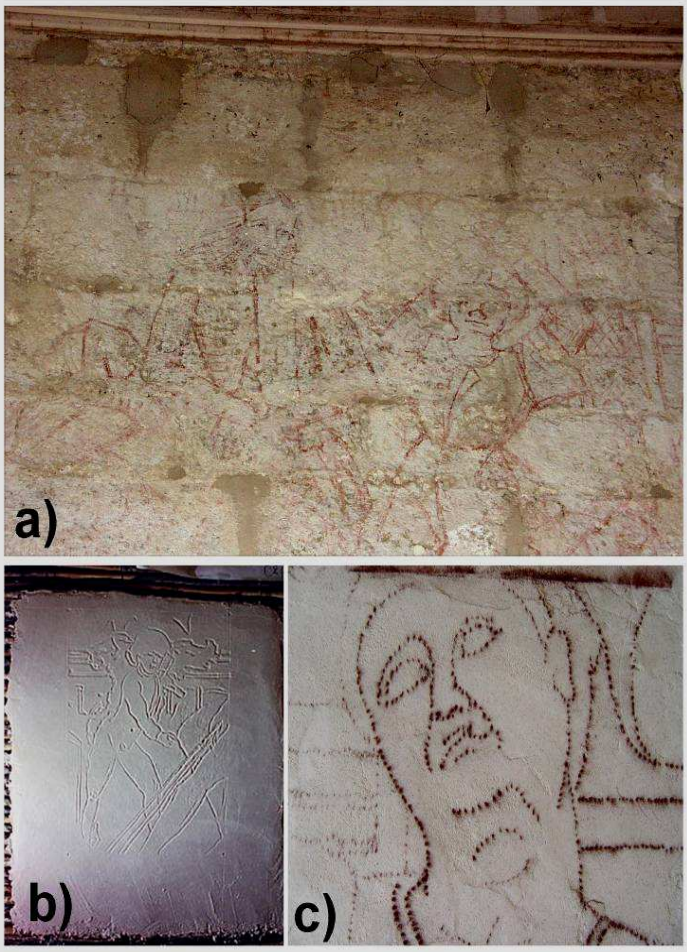


Fig. 2.13: Exemplo de *Sinópia* (a) e de duas técnicas de transposição do desenho preparatório: b) incisão indirecta e c) picotado ou estresido A *Sinópia* é o termo italiano reservado para os esboços gerais da composição efectuados na camada de argamassa mais interna (*arricio* ou reboco) ou até mesmo na parede como é o caso do existente na ermida de Nº Sr.ª dos Mártires, em Alcácer do Sal (a). Os desenhos preparatórios eram por sua vez executados na camada mais superficial (*intonaco* ou barramento) (cl. M.Gil 2003).

As cores usadas na pintura a fresco são sempre as terras naturais, que não são alteradas pela sua mistura com a cal, visto todas as cores serem adicionadas à água ou leite de cal [77].

Ao contrário das caiações, a pintura a fresco só podia ser desempenhada por um pintor especializado, conhecido por o *pintor frescante*, devido aos requisitos técnicos exigidos (Segurado, 1923; Correia, 1931). Esta deveria ser executada rapidamente sem hesitações antes que a argamassa secasse. Exigia assim um grande conhecimento de desenho e experiência de pintura pois não eram admissíveis retoques ou arrependimentos posteriores. O pedreiro só preparava a superfície necessária para a jornada do

[77] Segurado, J. E. dos Santos., *op. cit.*, 1923, p. 292.

pintor (*giornatas*) em cada dia de trabalho. Caso este não finalizasse a tarefa nesse intervalo de tempo, o reboco excedente teria que ser removido.

Os desenhos eram feitos, *a priori*, à escala natural e transpostos para a superfície do barramento (*intonaco*) por várias técnicas. Francisco Liberato Telles (1898), João Emílio Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931) mencionam duas: a do picotado ou estresido e a de incisão indirecta (Fig. 2.13 b e c).



Fig. 2.14: Vista geral do fresco seiscentista que decora o alpendre abobadado das chamadas "casas Pintadas" (centro histórico de Évora numa rua hoje designada de Vasco da Gama) (cl. M.Ribeiro 2008)

O pintor desenha o seu trabalho de acôrdo com o projecto feito, em tamanho natural, ôobre papel grosso, donde passará para a parede por meio de estresido, isto é, picando o papel e aplicando-lhe a boneca com pó de carvão ou sanguínea; pode ainda sujar a face oposta do papel com qualquer um daqueles pós, e percorrer depois o contôrno do desenho, com um estilete ou ponteiro, que irá deixar no induto da parede um traço meio sumido mas aparente, que servirá de guia ao pintor [78].

O esquisso com as linhas gerais da composição podia ser executado à mão livre e/ou com auxílio de linhas batidas directamente no primeiro estrato de argamassa mais grosseiro (o *arricio* ou reboco), ou ainda directamente na alvenaria com carvão ou com terra vermelha. (Fig. 2.13a).

A pintura era executada de cima para baixo e deveria ser estendida quando a superfície, já tendo iniciado o processo de carbonatação, se apresentava suficientemente coesa para que o

[78] Idem, *op. cit*., p. 292.

pincel não se prendesse na cal. Todas as tintas deveriam ser preparadas de antemão e em quantidade suficiente para um dia de trabalho. Tal como nas caiações a cores, as tonalidades finais eram influenciadas pela acção da cal e atenuadas pelo processo de carbonatação.

A técnica do fresco era reservada, sobretudo, para grandes programas decorativos, por vezes de elevado requinte artístico, em paredes interiores. No exterior são raras as menções, embora haja registos da existência no passado de pintura mural (de natureza não especificada) em igrejas e palácios portugueses (séc. XV-XVII)[79]. Os frescos das *Casas pintadas* em Évora constituem um dos raros exemplos sobreviventes (Fig. 2.14).

A pintura a cal constituiu, normalmente, um revestimento monocromático nos exteriores das edificações, embora na região do Alentejo existam também vestígios da utilização desta técnica em motivos decorativos (ver ponto 4.1).

2.2.3. Paleta dos caiadores e dos pintores *frescantes*: materiais e utensílios de pintura

Até ao aparecimento das primeiras fábricas de tintas na Europa no final do século XVIII e na centúria seguinte em Portugal, a técnica de elaboração de uma tinta exigia conhecimentos específicos e um longo trabalho prévio de preparação (Brito, 1961). Esta tarefa era desempenhada pelos aprendizes sob a orientação do pintor, ao qual cabia a escolha das matérias a usar consoante o género de pintura e o estudo das misturas passíveis de serem realizadas (Liberato Telles, 1898). De entre os vários materiais pictóricos disponíveis comercialmente para as pinturas das construções civil, a paleta do pintor *frescante* e a do caiador era a mais limitada, devido à natureza básica da cal. Esta era, maioritariamente, constituída por óxidos de ferro puros ou por ocres ou outros pigmentos terra que podiam ser adquiridos no comércio sob a designação de "tintas" ou "côres em pó"[80]. É a eles que esta secção se dedica. Quanto aos restantes pigmentos inorgânicos, empregues na pintura a fresco ou a cal (ex. carbonatos básicos de cobre e pigmentos sintéticos) serão tratados ao longo dos capítulos subsequentes.

[79] O historiador de arte Luís Urbano Afonso (FLUL) tem vindo a lançar algumas hipóteses. Segundo ele, para além da pintura mural a fresco das *Casas pintadas* em Évora, existiram igualmente exemplos deste ramo da produção artística, realizados entre 1431-1550, na Sé de Braga, Hospital de Mértola, Universidade de Lisboa, Palácio de Sintra, Charola do Convento de Cristo em Tomar. Estas foram as conclusões de uma comunicação, intitulada *Á luz do sol: pinturas murais de exterior em igrejas e palácios portugueses (sécs. XV-XVI)*, apresentada no Workshop *Os Revestimentos e as Cores da Cidade Histórica*, organizado pela Fundação Eugénio de Almeida, Évora, 28 de Março 2008.

[80] Cfr. Leitão, L., *op. cit.*, 1896, p. 9 e 134; Segurado, J.E. dos Santos, 1923, pp. 197 a 199; Liberato Telles, F., 1898, p. 3; Correia, C. A., *Pinturas e Fingidos*, Livraria Editora, 1931, p. 16.



Fig. 2.15: Mostruário de alguns dos pigmentos inorgânicos (naturais e sintéticos) e corantes disponíveis para as pinturas da construção civil, publicado por Augusto Leitão no *Curso Elementar de Construções* (1896) (fonte de imagem Pereira, 1994).

No mostruário de cores publicado por Luís Augusto Leitão em 1896, a par dos pigmentos[81] também é feita referência a uma tonalidade obtida com o corante anil[82] (Fig.2.15). Embora estes não estejam incluídos no estudo, não se pode deixar de mencionar que, com o passar dos anos, os corantes foram ocupando um espaço cada vez maior no mundo das tintas poliméricas, de tal forma que, em 1961, segundo Adalberto de Campos Brito, já faziam uma forte concorrência aos pigmentos inorgânicos (Brito, 1961).

Muitas das tintas de água ou de emulsão, cujo aparecimento e rápida adopção nas pinturas exteriores das edificações acarretaram o abandono da tradição da pintura a cal, apresentam corantes (ou pigmentos orgânicos[82]) na sua composição.

2.2.3.1. Definição de terras coradas e ocres

De modo simples, por terras podem entender-se as substâncias de natureza

[81] Entende-se por pigmentos, "as substâncias sólidas, em geral finamente divididas, praticamente insolúveis no veículo (ligante), usadas na preparação das tintas com fim de lhes conferir cor e opacidade ou certas características especiais" (NP-41, 1982, p. 5).

[82] São normalmente apelidados de corantes, "os compostos orgânicos, solúveis, que não conferem opacidade às tintas e que possuem uma fraca resistência à radiação e calor". Em 1913, aparecem os primeiros pigmentos orgânicos ao verificar-se que os fosfo-tungstatos dos corantes básicos eram insolúveis na água e que tinham um a resistência apreciável à luz. A partir desse momento, o seu desenvolvimento no mundo das tintas nunca parou, chegando a suplantar as lacas tradicionalmente usadas. Entre estas é de mencionar a laca azul, que segundo os autores João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1930) era constituída por cal e anil. Em 1934 e segundo Brito (1961), a descoberta das ftalocianinas inaugura uma nova era visto a sua resistência aos agentes atmosféricos ser superior à dos outros pigmentos conhecidos. (Brito, A.C., *op. cit.,* 1961, p. 27, Segurado, J.E. dos Santos, *op. cit,* 1923, p. 208 e Correia, C.A., *op. cit.*, 1931, p. 19)

inorgânica provenientes da alteração e desagregação de rochas de composição mineralógica variada[83]. Dependendo da profundidade a que foram extraídas ou do tipo de processamento a que foram sujeitas, poderão conter, ou não, resíduos de matéria orgânica.

As terras coradas, apelidadas" terras corantes" em Portugal até cerca de 1960, encontram-se entre as primeiras matérias-primas naturais utilizadas pelo homem como pigmentos. Entre estas são de destacar, pela abundância na crosta terrestre e pela variedade e quantidade das tintas produzidas desde a Pré-história, as que possuem um composto de ferro como principal cromóforo, em geral um óxido (ex. hematite) ou um hidróxido (ex. goetite) (Delamare, 1999, Eaustaught e al, 2004).

Do termo grego *okhros*, amarelo, derivou o apelido genérico de ocre, pelo qual, são mundialmente conhecidas as várias nuances de terras que vão do amarelo ao vermelho passando pelos tons intermédios de laranja. A estes ocres, juntam-se outros pigmentos terra à base de óxido de ferro negro e/ou dióxido de manganês (ex. as terras pretas, as sombras e as terras de siena) ou à base de minerais argilosos (ex. da celedonite e glauconite nas terras verdes).

Para alguns autores, é a presença de dióxido de manganês que marca a passagem, em termos de terminologia, entre um ocre e um pigmento terra (Delamare, 1999, Eaustaught e al, 2004), embora, na natureza, este mineral esteja, frequentemente, presente na composição dos ocres vermelhos e amarelos ou nas suas misturas de que resultam várias nuances acastanhadas (ver ponto 5.3 e 5.4).

Da composição dos ocres e outros pigmentos terra fazem parte diversos minerais, associados em proporções variáveis, de que se realçam os óxidos e hidróxidos de ferro, o quartzo e os minerais de argila, os quais são essencialmente filossilicatos[84] compostos na sua essência por sílica, alumina e água (Brandão, 1991) (Quadro 2.6.)

---

[83] Esta definição de terras mencionada num manual didáctico de mineralogia em 1884, é actualmente obsoleta no âmbito da geologia e ciências relacionadas, sendo o termo genérico de solos o que actualmente mais se aproxima desta descrição. Nesta pesquisa, optou-se, contudo, por manter a expressão mais antiga e por fazer somente uma chamada de atenção pelo facto de esta ser correntemente citada em fontes documentais históricas. Por outro lado, no campo das Artes e da Conservação e Restauro, os termos terras coradas e pigmentos terra continuam em uso. (*Mineralogia*, Biblioteca do Povo e das Escolas, 2º edição, David Corazzi Editor, Lisboa, 1884, p. 62).

[84] Todos os silicatos são formados pelo empilhamento mais ou menos complexo de uma unidade básica constituída por um ião de silício (Si^{4+}) que coordena quatro iões de oxigénio (O^{2-}), numa disposição tetraédrica. De modo a garantir a estabilidade eléctrica, este tetraedro liga-se a catiões metálicos ou a outros tetraedros partilhando um número variável de iões de oxigénio. Das várias configurações possíveis, os filossilicatos são os que apresentam uma estrutura em folha $(Si_4O^{10})n^{4n-}$, ou seja, três dos vértices de cada tetraedro estão partilhados, originando uma forte ligação no plano. Os catiões asseguram a manutenção global do empilhamento. Como tal, estes minerais apresentam um hábito lamelar e uma clivagem fácil. (Brandão, J., *Geologia*, Texto editora, Lisboa, 1991, pp. 87-89)

Ocre. Derivase do Grego Ochra. He hú barro amarelo, leve, & friavel, que se acha em minas de cobre,&chumbo. Não tem em si metal algum, mas ferve de fundir metaes asperos, & mal digestos: Também serve aos Pintores. As cores que se moem com agua de goma, fem mais purificação, são ocre claro: ocre se escurece com lacra, ou com ocre escuro & se realça com ouro. O ocre artificial dos Chimicos se faz de chumbo com fogo violento. Tem o ocre virtude caustica, faz evaporar as inflamações, & reprime a carne demasiado crescida. Ochra, Fem.plur. Querem alguns que ocre se chame em Latim Sil, mas he outro mineral, cuja cor se parece com a do ocre" [85] (1820).

Ocre ou Ochre, s.m. do grego okhros, amarello, (pin) barro ou substância argilosa que por effeito do oxydo de ferro apresenta varias côres, principalmente o amarello claro e escuro de que se faz uso na pint. F. Nunes, art da pint. Pag.63" (1875) [86].

Almagre, s.m., almagra, s.f ou almagro (do ár. Al-amgra, terra vermelha), s.m. Variedade de argila vermelha, também chamada bolo-arménio, que se emprega em pinturas grosseiras e em vários usos industriais" (1945) [87].

Ocre. sm. (Do lat. ochra):1.Argila composta essencialmente por oxidos de ferro, de coloração amarela e utilizada como pigmentos em pintura.≈ oca, ocra; 2. Tinta fabricada com esse pigmento; 3. Cor amarela dessa argila, tom de amarelo que resulta da combinação desta com uma pequena quantidade de castanho. Usa-se muito o ocre nas fachadas típicas de Lisboa. Ocre.adj.m.e f. Que é de um amarelo ligeiramente acastanhado. Tom ocre." (2001) [88].

Apesar das divergências que apresentam a maioria das definições históricas de ocres e almagres (sinónimo de ocres vermelhos), de que supra se citam quatro exemplos, todas elas realçam a natureza argilosa destes materiais[89]. É de realçar que a definição de ocre ainda hoje

[85]Bluteau, R., *Vocabulário Portuguez & Latino, áulico, anatómico, architectonico oferecido a El-Rey Dom João V*, Officina de Pascoal da Sylva, Lisboa, 1820, p. 36.
[86]Vieira, Fr. D., *Grande Diccionario Portuguez, Tesouro da Língua Portuguesa*, Editores Ernesto Chardron e Batholomeo H. de Moraes, Porto, 1873, p. 524.
[87] Rodrigues, F. de Assis., *Diccionario Technico e Histórico de Pintura, Esculptura, Architectura e Gravura*, Imprensa Nacional, Lisboa , 1875, p. 63.
[88] *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea da Academia das Ciências de Lisboa*, Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Verbo, Lisboa, 2001, p. 2645.
[89] Cfr. *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, Vol. XIX, Editorial Enciclopédia, Limitada, Lisboa, Rio de Janeiro, 1945, p. 174; Bívar, A., Machado, G.J., *Dicionário Geral e analógico da Língua Portuguesa*, Vol. I, Ouro, imp, Porto (1948), p. 157; Machado, *P.* (coord), *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, Vol. VIII, Amigo dos Livros, Editores, Lisboa (1981), p. 80; Figueiredo, C., *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, Vol. IV, Bertrand Editora, Lisboa 1996.
O termo terras coradas, ainda hoje, encontra-se, muitas vezes, associado aos termos "argilas ou barros" na linguagem corrente e em textos de geologia didácticos, consultados desde os finais do século XIX . Este facto é facilmente entendível, pois as argilas são um dos principais componentes dos solos sendo definidas como "materiais terrosos, naturais, constituídos por componentes de grão muito fino (< 1/256 mm), entre os quais se

suscita alguma polémica não havendo uma concordância universal. Em França, por exemplo, alguns especialistas só reconhecem como ocre verdadeiro, o que é composto por caulinite, por goetite e por quartzo (Mutzig, 1999). A partir deste, por calcinação se obtém a gama dos vermelhos. Os pigmentos que não preenchem estes requisitos são simplesmente apelidados de terras coradas (Mutzig, 1999). Em Portugal, na ausência de definições rigorosas, as terras coradas em bruto ou processadas de composição variada, foram e continuam a ser genericamente apelidadas de ocres ou, consoante a tonalidade predominante, de ocres, occas ou ocras (os amarelos) e almagres (os vermelhos).

Quadro 2.6: Terras coradas e óxidos sintéticos. Principais minerais cromóforos e minerais associados. Em termos de nomenclatura, foram considerados pigmentos naturais, as terras coradas em estado bruto ou com algum tipo de processamento (ex. lavagem, peneiração, moagem, calcinação) e pigmentos sintéticos quando foram obtidos por reacções químicas em laboratório (quadro readaptado de Velho, 2005).

Terras coradas e óxidos sintéticos					
Amarelas		Vermelhos		Castanhos	
Minerais cromóforos		**Minerais cromóforos**		**Minerais cromóforos**	
Pigmentos Naturais	Pigmentos sintéticos	Pigmentos Naturais	Pigmentos sintéticos	Pigmentos Naturais	Pigmentos sintéticos
Goetite (α-FeOOH) **Lepidocrocite** (γ- FeOOH) **Limonite** (mistura complexa de óxidos e hidróxidos de ferro com minerais argilosos e outros compostos amorfos) **Jarosite** (mineral de argila de formula $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$)	**Goetite**	**Hematite** (α-Fe_2O_3) **Hematite** (por calcinação da goetite) **Hematite** + **Goetite**	**Hematite**	**Goetite + Dióxido de manganês** (MnO_2) **Goetite +Hematite + Dióxido de manganês** **Goetite** (calcinação) **Limonite**	Misturas de **hematite, goetite e magnetite** (Fe_3O_4) **Hematite-Magnetite co-precipitados** **Maghemite** (γ -Fe_2O_3)
Minerais associados		**Minerais associados**		**Minerais associados**	
Quartzo, silicatos (micas, felspatos), carbonatos, sulfatos, minerais de argila (ex. caulinite, montmorilonite, etc)	–	Quartzo, silicatos (micas, felspatos), carbonatos, sulfatos, minerais de argila (ex. caulinite, montmorilonite, etc)	–	Quartzo, silicatos (micas, felspatos), carbonatos, sulfatos,minerais de argila (ex. caulinite, montmorilonite, etc)	–
Laranjas					
Misturas de **goetite e hematite** (proporções variáveis)					

Os óxidos e hidróxidos de ferro naturais puros (ex. goetite e hematite), por serem privados da componente argilosa que é característica das terras coradas, não deviam, em rigor, entrar nesta categoria. Trata-se, no entanto, de uma distinção somente teórica, visto poderem existir vários graus intermédios entre uma terra verdadeira e um óxido ou hidróxido de ferro puro (Scarzella & Natale, 1898).

destacam os minerais argilosos" (Velho, J.L, *Mineralogia Industrial: princípios e aplicações*, LIDEL Edições técnicas, Lousã, 2005, p. 40 e Brandão, J., *op. cit.*,1991, p. 287).

Note-se ainda que, até cerca da década de setenta do século XX, a maior parte dos manuais didácticos de mineralogia e geologia atribuía à limonite e não à goetite, a coloração amarela ou amarela acastanhada dos solos e formações rochosas[90]. Numa descrição de 1884, eram inclusivamente indicadas as propriedades necessárias para a sua utilização como tinta.

> (…) [limonite] quando terrosa, anda juncta com a argila; e se tem grão fino e boa cor amarella, recebe o nome particular de ochra, sendo então empregada como matéria corante em certas pinturas[91].

No geral, a limonite era identificada como um mineral, à base de óxido de ferro hidratado ($2Fe_2O_3 + 3H_2O$). No final da década de setenta, Galopim de Carvalho (1979) esclarece que esta substância corresponde simplesmente a uma mistura natural complexa, que não é nem amorfa nem constitui uma espécie mineral, composta por vários óxidos e hidróxidos de ferro e minerais de argila. Actualmente, no âmbito da geologia e mineralogia, o termo limonite, assim como o de terras, são considerados obsoletos tendo apenas validade histórica (Cornell & Schwertman, 2003).

O ferro é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre e o principal responsável pela diversidade de cores existentes em rochas e nos solos, consoante o tipo de ligação que estabelece com os átomos de oxigénio e hidroxilos (Fe-O ou Fe-OH) (Estaugh e al, 2004; Hadril e al, 2003) e pelas variações no arranjo da estrutura cristalina (Cornell & Schwertman, 2003). Nas terras coradas à base de óxidos e hidróxidos de ferro, este elemento encontra-se na sua forma mais estável que é o de máxima oxidação (Fe^{3+}). A génese destes minerais encontra-se, em geral, associada a ambientes superficiais mais ou menos oxidantes, ligados geologicamente a fenómenos de alteração de rochas sedimentares e metamórficas[92] ou de meteorização de mineralizações ricas em ferro (Carvalho Cardoso, 1965; Abreu, 1986; Scarzella & Natale, 1989; Cornell & Schwertman, 2003; Eastaugh e al, 2004) . Na Fig. 2.16 são apresentados alguns dos processos que ocorrem na natureza e que levam à formação dos mais comuns óxidos e hidróxidos de ferro.

---

[90] Cfr. Carvalho, A.F., Moura, M.F. de, *Curso elementar de Mineralogia*, 2ª ed., Propriedade e edição dos autores, Livraria depositária Moura Marques & filho, Coimbra, 1928, p. 148; Moura, M. Ferreira de, *Curso Elementar de mineralogia*, Coimbra, 1930, p. 60; Faria, M. de Oliveira, *Compêndio de Mineralogia e Geologia para o 2º ciclo liceal.* 3ª Edição, Gráfica Maiadouro, Lisboa, 1971, pp. 68 e 69.

[91] *Mineralogia*, *op. cit.*, 1884, p. 62.

[92] Chama-se rochas sedimentares às formadas pela deposição de sedimentos e sua gradual compressão pelos agentes atmosféricos. As rochas metamórficas são as que, originadas a partir de rochas ígneas ou sedimentares, sofrem modificações mineralógicas e químicas acentuadas por fenómenos de temperaturas e pressão elevadas. As rochas ígneas ou magmáticas são resultantes da consolidação de magma (Galopim de Carvalho, A.M., *Ciências Naturais*, Vol. II, Editorial do Ministério da Educação, 1979).

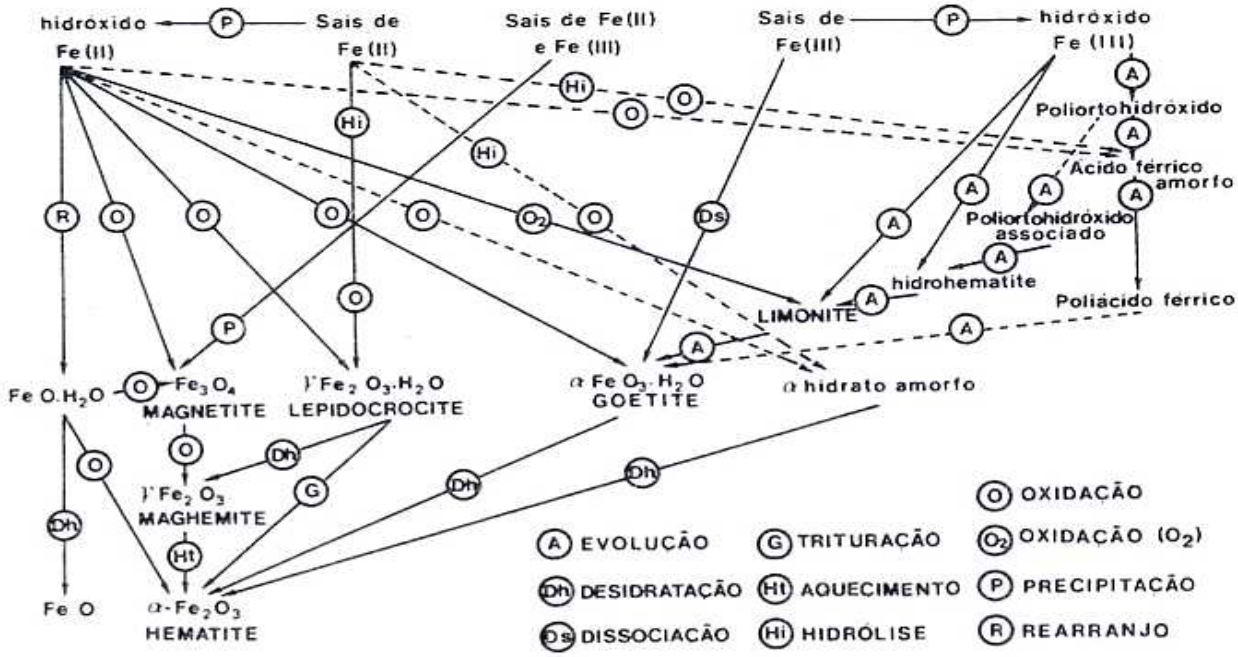


Fig. 2.16: Relação entre os óxidos e hidróxidos de ferro. Este é dos primeiros diagramas elaborados em informação de índole experimental por *Welo e Baudisch* em 1934, em que a limonite ainda é mencionada (fonte da imagem Abreu, 1986).

Os fenómenos naturais que levam à formação destes minerais e, consequentemente, dos ocres e dos restantes pigmentos terra são complexos, ocorrendo em condições climáticas e ao longo de idades geológicas diferenciadas. Em Portugal, o estudo da génese de pigmentos terra ainda está aparentemente por aprofundar, visto que os objectivos dos estudos de geologia e das ciências dos solos se encontram mais vocacionados para outras aplicações industriais (e.g. indústria metalúrgica, agricultura, cerâmica e vidro, telhas, tijolos, etc.)[93].

No âmbito desta pesquisa importa reter que existem vários ambientes onde estes materiais podem ocorrer (Fig. 2.17 e 2.18). Nas zonas litorais ou de antigos litorais os óxidos e hidróxidos de ferro podem aparecer facilmente associados a rochas arenitícas (ex. areias e arenitos) ou na composição de rochas ferríferas resultantes da precipitação do ferro em meio marinho sob a forma de óxidos e hidróxidos, de carbonatos e até de silicatos de ferro (Galopim de Carvalho, 1979).

[93] Cfr. autores como, Velho, 2005; Grade & Casal Moura, 1983 e 1985; Moreira, 1991; Pereira, 1991 e Mira, 1991.

Na *facies* continental, entre as formações que podem estar na génese de pigmentos terra encontram-se as rochas carbonatadas e as argilosas, ou os produtos da sua meteorização, que formam duas conhecidas famílias de solos: Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de materiais calcários e não calcários (Carvalho Cardoso, 1965). É de mencionar que a famosa "*Terra rossa*", produto da meteorização de rochas carbonatadas, pertence à primeira família (Carvalho Cardoso, 1965; Abreu, 1986).

Os lateritos são outro tipo de formações ferríferas adequadas para a produção de ocres (Eastaugh, 2004). A sua mineralogia é dominada por óxidos e hidróxidos de ferro (goetite e hematite) associados geralmente a hidróxidos de alumínio (ex. gibsite) de manganês, de titânio e minerais de argila (ex. caolinite e esmetite) (Costa, 1991). Quando a presença de hidróxidos de alumínio é predominante, a rocha é então designada bauxito (Galopim de Carvalho, 1979; Costa, 1991). Estas formações superficiais ou subsuperficiais ferruginosas

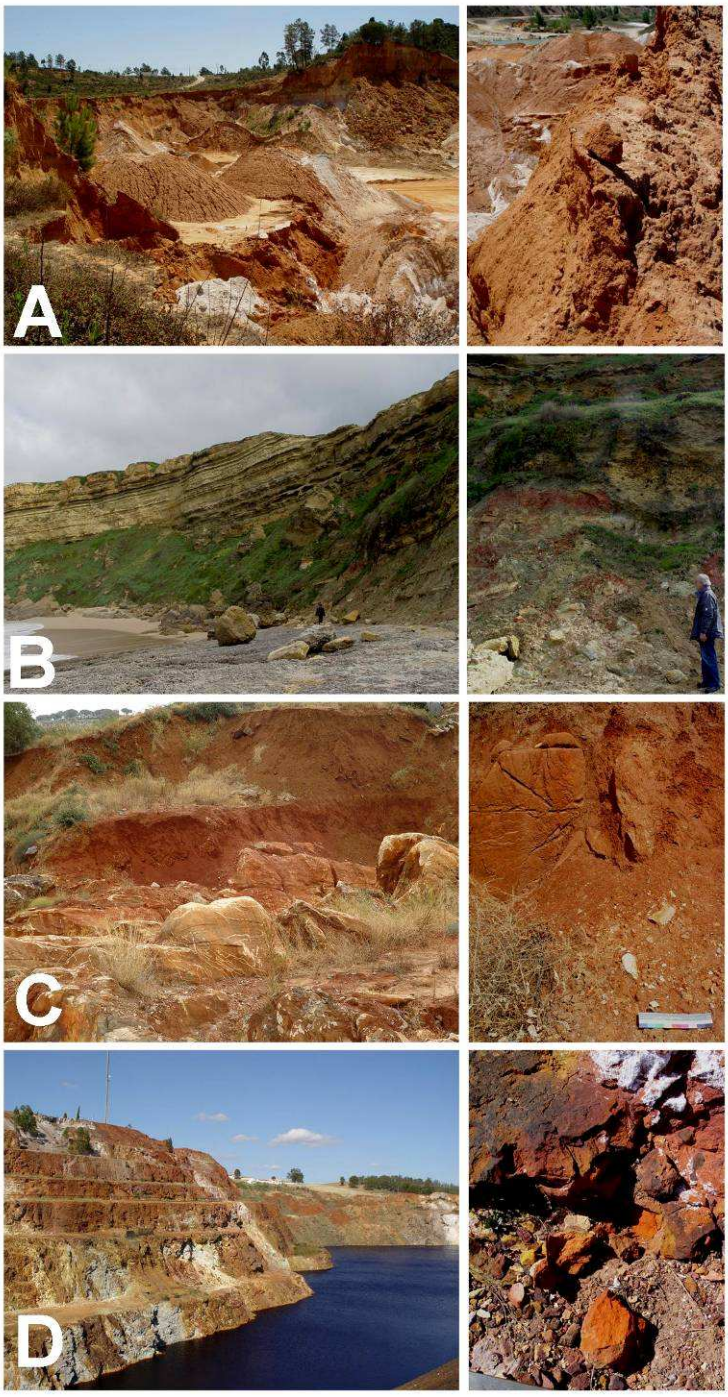


Fig. 2.17: Exemplos de ambientes geológicos em Portugal com ocorrência óxidos e hidróxidos de ferro: A) areias e arenitos ocráceas em Coina, B)carbonatos de ferro vermelhos e amarelos (praia da foz, Setúbal); C) *terras rossas* (pedreira de mármores, Vila Viçosa) e D) mineralizações ricas em ferro (Mina de S. Domingos, Mértola) (cl. M.Gil 2007).

endurecidas são características de regiões tropicais ou subtropicais (Fig.2.18).

A sua presença numa região onde o clima é actualmente mais ameno, indica que a sua formação ocorreu em épocas geológicas passadas (Galopim de Carvalho, 1979). Em Portugal, em especial no final do terceário[94] e no quaternário[47], e de acordo com Galopim de Carvalho (1979), houve condições propícias para este tipo formações, podendo-se encontrar exemplos em vastas superfícies aplanadas de Marmelar (Vidigueira), na faixa planática litoral a Sul de Santiago do Cacém ou no cimo aplanado de Chão do Rei (Abrantes).



Fig. 2.18: Jazida de tijolos de laterito (cl. W. Schellmann). (Fonte da imagem www.dicionario.pro.br/dicionário/índex.php/Laterita)

As couraças ou chapéus ferruginosos vulgarmente associadas a alteração superficial de sulfuretos[95] são outra das possíveis fontes geológicas de terras coradas tal como se verá nos capítulos seguintes, sendo uma das características predominantes da denominada Faixa Piritosa Ibérica.

As terras ricas em óxidos e hidróxidos de ferro são quimicamente muito estáveis, tendo, por isso, sido utilizadas em todos os géneros de pintura (ex. a água, a têmpera e a óleo). A maior parte dos autores dos manuais práticos das pinturas e acabamentos da construção civil, do final do século XIX e início do XX, enaltecem as suas propriedades, descrevendo-as como "cores fixas ou sólidas" que não se alteravam em contacto com outras e "resistem bem às intempéries e às emanações sulfurosas"[96] (Leitão, 1896; Fleury, 1903; Segurado, 1923; Correia, 1931). Entre as mais citadas, encontravam-se os ocres amarelos, que eram tanto mais finos quanto maior fosse o grau de lavagem a que tivessem sido submetidos e os almagres, ou

[94] O Terciário é o intervalo de tempo geológico compreendido entre os 66,4 e os 1.6 milhões de anos. È o primeiro dos dois períodos da Era Cenozóica. O segundo é o Quaternário que constitui o mais novo dos 11 periodos da história da Terra. Teve início há 1,6 milhões de anos e prolonga-se até aos dias de hoje ('Terciario' in *Infopédia*, Porto Editora, 2003-2009, http://www.infopedia.pt/$terciario (acesso em 2009-04-11).

[95] Os sulfuretos formam uma das classes de minerais mais importante visto incluir a maioria dos minerais com interesse industrial. A formula geral para os sulfuretos é X_mZ_n em que X representa um elemento metálico e o Z o enxofre. Exemplos de sulfuretos: pirite (Fe_2S_2), calcopirite ($CuFe_2S_2$), pirrotite ($Fe_{1-x}S$), galena (PbS), blenda (ZnS) ou mibdenite (MoS_2) (Brilha, J., *Apontamentos da Cadeira Materiais e Recursos Geológicos*, Licenciatura em Biologia Aplicada e Licenciatura em Geografia e Planeamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (2006-2007)).

[96] Segurado, J.E dos Santos, *op. cit*., 1923, p. 203.

ocres vermelhos. Estes podiam ser naturais ou obterem-se pela calcinação de ocres amarelos, dando origem a "*almagres com diversos tons mais ou menos carregados*"[97]. Na figura 2.19, podem ver-se algumas designações de ocres disponíveis no comércio de Lisboa (ex. almagre Francês e Inglês e cinopla) e preços correspondentes em 1757,1880 e 1896.

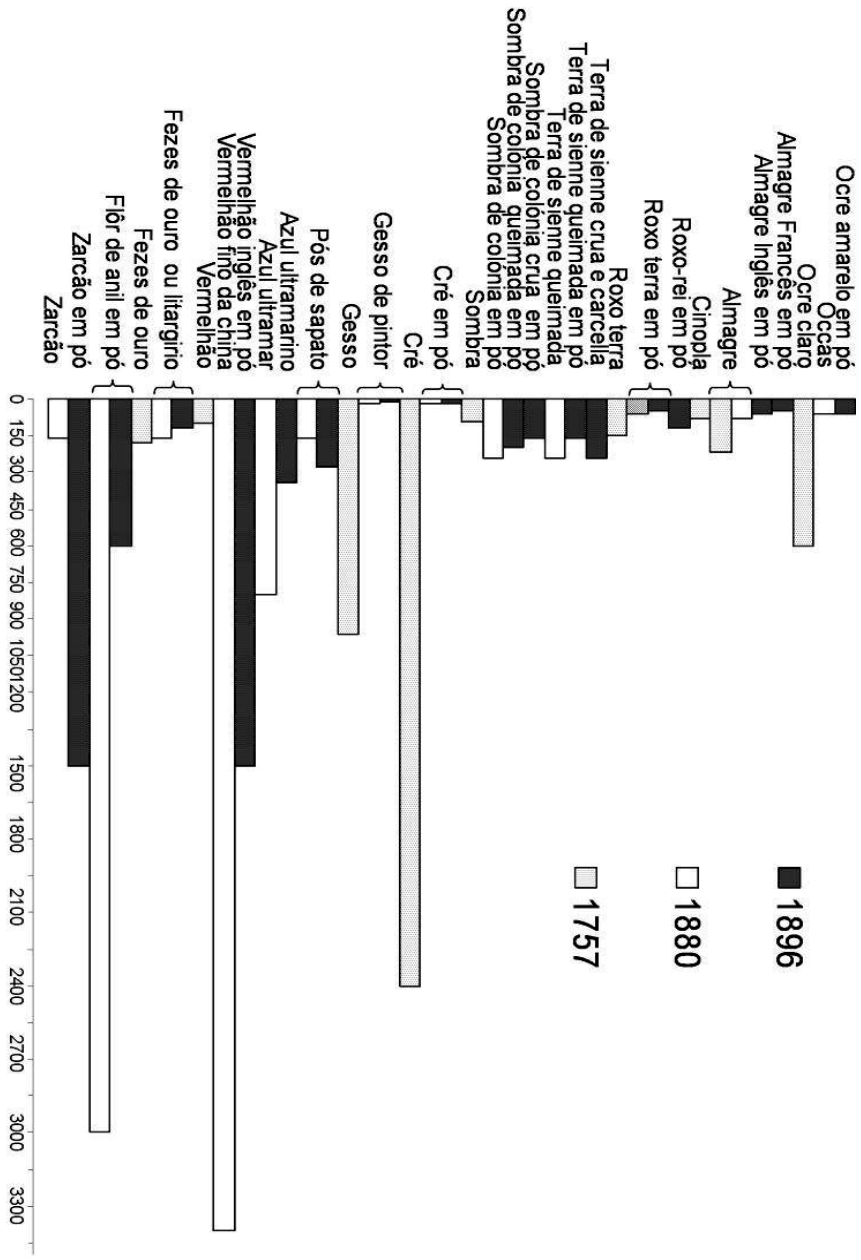


Fig. 2.19: Relação de preços de alguns pigmentos inorgânicos disponíveis no comércio em 1757, 1880 e 1896 (Cohen, 1880 e 1896; Serrão, 2006)

[97] Ibidem.

Na categoria dos ocres, era igualmente incluído o "vermelho da Prússia", uma variedade de almagre de cor viva segundo João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931).

As cores castanhas e castanhas avermelhadas eram dadas por ocres naturais de cor escura ou pela calcinação mais ou menos prolongada de ocres amarelos, através dos quais se podiam obter " a cor castanha em diversos tons e ainda alguns tons roxos, como o roxo-rei e o roxo-terra" [98]. A estas juntavam-se ainda a *terra de Úmbria* ou *terra de sombra* que, na opinião de João Emílio dos Santos Segurado (1923), "quando natural, é de uso restrito em pintura, empregando-se geralmente misturada a outras cores. Calcinada ou queimada tem um tom quente, muito apreciado na pintura, porque cobre muito bem e é inalterável"[99].

A terra de *sienna* natural dava tons quentes "muito agradáveis" quando misturada com pigmentos brancos (Segurado, 1923; Correia, 1931). Para o pintor Paul Fleury (1903) era uma "cor bella, também da origem do ocre, mas muito mais fina de tom que os ocres ordinários"[100].

Este pigmento "cru" possui uma coloração castanho-amarelado, quando calcinado passa a castanho-avermelhado. Em Portugal, e segundo Emílio dos Santos Segurado (1923), estas duas variedades eram muito usadas quer na pintura a cola quer a óleo, sendo muito apreciadas na decoração. A terra de *Cassel* ou *Cassela* era um pigmento semelhante às precedentes mas de cor castanho "sujo", sendo usado sobretudo na arte dos fingidos (Segurado, 1923; Correia, 1931).

Sob que forma estes pigmentos podiam ser adquiridos no mercado nacional e internacional, o pintor Paul Fleury é o único que se refere à presença de ocres em pó ou já moídos em óleo ou em água. Os autores portugueses Luís Augusto Leitão (1896), Emílio do Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931) fazem, pelo contrário, uma menção genérica à venda de pigmentos inorgânicos sob a forma de pedra, em pó ou em pastas já prontas para emprego imediato. Para o pintor, contudo, não era indiferente o estado em que os pigmentos se encontravam, pela maior ou menor facilidade que havia em falsificar a sua qualidade:

> (…) e ainda a terra de Itália, cor lindíssima e muito rara, pelo menos a verdadeira, o que não impede que a vendam em quantidade, porque facilmente se baptiza com um bello nome, uma infecta mercadoria [101].

[98] Idem, *op, cit.*, p. 208
[99] Idem, *op, cit.*,p. 203.
[100] Fleury, P., *op. cit*, 1903, p. 27
[101] Idem, *op. cit.*, p. 26 e 27.

Tal como este excerto da autoria de Paul Fleury exemplifica, a prática da falsificação deveria ser de tal forma comum, que era necessário fazer advertências nos manuais da profissão.

> Antigamente os pintores moíam todas as tintas, isto é desfaziam-nas no óleo, na água ou na cola, trabalho longo de que se encarregavam os serventes. Vieram depois as tintas em pó, fáceis de empregar, mas muito fáceis também de falsificar com outros pós de menor preço, que não lhes prejudicando a aparência, davam na aplicação mau resultado, cobrindo mal e não dando os tons com que se contavam [102] .

Já na segunda metade do século XX, o engenheiro Adalberto de Campos Brito (1961) no seu estudo sobre a Indústria de tintas e vernizes, alerta para a mesma situação. Segundo este autor os pigmentos puros são raramente empregues, sendo no geral adicionadas substâncias que diminuem o seu poder pigmentante, permitindo a obtenção de produtos com preço mais acessível mas de menor qualidade. A essas substâncias dá-se ainda hoje o nome de "cargas", "pigmentos não obliterantes ou auxiliares" (Corte Real (a), 1991). Contudo, estas cargas quando correctamente escolhidas e adicionadas nas proporções certas têm a função de melhorar a suspensão das partículas de pigmento, fortalecer a coesão mecânica dum filme de tinta e/ou melhorar as suas características de aplicação e de durabilidade face aos agentes atmosféricos. As principais cargas usadas em 1961 no fabrico de tintas eram a barita, a cré, o gesso, o talco e o caolino (Brito, 1961). Algumas encontram-se também entre os produtos utilizados para adulterações nos tratados do final do século XX e início do XX, tendo sido igualmente detectadas em certos pigmentos naturais e sintéticos actuais (ex. do carbonato de cálcio, ver ponto 5.5.).

Para finalizar, nos manuais práticos de acabamentos e pintura analisados, não foram encontradas referências à proveniência dos pigmentos disponíveis no comércio. Só Francisco Liberato Telles (1898) alude à sua importação.

> A Industria de todos os paizes fornecia as tintas ao commercio em larga escala, quer preparadas quer por preparar, e com relação à sua escolha é ao pintor que pertence faze-la, empregando as que bem conhece e estudando com elas os diferentes tons que se podem produzir (…)[103].

[102] Segurado, J.E. dos Santos., *op. cit.* 1923, p. 198.
[103] Liberato Telles, F., *op. cit.*,1898, p. 4.



Capítulo 3

Matéria-prima para pintura em Portugal



Capítulo 3
Matéria-prima para pintura em Portugal, 73

3.1. Recursos minerais em Portugal e nas ex-colónias segundo fontes documentais do século XVIII ao XX, ***75***

3.1.1. Ocres e outros pigmentos terra, 75

3.1.1.1. Inventários dos recursos naturais em Portugal no século XVIII, 76

3.1.1.2. Catálogos de Exposições Universais e de Indústrias Fabris do final do século XIX ao início do XX, 85

3.1.1.3. Manuais de Mineralogia e Boletins da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos do final do século XIX até à segunda metade do XX, 90

3.1.1.4. Estudos para a Indústria da Cerâmica do século XX, 98

3.1.2. Carbonatos básicos de cobre e o *Azul de Aljustrel*, 102

3.2. Processo de extracção de ocres e almagres, ***108***

3.2.1. Pedreiras de ocre e almagre: *Lavradio* e *Picotas*, 108

3.2.1.2. Aproveitamento dos minerais à base de Fe (III) na legislação entre 1894 e 1940, 109

3.2.1.2. Trabalho de lavra, 112

3.3. Manufactura de pigmentos terra e óxidos de ferro: as indústrias de "terras corantes" entre 1938 e 1947, ***117***

3.4. O Comércio de pigmentos inorgânicos dentro e fora de Portugal (breves notas), ***124***

3.4.1. Forais e documentos avulsos dos séculos XIII ao XVIII, 125

3.4.2. Estatística geral do Comércio de Portugal e relatórios de contas da Associação Industrial Portuguesa (século XIX e XX), 128

3.1. Recursos minerais em Portugal e nas ex-colónias segundo fontes documentais do século XVIII ao XX.

3.1.1. Ocres e outros pigmentos terra

A origem de materiais para a produção de ocres e outros pigmentos terra em território português parece ter passado despercebida à maioria da bibliografia de arte especializada nacional e internacional, tendo sido apenas referida por 3 tratadistas consultados.

A primeira alusão a este respeito, embora bastante vaga e incerta, pertence ao italiano Plínio em *Historia Naturalis* (I. d.C) que cita as terras vermelhas da Turdetânia (antiga designação da região que abrangia o vale de Guadalquivir, do Algarve até á Serra Morena, ocupando a maior parte da actual Andaluzia). A par desta, só foram encontradas mais duas breves referências no decorrer da pesquisa efectuada. A primeira, é da autoria do português Filipe Nunes que, na *Arte da Pintura, Symmetria e Perspectiva* (1615), menciona a terra ou sombra de Sintra no rol dos pigmentos a empregar para a técnica da pintura a fresco. A segunda, é um elogio tecido à qualidade dos ocres nacionais e flamengos pelo espanhol Francisco Pacheco em *El Arte de la Pintura* (1649): "El ocre claro y escuro quiere ser de mucho cuerpo tel es el de Flandes y de Portugal"[1].

Outras fontes bibliográficas revelaram-se mais frutíferas e esclarecedoras para esta temática, tendo sido agrupadas em quatro categorias:

a) Inventários dos recursos naturais em Portugal do século XVIII;
b) Catálogos de Exposições Universais e de Indústrias Fabris do final do século XIX e início do XX;
c) Manuais de Mineralogia e Boletins da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos do final do século XIX até cerca de 1970;
d) Estudos para a Industria da Cerâmica do século XX.

Na exposição seguinte compila-se a informação recolhida nas fontes documentais acima apontadas, com a transcrição de vários excertos dos textos originais. A forma arcaica das

[1] Pacheco, F., *El Arte de la Pintura*, edição de B. Bassegoda i Hugas, 2.ª ed., Ediciones Cátedra, Madrid 2001, p. 465.

várias citações foi respeitada na íntegra, de modo a não perder o significado e o seu valor histórico.

O objectivo é dar a conhecer os materiais e as fontes de matéria-prima em território nacional que podem ter sido utilizadas para a manufactura de pigmentos inorgânicos, com especial ênfase para os pigmentos terra e sua existência na região do Alentejo. A informação compilada serviu também como base de selecção de amostras de terras coradas, estudadas no capítulo 5.

3.1.1.1. Inventários dos recursos naturais em Portugal no século XVIII

A inventariação dos recursos naturais foi uma preocupação constante do espírito aberto e curioso, característico do século XVIII, que esteve em Portugal muito ligado à Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra (1772) e à criação da Academia das Ciências de Lisboa (1779), mais especificamente ao seu gabinete de História Natural (Pinto & Andrade, 1998). Datam dessa época os vários relatos feitos por naturalistas[2], de viagens filosóficas e políticas[3] levadas a cabo em Portugal e nas ex-colónias, de entre os quais se destacam os trabalhos de Luís António Furtado de Mendonça (Doutor em Filosofia pela Universidade de Coimbra), de José António Sá (Doutorado pela mesma Universidade e sócio correspondente da Academia Real das Ciências de Lisboa) e de Domingos Vandelli, lente de Mineralogia na Universidade de Coimbra desde 1772 (Pinto & Andrade, 1998).

A estes levantamentos juntam-se outros mais pontuais, como parece ser o caso de um documento, datado de 1736-1737[4], da autoria de Manuel da Cruz Santiago e no qual é feita uma relação das minas por ele descobertas em território nacional.

[2] Os viajantes naturalistas portugueses tinham formação diversificada e, de um modo geral, humanista. Na sua maioria eram formados pela Universidade de Coimbra, onde ensinavam História Natural nos Cursos de Matemática, Filosofia, Leis e Medicina (Pataca, E. M., 'Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808), Tese de doutoramento, Instituto Geociências de Campinas, 2006, pp. 11-14).

[3] Em Portugal, fazia-se a distinção entre os dois tipos de viagem. Segundo a classificação de José António de Sá, os objectivos da viagem política eram a averiguação das características dos cidadãos (número, género, índole, etc.), as leis, a jurisprudência, a indústria, a agricultura, os transportes e o comércio. Na viagem filosófica, os itens a investigar eram a situação geográfica, hidrografia, o tipo de terreno (estudo de solos) e os produtos do Reino animal, vegetal e mineral. Na prática, porém, as duas vertentes acabavam por ser abordadas. (Idem, *op. cit*, p. 10).

[4] *Rellação das Minas que se tem descobertto neste Reyno de Portugal*, Rivara, Joaquim Heliodoro da Cunha, *Catálogo dos Manuscriptos da Biblioteca Publica Eborense*, t. IV, Sciencias, Artes e Polygraphia, Imprensa Nacional, Lisboa, 1871 (Cód. CIX, 1-16, Doc. Nº68, 1736-1737, fl. 189-190). Transcrição gentilmente cedida pela Historiadora de Arte, Patrícia Monteiro, aquando do projecto *As Matérias da Imagem* (referência POCI/EAT/58065/2004), financiado pela FCT e desenvolvido em parceria pelo Instituto de História de Arte da Faculdade de Letras e pelo departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (2005-2009).

A identidade deste investigador permanece desconhecida. Através de um relato de 1838 do Barão D'Eschwege, (Intendente Geral das Minas do Reino) sabe-se apenas que, Manuel da Cruz Santiago por sua conta, e com autorização do Governo, abriu uma serie de minas tendo "caído posteriormente em desgraça"[5], acabando por falecer na prisão (D' Eshewege, 1838). Na lista que se segue, relata-se algumas das suas descobertas de matérias-primas para pintura:

i) "uma mina de ocre na foz do Alge" (perto de Figueiró dos Vinhos, distrito de Leiria);
ii) "uma mina de bollo armenico muito fino na Arega" (concelho de Figueiró dos Vinhos, distrito de Leiria);
iii) "uma mina de roxo terra na ponte de Murcella" (freguesia de S. José de Navegadas, concelho de Poiares, distrito de Coimbra);
iv) "uma mina de caparozza, junto a uma de antimónio em Passos de Lamas de orelhão" (concelho de Mirandela, distrito de Bragança);

Na antiga Comarca de Coimbra e distante da cidade do Porto cerca de 59,4 km (nove léguas) pelo rio Douro acima, o investigador encontra "huma grande mina pimenta que atravessa o rio e tem de largura mais de cem palmos em partes e corre à vista em distancia de huma legoa e serve este mineral para se fazer munição e tinta para boticas"[6].

Em Valverde e Mogadouro (distrito de Bragança) são igualmente feitas referências a minas de *"ouro pimenta"*. No Algarve, numa mina de cobre existente no "Lugar de Asor" são extraídos minerais, possivelmente à base de Fe (III), com os quais ele produz um pigmento vermelho "(…) quatro quintaes de minaeral, que se achão em huma caza, que para isso se fez, e deste mineral se produz tinta fina vermelha, que foy examinada e muy aprovada (…)"[7].

Neste documento, é ainda mencionada a existência de uma mina de "azougue sem fábrica; porém examinada" em Coina ou Aldeia Galega. É talvez a esta mina ou a outras do género que o eremita Agostiniano Frei João Pacheco (1734) faz referência na obra *Divertimento Erudito* ao escrever "no nosso Portugal se tem descoberto umas poucas minas de azougue"[8].

[5] D'Eshewege, B., *Memória sobre história moderna da admnistração das minas em Portugal.,* Typographia da Academia Real das Sciencias, Lisboa, 1838, p. 8.
[6] Idem, *op. cit.,* p. 23.
[7] Idem, *op. cit.,* p. 22.
[8] Pacheco, Frei. J., *Divertimento Erudito para os curiosos de noticias Históricas, Escolásticas, Politicas, e Naturaes, Sagradas, e Profanas,* Ed. lit. Publ., Oficina de António de Sousa da Sylva, Lisboa, 1730-1741, pp. 218.

Para além destes jazigos, Manuel da Cruz Santiago revela que tinha conhecimento de muitos outras, de "vários metaes, tintas e outros generos", as quais demarcou mas não teve possibilidade de as analisar.

Em relação aos produtos explorados, pouco se sabe actualmente do uso preciso da caparrosa (ou caparosa). Menções a caparrosa verde e azul aparecem em listas de materiais de droguista publicadas nas bases para orçamentos das empreitadas da construção civil em 1880 e 1896 (Cohen, 1880 e 1896). Nestes documentos contudo, a única referência encontrada ao seu possível emprego como pigmento é na composição de uma receita de pintura a cal (cf. ponto 2.2.1.2.) É possível que este mineral, um provável sulfato de ferro, também fosse utilizado como carga, tendo sido nos inícios do século XX um dos materiais utilizados para falsificar o pigmento *verdete*[9] (Segurado, 1923).

O "ouro-pimenta", também conhecido por "amarello real" no início do século XX e actualmente designado ouropigmento ou auripigmento, é um sulfureto de arsénio (As_2S_3) conhecido e utilizado em pintura desde a Antiguidade[10] (Cabral, 2001; Cruz (a), 2007). Muito apreciado pela sua tonalidade amarelo dourado[11] era um pigmento que, pela sua natureza química, só era aconselhado para as técnicas a seco (sobretudo a óleo), sendo de evitar nas artes da cal por reagir com hidróxido de cálcio e formar óxidos de arsénio. Por outro lado, também facilmente reage com pigmentos de cobre (ex. malaquite e azurite) e de chumbo. Outra desvantagem deste pigmento é sua elevada toxidade, o que fez com que progressivamente fosse posto de parte, quase não sendo empregue em pinturas de edifícios e decoração em 1903 (Fleury, 1903).

A palavra "azougue", de origem árabe é sinónimo do metal pesado mercúrio. Pela constante menção a este tipo de jazida nas descrições do reino mineral durante este século, é possível que delas se pudesse extrair o cinábrio (um sulfureto de mercúrio natural, HgS) conhecido também como *minium* nos textos em latim da antiguidade Clássica e da Idade Média (Sá, 1783; Cruz, 2004; Cabral 2006). Esta hipótese é corroborada pela afirmação de Frei João Pacheco (1830-41) acerca de um pigmento que ele designa como "vermelhão" :(…) vermelhão: he um mineral, que tem a cor vermelha muito viva, e resplandecente. O

[9] " O verdete é um acetato de cobre, obtido pela acção do vinagre sobre o cobre; é uma cor pouco sólida e muito venenosa. Falsificam-no com sulfato de cobre, cré e gesso e às vezes com caparossa verde" (sulfato de ferro). (Segurado, J.E dos Santos, *op. cit.*, 1923, p. 205).

[10] Este pigmento foi também, por vezes, associado directa ou indirectamente ao termo jalde em alguns textos de origem portuguesa, como por exemplo, na *Descripção do Reino de Portugal* de Duarte Nunes de Leão (1610) ou no Tratado de Pintura de Filipe Nunes (1615) (Cruz, A.J., 'A cor e a substância: sobre alguns pigmentos mencionados em antigos tratados portugueses de pintura - pigmentos amarelos', *ARTIS*, 6, 2007, pp. 140-144).

[11] O auripigmento que, possui, na generalidade, uma tonalidade mais intensa que o ocre amarelo, deve o seu nome ao facto de se pensar que dele se poderia obter ouro (Plínio) (Idem, *op. cit.*, pp. 79 e 80).

vermelhão, ou cinabrio mineral, de que antigamente usavão os Pintores, era huma cor, a modo de pedra vermelha, que se tirava das minas de azougue"[12].

Parece haver uma certa lógica nesta afirmação, apesar da aparente confusão que o autor faz entre a forma mineral (cinábrio) e o seu sucedâneo artificial (vermelhão)[13] descoberto aparentemente na Idade Média[14] (Cabral, 2006). O facto deste autor se referir à sua utilização no passado pode relacionar-se com o elevado custo do mineral desde a época dos romanos onde teve o seu auge de prestígio e utilização, sobretudo na pintura mural (Cabral, 2001; Cruz, 2004 e 2007(b)).

Dos levantamentos realizados por Luís António Furtado de Mendonça, José António de Sá e Domingos Vandelli, é de citar em primeiro lugar o *Compéndio de observações que formam o plano da Viagem política e filosófica, que se deve fazer dentro da pátria,* publicado em 1783 (Sá, 1783). Neste documento, José António de Sá, apesar de transcrever o inventário já feito na dissertação de Furtado de Mendonça[15], acrescenta, de forma inédita, o uso que se fazia dos recursos minerais existentes em Portugal (capítulo VIII, Parte I - Da utilidade da viagem).

Para este autor, o reino mineral[16] oferecia "infinitos productos para o uso das Artes"[17] e "(…) diversas, e bellíssimas argilas, de que se faziam optimas manufacturas". (…) As pedras, sais, enxofres, metais, semimetais e as terras são interessantissimas a todo o commercio"[18].

Porém, sobre as terras classificadas como "*terras pro pictura*", só é feito um breve apontamento sobre a sua localização junto a Monte Redondo[19]. Nos restantes tipos, é referida a sua utilização na agricultura, nas artes do vidro, na tinturaria e na olaria.

---

[12] Pacheco, Frei J., *op. cit.*, 1730-1741, p. 176.

[13] Confusão que se mantém no Manual de Acabamentos da Construção Civil, da autoria de João Emílio dos Santos Segurado (1923,2 ed.) (Segurado, J.E.S., *op. cit.*, p. 204).

[14] O primeiro processo de síntese do vermelhão é atribuído por alguns autores aos chineses tendo, *á posteriori* , sido trazido para o ocidente possivelmente pelos Árabes. No manuscrito de *Lucca*, redigido por volta de 600 e traduzido para latim na segunda metade do séc. VIII em Itália, já existe referência a uma receita para a sua fabricação. Outras duas podem ser encontradas no *Mappae Clavicula* (séc. IX). (Cabral, J.M.P., 'História Breve dos Pigmentos: 3 - Das Artes Grega e Romana', *Química*, 82, 2006, p. 36).

[15] Dissertação intitulada *De incremento agricultae quod obtinetur ex. Historia naturali, Physica Experimentali, et Chimica*. Luís António Furtado de Mendonça seria o primeiro a receber o grau de Doutor em Filosofia depois da Reforma Pombalina. (Pinto, M.S., Andrade, A.S., 'Sobre o conhecimento dos recursos minerais de Portugal no séc. XVIII' in *Comunicação dos serviços geológicos de Portugal*. Tomo 84, Fasc2 (1998), 1998, p. 38.

[16] No século XVIII, o termo mineral assumia um significado mais abrangente do actual pois referia-se a todos os objectos sólidos de ocorrência natural e não vivos no globo (Pataca, E. M., *op. cit,*, 2006, p. 108).

[17] SÁ, J. A. de, *Compendio de observaçoes, que formão o plano da Viagem politica, e filofofica, que fe deve fazer dentro da Pátria*, Officina de Francisco Borges de Soufa, Lisboa, 1783, p. 37.

[18] Ibidem.

[19] A sua localização não é certa pois existem dois lugares antigos com este nome, um no concelho de Leiria e o outro em Torres Vedras.

O viajante em trabalho de campo deveria anotar se era a terra era "ochra", ou seja, "uma terra provinda do metal resolvido, cujas partículas são coradas"[20], e, em caso positivo, de que metal, se de "ferro, cobalto, chumbo, bismuto, zinco, cobre, prata, etc."[21].

José António de Sá (1783) acrescenta ainda, embora sem dar grande mérito, que havia quem visse na sua tonalidade, a indicação do tipo de mina presente: " (...) a terra verde indica as minas de cobre, e a vermelha pálida o cobalto, a alva densa a prata, a vermelha obscura e negra o ferro, etc." [22] .

Mais interessantes são as notas feitas pelo autor à cal e a alguns metais empregues no fabrico de pigmentos.

> É de grande uso a diversa cal, que fahe dos marmores. Do decussatum provem huma cal muito branca, do striatum huma cinzenta, que preparada, he utilísima para os pavimentos. O sectile também serve para os edificios (…).
> O chumbo é também interessantíssimo para a arte tinctoria. A cal cinerea, a que é reduzido no fogo, applicando-lhe hum grao de calor maior, do que he preciso para a calcinação, se reduz a huma cal flava, a que os Pintores chamam macicote, de que usão para as tintas. Applicando-lhe hum maior grao de calor, se reduz a huma cor encarnada, chamada vermelhão (…).[23]

A par da alusão aos carbonatos de cálcio de cor parda e branca provenientes de diferentes tipos de rochas carbonatadas, o autor indica igualmente outra origem para a cal empregue na construção, nomeadamente a "cal dos testáceos". Este tipo de carbonato de cálcio feitos com as conchas destes moluscos era aparentemente importado da China, onde a sua exploração era florescente. A eventual aplicação como pigmento não é referenciada apesar de haver descrições históricas que apontem nessa direcção[24].

Em relação ao chumbo, apesar da ambigua expressão *cal cinerea*, o autor está claramente a fazer alusão ao branco de chumbo que, por aquecimento a cerca de 300ºC, dá origem a um monóxido de chumbo (PbO), de cor amarelo, geralmente designado por massicote[25] (Cruz,

[20] SÁ, José A. de, *op, cit.*, 1783, p. 133
[21] Ibidem.
[22] Idem, *op.cit.*, p. 151.
[23] Idem, *op. cit.*, p. 38.
[24] Relembre-se a descrição de Vitrúvio acerca do pigmento branco *paretónio* proveniente do Egipto: "diz-se que é espuma do mar endurecida com lodo; por isso é constituída por pequenas conchas". (Cruz, A.J., 'As Cores Vitruvianas. Os materiais da pintura mural romana segundo o tratado de Vitrúvio' *ARTIS*, 3**,** 2004, pp. 81 e 82).
[25] Este pigmento amarelo, descoberto em Pompeia por S. Augusti no seu *Colori Pompeiani*, de 1967, é, por vezes, também chamado *litargírio*. Contudo, os termos *massicote* e *litargírio* não são sinónimos assim como não têm exactamente a mesma composição. Como já referido, *massicote* é o nome normalmente usado para o monóxido de chumbo (PbO), de cor de amarela obtido por aquecimento do branco de chumbo a cerca de 300ºC.

2004). Com elevação da temperatura a cerca de 480ºC, produz o vermelho de chumbo artificial, um óxido de chumbo (Pb_3O_4) que, muito possivelmente devido à sua cor intensa, o autor apelida por vermelhão. Na natureza, o vermelho de chumbo ocorre sob a forma do mineral mínio (também conhecido por zarcão) e que é muito raro (Cabral, 2001). É possível que seja ao mineral, e não à versão artificial designada por vermelhão, que José António de Sã se refere ao dizer que "no tempo do Senhor D. Manuel se descobrirão minas de vermelhão, e azougue"[26].

Outro mineral que, na opinião de José António de Sá (1783), servia para os pintores era o "pyrites auripigmentum", oriundo de *Goes*[27]. O mineral pirite é o nome comum do dissulfureto de ferro (FeS_2). Na sua composição, podem correr vários metais entre os quais, ouro e arsénio, ou pode ainda estar associada a outros sulfuretos metálicos tais como o sulfureto de arsénio.

Tal como José António de Sá (1783), o naturalista Domingos Vandelli (1789) retoma na *Memoria sobre algunas produccções naturaes deste reino, das quaes se poderia tirar utilidade,* as indicações já citadas por Luís Mendonça acerca da existência e localização no Reino de recursos minerais para pintura (Pinto & Andrade, 1998).

> Em grande abundância por varias partes deste Reino se achão Ocras amarellas, e encarnadas para uso da pintura, e nas praias do mar he frequente a arêa de ferro, e pricipalmente junto à mina de carvão de Buarcos se acha hum banco descoberto desta arêa conglutinada: da qual tenho extrahido óptimo ferro."
>
> (…) Não faltão argillas brancas, encarnadas, amarellas, e a terra verde muito estimada na pintura; a qual descobrio o Secretario desta Academia [Academia Real das Ciências de Lisboa] junto a Bussaco; a terra sombra se encontra em Cintra e também em Soure (…) e (…) outros semimetais, como o cinabrio, ou a mina de azougue nas vizinhanças de Castelo branco (…) [28].

Por outro lado, o *litargírio* é geralmente atribuído a uma mistura de óxidos de chumbo, entre os quais o PbO e o Pb_3O_4 (vermelho de chumbo) e que se obtém pela oxidação directa do chumbo liquefeito. Devido á presença do Pb_3O_4, apresenta um tom alaranjado. Desde há muito que é também um subproduto da refinação da prata. Era conhecido, por Plínio, como escória de chumbo ou espuma de prata (Cabral, J.M.P, *op. cit.*, 2001, p. 3).

[26] SÁ, José A. de, *op. cit, p.* 20.

[27] Não se consegue localizar com precisão. Domingos Vandelli, em 1789, volta a mencionar monte de *Goes* como uma das origens de minas de ouro, juntamente com a Serra da Estrela. É possível que se estejam a referir a Monte de Góis, na freguesia de Lanhelas (município de Caminha, distrito de Viana do Castelo).

[28] Vandelli, D., 'Memorias sobre algumas produções naturaes deste reino, das quaes se poderia tirar utilidade', *Memórias Económicas da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Oficina da Academia Real das Sciencias, Lisboa, 1789, p. 182.

Domingos Vandelli foi o principal idealizador das Viagens Científicas Portuguesas, ou Viagens Filosóficas como eram denominadas na época. Este médico italiano que chegou a Portugal em 1764, realizou diversas actividades que foram decisivas para a consolidação da ciência moderna neste país (Pataca, 2006). Para além dos estudos efectuados no reino, de que se realça o excerto acima transcrito, Domingos Vandelli impulsionou várias viagens às ex-colónias com o intuito de apurar as riquezas existentes[29]. Dos trabalhos efectuados no Ultramar transcreve-se na íntegra os excertos relacionados com matéria-prima para pintura publicados em dois artigos nas Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa em 1789 e 1797 (Vandelli, 1789 e 1797).

O primeiro e também o principal para a temática em estudo, debruça-se sobre *algumas producções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas ou não se aproveitam* (1789), entre as quais figuram as terras coradas. O segundo é um relato curioso acerca da extracção e preparação de uma substância azul descoberta em Minas Gerais (Brasil), á qual designou de azul da Prússia ou flor de anil fóssil (Vandelli, 1797).

No que respeita às terras coradas:

> O almagre (ochra ferri pulverea rubra) se acha no Maranhão, Pará, Piauhy, e na lha de S. Miguel. O ocre amarelo (Ochra ferri) do Pará, e do Rio Capim se tira hum ocre encarnado, de côr tão viva, que parece vermelhão. A terra Sombra (argilla umbra) semelhante á de Colonia para pintar, se acha em Piauhy, e no Maranhão. (…). A argilla branca, ou bollo branco (argilla bolus alba), ou bollo branco chamado Tabatinga se encontra em varias partes do Brazil, e principalmente no Pará, como também bollo encarnado (argilla bolus rubra) [30].

Apesar da menção à ilha de S. Miguel, é na ilha de Sta. Maria, parcialmente sedimentar, que ainda hoje se podem visualizar terras vermelhas, outrora economicamente importantes. Estão localizadas em Almagreira e na paisagem, hoje protegida, conhecida por Barreiro da Faneca ou Deserto Vermelho dos Açores (Fig.3.1) e foram originadas pelo processo de erosão e transformação gradual da rocha basáltica. Da primeira era extraída o almagre para a pintura

[29] No caso específico dos séculos XVIII e XIX, o destino das viagens dos europeus foi quase sempre as ex-colónias devido ao seu grande potencial de exploração. Neste contexto, a busca por terras longínquas iria além do espírito aventureiro do viajante, mas seria motivado principalmente por razões práticas e de ordem económica. (Pataca, E.M, *op. cit*, 2006, pp. 9 e 17)

[30] Vandelli, D. ' Memoria sobre algumas producções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitão', *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, tomo I, 1789, pp. 205 e 206.

da loiça de barro[31], enquanto da segunda, talvez por se tratar de terras argilosas mais impuras, se recolhia o barro que servia a indústria da olaria, e que era também exportado para as outras ilhas (LePierre, 1912; Melo, 2003). Sobre o almagre e seus múltiplos usos, é também interessante relembrar o reparo do cronista açoriano Gaspar Frutuoso (século XVI) na sua obra *Saudades da Terra*, publicada pela primeira vez em 1873[32]. Nesta obra, o autor, ao enumerar os produtos e manufacturas da Ilha da Terceira, repara que "uma furna nas proximidades da Agualva produzia almagre em quantidade, com que se tratavam os cavalos, pondo-lhes emplastos desta substância em lugar do bonarménico (bolo arménico)"[33].





Fig. 3.1: Solos ocráceos do Barreiro da Faneca ou Deserto Vermelho (S. Maria, Açores). (cl. L. Esteves 2007, mapa retirado de www.viaoceanica.com).

Ainda em 1789, Domingos Vandelli, noutro artigo intitulado *Sobre as producçoes naturaes do Reino, e das conquistas, primeiras materias de differentes Fabricas, ou*

[31] " *Ilha de Santa Maria- Na Vila e em S. Antão, também se fábrica louça vermelha ordinária, leva um banho de almagre, não é vidrada, serve para fogo e água* " (LePierre, C., 'Estudo químico e tecnológico sobre a cerâmica português moderna', *Boletim do trabalho Industrial*, 78, 1912, pp. 79 e 80).
[32] Frutuoso, G., *Saudades da Terra*, http://www.ihit.pt/new/capitulos.php?id=38 (acesso em 22-01-2009).
[33] Ibidem

Manufactura, volta a fazer uma súmula dos materiais para pintura, repetindo os dados já fornecidos anteriormente, e acima citados, excepto no que se refere a um determinado *Azul da Prússia ou Flor de anil fóssil das Minas Geraes*. Em relação a este material, o naturalista escreve em 1797:

> No desmonte de huma lavra de S. João del Rei, na profundidade de 40 e mais palmos, se acharão entre argilla grandes ossos fragis, e algum dente de hum animal cetáceo, que occupavão o espaço de mais de 50 palmos em quadro; estes ossos, e porção d'argilla a elles misturada quando se extrahirão erão brancos; mas logo expostos ao ar adquirirão a côr azul. Postos estes ossos e argilla azul a hum brando fogo adquirirão côr verde, e lançarão huma fraca chama, e depois perderão toda a côr, e ficou huma terra avermelhada, que o magnete atrahio em grande parte. Dissolveo-se esta flor de anil no acido marino, e perdeo toda a côr, que adquirio mais viva precipitando-se com alkali fixo; sendo verde no principio, e mudando-se depois em côr azul. Fundidos os ditos ossos, e argilla azul com fluxo ferro, deu tres partes do seu pezo de ferro em laminas muito delgadas, que foi attrahido todo do magnete. Sobre a flor de anil fóssil se póde ver Wallerio, Bergmann, Kirvan, pelo que he desnecessario eu relatar todas as experiencias dos ditos Authores [34].

O relato é intrigante desde logo pela designação dada ao material e depois pela série de reacções químicas descritas que deixam várias dúvidas acerca da sua composição precisa.

Á luz da nomenclatura actual, azul da Prússia e flor de anil designam dois azuis de natureza oposta. O primeiro é um material inorgânico e de origem sintética à base de ferro descoberto em 1704, o segundo é um corante natural, citado desde a Antiguidade e cuja presença é comprovada em Portugal e no Brasil (Sá, 1783; Vandelli, 1789; Feijó, 1790). Esta aparente contradição pode ser facilmente explicada se atendermos que, na época, os termos azul da Prússia e flor de anil em pó eram equivalentes. Este facto é relembrado por Luís Augusto Leitão(1896), quando o autor descreve os vários pigmentos utilizados para o fabrico de tintas das construções: "O azul da Prússia, que no commercio é muito conhecido pelo nome de flor de anil, é uma bella cor azul escura com reflexos avermelhados (…)"[35].

A "flor de anil fóssil" de Domingos Vandelli deveria ser muito provavelmente uma argila misturada com carbonatos básicos de cobre ou sulfatos anidros de cobre que, quando pentahidratados são de cor azul. A esta mistura também deveriam estar associada várias

[34] Vandelli, D., 'Várias observações de Chimica, e Historia Natural', *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Tomo I, Typografia do Academia, Lisboa, 1797, p. 260.
[35] Leitão, L. A., *Curso Elementar de Construções*, 1896, Imprensa Nacional, p. 132.

impurezas de ferro, o que explicaria a menção a "terra avermelhada" a certa altura da reacção. Para o autor, o material extraído deveria ter um aspecto e cor muito semelhantes ao do pigmento Azul da Prússia, tendo acrescentado o "fóssil" talvez para fazer a diferenciação entre o produto existente no mercado do obtido com esta matéria.

3.1.1.2. Catálogos de Exposições Universais e de Indústrias Fabris do final do século XIX ao início do XX

Actualmente, pouco se sabe sobre as concessões para a extracção de matéria-prima para a produção de ocres e outros pigmentos terra em Portugal. Nada é referido a esse nível nos relatos consultados das Memórias da Academia das Ciências. A documentação encontra-se muito possivelmente dispersa e, na maior parte dos casos, espera por uma inventariação que revele a sua temática. No entanto, através dos catálogos de quatro Exposições Universais de cariz fabril publicados entre o final do século XIX e início do XX, é possível apurar a existência de algumas empresas que, embora, não aparentem ter-se dedicado por inteiro à extracção deste tipo de material, mostravam, pelo menos, um interesse inequívoco no mesmo ao ponto de exporem várias amostras. É o caso de uma comissão filial de Leiria que, na Exposição Universal realizada em Londres em 1862, exibe várias amostras de argilas coradas adequadas para pintura (Cabral, 1864).

> (...) 5 amostras de ocres de diferentes cores, procedentes das margens do Lena, onde elles abundam, fazendo parte do terreno cretáceo. As cores eram amarella, vermelha carregada, vermelha clara, cinzenta azulada e gridelem. Estas argilas eram" muito finas, e susceptíveis ainda de se obterem em estado mais perfeito por uma lavagem cuidadosa, e tanto pela sua boa qualidade como pelos excellentes tons das suas cores podem servir perfeitamente para pintura.[36]

A par desta menção directa às qualidades das argilas da região de Leiria, o engenheiro de minas de nome José das Neves Cabral, vogal da Comissão de estudo e membro do Júri Internacional elogia também os óxidos de ferro vermelhos, de origem portuguesa, no relatório que publica dois anos mais tarde sobre esta exposição. Neste, porém, não é esclarecido acerca do aproveitamento dos minerais à base de ferro (III), sendo simplesmente realçado que com o desenvolvimento das condições para a lavra das minas em Portugal poderiam ser mais eficazmente exploradas as "excellentes hematites de Quadramil [distrito de Bragança] que

[36] Cabral, J.A.C das Neves, *Relatório sobre a Exposição Universal de Londres de 1862. Estudos geológicos, mineraes úteis e suas applicações (mettalurgia e lavra de minas)*, Imprensa Nacional, Lisboa, 1864, p. 122.

formam uma faixa de mais de 8 kilometros de comprimento e um jazigo inesgotável" e as " (…) as excellentes hematites rubras da zona triassica da Beira (…)"[37].

Em relação aos restantes jazigos de ferro, o autor aflora apenas a sua natureza e origem geológica:"(…) [vizinhança de Leiria] não faltam ali numerosos filões, contendo minérios de diversas qualidades, (…) até ao ferro oligisto [hematite pura] e d'este até ao ferro ochraceo subordinados mais ou menos às erupções dioríticas das vizinhanças de Alcanede, Porto de Mós e Leiria (…)" [38] .

Decorridos cinco anos, José das Neves Cabral (Cabral, 1867)) é novamente o autor do catálogo das colecções de minerais úteis da Exposição Universal, desta vez, ocorrida em Paris. Nesta publicação, o autor volta a fazer uma serie de considerações actualizadas acerca da situação da Industria Mineira Portuguesa e dos materiais em exposição. Entre as descrições, é de salientar a da génese dos minerais à base de óxidos e hidróxidos de ferro existentes, no já citado jazigo do Quadramil, e nos localizados entre Santiago do Cacém e Odemira.

> L'oligiste constitue à Moncorvo, dans la province de tras-os-Montes, des filons considerables entre les schistes cristalins. Les hematites rouges, les hemathites brunes et les oxydes hidratés terreux forment le gîte remarquable de Quadramil à Tras dos Montes ayant sur une étendue de 6 à 8 kilometres, une puissance quelque-fois de 20 métres, entre les schistes argileux clairs, ayant orientation N.N.O.-S.S.E. La formation triassique de la province de Beira renferme dans son sein les hématites rouges en des concentrations considerábles. Ces hématites ont été le mineral principal qui a alimenté les hauts fourneaux de Foz do Alge, depuis le comencement de ce siécle jusqu'à 1830.
>
> Entre Santiago do Cacem et Odemira, province d'Alemtejo, prés du litoral, les filons de fer sont nombreux; il sont encaissés entre les schistes métamorphiques, á couleurs variées, appartenant probablement à la serie devonnienne à laquelle appertiennent aussi les schistes de la Serra de Grandola et de la partie Occidentale de l'Algarve. Le fer oxyhydraté predomine dans ces gítes, où l'hydrate concretionné ou hematite brune joue le premier rôle (…)[39].

Neste relato só é mencionado o aproveitamento das hematites do Quadramil na indústria siderúrgica. Breves referências a ocres vermelhos encontram-se na lista de expositores do

[37] Idem, *op.cit.*, p. 212.
[38] Idem, *op.cit.*, p. 214.
[39] Cabral, José A.C. das Neves, *Catalogue Descriptif de la Collection des Mineraux utiles, accompagné d'une notice sur l'industrie minerale du pays*. Exposition Universelle de Paris en 1867, 1867, p. 13.

grupo V, classe 40, sendo originárias de Poiares e de Soure (Cabral, 1867) - talvez dos mesmos locais mencionados por António de Sá (1783) e Domingos Vandelli (1789).

Só em 1889, no catálogo da Exposição Nacional das Indústrias Fabris de Lisboa (Severiano & Barata, 1889) é que é fornecido um maior número de dados referentes a matérias para pinturas e à sua proveniência[40]. Pela primeira vez, existe menção à sua existência e utilização como pigmentos na região do Alentejo, nomeadamente em Barrancos onde nos arredores da vila se encontrava " o ocre vermelho e amarelo muito empregados nas pinturas locaes"[41]. Estes ocres deveriam ser provenientes muito provavelmente de produtos de alteração de xistos corados, existentes na Serra Colorada. Ainda hoje, este local é relembrado pela população local como fonte de matéria-prima corada para as caiações tradicionais[42] (ver ponto 5.2) (Fig. 3.2).

A outra referência na região do Alentejo, é de uma argila vermelha proveniente do Local da Barreira em Vila Viçosa, localização actualmente desconhecida.

No centro do País, são identificados "os ocres vermelhos e amarelos do Sitio das Picotas explorados em larga escala"[43]. Pela Repartição de Minas são exibidas três amostras, duas de ocre amarelo (uma em pó e outra em pedra) e uma de ocre vermelho em pedra.

Vestígios de antigas explorações são ainda visíveis no Sitio das Picotas (Souto da Carpalhosa) perto de Várzeas, uma localidade a norte da cidade de Leiria, tendo sido possível entrevistar os descendentes de uma das pedreiras que exploravam estes materiais na década de quarenta do século XX (ver ponto 3.2.1).

Mais a norte, nos concelhos de Soure e Poiares, localizados no distrito de Coimbra, são novamente repetidos os já "conhecidos ocres e ampelites graphicas ". Do distrito de Santarém, é simplesmente anunciada a "grande variedade de argillas e entre ellas algumas que se podem applicar na pintura"[44] (Fig. 3.3) enquanto no distrito de Lisboa são elogiadas as "boas argilas refractárias da Quinta do Grajal, Venda Secca, proximidade de Bellas bem como os magníficos ocres amarello e vermelho (…)"[45].

[40] Estes materiais foram catalogados na secção Rochas para Construcção e Ornamentação, argilas e mineraes diversos (Severiano, M., Barata, J.A., *Catalogo Descriptivo da Secção de Minas (Grupo I e II).* Associação Industrial Portuguesa, Exposição Nacional das Industrias Fabris, Imprensa Nacional, Lisboa, 1889, pp. 355-371 e pp. 248 e 429 (Classe I, Minérios metallicos).
[41] Idem, *op. cit*., p. 428.
[42] Prol, Sr.ª Margarida (habitante da vila de Barrancos) e Dr. Domingas Fernandes (Historiadora, Câmara Municipal de Barrancos). Informação pessoal (em 5-01-05).
[43] Idem, *op. cit*., p. 429.
[44] Idem, *op. cit*., p. 343
[45] Ibidem.

As instalações são o que restam desta exploração actualmente localizada numa área residencial. Por último, é revelada a existência de uma argila branca do Rosmaninhal (Município de Idanha a Nova, Castelo Branco) utilizada para "branquear as casas"[46].

No catálogo da exposição de 1889 é possível ainda identificar alguns dos Expositores (Severiano & Barata, 1889). É o caso de João da Costa Terenas da Quinta do Grajal que, a par das amostras de ocre amarelo e vermelho em pó já referenciadas, exibiu também amostras de cal parda e branca (em pedra e pó)[47], de Manuel de Oliveira Jordão que expôs uma amostra de ocre amarelo em pó, produzida em Alcaidaria (concelho e Distrito de Leiria) e de João António Galhardas que, além de quatro amostras de argilas para cerâmica, possuía uma de ocre amarelo[48], oriundas de Alandroal (Município do Alandroal, Distrito de Évora).



Fig. 3.2: Vista da Serra Colorada a partir da Vila de Barrancos e pormenor de um dos pontos antigos de extracção de terras coradas pela população. (cl. M.Gil 2007)

[46] Ibidem.
[47] É de salientar a presença constante de expositores com cal parda e branca presentes nas mostras nacionais e internacionais de Indústrias fabris da segunda metade do séc. XIX e início do XX, o que atesta a abundância deste material no subsolo português e sua a importância na economia.
[48] Até à data desta pesquisa, não se conseguiram encontrar dados mais concretos sobre estes produtores e/ou concessionários, excepto na exploração do Sitio das Picotas (ver ponto 3.2).

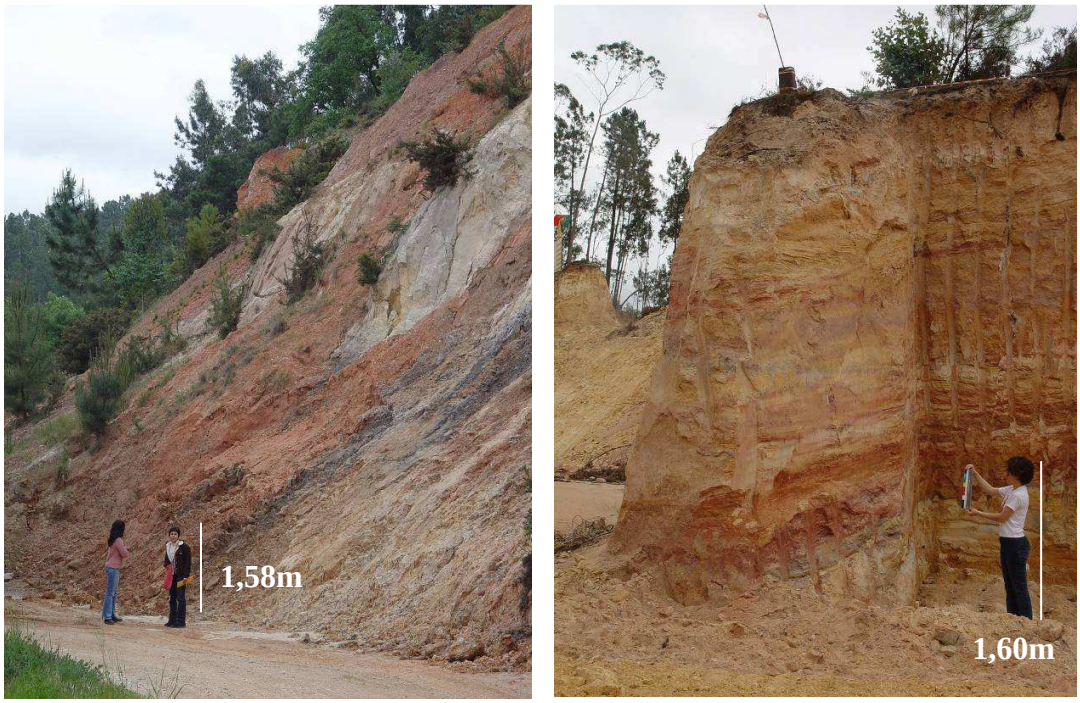


Fig. 3.3: Exemplos ilustrativos da riqueza cromática do subsolo português nos terrenos do complexo industrial de Várzeas (á esq.) localizada na vizinhança da pedreira do Sitio das Picotas (Souto da Carpalhosa, Distrito de Leiria) e de um corte geológico (á dir.) em Amiais de Baixo, no Distrito de Santarém (cl. M.Gil 2005/2006).

Estas representações já tinham sido assinaladas na Exposição Nacional da Indústrias Fabris, realizada um ano antes na avenida da Liberdade[49] e voltam a estar presentes na do Museu Industrial e Comercial de Lisboa em 28 de Julho de 1893[50]. Ainda em 1889, a Direcção das Obras públicas do Distrito de Braga, entre o espólio de argilas em exposição, apresenta especificamente para pintura uma ampelite decomposta do Local da Terra negra (freguesia de Ribeiros, concelho de Famalicão, Braga) cujo preço por metro cúbico era de 400 réis (Severiano & Barata, 1889). Esta é uma das raras menções encontradas nas fontes documentais consultadas a matéria-prima para fabricação de pigmentos pretos naturais embora em Portugal existissem outros minérios que, puros ou em concreções terrosas (terras pretas), também podiam ser aproveitados para esse fim:

a) a grafite (carbono), que se encontrava também na Mina da terra Negra e em muitos outros depósitos, a maioria das vezes, misturada com argilas, quartzo ou manganês (ex.

[49] Representações mencionadas no Grupo I- Matérias-primas do reino mineral, classe 1ª *em Catálogo da Exposição Nacional das Industrias Fabris*, Vol. I, Lisboa, 1888, p. 218,220 e 221.
[50] Cfr. *Relatório e Catalogo da exposição Industrial Portugueza*, Imprensa Nacional, Lisboa, 1993, p. 359-361.

Mina do Lugar da Igreja ou a Mina dos ferreiros em Vila Nova de Famalicão, Braga) (Amilcar, 1928);

b) a magnetite, um oxido de ferro magnético $FeO.Fe_2O_3$ (ex. Mina de Aires e Zambujal no concelho de Alvito, distrito Beja) (Carvalho & Moura, 1928);

c) a pirulosite (mineral composto basicamente por dióxido de manganés MnO_2) existente em vários jazigos de ferro da faixa piritosa alentejana (ex. Mina de S. Domingos em Mértola ou as minas de Aljustrel e Grândola) (Carvalho & Moura, 1931);

d) a hematite cinzenta (ex. Herdade Negra, Mina de ferro da Freguesia de S. António do Capelim (concelho do Alandroal, distrito de Évora) (Moura & Carvalho, 1952).

Na quarta e última exposição consultada, realizada em Sevilha em 1929[51], as amostras de ocres amarelos e vermelhos não são oriundas de Portugal Continental mas das ex-colónias, mais precisamente de Cabo Verde e Angola.

Cabo Verde expõe dois ocres vermelhos (classe 25ª- Diversos): um proveniente da Ilha de Santa Maria por Manuel do Joelho e outro da Ilha de S. Antão, por Paúl.

Angola, na classe 66ª referente a matérias corantes, tintas, vernizes e outras drogas, exibe um "vermelhão natural" que é identificado como um ocre vermelho e uma "tinta mineral", identificado como um ocre amarelo. As duas amostras são exibidas pela Escola-Oficina Duarte Pacheco, da Damba, concelho da província de Luanda.

3.1.1.3. Manuais de Mineralogia e Boletins da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos do final do século XIX até à segunda metade do XX

No catálogo da Exposição Industrial de 1889, não são feitas referências à fonte geológica e à composição mineralógica das amostras de ocres exibidas (Severiano & Barata, 1889). A leitura de Manuais de Mineralogia e de Boletins de Minas e Serviços Geológicos permitiram esclarecer algumas dúvidas.

A referência mais antiga consultada sobre o assunto é um artigo sobre as argilas de origem portuguesa, publicado na revista de Obras Públicas e Minas em 1890. Neste, são apontados, embora de forma bastante vaga, os tipos de depósitos onde ocorriam estas massas minerais.

[51] Cfr. *Catalogo Oficial da Exposição Portuguesa em Sevilha*, Lisboa, 1929, pp. 47 e 93.

Consideradas um tipo de matéria-prima "bastante vulgar", estas matérias apareciam "em ninhos ou pequenos depositos"[52] ou, pelo contrário, podiam constituir "massas" como as do Vale do Lena (perto de Leiria) ou as de Almagreira (perto de Vila Viçosa) ou, ainda, estar "em camada possante sob o grés como os da cercania de Bellas"[53] .

Uma amostra de "almagre ou argila ferruginosa, de um vermelho muito carregado"[54], proveniente de Almagreira havia já sido divulgada na Exposição Universal de Londres em 1862, por J.R. Tocha (Cabral, 1864). Este almagre encontrava-se em grande quantidade associada a um extenso jazigo de manganês. Contudo, o único registo obtido para Almagreira na região de Vila Viçosa (processo nº 401 da Repartição de Minas) refere-se a uma mina de ferro, descoberta por volta de 1902 na freguesia de Santa Catarina dos Pardais (Fig. 3.4). Para além da data da sua descoberta nada revela acerca da natureza, lavra ou processamento do material explorado mostrando somente, em termos cronológicos, as várias mãos e vicissitudes pelas quais a mina passou até ser declarado o seu abandono em 1933 (D.G.185IIS. de 11-08-933) (Moura & Carvalho, 1952).

É muito provável que a jazida, citada na Exposição universal de Londres, seja uma exploração mais antiga desta mina ou de outra localizada na mesma área geográfica visto as análises da amostragem recolhida revelarem a presença de manganês como um dos elementos maioritários (ver ponto 5.3 e 5.4).

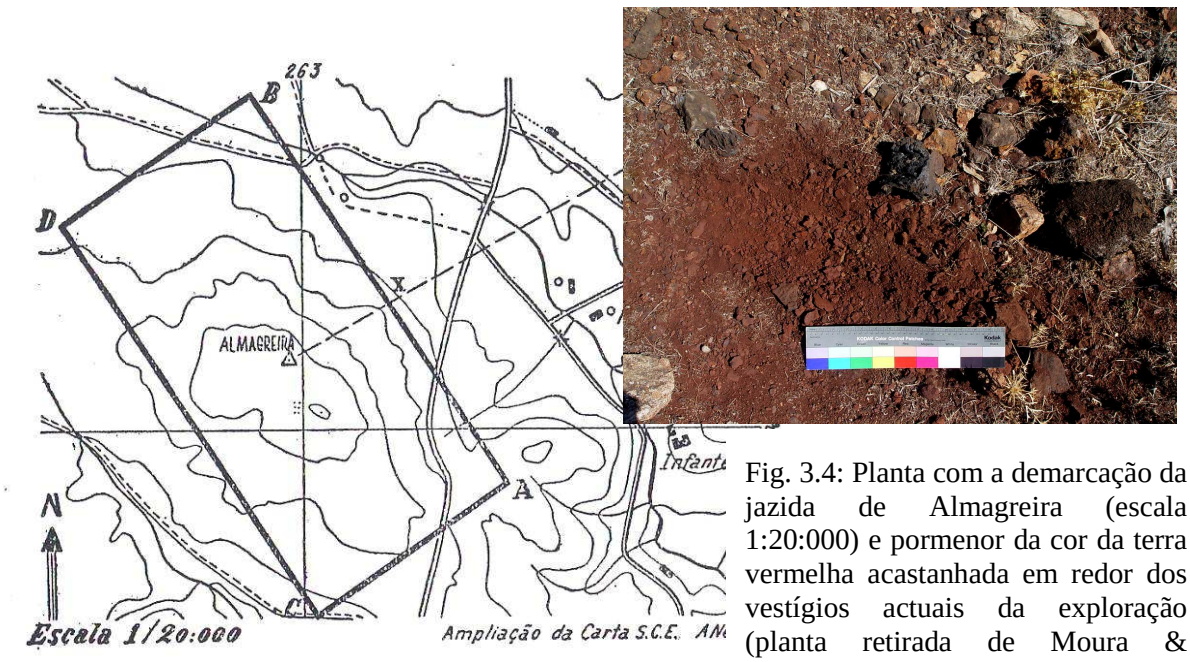


Fig. 3.4: Planta com a demarcação da jazida de Almagreira (escala 1:20:000) e pormenor da cor da terra vermelha acastanhada em redor dos vestígios actuais da exploração (planta retirada de Moura & Carvalho, 1952 e cl. M.Gil 2006)

[52] 'Introdução ao estudo das principais argillas de Portugal', *Revista das Obras Publicas e Minas* (Associação dos Engenheiros Civis Portugueses), 1890, pp. 31 e 32.
[53] Ibidem.
[54] Cabral, J.A.C das Neves, *op. cit.*,1864, p. 122.

Outro exemplo a citar na região do Alentejo, é um conjunto de concessões de ferro e cobre que, situadas a 5 km da povoação de Vale de Vargo (Município de Serpa), possuíam uma mina com o sugestivo nome de Cerro ou Outeiro da Oca (Processo nº 140 da Repartição de Minas) (Moura & Carvalho, 1952; *Alguns jazigos do Alentejo*, 1943) (Fig. 3.5).

A jazida de Vale de Vargo foi registada em 1872 por António Francisco Ribeiro, tendo estado em laboração possivelmente cerca de 70 anos[55]. O início da exploração desta mina remonta, no entanto, a tempos mais longínquos visto ser comentada a presença de poços e escavações feitos por antigos exploradores num relatório, datado de 21 de Janeiro de 1873 (Moura & Carvalho, 1952).

Em termos mineralógicos, o conjunto das 7 concessões era constituído "por duas formações conhecidas, mineralizadas por hematite e limonite, abrangendo a primeira as minas do "Juncalinho, Outeiro da Oca e Capitão", e a segunda, "Courela dos Boieiros, Pocinho da Mota, Almaceneiros e Almujadas"[56].

As potencialidades destas jazidas foram avaliadas pelos inspectores da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos em 1943 (*Alguns jazigos do Alentejo*, 1943). Pelo relatório que fizeram, sabe-se que as hematites de teor elevado em ferro apareciam em "zonas distribuídas sem uma lei definida"[57] e englobadas quase sempre ou por xistos ou por hematites de baixo teor, "opalizadas e sem interesse industrial"[58]. A pujança dos filões apresentava variações significativas. O melhor ferro encontrava-se sobretudo na concessão do Cerro da Oca. Nesta, verificava-se a existência de nódulos de limonite alternando com a hematite (Fig. 3.6) No entanto, para os inspectores o interesse dessa limonite não era muito grande e a tonelagem de ferro que se poderia extrair desse conjunto de minas não merecia, até ao momento, a atenção do Estado.

[55] O registo por António Francisco Ribeiro ao ferro, cobre e outros metais datam de 25 de Março de 1872. A última data registada no processo da mina Cerro da Oca refere-se ao pedido de averbamento dos herdeiros a 26 de Agosto de 1938. Contudo, é possível que a mina possa ter continuado em actividade até à data da visita dos inspectores, da qual resultou um relatório publicado em 1943. (Moura, J.E. Da Costa, Carvalho, J.L Da Silva., *Catálogo das Minas de Ferro do Continente*. Tomo II, Direcção Geral das Minas e Serviços Geológicos, 1952, pp. 89-94; *Alguns Jazigos do Alentejo*, Serviço de Fomento Mineiro, Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Ministério da Economia, Vol.2, 1943, pp. 21-29).
[56] *Alguns Jazigos do Alentejo*, *op. cit.*, 1943, p. 23.
[57] Ibidem.
[58] Ibidem.



Fig. 3.5: Esboço geológico das Minas de Vale de Vargo (1943), vista actual do sítio das minas (esquerda) e dos vestígios da actividade da mina (escórias de metal impregnadas com óxidos e hidróxidos de ferro) que se encontram espalhados pelo recinto e do solo de tonalidade vermelha carregada, perto de um dos antigos poços (planta retirada de Moura & Carvalho, 1952 e cl. M.Gil/M.Ribeiro 2007).

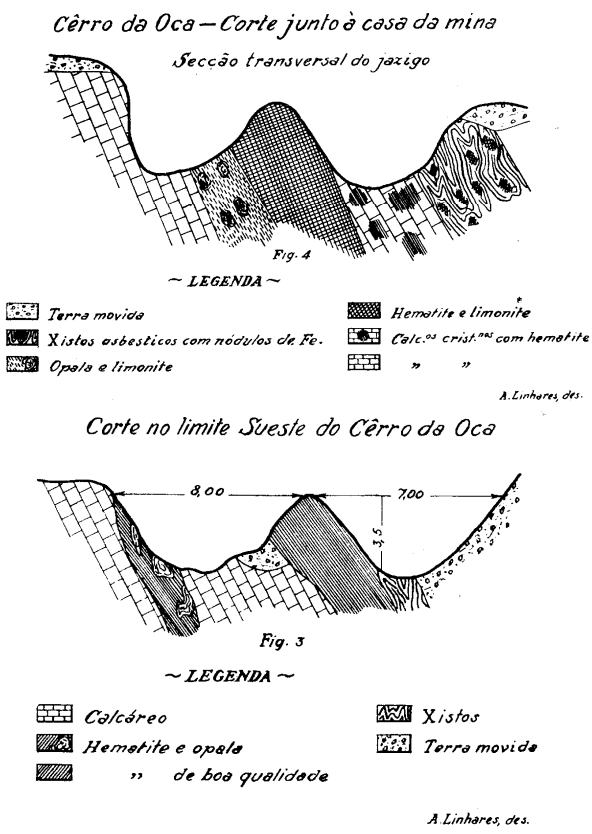




Fig. 3.6: Planta de dois cortes da concessão Cerro da Occa, nos quais estão patentes os minerais presentes e sua disposição no terreno. Em cima, vista actual da entrada de um dos poços da exploração (cortes retirados de *Alguns jazigos do Alentejo,* 1943 e cl.M.Gil 2006).

Do plano de lavra, sabe-se somente que sobre os afloramentos da jazida foram efectuados cortes e sanjas (valas), alguns deles relativamente largos e profundos. Contudo, à data da inspecção uma grande parte desses cortes já havia desabado (Moura & Carvalho, 1952; *Alguns jazigos do Alentejo,* 1943). A par da lavra a céu aberto, existiam indícios de trabalhos subterrâneos. No relatório de 27-1-1873 o engenheiro Pedro Vítor da Costa Sequeira informa que tinham encontrado 10 poços antigos (lavra subterrânea), tendo dois sido desentulhados pelos actuais descobridores, ou seja, por António Francisco Ribeiro e seus associados (Moura & Carvalho, 1952).

A profundidade dos poços podia atingir os 16 m como acontecia no Poço do Prior e que " seguia um filão de ferro, rico em mineral deste metal, óxidos de excelente qualidade e de boa lei"[59]. Á data da inspecção, só este poço se encontrava em laboração visto não estarem ainda implantados os necessários meios de transporte para o escoamento dos minerais. Condições que iriam ser determinadas pelo caminho-de-ferro de Quintos que, atravessava o Guadiana e passava perto de Vale de Vargo. Nos dois processos consultados, nada é dito sobre o

[59] Moura, J.E. da Costa, Carvalho, José L. da Silva, *op. cit.*,1952, p. 92.

aproveitamento e destino dos óxidos e hidróxidos de ferro explorados (*Alguns jazigos do Alentejo*, 1943; Moura & Carvalho, 1952).

A existência de óxidos e hidróxidos de Fe(III) é frequente em várias jazidas, normalmente associados a outros minérios (ex. de cobre, enxofre, manganês, pirite, etc.). Estes minerais puros ou sob a forma de massas terrosas são, muitas vezes, subprodutos das explorações. Em Portugal, existiram várias minas, em cujas, a ocorrência destes minerais foi registada e divulgada em Manuais e Cursos Elementares de Mineralogia e de Geologia entre 1884 e 1971 (*Mineralogia*, 1884; Amílcar, 1928; Carvalho & Moura, 1928 e 1930; Faria, 1971). Nestas publicações de natureza didáctica, as jazidas são localizadas, por vezes, com comentários à aplicabilidade dos minerais explorados no sector das tintas[60]. No quadro 3.1. e na Fig. 3.7 é feita uma súmula das referências recolhidas nas fontes bibliográficas consultadas.

Das mais de 100 minas de ferro concedidas em território nacional, e das quais se poderiam extrair magnetite, hematite e limonite, poucas já eram lavradas em 1931 (Carvalho & Moura, 1928 e 1931). Em 1925, apenas Cabeço da Mua (Moncorvo) e Asfamil (Sintra) continuavam activas, o que parece atestar as dificuldades que desde muito cedo se fizeram sentir em Portugal neste sector e que se deviam, no geral, a limitações técnicas e a falta de apoios económicos e políticos (D'Eshewege, 1838).

[60] "A hematite (..) quando se mostra vermelha e terrosa, constitui o ocre vermelho (....). O ocre vermelho depois de lavado, usa-se no fabrico do roxo-rei, que é uma tinta de largo emprego" e " (…) quando terrosa recebe o nome de ocre amarelo [limonite]. O ocre amarelo usa-se no fabrico de tintas" (Faria, M. de Oliveira, *Geologia*, 2º Ciclo dos liceus, 3ª ed., Gráfica Maiadouro, Lisboa, 1971, pp. 68 e 69)

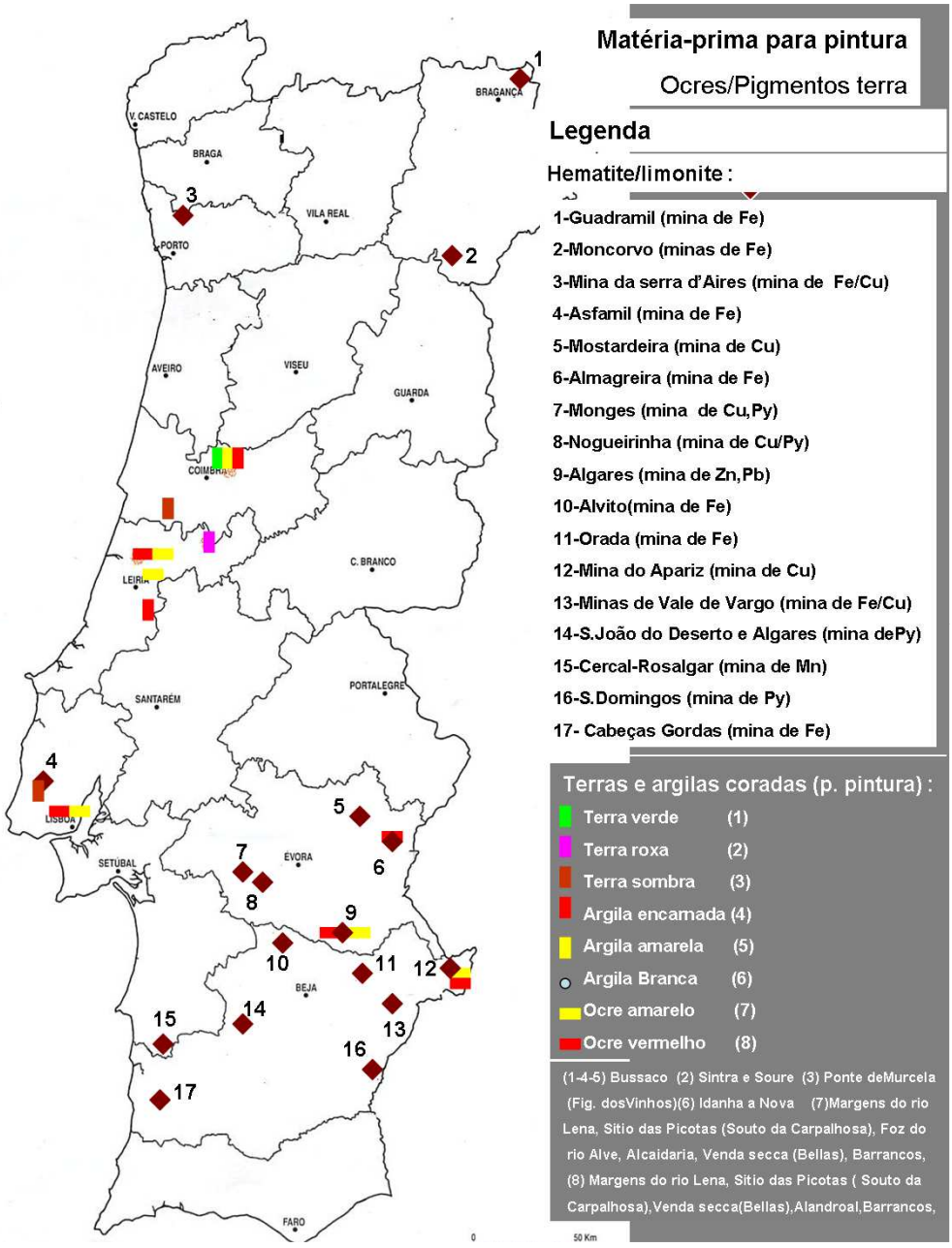


Fig. 3.7: Algumas das fontes possíveis de matéria-prima para pintura em Portugal Continental (ocres e outros pigmentos terra) de acordo com a bibliografia consultada do séc. XVIII ao séc. XX (mapa adaptado de Oliveira e al, 2002 e cl. M.Gil 2004)

Quadro 3.1: Resumo das ocorrências encontradas a oxido e hidróxidos de ferro em minas portuguesas com indicação geográfica, estado actual da mina e do ano da fonte bibliográfica (C- Catálogos de Exposições; M-Manuais de Mineralogia e Geologia, CM -Catálogo de Minas; BM -Boletim de Minas)

Concessionário /representante	Minério/ material	Mina /localidade	Estado actual	Município/ Distrito	Ano (Ref.)
Empresa Mineira de Guadramil, Ldª	Hematite/ limonite	Guadramil (Quadramil)	Inactiva	Bragança/Bragança	1867C) 1971 (M)
M. Chamiço F. D'Oliveira	Óxidos de ferro hidratados	Mina da Mostardeira	Inactiva	Estremoz/Évora	1867 (C)
Mason Barry limited, representada em Portugal por M.James Mason (Barão do Pomarão)	Limonite	Mina de S.Domingos	Inactiva	Mértola/Bela	1867 (C) 1889(C)
Ivens-Artur*	Hidróxido de ferro	Mina Valle Pequeno e Pia do Bicho	Inactiva	Porto de Moz/ Leiria	1888(C)
Manuel Ferreira dos Santos&Cª.	Hidróxido de ferro	Mina de Valverde (Alcanede)	Inactiva	Santarém/Santarém	1888(C)
Repartição de Minas	Hidróxido de ferro	Mina da Serra de Rates	Inactiva	Póvoa do Varzim/Porto	1889(C)
Repartição de Minas*	Hematite (terras de)	Mina da Nogueirinha (Herdade da Nogueirinha e freguesia de S. Tiago do Escoural)	Inactiva	Montemor-o-Novo/Évora	1888(C) 1889(C) 1928(M) 1930(M)
Repartição de Minas*	Hematite	Mina da Cova do Monge	Inactiva	Alandroal/ Évora	1888(C) 1889(C) 1930(M)
Repartição de Minas*	Limonite	Mina da Serra do Rosalgar	Inactiva	S.Tiago do Cacém/Lisboa	1888(C)
-	Óxidos de ferro hidratados	Mina dos Algares	Activa	Portel/Beja	1888(C)
Companhia mineração transtagana	*Occa vermelha* *Dita amarela*	Mina de S.João do Deserto e Algares	Inactiva?	Aljustrel/Beja	1888(C) 1889(C)
Repartição de Minas*	Hematite manganesifera (minério de ferro e manganésio)	1-Serra da Mina 2-Toca do Mocho, 3-Pinheiro da Boa vista, 4-Herdade da Mandurelha 5- Serra da Velha 6-Courela Mancos 7-Carrasquinheira 8-Cabeças Gordas 9-Pero Cuco	Inactiva	1 a 4 -S.Tiago do Cacém/Sétubal; (freguesia de Cercal), 5 a 8- Odemira/Beja 9-Grandola/Sétubal	1 a10-1888(C) 1 a10-1889(C) 1 a5 -1971(M)
Comissão dos trabalhos geológicos do Reino *	Hematite	1-Cabeço /Maçico da Mua 2-Sitio das Fragas da Carvalhosa 3-Ponta da Serreta 4-Mina da Orada (freguezia de NªSrª dos Prazeres)	Inactiva	1,2 - Moncorvo/ Bragança 3-Ilha Terceira 4- Moura/Beja	1,5-1889(C) 1,2-1884(M) 1,2-19298M) 1,2-1930(M) 1,2-1971(M)
Comissão dos trabalhos geológicos do Reino	Limonite	Barqueiros	Inactiva	Barcelos/Braga	1889(C)
-	Limonite	1-Mina do Apariz 2-Mina da Seiceira e vale da Rosa	Inactiva	1-Barrancos/Beja 2- Ferreira/Beja	1827(CSG)
-	Hematite	Mina de Aires	Inactiva	Alvito/Évora	1928(M)
-	Hematite	Lagar da Serra	Inactiva	Povoa do Varzim/Porto	1929(M)
-	Hematite	Asfamil	Inactiva	Sintra/Lisboa	1931(M)
	Hematite	Almagreira	Inactiva	Alandroal/Vila Viçosa	1952(CM)
António Francisco Ribeiro	Hematite/ limonite	Minas do Vale de Vargo: 1-Serro da Oca 2-Juncalinho 3-Courela de Boiadeiro 4-Pocinho da Mota 5-Almaceneiros 6-Almajudas	Inactiva	Serpa/Beja	1943 (BM) 1952 (BM)

* Ref. de 1888/1889. Na restante bibliografia, nada é dito a respeito.

3.1.1.4. Estudos para a Indústria da Cerâmica do século XX

A olaria foi outra das indústrias portuguesas que recorreu das fontes de extracção nacional de matérias-primas coradas para a pintura das suas peças de cerâmica. Como tal, também constitui uma importante fonte de documentação para a temática em estudo.

As argilas utilizadas na produção de *engobes*[61] (Vermelho, 1990, Carvalho, 1990/1991) foram catalogadas na literatura técnica como argilas coradas *ou* ocrosas, argilas ferruginosas ou simplesmente ocres para distingui-las dos restantes tipos utilizados no fabrico das pastas (Leitão, 1896; LePierre, 1912; Faria, 1971). A descrição mais completa consultada sobre este tipo de argilas, e possivelmente uma das mais antigas com algum fundo científico, está presente em *Introdução ao estudo das principais argilas de Portugal* (1890)[62]. Por esta, é possível perceber como as suas propriedades físicas e químicas eram caracterizadas e demonstradas na prática.

Argilas ferruginosas. Ocres[63]

argillas a que uma notável proporção de óxidos de ferro, anhnydros ou hydratados, dá uma coloração pronunciada que é geralmente castanha ou amarella e algumas vezes vermelha e gridelem. Estas argillas, que não são raras, são em geral magras e siliciosas e atacáveis em parte pelos ácidos fundem ao maçarico em um esmalte amarello ou castanho. São utilisadas na cerâmica, não na formação da pasta, mas para dar um tom mais uniforme e um certo brilho a vários productos de olaria, entrando na formação das cobertas pela fusibilidade relativa que lhe dá o oxydo de ferro,

Quando são constituidas por partículas muito finas e muito ricas em sesquioxydo de ferro denominam-se ocres e são empregues na pintura. Fornecem a cor amarella quando o sesquióxudo é hydratado, o que é o mais trivial, e a vermelha quando é anhydra, podendo contudo esta cor ser sempre facilmente obtida pela calcinação do ocre amarello, que determina a desydratação do sesquioxydo de ferro. A matéria corante denominada Sombra de Colonia é também uma variedade de ocre, uma vez natural, outras, producto de calcinação (…).”

A presença elevada em óxidos e hidróxidos de Fe(III) e a sua fraca plasticidade distanciavam-nas dos outros tipos de argilas normalmente mais puros e trabalháveis e tornavam-na adequada para ser empregue como pigmento.

[61] Nome técnico pelo qual são conhecidas as tintas feitas com argilas e água.
[62] Esta foi a referência mais antiga consultada, sendo a mais recente de 1991 em Brandão, J., *op. cit*., p. 290.
[63]‘ Introdução ao estudo das principais argillas de Portugal’, *op. cit.*, , 1890, pp. 31 e 32.

Apesar dos vários estudos sobre esta arte tradicional portuguesa, poucos foram os autores que abordaram a origem em território nacional deste tipo de argilas. Até ao momento só foram encontrados dois levantamentos particularmente relevantes para o esclarecimento desta questão. O primeiro de 1912, é o *Estudo químico e tecnológico sobre a cerâmica portuguesa moderna* da autoria de Charles LePierre. O segundo feito por Solange Parvaux, data de 1968, e concentra a sua atenção na cerâmica popular do Alto Alentejo. Nestes dois trabalhos são feitos inventários sistemáticos aos centros de produção existentes com indicações à proveniência dos materiais utilizados.

Entre as matérias inventariadas por Charles LePierre(1912), constavam:

- A argila da Freguesia de Cabanelas (nº 24), Concelho de Vila Verde (Distrito de Braga). Segundo o autor, esta era um ocre amarelo, bastante puro e que, em solução aquosa, servia para corar a louça destinada a ser vidrada;

- O "*barro tinta*" (nº104) que se encontrava no Cabeço de S. Lourenço, entre o Crato e Alter do Chão, a 8 quilómetros da aldeia da Flor da Rosa. Este consistia numa argila ferruginosa de cor vermelha que era usada para corar e impermeabilizar as louças;

- A argila do Redondo (nº108), Distrito de Évora. A única informação adicional dada é que era para tinta vermelha usada em Campo Maior, tal como uma argila amarela proveniente de Borba (nº109);

- A argila IV (nº186), da Serra de Ossa (Distrito de Évora), que era uma argila ferruginosa, muito plástica e que era conhecida por almagre. Extraída do sopé da Serra, servia para dar "banho" à louça de água.

Da região de Estremoz, Charles LePierre menciona, sem precisar a sua origem, mais duas argilas para pintura - a V e a VI- de tonalidade amarela e vermelho alaranjado escuro. Em Beringel (Município de Viana do Alentejo), a loiça que não era para fogo era toda passada por uma tinta almagre para lhe conferir um tom vermelho mais brilhante. Contudo, o local de extracção também não é mencionado. No município de Elvas, eram também usadas "umas substâncias terrosas" para corar e ornamentar. Era o caso de uma hematite argilosa (nº111) extraída da Quinta do Nabo (arredores de Elvas) e de uma hematite vermelha pura (Fe_2O_3)

(nº112) que, misturada com alguma areia, possuía uma tonalidade arroxeada. Esta era originária da Herdade das Casas Velhas, situada a 12 km de Elvas.

No Alto Alentejo, as duas matérias naturais usadas para corar as louças eram (e continuam a ser) o ocre vermelho (almagre) e uma tinta branca feita com argila branca, proveniente, na sua maioria, da aldeia de Barro Branco e de S. Tiago de Rio de Moinhos (Município de Borba)[64], duas localidades também produtoras de cal branca e parda (LePierre, 1912).

Outras jazidas importantes de argilas vermelhas para pintura localizavam-se perto de S. Pedro do Corval no concelho de Reguengos de Monsaraz e na Mina de cobre da Mostardeira, nas redondezas de Estremoz (Parvaux, 1968). Em 1968, Solange Parvaux com base no estudo de LePierre acrescenta mais alguns locais de extracção com indicação da forma de aquisição[65] (Quadro 3.2).

Quadro 3.2: Resumo dos pontos de extracção de argilas vermelhas para pintura (Quadro retirado de Parvaux, 1968).

Município	Local de extracção	Forma de aquisição
Nisa	Pé da serra (15 km N.E) Arronches (58 km S.)	Comprada
Campo Maior	1 a 2 km da vila	_
Elvas	Propriedade Alcobaça (6 km N.)	Comprada
Estremoz	Mina da Mostardeira (8 km S.)	Comprada
Évora	Vendinho, perto de Reguengos (40 km S.)	Dada
Redondo	Propriedade do Carrascal (20 km N.E.)	Comprada
Reguengos de Monsaraz (S. Pedro do Corval)	Propriedade Pombal (7 km) d'Aldeia de Montoito (19 km)	50 Escudos/300 Kg
Viana do Alentejo	Localização desconhecida	Comprada
Borba	Serra d'Ossa perto de Borba (49 km E.)	Comprada

Para além dos ocres vermelhos e argilas brancas, outros materiais foram registados no início do século XX por Charles LePierre[66], sobretudo na região de Coimbra, para a

[64] Parte do barro era originário de Leiria. Este apesar de ser mais caro, era preferido por alguns oleiros do Redondo e de S. Pedro do Corval, por o considerarem de melhor qualidade. (Parvaux, S., *La Ceramique Populaire du Haut Alentejo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Presses Universitaires de France. Paris, 1968, pp. 85 e 86)

[65] Este tipo de argila era comprado pelos oleiros, excepto em Estremoz, e custava mais que as argilas *figulinas* até porque os pontos de extracção eram, muitas vezes, mais distantes dos centros de olaria. Actualmente o termo argilas *figulinas* está, no geral, englobado na designação de argilas comuns ou argilas para cerâmica de "barro vermelho". (LePierre, C., *op. cit*., 1912, p. 108)

[66] Solange Parvaux, em 1968, limita-se a repetir os materiais referenciados por Charles LePierre.

decoração de cerâmica vidrada. O esmalte (um vidro de cobalto) era empregue para as tonalidades azuis, misturado com *safre* (óxido de cobalto impuro) e *morado*, designação dada ao óxido de manganês do Bussaco (ex. na faiança Ratinha) ou então com *fezes de ouro* (PbO) e mínio ou zarcão (Pb_3O_4) (ex. na faiança Vandelli) (LePierre, 1912).

No Redondo havia quem, da profissão, chamasse, de forma incorrecta, z*arcão azul* a um outro pigmento feito com base em óxido de cobalto (Parvaux, 1968). Os amarelos e alaranjados podiam ser igualmente feitos à base de antimónio e os verdes eram normalmente óxidos de crómio ou sulfatos de cobre. Os castanhos e os pretos eram feitos com ferro, manganês e cobalto. Em 1912, muitos destes pigmentos já eram importados de Inglaterra (LePierre, 1912).

O carvão vegetal era também utilizado para dar cor às loiças pretas que eram fabricadas em diversas partes do país. Este não era adicionado à pasta mas penetrava na sua estrutura durante o processo da cozedura.

> No distrito de Coimbra a louça preta é cozida em covas e da seguinte forma: abre.se na terra uma cova de forma cúbica de 1,50 a 2 metros de lado. A louça depois de seca ao ar, é colocada na cova, separando-se as peças por aparos de madeira e ramos de pinheiro. Cobre-se com terra, semeando-se de buracos a parte superior. (...) Comunica-se o fogo à lenha por meio de um conduto lateral (…) tapando-se depois. A combustão efectua-se lentamente e continua assim durante 8 a 10h. Como dispõe duma quantidade insuficiente de oxigénio, o carvão não é pois totalmente queimado; os produtos carbonados da destilação da madeira num espaço fechado condensam-se e, por uma serie de decomposições pirogenadas, a pasta do objecto fica pouco a pouco impregnada de carvão. [67]

Actualmente, as únicas referências encontradas às aplicações de argilas, no fabrico de tintas, focam o papel que algumas, tais como o caulino ou argilas do grupo da esmecticte, desempenham na indústria das tintas plásticas como cargas e agentes suspensores (impedem a sedimentação dos pigmentos) (Velho, 2005). O grau de finura da argila e a forma lamelar das suas partículas conferem à tinta um elevado poder de cobertura. Por outro lado, em tintas com base de solvente, a argila é usada principalmente como extensor do dióxido de titânio (TiO_2).

[67] LePierre, C., *op. cit*., 1912, p. 28.

3.1.2. Carbonatos básicos de cobre e o *Azul de Aljustrel*

Dos minerais que poderiam servir para a fabricação de pigmentos azuis só foi encontrado, até agora, o registo oficial de um *azul* descoberto por volta de 1521 nas minas de pirite e cobre do concelho de Aljustrel.

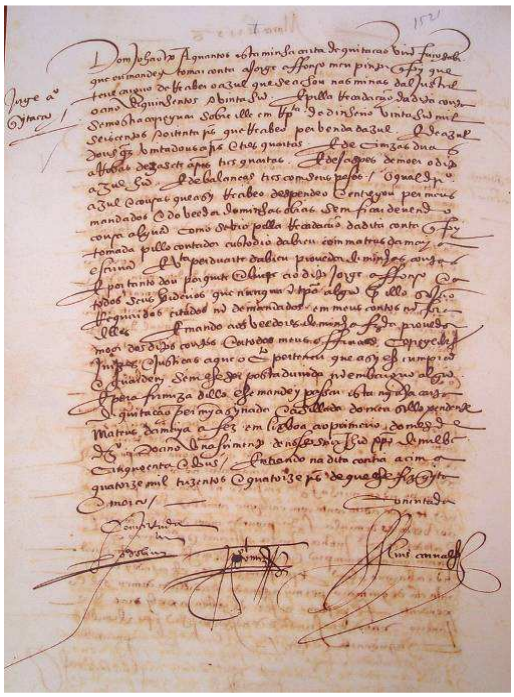
A sua importância é atestada pela atenção que lhe foi conferida em dois documentos régios no século XVI (Monteiro & Urbano, 20007; Martins e al, 2003).

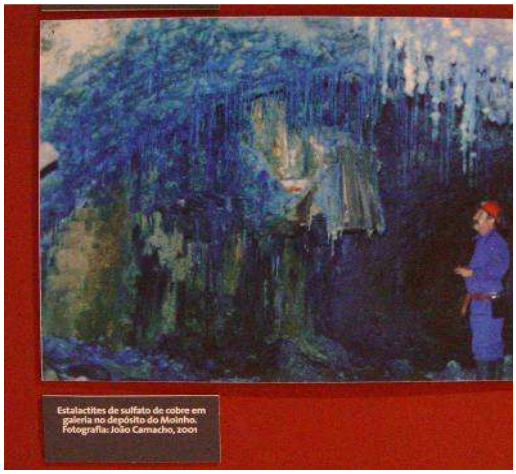
O mais antigo, do reinado de D. Manuel, é do ano da sua descoberta e empossa um pintor de Beja de nome Francisco das Aves do cargo de "*afinador*", ou seja, de atestar e aperfeiçoar a qualidade da "*tinta azul*" (Fig. 3.8). Sobre a sua natureza nada é dito de concreto mas pensa-se que seria talvez um pigmento feito com base em sulfatos de cobre ou em carbonatos básicos de cobre existentes nas jazidas de sulfuretos da região (Fig. 3.9).

O segundo documento data de 1552 (trinta e oito anos depois) e nele, D. João III confirma as contas da venda do dito *azul* por um pintor da corte de nome Jorge Afonso, que fora incumbido de o receber e, aparentemente também de o comercializar (Fig. 3.9) (Martins e al, 2003).

"Dom manuel etc. a quamtos esta nosa carta virem ffazemos saber que por termos emformaçam de ***Francisco das aves pimtor*** *morador na cidade de Beja _____ pera afynar o azull das nosas minas _____ que estam [fl. 57v.] jumto d'aljustrell e de sy por lhe fazermos merce avemos por bem e nos praz _____ lhe dar o carguo d'afynador do dito azull com o quall queremos que ele tenha para __ mantimento cada ano vinte e quatro mill reis e dous moios de triguo comprados e paguos na dita villa d'aljustrell _____ tall condicam que elle sera obrigado afynar o dito azull em toda prefeyçam e da maneira que compre pera _____ vender e ffazer delle _____ e pera elle dito Francisco das avees dar Razão de com mais vontade trabalhar na dita obra e fazer todo o posivell pello dito azull sair bem afynado e apurado pera se melhor _____ queremos que ele (?) aia o hum pro cemto de todo o _____ que _____ se fazer do preço pro que se vender e se caso for que o dito hum pro cento nam chegar a elle _____ Rezão .....dada em lixboa a xxx d'abrill amyonio afonso a fez ano de mill b xxj e comecara _____ do dia que começar a servir e apresemtar esta carta a martinz vaaz masquarenhas que temos provydo de oulhar e mandar oulhar por toda a dita feytoria e esto avemos por bem emquanto mandarmos tirar a dita tinta azull*"

Fig. 3.8: IAN/TT, Chancelaria de D. J. Manuel I, Liv.39, 30.IV.1521, fls.57-7V. Transcrição realizada e cedida pela Historiadora Patrícia Monteiro.





Dom Johão etc. A quantos esta minha carta de quitação virem faço saber que eu mandey tomar conta a Jorge Affonso meu pintor que foy que teve carguo deReceber o azul que se achou nas minas d'aljustrel o ano de quinhentos e vinta (sic) hum. E pella Recadação da dita conta se mostra carreguar sobre elle em Recepta de dinheiro vinta hum mil seiscentos e oitenta reis que Recebeo per venda d'azul. E de azul dous quinhentos vinta dous reis e tres quartos. E de cimzas duas aRobas dezasete reis tres quartos. E de jaspes de moer o dito azul hum. E de balanças tres com seus pesos. O qual dito azul e cousas que asy Recebeo despendeo e entregou per meus mandados e do Veedor de minhas obras sem ficar devendo cousa algua como se vio pella Recadação da dita conta que foy tomada pello contador Custodio d'Abreu com Mateus da maya escrivão E vista per Duarte d'abreu provedor de minhas cousas. E portanto dou por quite e livre ao dito Jorge Affonso e a todos seus herdeiros que nunqua em tempo algum per ello sejão Requeridos citados nem demandados em meus contos (sic) nem fora delles. E mando aos veedores de minha fazenda provedor moor dos ditos coutos E a todos meus officiaes corregedores Juízes e Justiças a que o contrato (?) pertencer que asy e se cumprão e guardem sem lhe ser posta duvida nem embarguo algum. E pera firmeza dello lhe mandey passar esta minha carta de quitação per mym asynada e asellada do meu sello pendente Mateus da maya a fez em Lixboa ao primeiro do mês de Dezembro Do anno do nasimento de nosso senhor Jhesus Christo de mill quinhentos cinquoenta e dous. E entrando na dita contia acima quatorze mil trezentos e quatorze reis de que lhe fiz questão (?) e mercê.

Fig. 3.9: Reprodução e transcrição do fólio 111 do Livro de Privilégios da Chancelaria de D. João III (1552) que refere a existência à venda do "Azul Aljustrel". O original encontra-se na Torre do Tombo (Lisboa) na Col.I.A.N.T.T. Em baixo, aspecto das estalactites de sulfato de cobre existentes numa galeria do jazigo do Moinho (cl. M.Gil 2004 com autorização do Dr. Artur Martins).

Juntamente com o pigmento azul foram igualmente transaccionadas "cinzas, jaspes para moer o dito azul e balanças de pesos" (Fig. 3.9). A natureza das "cinzas" também não é esclarecida. Se se tratavam de matérias provenientes das minas da região de Aljustrel deveriam muito provavelmente corresponder a uma certa variedade de azurite (carbonato básico de cobre, $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$). A este mineral, que na época era um dos mais importantes pigmentos azuis (Cruz (b), 2007), e à sua versão artificial[68] são frequentemente associados os termos "cinzas" ou "cinzas azuis" em textos relacionados com materiais de pintura[69] (e.g. Leitão, 1896; Cabral, 2007; Rutterforth & Stout, 1966; Eastaugh e al, 2004). O vocábulo "natural" é, por vezes, adicionado para permitir a distinção entre o mineral extraído da natureza e o preparado por reacções químicas[70].

Menos comum, mas ainda assim de mencionar, é a atribuição por um fabricante actual de terras coradas portuguesas (Abílio Lopes, Lda.) de "cinzas" aos sulfuretos de ferro (pirites) utilizados na produção do pigmento roxo-rei e no escurecimento dos ocres vermelhos.

A azurite ocorre naturalmente em filões de cobre e minérios associados (pirites cupríferas). Este mineral aparece normalmente com outro carbonato básico de cobre - a malaquite - de cor verde e cuja composição é somente distinguível pela diferente proporção entre os iões carbonato e os iões hidróxidos (Cruz (b), 2007).

Em Portugal, as principais jazidas de cobre encontram-se na faixa piritosa do Alentejo (Quadro 3.3 e Fig. 3.10), nomeadamente em todas as massas e filões de pirite cuprífera de que são exemplo S. João do Deserto, S. Domingos, Canal Caveira e Lousal[71] (Amílcar, 1928;

[68] Na opinião de F. Brunello em *De Arte Illuminandi e Altri Tratatti Sulla Técnica della Miniatura Medievale* (séc. VIII), na Idade Média já eram conhecidas receitas para preparar pigmentos azuis a partir de sais de cobre. Algumas foram descritas em alguns dos famosos manuscritos medievais de que é exemplo o *Mappae Clavícula.*. Consoante o receituário alguns destes pigmentos eram pois carbonatos básicos de cobre enquanto outros eram carbonatos mais complexos contendo amónio (Cabral, J.M, ' História Breve dos Pigmentos: 4- Das Artes da Idade Média (2ºparte),' *Química* 104**,** 2007, p. 48).

[69] O termo "cinzas azuis e verdes" aparecem inclusive nas pautas alfandegárias das importações entre 1880-1889 (ver ponto 3.5.2).

[70] Dois exemplos citados em Manuais de Acabamentos das construções dos finais do séc. XIX e inícios do XX: . a) em 1896 "O azul montanha ou cinzas azues, extrahido das minas de cobre ou preparado artificialmente (…)"; (b) em 1931 " (…) pelas cinzas azuis naturais (azurite ou carbonato de cobre). As cinzas azuis são constituídas pelo carbonato de cobre artificial (…)". Este autor repete a descrição dada oito antes por João Emílio dos Santos Segurado na 2ª edição do seu manual (Leitão. Luís A, *op. cit.*, 1896, p. 132; Correia, Carlos A., op. cit., 1931, p. 19 e Segurado, João E. dos Santos, *op. cit*., 1923, p. 208)

[71] A Faixa Piritosa Ibérica é a reserva mais importante de sulfuretos maciços na Europa. A faixa piritosa inclui massas gigantes como as que se encontram em Aljustrel, Rio Tinto (Espanha), Aznalcollar (Espanha), -Los Frailes, Sotiel-Migollas, Tharsis, La Zarza, para além de inúmeros jazigos de menor dimensão, que em muitos casos foram alvo de exploração económica (ex. Caveira, Lousal). A exploração destes depósitos de metais ocorre desde o Calcolítico que (3362-2156 a.C.), intensificando-se mais tarde, por volta do séc. VIII a.C. por povos como os Fenícios e os Cartagineses. Durante o Império Romano foram intensamente explorados vários jazigos de sulfuretos, como é o caso de S. Domingos, Aljustrel e Canal Caveira em Portugal, sobretudo na sua parte mais superficial, marcada pela existência de chapéus de ferro (Martins, A., Alves, H., Costa, T., *2000 anos de*

Martins e al, 2003). A zona de alteração superficial destas jazidas dá origem entre os principais produtos de oxidação à malaquite e azurite, que com frequência aparecem sob a forma de incrustações. A malaquite também aparece nas minas da zona de barrancos e Beja juntamente com a melaconite (mineral à base de CuO) nas jazidas de calcopirite que se encontram em diversos filões de quartzo e de carbonatos, encaixados nos xistos. Em Évora, os carbonatos básicos de cobre encontram-se nos filões de calcopirite existentes nos afloramentos de diorite quartzífera (Amílcar, 1928).

Quadro 3.3: Exemplos da localização da ocorrência de malaquite e azurite associada a minérios de cobre (Cu), e calcopirite ($CuFeS_2$) com indicação do estado actual da mina e do ano da referência bibliográfica (C - Catálogos de Exposições, CSG - Comunicação dos Serviços Geológicos. M - Manuais de Mineralogia e Geologia).

Concessionário/ Representante	Minério/ material	Mina /localidade	Estado Actual	Concelho ou Freguesia/Distrito	Ano
-	Azurite /Malaquite	1-Mina da Azambujeira 2-Sobral 3-Caveira 4-Tinoca	Inactiva	1-Alandroal/ Évora 2-Évora/Évora	1-1867 (C) 1-1889(C) 1 a 4-1927(CGS)
Francisco José da Costa	Malaquite	Mina de Vale da Rosa	Inactiva	Ferreira do Alentejo/Beja	1888(C) 1927(CGS)
Sebastião Rodriguez	Azurite	Mina da Herdade da Ventosa	Inactiva	Beja/Beja	1888(C) 1927 (CSG)
Amândio Gomes Poncio	Malaquite	Mina de Valle de Nogueira e Manisola (Alcáçovas)	Inactiva	Viana do Alentejo /Évora	1888(C)
Empresa da Mina de S. Domingos*	Malaquite terrosa	Mina de S.Domingos	Inactiva	Mértola/Beja	1888(C) 1927(CGS)
-	Malaquite	1-Mina do Vale do Bicho 2-Mina dos Algares 3-Mina de S.João do deserto 4-Mina do Apariz 5-Mina de Minancos 6-Mina da Juliana 7-Mina do Louzal	Inactivas	1-Sever do Vouga/Aveiro 2/3- Aljustrel/ Beja 4/5-Barranco/Beja 6-Beja/Beja 7,8- Grândola/Setúbal 9-Arronches/Portalegre	1927(CSG) 1928(M)

Mineração em Aljustrel, edição da Câmara Municipal de Aljustrel, 2003, pp. 13 e 14; *A Mina de ferrarias na faixa piritosa Ibérica*, http:// minacovamouros.sitepac.pt/geologia.htm)

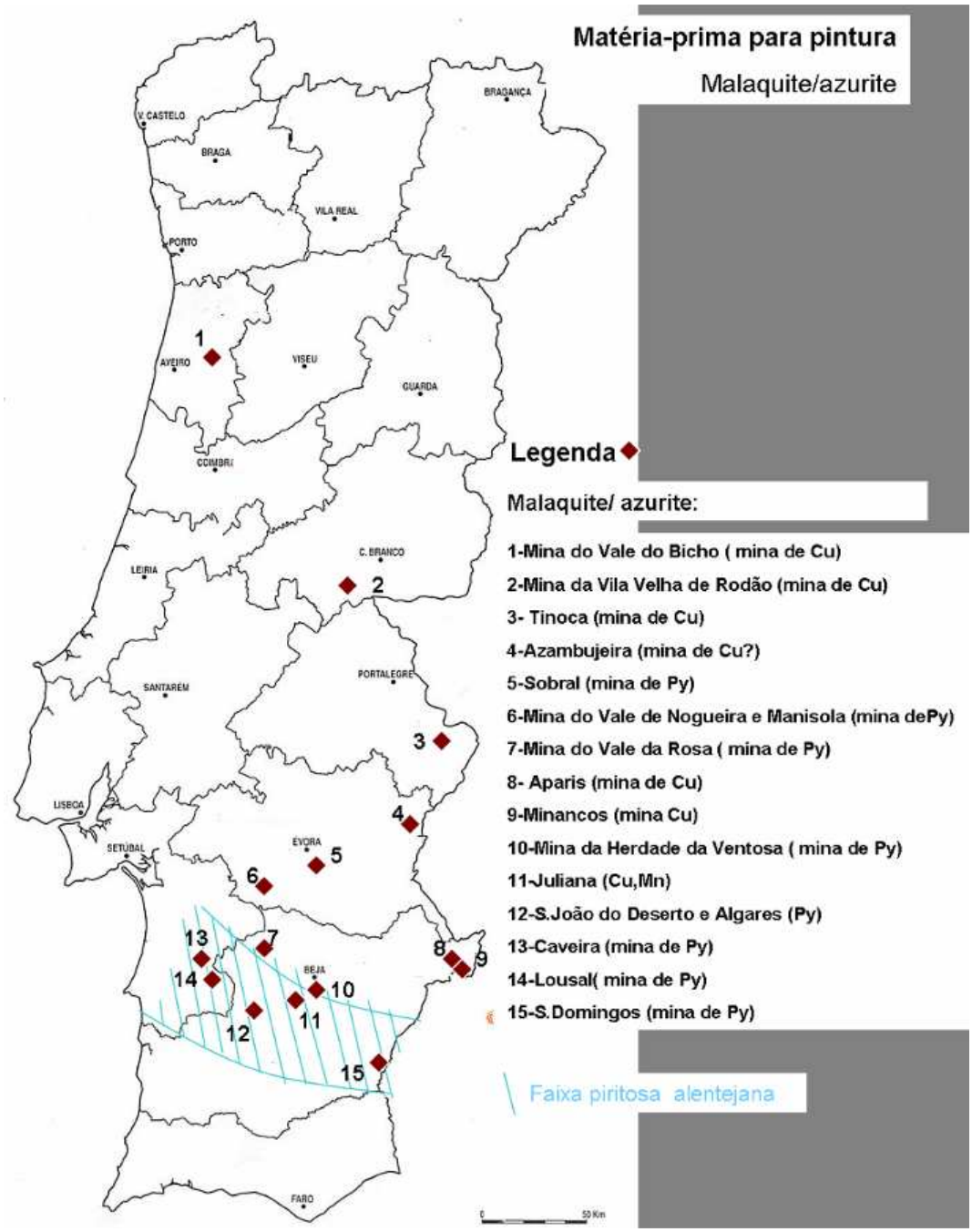


Fig. 3.10: Exemplos da ocorrência de malaquite e de azurite em minas de cobre e pirites cupríferas, outrora activas em território nacional (mapa adaptado de Oliveira e al, 2002).

Sobre as explorações nas ex-colónias, é de referir as menções honrosas que, a *Western Africa Malachite Company*, concessionaria das minas de Membe (Distrito do Uíge, Angola) e um Sr. Flores, concessionário da mina de Cuio (distrito de Benguela, Angola), obtiveram na Exposição Universal de Londres de 1862 (Cabral, 1864).

> As malachites do Bembe tiveram n'ella o primeiro logar, pois à textura co) e compacta da sua massa reunia-se um colorido de verde em zonas caprichosas e de tons tão variados da mesma tinta, que produziam um effeito admirable. Infelizmente as condições em que se acha o deposito cuprifero do bembe não permittirão o seu aproveitamento de uma maneira ventajosa. A companhia ingleza que a lavra actualmente, não obstante o grande capital de 100:000 libras de que deispõe, ainda não pôde conseguir bom resultado, mas para isso tem contribuido principalmente as difficuldades de communicações entre o bembe e o Ambriz, difficuldades que só uma boa estrada entre estes dois pontos podia resolver e deveria ter resolvido, a ser verdadeira, como supponho, a importancia atribuida áquelles jazigos.
>
> A mina de Cuio (…) mui proxima da costa e da capital do districto, começou ha poucos annos a ser lavrada. O minerio que na exposição de Londres figurou era uma espécie de grés formado de grãos de quartzo impastados por uma massa mais ou menos terrosa de carbonatos de cobre verde e azul; entretanto alguns exemplares eram formados apenas pelo carbonato terroso sem mistura de quartzo [72] .

Para finalizar, do distrito de Mocâmedes estiveram também expostos alguns exemplares:

> (…)de rochas gipsosas mais ou menos tintas de verde pelo carbonato de cobre, as quaes, se não revelavam grande riqueza, diziam ao menos que as rochas cupriferas são abundantes na costa Occidental da Africa portuguesa, e é natural que pelos numerosos vestigios que n'ella se encontram, se venham a descubrir jazigos de lavra mui ventajosa [40] .

[72] Cabral, José A.C. das Neves, *op. cit*., 1864, pp. 254 e 255.

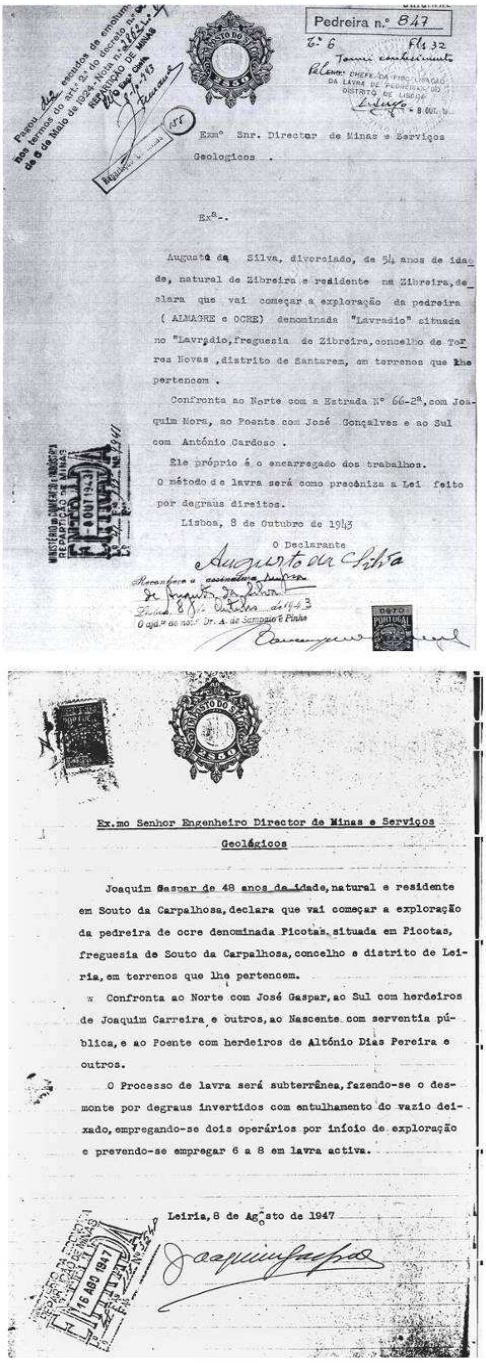
3.2. Processo de extracção de ocres e almagres

3.2.1. Pedreiras de ocre e almagre: *Lavradio* e *Picotas*

Na década de 40 do século XX deram entrada na Direcção Geral de Geologia e Minas[73] dois pedidos para a exploração de pedreiras de ocre e almagre. Até ao momento estes são os únicos documentos encontrados para a exploração oficial e especifica deste tipo de depósitos minerais (Fig. 3.11).

Os dois requerimentos são para o centro do país, nomeadamente para Zibreira, uma das freguesias do concelho de Torres Novas e para Souto da Carpalhosa, perto de Várzeas, uma localidade a cerca de 15 km a norte da cidade de Leiria. Ambos são elucidativos de como era aplicada a legislação para este tipo de matéria-prima e as suas diferenças consoante o método de lavra adoptado (a céu aberto ou subterrânea).

No caso da pedreira das *Picotas*, pela leitura dos documentos anexos ao processo, é ainda possível perceber as dificuldades técnicas e económicas que provavelmente todas as pequenas explorações atravessavam e que, inevitavelmente, acabavam por acarretar o abandono da extracção.


Pedreira n.º 847

Exmº Snr. Director de Minas e Serviços Geologicos .

Exª-.

Augusto da Silva, diversiado, de 54 anos de ida-
de, natural de Zibreira e residente em Zibreira, de-
clara que vai começar a exploração da pedreira
(ALMAGRE e OCRE) denominada "Lavradio" situada
no "Lavradio, freguesia de Zibreira, concelho de Tor-
res Novas , distrito de Santarem, em terrenos que lhe
pertencem .

Confronta ao Norte com a Estrada Nº 66-2ª, com Joa-
quim Mora, ao Poente com José Gonçalves e ao Sul
com António Cardoso .

Ele próprio é o encarregado dos trabalhos.

O método de lavra será como preconiza a Lei feito
por degraus direitos.

Lisboa, 8 de Outubro de 1943

O Declarante

Ex.mo Senhor Engenheiro Director de Minas e Serviços Geológicos

Joaquim Gaspar de 48 anos de idade, natural e residente em Souto da Carpalhosa, declara que vai começar a exploração da pedreira de ocre denominada Picotas, situada em Picotas, freguesia de Souto da Carpalhosa, concelho e distrito de Leiria, em terrenos que lhe pertencem.

Confronta ao Norte com José Gaspar, ao Sul com herdeiros de Joaquim Carreira e outros, ao Nascente com serventia pública, e ao Poente com herdeiros de Altónio Dias Pereira e outros.

O Processo de lavra será subterrânea, fazendo-se o desmonte por degraus invertidos com entulhamento do vazio deixado, empregando-se dois operários por início de exploração e prevendo-se empregar 6 a 8 em lavra activa.

Leiria, 8 de Agosto de 1947

Fig. 3.11: Requerimentos para o início da exploração de ocres e almagres: em cima, a do *Lavradio* (1943-1974) e em baixo, a de *Picotas* (1947-1973). Apesar das baixas de produção oficiais serem da década de 70, as duas já tinham deixado de laborar há cerca de 10 anos.

[73] Actualmente, estes processos são da responsabilidade do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETTI) e das Direcções Regionais de Economia (DRE). Os dois registos de pedreiras foram encontrados na base de dados online GEO sob a numeração 1440 e 847. A leitura e fotocópia da documentação foram facultadas pela Direcção Regional de Economia da Cidade de Lisboa e Vale do Tejo (Pedreira Lavradio) e Direcção Regional de Economia de Coimbra (Pedreira Picota) *Base de dados de Pedreiras*, http://e-geo.ineti.pt/bds/pedreiras/default.aspx (acesso 29-01-2009).

A análise destes processos é relevante para a pesquisa devida à quase ausência de enquadramento destas massas minerais nas classificações históricas existentes e à escassez de registos escritos que testemunhem a lavra e aproveitamento destes recursos naturais em território nacional. Esta situação explica-se, em parte, se atendermos à legislação em vigor para minas e/ou pedreiras do século XIX até ao início do XX[74]. Sem pretensões de uma abordagem exaustiva, importa mencionar alguns dos decretos que regeram a exploração deste tipo de depósitos e suas transformações ao longo do tempo, para melhor se poder entender a problemática em questão.

3.2.1.2. Aproveitamento dos minerais à base de Fe (III) na legislação entre 1894 e 1940

Neste âmbito e pela sua importância, é de salientar o regulamento para o aproveitamento das substâncias minerais aprovado por decreto, em 5 de Julho de 1894. Este é o único documento consultado que se refere, de forma clara, a ocres e almagres incluindo-os na 3ª classe de depósitos de substâncias minerais úteis, juntamente com " os depósitos de alluviões auriferas, stanniferas, ou quaesquers outros, quando o seu aproveitamento seja feito unicamente com aparelhos volantes[75] (...), terras pyritosas destinadas a ser convertidas em sulfato de ferro, e terras aluminosas"[76]. Os ocres e os almagres só estavam nesta categoria quando não eram empregues na indústria siderúrgica como matérias-primas.

As terras ferruginosas utilizadas como minérios de ferro pela metalurgia, pertenciam à classe 1, que abrangia todos os minérios metálicos, carvões minerais, as madeiras fósseis, os betumes e os alúmens (entre outros). Ao contrário destes últimos, que só podiam ser aproveitados mediante prévia concessão do governo, os da 3ª classe podiam ser livremente aproveitados pelos proprietários do solo ou por outrem com o seu consentimento. Na essência, estas directrizes já tinham sido preconizadas, por outras palavras, no Decreto-lei de

[74] Época em que as leis começaram a ser publicadas no *Periodico Official do Governo* (decreto de 19 de Agosto de 1833, art.º). Anteriormente a esta data, existem sobretudo documentos (ex. forais e ordenações) isolados e, na sua maioria, mais pontuais, sendo de destacar os éditos de D. Diniz (séc. XIII), os de D. Manuel (séc. XVI) ou depois já da restauração, os de D. João IV (séc. XVII). Contudo, estes centralizam-se, entre as muitas questões de ordem administrativa, em particular nas minas de minérios metalíferos do Reino e das colónias. Segundo o Barão D'Eschewege, a historia moderna da Administração das Minas em Portugal começa em 1801 com o Ministro D. Rodrigo de Sousa Coutinho e Dr. José Bonifácio d' Andrade (Intendente Geral das Minas) e com a publicação um ano mais tarde da nova lei de administração das Minas e fabricas de ferro (Alvará de 30 de Janeiro de 1802) (D'Eshewege, B., *op. cit*., 1838, p. 8; Menezes Acciaiuoli, Luís De, 'A Academia da Ciências e as Minas do Império até meados do século XIX', *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, classe de ciências, Tomo IV, 1950, pp. 303-315 e *Colleccção de Leis e outros Documentos officiais*, 1839).

[75] Equipamento portátil movido por forças de braços.

[76] *Regulamento para o aproveitamento das substancias mineraes* aprovado por Decreto de 5 de Julho de 1894 (art. 2, parágrafos 1ª.3ª, art. 3ª e 4ª do Cap. I),Imprensa Nacional, Lisboa, 1894, pp. 5 e 6.

31 de Dezembro de 1852 e no de 14 de Dezembro de 1853, apesar de não especificarem nitidamente este material, referindo-se de forma genérica a "terras e pedras argilosas" ou a "pedras e terras argilosas, calcareas (onde se inclui a cal) ou outras"[77].

Ao longo do final do século XIX e início do XX, as classificações dos depósitos minerais vão sofrendo alterações e o enquadramento de ocres e almagres vai se tornando cada vez mais vago e incerto[78], situação que se mantém na actualidade[79]. Isto poderá explicar a aparente ausência de um maior número de pedidos para a sua exploração. Estes podem estar simplesmente com outra referência mais abrangente sendo, por isso, dificilmente identificáveis.

Até 1930 permanece, contudo, imutável a portaria referente à livre utilização pelos seus proprietários ou por outrem, com o seu consentimento, das terras ferruginosas quando não aplicadas como minérios na Indústria Siderúrgica[80]. Este facto pode explicar a falta de dados sobre o seu aproveitamento pelos próprios exploradores e sobre o seu escoamento para as

[77] *Collecção Official da legislação Portugueza*, Anno de 1852, Imprensa Nacional, Lisboa, 1853, pp. 896 - 914 e 'Regulamento de Minas de 9 de Dezembro de 1853' in *Diário do Governo* de 14 de Dezembro, Nº 294, p. 744.

[78] Em 1898, na *Sumula* que regula o aproveitamento das substancias minerais, já não existem menções a terras ou ocres e almagres, podendo-se deduzir a sua inserção em "quaesquers outros depositos de substancias mineraes não incluidas no primeiro grupo. Neste encontravam-se "os depositos de metaes e minerios metallicos, comprehendendo os de bismutho, arsenico e antimonio, e bem assim os de enxofre, de graphite, de combustiveis mineraes, exceptuando a turfa, de substancias betuminosas, e oleos mineraes, de pedras preciosas, de materias salinas e de phosphorites." (*Summula das principais disposições no Decreto das Substancias mineraes nas possessões Portuguesas*. Aprovada por Despacho de 27 de Abril de 1899, p. 3).
Em 1916, incluem-se, por exclusão de partes, no grupo a) "jazigos mínero-metáliferos: secreções, filões, camadas e aluviões". (Art.2º do Diário do Governo nº 57 (1º Serie), de 14 de Abril de 1917 in *Relatório da Direcção Associação Industrial Portuguesa*, Lisboa, 1917, p. 269).
Em 1940 (década dos dois requerimentos encontrados), verificam-se a divisão em materiais concessíveis e não concessíveis. Os concessíveis, são as substâncias minerais exploradas de acordo com a legislação mineira. Por outro lado, consideram-se "pedreiras, para todos os efeitos legais, os depósitos ou maciços de rochas e substâncias minerais úteis que não sejam ou não venham a ser incluídos na categoria de concessíveis, nos termos da lei de minas, e que possam ser explorados para fins de construção, ornamentação ou outros usos industriais". (Lei nº 1979, de 23 de Março de 1940 (Base 1, Titulo 1- Disposições gerais), p. 113.

[79] Actualmente consideram-se como depósitos minerais: "1- as ocorrências, de interesse económico, nomeadamente de substâncias minerais utilizáveis na obtenção de metais nelas contidos, de substâncias radioactivas, carvões, grafites,pirites, fosfatos, amianto, talco, caulino, diatomite, barite, quartzo, feldspato, pedras preciosas e semi-preciosas, que satisfaçam os requisitos do nº 1 do Artigo 2º do Decreto-Lei nº90/90, de 16 de Março. 2- Quando se pretenda qualificar como depósitos minerais outras ocorrências minerais, para além das que ficam referidas no numero anterior, por tal se justificar à luz dos critérios definidos no artigo 2 do Decreto –Lei nº 90/90 de 16 de Março, deve o ministro competente fazer publicar no Diário da República despacho no qual seja manifestada essa intenção e fixar um prazo, não inferior a 45 dias, para que qualquer pessoa, singular ou colectiva, possa apresentar as razões, que em seu critério, obstam àquele entendimento. Os critérios definidos no artigo 2, acima referido, são a sua raridade, o alto valor específico ou importância na aplicação em processos industriais das substâncias nelas contidas e como tal, se apresentam com especial interesse para a economia nacional". (Artigo 3º- Depósitos minerais do Cap. I, Decreto-lei nº 88/90, *Diário da Republica*, 1º Serie, de 16 de Março de 1990 e artigo 2ª- Depósitos Minerais, Cap. I, Titulo I, do Decreto-Lei nº 90/90.

[80] Diário do Governo (1ª Serie), Numero 177 de 1 de Agosto de 1930 (art. 2º da Secção I- Decreto-lei nº 18: 713 (Da Propriedade dos depósitos e jazigos de substâncias minaerais e sua classificação, Cap. I- Disposições fundamentais).

indústrias de terras corantes que existiram, em Portugal, entre as décadas de 30 e 50 do século XX (ver ponto 3.3).

O trabalho de lavra, ou seja, de extracção deste tipo de depósitos encontrava-se sob a fiscalização técnica e vigilância administrativa nos termos do regulamento sobre a lavra de Pedreiras de 6 de Maio de 1884[81], portaria de 19 de Agosto de 1889[82] e decreto de 13 de Abril de 1892[83]. Nestes casos, a documentação exigida para a exploração, em lavra subterrânea e em particular a céu aberto, era bastante simples.

Á data das duas requisições encontradas - *Lavradio*, de 1943 e *Picotas*, de 1947- a Lei em vigor era a nº 1979, de 23 de Março de 1940 que determinava que:

1- A exploração a céu aberto, para uso do proprietário ou explorador[84], não dependia de quaisquer formalidades a cumprir perante a Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos;

2- A exploração a céu aberto, para usos industriais[30] ou obras públicas[30] feitas pelos proprietários (caso da pedreira *Lavradio*) ou por terceiros com a sua autorização, em que se não se empreguem mais de trinta trabalhadores, só pode ser iniciada depois de ser enviada pelo explorador à Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos uma declaração da qual conste a identificação da pedreira, a descrição dos trabalhos a realizar, a prova de idoneidade de quem os dirigir e, se for caso disso, um exemplar do contrato a que se refere a base XII, isto é, de uma licença de estabelecimento também pedida à mesma intuição se a lavra for subterrânea[85] (caso da pedreira *Picotas*). Esta, tinha de ser igualmente requerida mesmo que a exploração fosse só para uso pessoal (base III do Título III - Da exploração das pedreiras).

[81] Diário do Governo, nº57, de 11 de Março de 1884 (Art. 9º da Secção I, Titulo I- Preceitos sobre a lavra das pedreiras).
[82] Diário do Governo (1ª Serie), Numero 177 de 1 de Agosto de 1930.
[83] Ibidem.
[84] Segundo a base II do Título I (Disposições gerais) da Lei nº 1979, de 23 de Março de 1940 considerava-se para uso próprio, o aproveitamento das pedreiras destinado a obras dos respectivos proprietários ou de quem as explore sob a sua autorização. Para uso industrial, quando o aproveitamento de pedreiras era destinado ao comércio ou transformação dos respectivos produtos e por ultimo, para obras públicas, quando o aproveitamento era feito pelo Estado directamente ou por empreitada, quando exclusivamente destinado a trabalhos públicos.
[85] A lavra é subterrânea quando compreender poços, galerias ou câmaras semelhantes às empregadas nos trabalhos mineiros; caso contrário é a lavra a céu aberto. Por outro lado, dá-se o nome de lavra de uma pedreira ao conjunto de trabalhos necessários ao seu aproveitamento (Base III do Titulo I – Disposições gerais da lei nº1979, de 23 de Março de 1940)

Não existem referências a estudos prévios ou posteriores para conhecimento da área geológica abrangida, dado que é obrigatório na legislação actual (art. 5º do Cap. II do Decreto-Lei nº88/90, de 16 de Março). Só na pedreira da *Picota* existe uma breve referência ao tipo e qualidade da material feita pelo próprio proprietário: "A propriedade è atravessada longitudinalmente por uma camada de ocre encaixado em terrenos argilosos (…) e" atendendo à pobreza do produto a explorar; á pouca possança do jazigo (…)"[86].

Apesar da descrição de Joaquim Gaspar não ser muito abonatória, os ocres vermelhos e amarelos do *Sitio das Picotas* eram conhecidos a nível nacional, pelo menos, desde 1889, época em que eram explorados em larga escala (cf. ponto 3.1.1.2).

3.2.1.2. Trabalho de lavra

A descrição dos trabalhos de lavra resume-se à simples menção do método por degraus direitos na pedreira do *Lavradio* (Fig. 3.12). Na Pedreira da *Picota,* pelo facto de ser uma exploração subterrânea, o processo de extracção por degraus invertidos vem descrito numa Memória descritiva, anexa ao requerimento (Fig. 3.13).

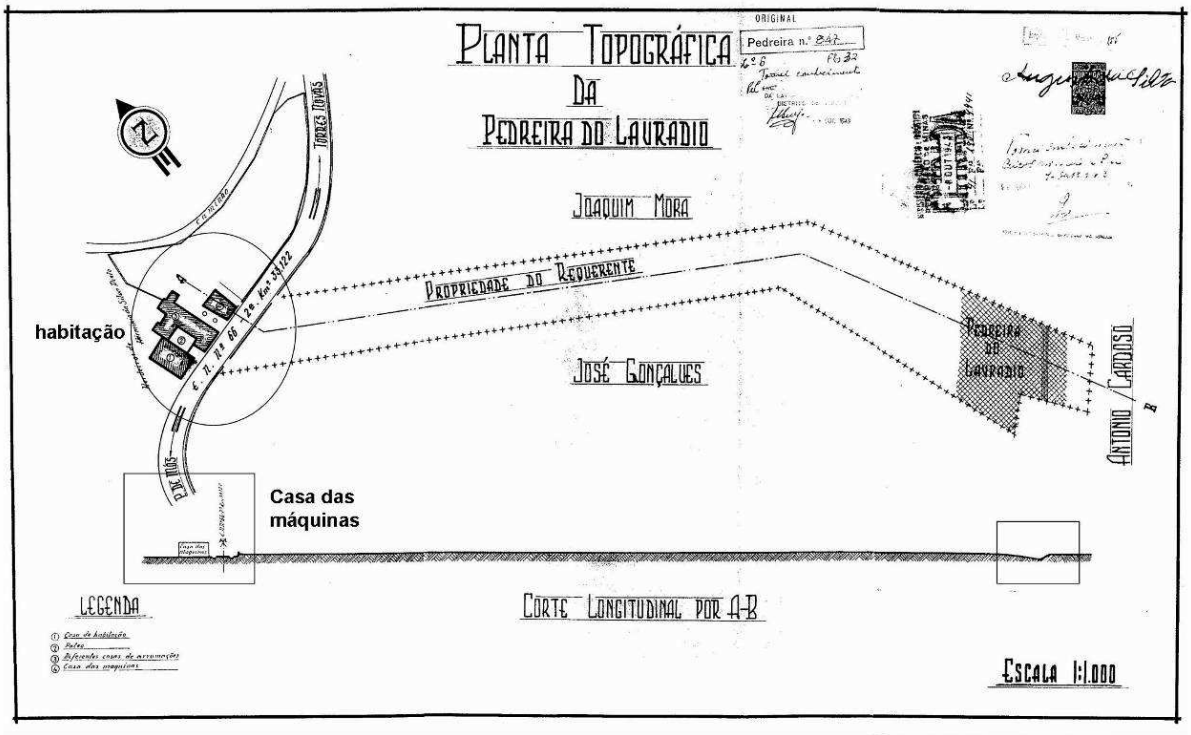


Fig. 3.12: Planta topográfica da Pedreira do Lavradio e corte longitudinal com indicação da exploração por degraus. No lado esquerdo da planta estão assinaladas a casa de habitação, o pátio, diferentes casas de arrumação e a casa das máquinas.

[86] Memória descritiva anexa ao requerimento nº1440. A sua visualização pode ser efectuada no anexo III.

A exploração em degraus direitos (isto é, de cima para baixo) era recomendada para garantir a segurança dos operários, quando nas escavações tinham de descer a profundidades consideráveis. A altura dos degraus era fixa, pela fiscalização técnica, consoante a maior ou menor consistência das rochas que os constituíam enquanto os pisos dos degraus não deveriam ter menos de um metro de largura para que os funcionários pudessem trabalhar livremente sem necessidade de andarem presos a cordas, trepados em escadas ou dependentes de outros artifícios perigosos. Estas normas, que se encontravam no diário do governo, nº57, de 11 Março de 1884, art. 9ª da Secção I, Titulo II e no ponto 1 e 2 do art. 14º da Secção I, Capitulo II do Decreto-lei nº 13642 de 7 de Maio de 1927, continuam em vigor na lei nº 1979 de 23 Março de 1940.

A lavra subterrânea em poços exigia outros cuidados. De acordo, com a base XXIX da Lei nº 1979 de 23 de Março de 1940, as regras a seguir, nestes casos, seriam os vigentes para a exploração de concessões mineiras.

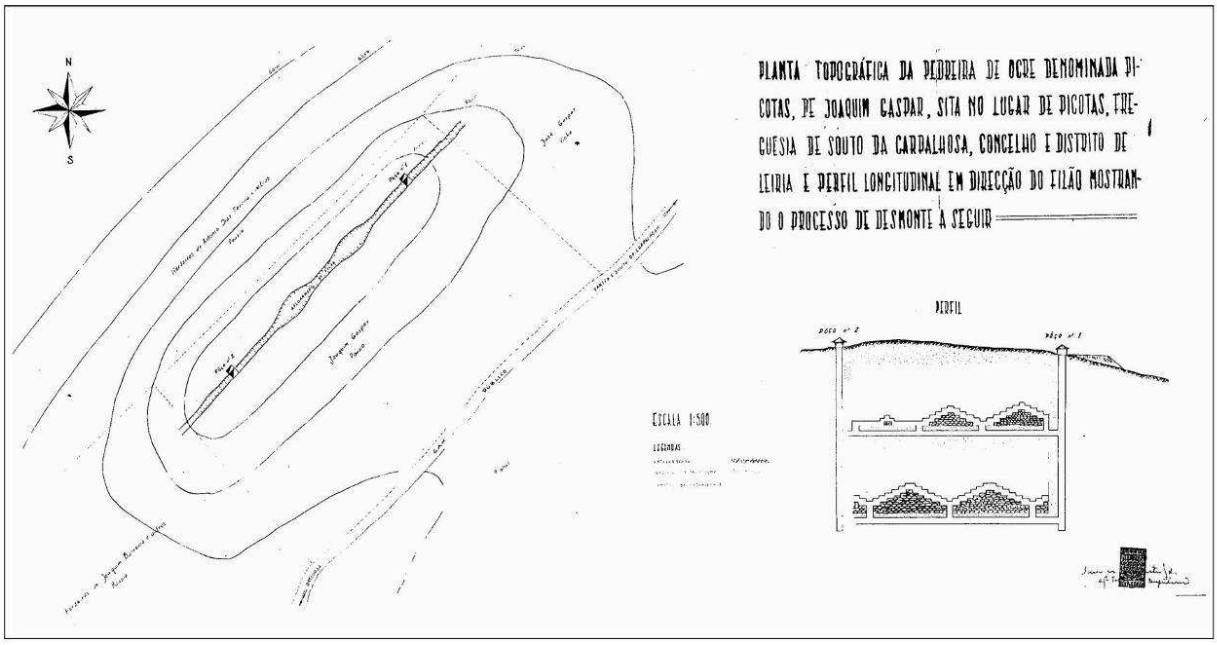
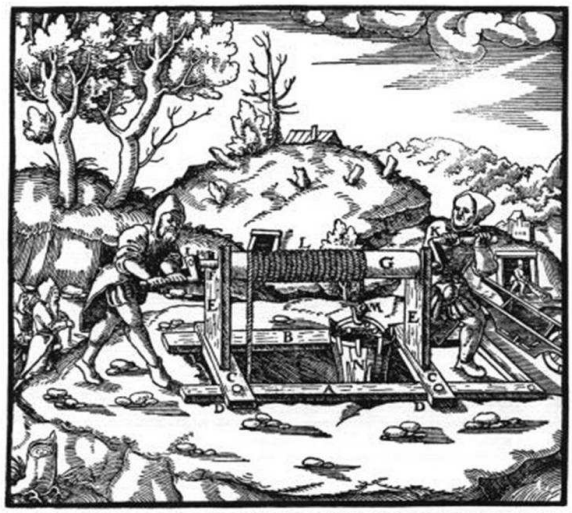
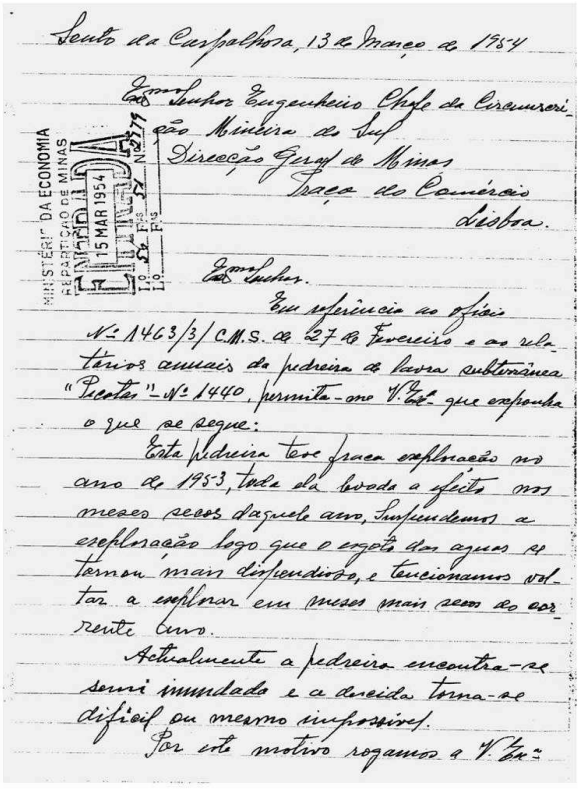


Fig. 3.13: Planta topográfica e corte longitudinal em direcção do filão mostrando o processo de desmonte pela técnica dos degraus invertidos.



A—Timber placed in front of the shaft. B—Timber placed at the back of the shaft. C—Pointed stakes. D—Cross-timbers. E—Posts or thick planks. F—Iron sockets. G—Barrel. H—Ends of barrel. I—Pieces of wood. K—Handle. L—Drawing-rope. M—Its hook. N—Bucket. O—Bale of the bucket.



Sesto da Carpalhosa, 13 de Março de 1954

Ex.mo Senhor Engenheiro Chefe da Circunscrição Mineira do Sul

Direcção Geral de Minas

Praça do Comércio

Lisboa.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
REPARTIÇÃO DE MINAS
15 MAR 1954
Nº 2377

Ex.mo Senhor.

Em referência ao ofício Nº 1463/3/C.M.S. de 27 de Fevereiro e aos relatórios anuais da pedreira de lavra subterrânea "Picotas" Nº 1440, permita-me V. Ex.ª que exponha o que se segue:

Esta pedreira teve fraca exploração no ano de 1953, tendo de haver a efeito nos meses secos daquele ano, suspendemos a exploração logo que o esgoto das águas se tornou mais dispendioso, e tencionamos voltar a explorar em meses mais secos do corrente ano.

Actualmente a pedreira encontra-se semi inundada e a descida torna-se difícil ou mesmo impossível.

Por este motivo rogamos a V. Ex.ª

Fig. 3.14: Ilustração de um sarilho no *Re Metallica* de Georgius Agricola séc. XVI. Pelas descrições orais deveriam assemelhar-se aos usados nas explorações subterrâneas sitas no Sitio das Picotas. Em baixo, carta enviada por Joaquim Gaspar ao Chefe da circunscrição Mineira do Sul em 15 de Marco de 1954.

Através do plano de lavra da pedreira das *Picotas* e de testemunhos orais[87], foi possível restituir algumas fases e perceber as dificuldades dos trabalhos realizados à picareta no interior das galerias e poços.

O número de homens era limitado a 1 ou 2, no máximo, devido às reduzidas dimensões dos túneis (entre 1.50 e 2 m de largura). O número total de empregados na lavra activa variava entre seis e oito.

À data do requerimento da Pedreira de *Picotas*, o campo de exploração estava limitado aos poços 1 e 2 com 4 x 2 m, apetrechados com dois canais (Fig. 3.13): um com escadas para a" baixada" do pessoal e outro que servia para a evacuação do material. De 25 em 25 metros, eram abertos 2 pisos, deixando maciços de protecção de 5 m de espessura à superfície e sob a rolagem do 1º piso. Rolagem era o nome técnico das galerias escavadas na direcção da camada a extrair e que tinham 1.70 x 1.50 m. Estas ligavam os dois poços aos vinte metros de profundidade, assegurando, desta forma, a ventilação e o escoamento das águas (metade para cada poço), onde eram recolhidas em caldeiras.

Nas galerias, eram abertas chaminés de extracção, de vinte em vinte metros, por onde era evacuado o material à medida que se ia

[87] Os relatos da lavra foram concedidos por Manuel da Relva Crespo e Eulália Duarte da Relva Crespo, respectivamente filho e neta de José Francisco Crespo. Este era o proprietário de outra exploração de ocres, localizada a poucos metros da de Joaquim Gaspar. As duas estiveram em actividade na mesma época, isto é da década de 40 até cerca de 60. O método de lavra foi relatado por Joaquim Pinhal (81 anos), um antigo funcionário de José Francisco Crespo. Em relação à exploração de Joaquim Gaspar, foi feita uma breve entrevista à filha de um dos funcionários. As entrevistas de Eulália e Joaquim Pinhal podem ser apreciadas no documentário em formato digital que acompanha o volume da tese.

extraia com o método dos degraus invertidos. Daí era transportado por carrinhos de mão até à câmara de carga do poço de extracção, onde era colocado dentro de mansardas (um tipo de cestos de palha) e elevado para o exterior por meio de sarilhos manuais (Fig. 3.14).

As paredes das galerias eram reforçadas com tabiques ou troncos de madeira à medida que as escavações iam progredindo. Os trabalhos subterrâneos eram efectuados por turnos com auxílio de candeias a óleo. Os trabalhos nocturnos (até cerca da 1h) eram correntes devido às temperaturas mais amenas no interior das galerias.

Na exploração ao lado de *Picotas*, pertencente a José Francisco Crespo, o método aparentava ser idêntico. Actualmente só subsiste a entrada de uma galeria horizontal, talhada na encosta do monte. Os poços destas duas explorações encontram-se completamente entulhados e rodeados pela vegetação envolvente (Fig. 3.15).

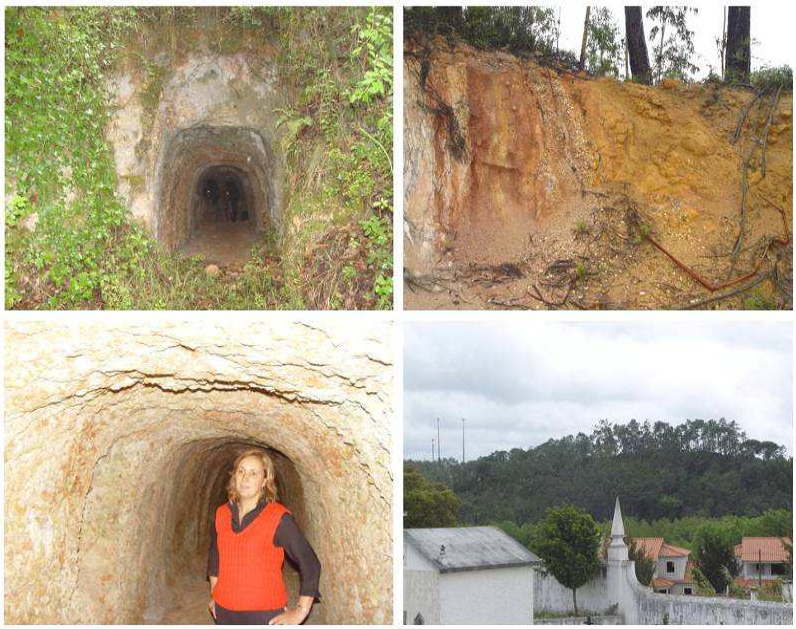
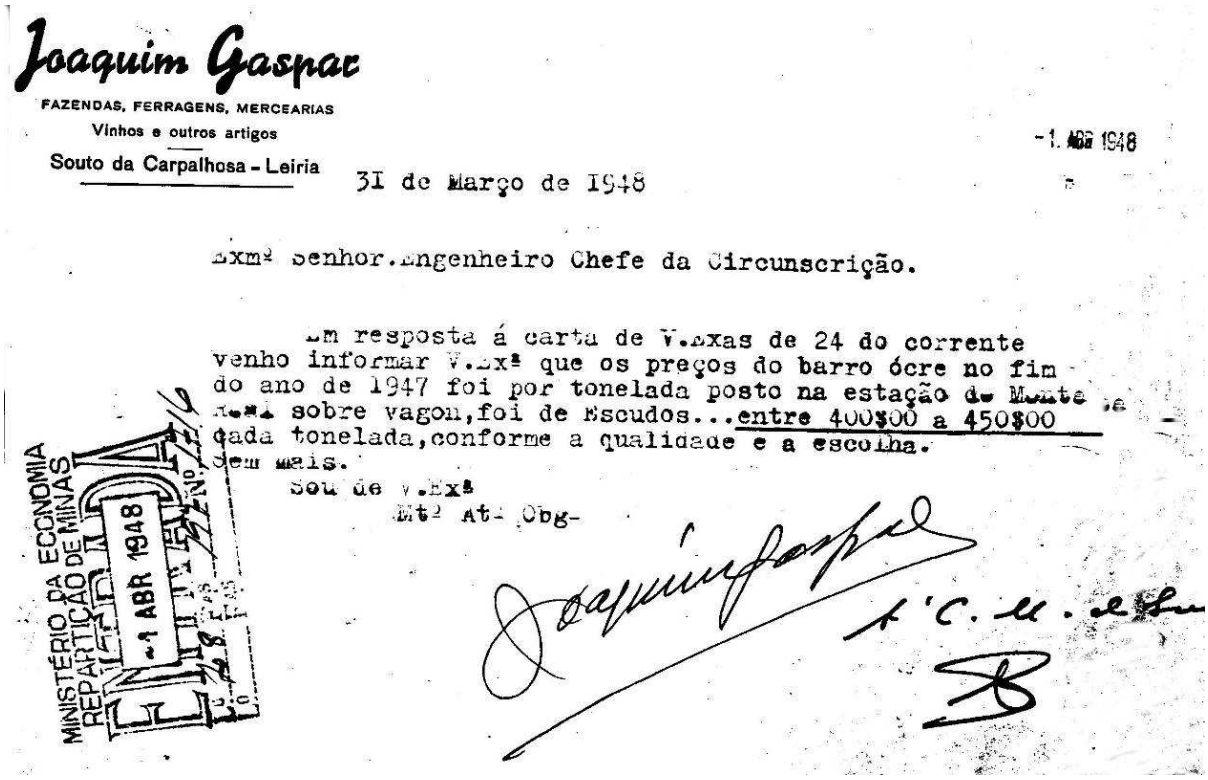


Fig. 3.15: Vista geral do Lugar das Picotas a partir da Aldeia do Souto da Carpalhosa e pormenores da entrada e interior da galeria pertencente à exploração de José Francisco Crespo, vizinho de Joaquim Gaspar. Pormenor no exterior de um corte geológico onde são visíveis a tonalidade do ocre extraído. Na foto, a neta de José Francisco Crespo. (cl. M.Gil 2006/2008).

A lavra não era feita de forma contínua ao longo do ano, mas apenas nas épocas secas, devido à natureza argilosa do material a extrair e para segurança dos operários. Joaquim Gaspar, numa das cartas escritas ao Engenheiro Chefe da Circunscrição Mineira do Sul a 15 de Março de 1954, justifica a fraca produção pela suspensão da lavra a partir do momento em que o escoamento das águas se tornou mais dispendioso. Na altura, a pedreira encontrava-se semi-inundada, o que tornava a descida impossível ou muito difícil (Fig. 3.14). Joaquim Gaspar acrescenta ainda nesse documento que a exploração era muito modesta e que o mercado não comportava uma exploração activa e constante, o que o levava a proceder desta forma.

Nesta pedreira, por estes ou outros motivos não clarificados, não seriam executados trabalhos em 1955, em 1959 e aparentemente a partir desta data, apesar de os seus descendentes só terem dado baixa da exploração a 14 de Dezembro de 1973 (ver anexo III).

Na exploração de José Francisco Crespo, a matéria-prima extraída era recolhida por carroças de tracção animal e transportada para a aldeia Souto da Carpalhosa (distante de um quilómetro) onde era espalhada em eiras para secar antes de se proceder ao seu transporte para a estação ferroviária de Monte Real. O mesmo deveria acontecer com o ocre explorado por Joaquim Gaspar que noutra carta, enviada a 31 de Março de 1948 ao Engenheiro Chefe da Circunscrição, anunciava os preços por tonelada do barro ocre posto em vagões. Conforme a "qualidade e escolha", os preços variavam entre os 400$00 e 450$00 (Fig. 3.16).


Joaquim Gaspar
FAZENDAS, FERRAGENS, MERCEARIAS
Vinhos e outros artigos
Souto da Carpalhosa - Leiria

31 de Março de 1948

Exmº Senhor. Engenheiro Chefe da Circunscrição.

Em resposta á carta de V.Exas de 24 do corrente venho informar V.Exª que os preços do barro ócre no fim do ano de 1947 foi por tonelada posto na estação de Monte Real sobre vagon, foi de Escudos... entre 400$00 a 450$00 cada tonelada, conforme a qualidade e a escolha.

Sem mais.

Sou de V.Exª

Mt² Atº Obg-

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
REPARTIÇÃO DE MINAS
1 ABR 1948

Fig. 3.16: Carta de Joaquim Gaspar ao Engenheiro Chefe da Circunscrição a 31 de Março de 1948.

Nas duas explorações do *Sitio das Picotas*, não havia processamento do material ao contrário do que acontecia na exploração do *Lavradio*, pertencente ao Sr. Augusto da Silva. Este explorador não só extraía a massa mineral como depois a processava na sua oficina de moagem, sita também no limite da sua propriedade (Fig. 3.12).

3.3. Manufactura de pigmentos terra e óxidos de ferro: as indústrias de "terras corantes" entre 1938 e 1947.

Tal como o Sr. Augusto da Silva pediu autorização para a instalação da sua oficina de moagem para o fabrico de ocres, outros 31 pedidos de condicionamento industrial foram registados, entre 1938 e 1947[88], para o mesmo fim ou para a remodelação ou aquisição de novos equipamentos. Estes requerimentos eram entregues na Direcção Geral das Indústrias (Ministério da Economia) que procedia à sua avaliação, sendo o pedido e a resposta publicados no seu boletim anual na categoria de *Tintas e vernizes*[89].

Na época, a nomenclatura mais usada para este tipo de matérias era a de "terras corantes" [90] embora, os ocres e outros pigmentos terra também fossem correntemente designados por "tintas em pó" (Quadro 3.4). Esta última expressão era, no entanto, bastante ambígua e confusa, tendo em conta que poderia englobar igualmente substâncias orgânicas[91]. Em 1961, Adalberto de Campos Brito no seu estudo sobre a Indústria de Tintas e Vernizes alerta para o facto e apela ao abandono desta expressão e sua substituição, consoante as circunstâncias, por corantes ou pigmentos definidos pela norma NP-41:1962[92].

No Quadro 3.4 e na Fig. 3.17 é indicado a localização geográfica dos requerimentos para a instalação deste tipo de indústria. A região centro e norte litoral eram os locais mais procurados. No Alentejo, não foram encontrados registos embora a leitura dos estatutos da

[88] De 1948 a 1962 não foram feitos pedidos para este tipo de indústria, verificando-se um aumento significativo de pedidos para o fabrico de alvaiades e tintas liquidas de natureza variada (ex. esmaltes, celulósica, etc.) (Cfr. Boletins da Direcção Geral dos Sistemas Industriais, Ano I ao XIV (nº1 a 730). É de mencionar que já em 1942, das 38 fábricas da indústria portuguesa de tintas, 21 eram de moagem de alvaiades (Brito, A.C., *op. cit.*, 1961, p. 65).
O Boletim da Direcção Geral das Indústrias só começou a ser publicado em 1937. Anteriormente a essa data, a publicação era aparentemente feita em decretos-lei. O mesmo sucedeu após 1962. Devido à dispersão da documentação, optou-se por se limitar a pesquisa ao intervalo entre 1938-47. Os dados recolhidos são suficientes para se ter uma visão do tipo de indústrias e da metodologia que adoptavam no processamento das matérias-primas.

[89] Cfr. Boletins da Direcção geral da Industria, nº 1 ao 590.

[90] Esta expressão hoje em dia é ambígua, não sendo reconhecida pela generalidade dos especialistas.

[91] Até à década de sessenta as tintas em pós eram conhecidas como "substâncias orgânicas ou inorgânicas pulverizadas que tinham a propriedade de conferir cor a misturas que com elas, se componham". (Idem, *op. cit.* , pp. 7 e 8).

[92] "Corante- é uma substância natural ou artificial, solúvel nos óleos, ou nos dissolventes correntes, ou em ambos, aos quais se adiciona para dar cor; Pigmento- é uma substância em pó, praticamente insolúvel e facilmente dispersável no veículo, usada na preparação das tintas com fim de dar corpo e opacidade às pinturas" (Ibidem.). A essência destas directrizes continua vigente na norma NP-41: 1982.

empresa de Serração e Terras corantes, Lda., fundada em 1921, revele a exploração de uma fábrica em Estremoz por uma sociedade com o sugestivo nome de Matérias Corantes, Lda.[93].

Quadro 3. 4: Pedidos de condicionamento industrial para a instalação ou remodelação de indústrias de terras corantes entre 1938-1947. Só foram mencionadas as fábricas de tintas em pó que especificam o material manufacturado. O símbolo * refere-se a pedido para a aquisição de novos equipamentos; ** pedido para a permanência em laboração ou para transferência das instalações

Fabricante	Indústria/Produto (Designação)	Localização (Concelho/Distrito)	Data do registo	Nº do boletim	Ano
Alfredo Marques da Silva e António Francisco da Silva	Fábrica de tintas em pó (corantes minerais)	Freguesia de Cortágua, Concelho de Ovar/Porto	8 de Junho	39	1938
José Avelino da Silva, em nome da firma Extracção de Cores Minerais, Ltdª. em formação.	Indústria de extracção de cores minerais e terras nacionais	Lisboa/Lisboa (em lugar a fixar)	2 de Novembro	60	1938
Joaquim de Oliveira Batalha	Indústria de terras corantes	Freguesia e Concelho das Caldas da Rainha/Santarém (Sitio do Acipreste, limite do bairro da Praça de Touros)	6 de Março	130	1940
Empresa de Serração e Terras Corantes, Ltdª	Serração de madeiras e terras corantes	Freguesia de Marrazes, Concelho de Leiria/Leiria (lugar da Sismaria)	1 de Maio 4 de Junho	138 195	1940 * 1941*
Empresa Industrial "Iris" de J.A. Marques Matias e Carlos Cília	Indústria de preparação de tintas em pó para construção (designadamente ocres, almagres, terras de sienne e outras)	Freguesia e concelho das Caldas da rainha (Casal de Pedrogão)/ Santarém	2 de Maio	141	1940
Godinho &Cª.	Fábrica de tintas em pó (terras corantes)	Concelho de Ovar (não especificado)	–	–	1940
Joaquim Dionísio Pereira	Fábrica de trituração e peneiração de barros e terras corantes	Freguesia e concelho de Rio Maior (Enxerto)/ Santarém	5 de Junho 18 de Novembro	143 271	1940 * 1942*
E. Brunner &Cª., Lda	Armazém de matérias corantes	Cidade do Porto (Armazém sito na Rua de Barros, 78 I)	10 de Julho 9 de Maio	148 400	1940** 1945*
Joaquim Pedrosa Ventura	Oficina manual de terras de sienne, almagre e ocra	Concelho das Caldas da Rainha/Santarém	–	–	1941
Miguel Teixeira Duarte	Oficina de trituração de argila (terra preta)	Freguesia de Santa Marinha, concelho de Vila Nova de Gaia/Porto (Rua General Torres, 755)	4 de Junho	195	1941
José Rodrigues Figueiredo	Moagem de argila (barro amarelo) para o fabrico de ocas	Freguesia e Concelho de Ovar/Porto (Lugar do Temido)	2 de Julho	199	1941*
José de Sousa Charters e José Maria de Almeida Lopes Gomes	Fábrica de extracção de cores minerais e terras nacionais	Leiria (Lugar a designar)	14 de Janeiro (negada)	227	1942
Aníbal Dias	Indústria de moagem e preparação de terras corantes destinada à obtenção de ocre, roxo-rei, terra de siena crua, terra de sena calcinada, terra roxa, verde-mar, sombra de lobeiros, sombra de colónia e terra preta	Freguesia e Concelho de Mortágua,/ Viseu	15 de Abril	240	1942

[93] Livro de notas nº 927-B-fls.1, Cartório do notário da comarca do Porto, Typografia Mendonça de Laura Couto & Pinho, Porto, 1921, p. 12.

Adolfo Pinto	Indústria de terras corantes e óxidos de ferro	Concelho das Caldas da Rainha	8 de Julho	252	1942
José de Oliveira Lima	Indústria de fabricação de tintas em pó (terras corantes)	Freguesia e Concelho de Sta . Maria da Feira/Porto	6 de Janeiro (negada a autorização a 2 de junho de 1943)	278	1943
Manuel Rodrigues Barbosa Junior	Indústria de moagem de caulinos e terras e mistura de tintas pré-preparadas	Largo da Vitória, 17, Sacavém, Concelho de Loures/Lisboa	7 de Abril	291	1943
José Francisco Joaquim	Oficina de moagem de terras corantes	Cidade das Caldas da Rainha (Rua Fonte do Pinheiro, 14)	21 de Abril (foi negada a 6 de Junho de 1944)	293	1943
Artur V. Fernandes	Fabricação de ocres	Sua propriedade na Freguesia de Zibreira, Concelho de Torres Novas/ Santarém	10 de Novembro	322	1943
Alexandre Ferreira Barros	Oficina de preparação de minérios e fundição de estanho	Lugar das Caldas, Freguesia de S. Jorge, Concelho de Sta. Maria da Feira/Porto	12 de Janeiro	331	1944
José Maria da Silva Miranda	Fábrica de moagem de barros, barita, terras corantes e gesso (tintas em pó)	Distrito de Aveiro (em local a designar)	21 de Março	393	1945
Firma Armando Pereira, Ltdª	Fábrica de moagem de caulino e terras corantes	Viela do Matos/Ovar/Porto Transferência para local a designar no Concelho de Estarreja	11 de Julho 23 de Outubro	409 _	1945* 1946*
António José Cardoso Martins	Oficina de tratamento de óxidos de ferro	Barqueiros, Freguesia de Maças de D. Maria/ Concelho de Alvaiázere	20 de Março	445	1946
Firma Abreu, Silva & Gomes	Fábrica de barros e matérias corantes	Estrada de S. João/Ovar /Porto	3 de Abril	447	1946
Adelino da Silva Terra	Oficina de moagem de barros e terras corantes	Concelho de Oliveira de Azeméis/Porto (em local a designar)	26 Junho	459	1946
Augusto da Silva	Oficina de moagem de pedra (preparação de crés, ocres e almagres)	Zibreira/Santarém	18 de Setembro (oficina autorizada a 28/11/44)	471	1946*
Firma Cerâmica do Vouga Sul, Ltdª	Oficina para moagem de barros, caolinos e terras corantes	Aradas/Aveiro/Aveiro	18 de Setembro	471	1946
José da Cruz D' Além	Oficina para produção de ocre	Arranhó/conceljo de Arruda dos Vinhos/ Lisboa	16 de Outubro	475	1946
Empresa Mineira Lusa, Ltdª	Oficina de concentração e pulverização de hematite rubra	Cerrada dos Abegões, limite de Valbom, freguesia de maças do caminho, concelho de Alvaiázere/Leiria	23 de Outubro	476	1946
Joaquim Carvalho Loureiro	Fábrica de ocre	Sua propriedade denominada" Casal do Médico" sita na Freguesia de Parceira de Igreja /Torres Novas/Santarém	27 de Novembro	481	1946
Joaquim Nunes, em nome de uma sociedade a constituir	Oficina de britagem e moagem de terras corantes	Torres Novas/Santarém (local a designar)	19 de Março	497	1947*
Firma Maria dos Santos Formiga, Ltdª	Fábrica de ocres, almagres e terras de siena	Zibreira/Torres Novas/Santarém	15 de Maio 21 Maio	140	1940** 1947*
António Armando de Pinho	Fábrica de moagem de barros brancos e produção de terras corantes	Cidade de Ovar /Porto (Rua Ferreira Menéres)	30 Julho	516	1947
José da Silva Flores Júnior	Oficina de óxidos vermelhos e amarelos e calcáreos	Oliveira do Douro/Vila Nova de Gaia/Porto	17 Dezembro	536	1947

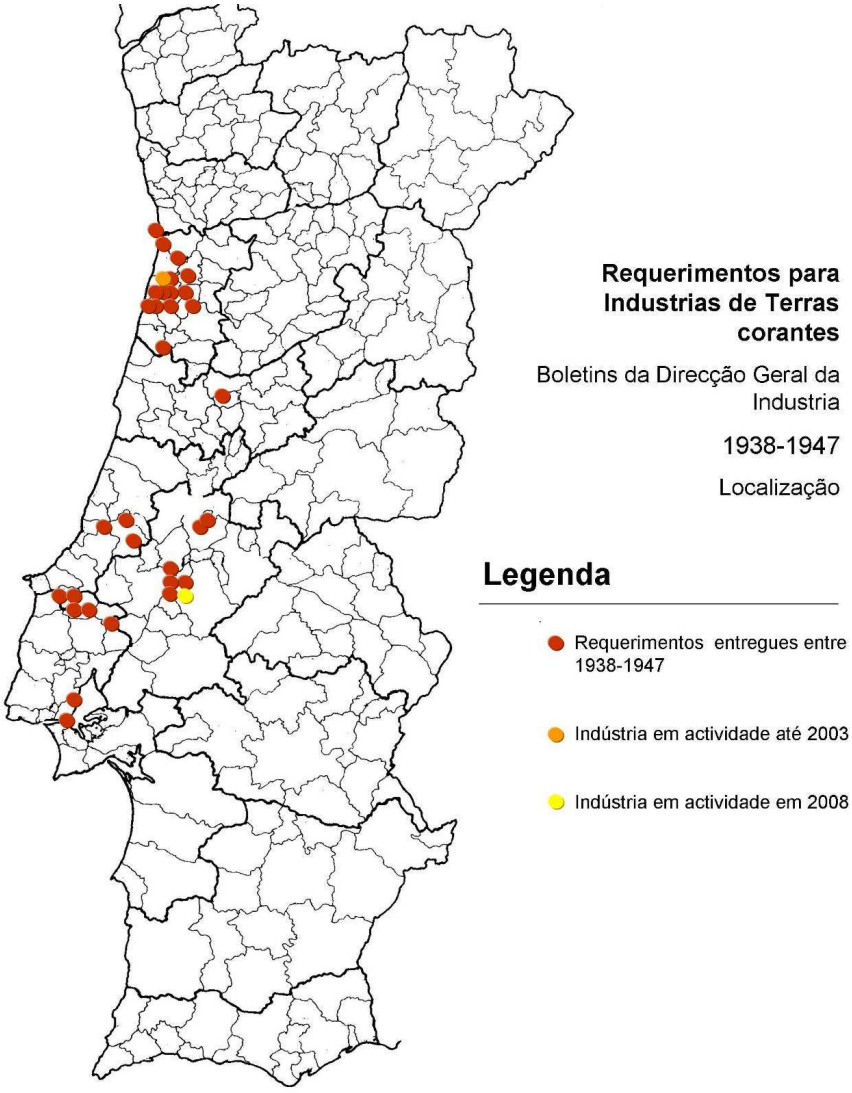


Fig. 3.17: localização geográfica dos requerimentos feitos à Direcção Geral das Indústrias para instalação de fábricas e oficinas de transformação de terras corantes entre 1938-1947.

A firma Abílio Lopes, Lda. é aparentemente a única empresa que ainda manufactura pigmentos terra com base em terras nacionais. A firma Augusto Gomes dos Santos, também da década de 50 e sita em Vila Chã, na freguesia de Arcozelo (Concelho de Vila Nova de Gaia) cessou actividade em 2003. O seu proprietário começou no ramo com a firma de tintas em pó Godinho & C ª.

Actualmente, só uma firma mantém a laboração e ainda em moldes artesanais. Trata-se da Firma Abílio Lopes, Lda. localizada na cidade de Torres Novas, fundada a partir da sociedade Cardoso, Lopes & Cruz na década de cinquenta[94]. Através da sua proprietária (D. Conceição Lopes) foi possível reconstituir as fases de transformação da matéria-prima que era extraída por ela e pelo seu esposo em vários pontos do país, nomeadamente no Ribatejo (terras amarelas), nas Beiras (terras pretas) e na Beira Litoral (terras vermelhas). A região Centro e Norte também era a fonte principal de matéria-prima da empresa Augusto Gomes dos Santos, sita na freguesia de Arcozelo até 2003, embora neste caso o proprietário não extraísse mas adquirisse o produto - em rocha ou em concreções terrosas - já em pedreiras (de que são ex. a do *Lavradio* ou das *Picotas*) ou em propriedades privadas. Este último fabricante também

[94] Livro de notas, nº 443, fls55, Secretaria Notarial da vila e comarca de Torres Novas, 1952 (documento gentilmente fornecido pela viúva de Abílio Lopes, anexo IV).

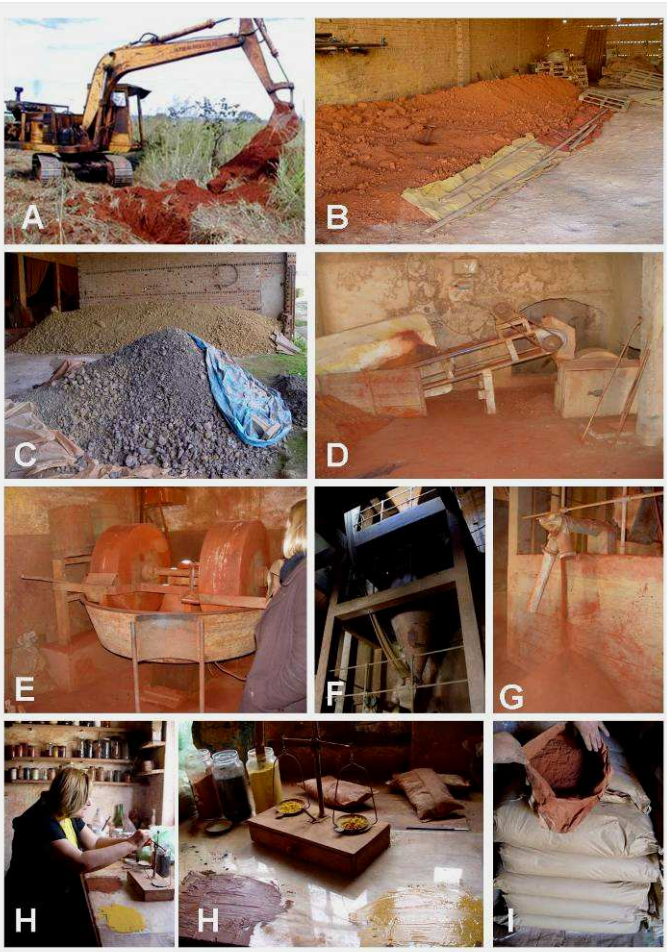


Fig. 3.18: Etapas da extracção e manufactura na firma Abilio Lopes, Lda.: A) extracção no terreno (imagem exemplificativa]); B e C) secagem; D,E,F,G- equipamento de processamento: tapete rolante para transporte das terras (D), torre composta por 4 moinhos de martelos e vários peneiros (F); moinho de galgas; H) mesa de afinação de cores e produto final (I). cl. M.Gil 2007/8

utilizava matéria-prima de origem estrangeira que desdobrava com cargas nacionais (ex. barite e calcite).

Alguma terra preta (produtos de alteração de xisto) e a calcite eram oriundas do Alentejo (zona de Beja e Estremoz) embora as do Concelho de Leiria também fossem apreciadas. Da zona de Famalicão também provinham minérios pretos (Augusto Gomes dos Santos).

A firma Abílio Lopes só pontualmente comprava a matéria-prima, tendo chegado a adquirir pirite na Mina do Cercal do Alentejo (Distrito de Setúbal) para a fabricação de roxo-rei e óxidos de ferro vermelhos. Estes fabricantes, com base no conhecimento empírico dos terrenos, extraiam as terras coradas em propriedades particulares, nas quais "compravam por tempo determinado" a parcela de terreno com interesse.

O local era escolhido pela cor do solo e depois, por meio de um corte preliminar, era feita a confirmação da sua adequabilidade. No caso positivo, eram então abertas valas até alcançar as camadas de cor mais pura que se situavam normalmente entre os 3 a 4 metros de profundidade. Após a extracção das terras, as valas eram novamente cobertas com a porção de terra não aproveitada[95]. A parcela recolhida era então transportada em camiões até à oficina

[95] O processo de extracção e as condições impostas pelos proprietários dos terrenos era, no todo, muito semelhantes aos verificados para a indústria da olaria. No Alto Alentejo, a argila para pintura, tal como a argila utilizada na modelação das peças, era extraída pelos carreiros, que se dedicavam exclusivamente a esta actividade e que para o efeito, utilizavam carroças típicas de tracção animal. Em 1992, reformou-se o último dos carreiros em serviço no Redondo. Outros já transportavam o seu próprio barro utilizando motocultivadores ou camionetas, transportando um a quatro metros cúbicos (Carvalho, N. M. dos Santos, *Olaria do Redondo*, Dissertação de Mestrado da Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Sociais Humanas (1990-1991), pp. 54-57).

onde era descarregada em cima de eiras para secar. Este processo é ainda hoje praticado pela D. Conceição Lopes.

A secagem das terras é feita ao sol durante o tempo necessário para perder a humidade. Esta é a primeira etapa da manufactura, a que se seguem, a peneiração e a moagem por via seca com moinhos de martelos (Figs. 3.18 e 3.19).

A afinação das cores é ainda feita por ensaios sucessivos preliminares, sendo depois a mistura final efectuada com recurso a misturadores accionados por meio de motor eléctrico. A última fase do processo consiste na divisão por lotes consoante a sua cor..

O tratamento a seco parece ter sido o mais praticado pelas pequenas a médias empresas portuguesas. Pela lista dos equipamentos que acompanhavam os pedidos de condicionamento do Quadro 3.4, é possível concluir que muitas das oficinas deveriam trabalhar em regime caseiro[96] e em moldes ainda muito rudimentares, dispondo apenas de um peneiro manual e 2 galgas (Oficina manual de terras de sienne, almagre e ocra, Joaquim Pedrosa Ventura, 1941); de um moinho de 4 mós, com 0,90 m de diâmetro, accionadas a água (Moagem de barro amarelo) para o fabrico de ocas, José Rodrigues Figueiredo, 1941); de duas galgas accionadas por tracção animal e peneiros manuais sendo um rotativo (Oficina de moagem de terras corantes, José Francisco Joaquim, 1943); de uma mó accionada por roda metálica (fabricação de ocres, Artur V. Fernandes, 1943) ou de um casal de mós com diâmetro de 0,95 m e 1 motor eléctrico de 10 CV (Fabrica de moagem de barros brancos e produção de terras corantes, António Armando de Pinho, 1947).

As firmas com maior poder económico requereriam, no geral, equipamentos que contemplavam um conjunto diversificado de operações para a beneficiação e apuramento dos produtos finais (ex. lavagens, decantações e calcinações), aproximando-se desta forma dos processos praticados em Itália e em França (Scarzella & Natale, 1989; Delamare, 1999) (Fig. 3.19). Em baixo, citam-se três exemplos da variedade de situações encontradas.

> Um moinho de pedras, um moinho de rolos, três peneiros mecânicos, uma bancada para lavagem, cinco tanques ou dornas para decantação das águas de lavagem, quatro noras e um forno para calcinação com uma capacidade aproximada de 8 m^3.
>
> (Indústria de terras corantes e óxidos de ferro, Adolfo Pinto, 1942 [97])

[96] Decreto nº 38783, art. 2º "Entende-se por trabalho caseiro e familiar autónomo o que é realizado na própria residência ou dependências anexas por parentes que, vivendo em comunhão de mesa e habitação, exerçam a indústria por conta do chefe de família ou do seu cônjuge" (*Bol. D.G.S.I.*, Ano IV, 182, Lisboa, 25 de Junho de 1952, p. 350).

[97] Pedido feito a 8 de Julho de 1942, Boletim nº242. (*Boletim da Direcção Geral da Industria*. Ministério do Comercio e Industria. 5ª Ano, 209-261, Setembro 1941 a Setembro 1942, p. 419.

Um moinho de bolas, com 50 kg de capacidade, absorvendo a potencia de 1 CV, um mexedor mecânico com 75 litros de capacidade, absorvendo a potência de 0,5 CV e quatro tanques decantadores, com 2,0x2,50x0,50 m, destinados ao aproveitamento dos óxidos de ferro como pigmentos vulgarmente conhecidos pela designação de almagre, roxo-rei e oxido de ferro. (Oficina de preparação de minérios e fundição de estanho, Alexandre Ferreira Barros, 1944[98]).

Um desintegrador, um sistema de moinho de martelos de movimento mecânico (Fig. 3.19), um crivo "krupp", de movimento mecânico, um tanque-depósito de decantação, duas câmaras de secagem, um forno de grelhagem com 1,5x2,0x2,5 m, um moinho mecânico cilíndrico, um"tub-mill", com 1,8 m de comp. x0,60 m de diâmetro, um classificador "Akins", cinco tanques de decantação, sendo dois com 4,85 x 3,8 m cada um, e um motor Diesel de 20 a 25 CV. (Oficina de tratamento de óxidos de ferro, António José Cardoso Martins, 1946[99]) .

Algumas destas indústrias acumulavam várias actividades, como por exemplo, a empresa Serração e Terras Corantes, Lda. que, para além do processamento das terras coradas, realizava trabalhos de serração de madeiras e de carpintaria. Segundo a lei era permitido o alargamento à exploração de outras actividades desde que se lhes reconhecesse o interesse social. Algumas destas empresas fabricavam também tintas, como era o caso do Armazém de Matérias Corantes, de E. Brunner & Cª Lda. ou da Oficina de óxidos vermelhos e amarelos e calcários de José da Silva Flores Júnior, 1947 (Quadro 3.4)

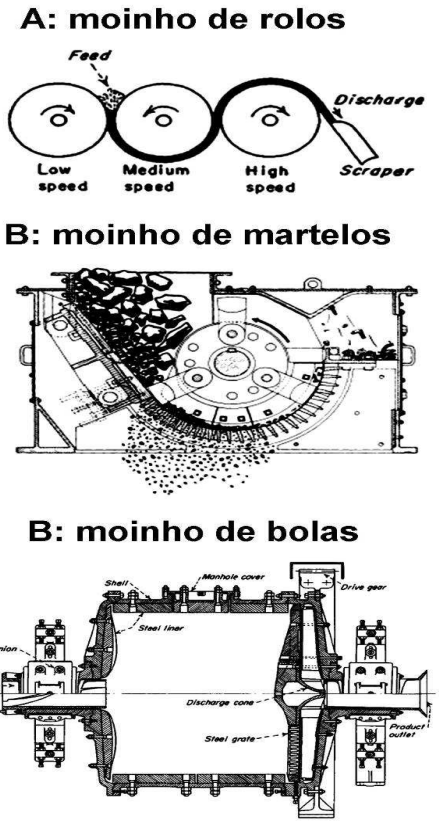


Fig. 3.19: Exemplos e princípio de alguns dos moinhos utilizados na indústria portuguesa das terras corantes na primeira metade do séc. XX: a) moinhos de rolos: dois ou mais cilindros pesados giram em direcções contrárias, a velocidades iguais ou diferentes. As partículas são submetidas a forças de compressão. A distância entre os rolos é regulável e ajustada às condições da matéria-prima; b) moinho de martelos: um motor de alta velocidade gira no interior de uma capa cilíndrica. No exterior do motor é acoplada uma série de martelos nos pontos de articulação. O material desagrega-se pelo impacto dos martelos; c) moinho de bolas: uma capa cilíndrica, que gira num eixo horizontal, é carregada com bolas de aço ou de porcelana. A moagem é alcançada pela acção do impacto e da fricção das bolas ao girar. (fonte das imagens (fonte da imagem:www.ufrgs.br/alimentus/feira/optransf/op_moagem.htm)

[98] Pedido feito a 12 de Janeiro de 1944, Boletim nº 252 (Idem, *op. cit.*, p. 618)
[99] Pedido feito a 20 de Março de 1946, Boletim nº 445 (Boletim da Direcção geral da Indústria. Ministério da Economia. 9º Ano, 418-469, 12 Setembro 1943 a 4 de Setembro 1946, p. 410.

3.4. O Comércio de pigmentos inorgânicos dentro e fora de Portugal *(breves notas)*

Tendo em conta a riqueza geológica do subsolo português em matérias-primas minerais para pintura e a existência comprovada no século XX de indústrias portuguesas de transformação e manufactura de pigmentos terra e óxidos de ferro naturais, seria de supor que Portugal tivesse sido o principal utilizador de pigmentos inorgânicos nacionais. Tal parece não ter acontecido, tendo Adalberto de Campos Brito (1961) no estudo sobre a situação das Industrias Portuguesas de Tintas e vernizes, alertado para a necessidade de importar a quase totalidade da matéria-prima. Segundo o autor, em Portugal fabricavam-se poucos pigmentos[100] sendo a maior parte de baixa qualidade[101]. Credível ou não, este texto suscitaria muita polémica no sector, tendo sido, na mesma década, contra-argumentado na sua totalidade, excepto na questão da matéria-prima (Honrado, 1962). Sobre esta seria apenas adiantado que "quanto à matéria-prima, utilizamos aquelas que são usadas pela moderna e evoluída indústria congénere no estrangeiro e quem não sabe se não será essa necessidade de termos de adquiri-las lá fora, que nos leva a fabricar produtos de tão boa qualidade"[102]. Neste texto, da autoria de José de Morais Sarmento Honrado[103], a justificação prendia-se com a fraca capitação portuguesa que levava a questionar se seriam viáveis mais unidades produtoras de matérias-primas (Honrado, 1962).

[100] Neste estudo são enumerados os pigmentos que eram utilizados, na altura, para o fabrico de diferentes tipos de tintas, entre as quais as de cal. Entre os principais pigmentos naturais citados encontravam-se os ocres, os almagres, a terra de sombra, a terra de colónia, a terra de cassela, a terra de siena, a *terra rossa*, a terra verde, o mínio artificial e as "*cores de cobre*". Os pigmentos inorgânicos artificiais citados são subdivididos por cores. Os pigmentos brancos utilizados eram o carbonato e o sulfato de chumbo, o branco de zinco ou alvaiade de zinco, o branco de zinco e chumbo, o litopone, o sulfureto de zinco, o branco de titânio e branco de antimónio. Os vermelhos eram o mínio ou zarcão, minio-orange, e vermelhão, vermelho de antimónio, vermelho de *Andrinopla*, vermelho de Inglaterra, vermelho *Perkins*, vermelho de Marte, vermelho Veneziano, púrpura de *Cássius* e vermelho de cádmio. Nos azuis, o Ultramar, o azul da Prússia, o azul de cobalto e azuis de cobre; nos amarelos, os realizados à base de crómio, de zinco, cádmio e de antimónio, o amarelo de Marte, o amarelo do Ultramar e o amarelo indiano; nos verdes, o verde Inglês, o verde de zinco, o verde-esmeralda, o verde *Schweinfurth*, o verde de cobre, o verde de cobalto e o verde Ultramar; nos roxos, o roxo de *Nuremberg*, o roxo de *Borgonha*, o roxo de cobalto, o roxo de Marte e o roxo Ultramar; nos pardos, o pardo *Van Dyck* e pardo de *Florença* e finalmente nos negros, os negros animais, negros de fumo e os negros de gás (Brito, A. C. *op. cit*, 1961, pp. 26 e 27).

[101] Segundo o autor do estudo, caberia ao "Grémio Nacional das Indústrias das tintas e vernizes a formar, entender-se com os actuais fabricantes de pigmentos e fazerem os estudos necessários para se conseguir naquilo que fosse preciso, um fabrico de produtos nacionais com características e preços dos estrangeiros". O mesmo Grémio também estudaria a possibilidade do estabelecimento de fábricas de pigmentos que ainda não se produzissem em Portugal (Idem, *op. cit*,, p 76 e 77).

[102] Honrado, J. de Morais Sarmento, *A Industria de tintas e vernizes no âmbito da reorganização industrial*, 1962, p. 26.

[103] Vogal da Comissão Reorganizadora da Industria de Tintas preparadas. Este parecer foi lido, em data incerta, numa das sessões de trabalho.

Era esta a situação na segunda metade do século XX. Como seria em épocas mais recuadas?

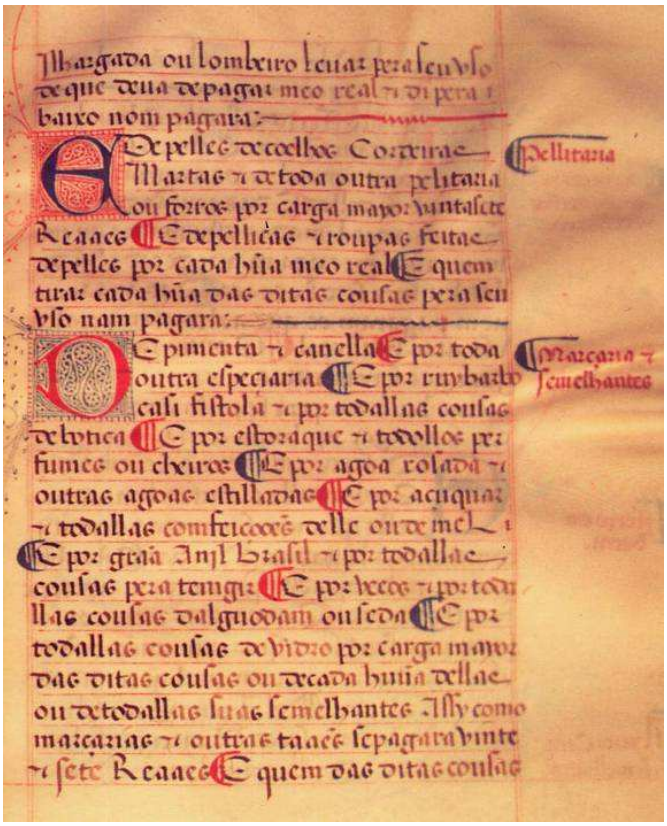

Marçaria e semelhantes

Fig. 3.20: Foral Manuelino das vilas da Baronia e de Alvito (Lisboa, 20 de Novembro de 1516). Parcela de texto referente ao anil e ao grã (fl.12 v^{o}): "Marçaria e semelhantes- (…) E por graã Anjl Brasil e por todallas cousas para temgir (…)"

3.4.1. Forais e documentos avulsos dos séculos XIII ao XVIII

A actividade comercial, com os seus direitos e obrigações aparenta ter sido um dos pontos mais fortemente regulamentados nas várias cartas de foral, até à sua abolição por decreto-lei, em Agosto de 1832. A partir de então, inicia-se uma nova era de reformas legislativas, financeiras e administrativas de todo o aparelho do Estado e da sociedade portuguesa[104].

Várias vilas alentejanas assumiram posições importantes como praças comerciais desde os tempos dos Romanos, devido ao fácil escoamento de mercadorias por via terrestre, fluvial ou marítima[105]. As vias romanas ainda existentes em vários pontos dos concelhos testemunham não só o grau de importância que possuíam mas também o grau de intensidade de ocupação e de circulação de pessoas e mercadorias (Correia, 1996). De entre as mais transaccionadas figuravam os géneros agrícolas e alimentícios, materiais para vestuário e gado. Em relação a matérias colorantes, só se encontraram menções claras a produtos para tinturaria, entre os quais o anil (corante de cor azul extraído das folhas de várias espécies de anileira e indigofeira) e a "grã"

[104] *Os forais manuelinos de Alvito e Vila Nova da Baronia*, introdução, estudo e leitura de António Valério. Edição da Câmara Municipal de Alvito, Alvito, 1996, pp. 37-43, 57-64.
[105] Cfr. Ibidem; Varella, J.J., ' Memoria Estatistica acerca da notável Villa de Monte Mor o Novo' *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, 1816, p. 6; Leal, P., Augusto, S., *Portugal antigo e moderno, diccionario geográfico, estatístico, chorográphico, heráldico, histórico, bibliográfico e etymologico de todas as cidades, villas e freguesias de Portugal e de grande numero de aldeias*, Livraria Editora de Mattos Moreira & Companhia, Lisboa, 1873, pp. 11, 58-59; *Arquitectura popular em Portugal*, Edição da Associação dos Arquitectos Portugueses, Lisboa, 1980, p. 483; Macias, S., *Mértola Islâmica*. Mértola, Campo Arqueológico de Mértola, 1996, pp. 14 a 44.

(um corante vermelho escarlate extraído das fêmeas grávidas do pulgão kermesillia) (Araújo, 2006) parecem ter sido os mais importantes[106] (Fig. 3.20). Estes produtos estão presentes em 1285, no foral de Almodôvar outorgado pelo rei D. Dinis (Coelho, 2004); nos forais manuelinos da Cidade de Évora (1 de Setembro de 1501) (Monteiro & Afonso, 2007); nos da Vila Nova da Baronia e de Alvito de 20 de Novembro de 1516 e, em data incerta mas também no século XVI, no da Vila de Mora (Correia, 1998), juntamente com cal, sebo, óleo de linhaça, outros corantes naturais e materiais para pintura não especificados.

> (..) danil. Graã. Azul Vermelhão Urzela brasil Ruiva Azyche. galha. Giz de Pintores. Álacre. paeens de ouro ou de prata pêra pintar" (…) Por estes e por "todallas cousas de que se fazem pinturas ou tinturas. (…) se deveriam pagar nove reaes, e que por cada carga menor (10 arrobas) se pagariam apenas quatro reaes e meo[107].

Das rotas internacionais de matérias-primas para pintura desta época só foram, até ao momento, encontrados relatos a importações. Cite-se a ordem dada por António Real ao feitor e escrivão da feitoria de Coxim (Diogo Pereira) para que este fornecesse o vermelhão necessário para pintar as velas da nau Santa Maria da Vitória ou o privilégio concedido pelo Rei D. Manuel I ao mercador alemão Rigofuquer para não pagar os direitos aduaneiros da importação de vermelhão (Monteiro & Afonso, 2007). Particularmente relevante para a temática em estudo, é o documento referente à encomenda de D. Catarina, mulher de D. João III em 1545 a Baltazar de Faria, embaixador em Roma, para a aquisição de "tintas" e pincéis para pinturas a óleo, a fresco e iluminura (Sousa, 2003).

> Todalas sortes de colores pêra pintar a fresco na parede, assim das compostas de esmaltes como das de terras naturaes, em que entrem: Azues muito finos e pavanozos. Roxos e vermelhos de todolas sortes. Verdes e ocres e gialos e pretos. E todolas mais cores a pintar a fresco. Duas dúzias de conchas de ouro moído. Duas dúzias de praia muida fresca e fina, quatro dúzias de pincéis muito bem feitos para pintar a fresco e a olio (…)[108].

[106] Outro corante da família do anil (embora de menor qualidade) conhecido por *pastel ou pastel dos tintureiros* foi no séc. XV e XVI uma das fontes de receita das Ilhas Açorianas com exportação para Portugal Continental, Flandres, Castela e outros reinos não especificados. Por outro lado, a apanha do grã está registada desde 1496 em localidades como Setúbal, Palmela e Sesimbra (Frutuoso, G., *op.cit*, e Monteiro, P., Urbano L.A, 'Fontes para o Estudo dos pigmentos na tratadistica portuguesa: da Idade Média a 1850', *ARTIS*, 6**,** p. 165).
[107] Monteiro, P., Urbano, L.A, *op. cit.*, 2007, pp. 16 e 166.
[108] Sousa, C. V. De, *As pinturas Murais Tardo Medievais no concelho de Belmonte*, Belmonte, 2003, p. 38.

Quase trinta anos depois, a Rainha D. Catarina volta a solicitar a compra de determinados pigmentos inexistentes no mercado interno ao seu embaixador em Roma. As informações transmitidas sobre os materiais são sugeridas pelo seu pintor de Câmara, Lourenço de Salzedo, tal como, anteriormente, o havia feito o pintor tratadista Francisco de Holanda. Ainda numa carta enviada ao mesmo embaixador em 6 de Dezembro de 1571, a Rainha alude à "cor azul ultramarino"[109] entretanto chegada para a pintura do retábulo de Santa Maria de Belém, continuando embora a faltar o "azul laca"que requerera a 12 de Julho do mesmo ano (Serrão, 2000).

Em relação a transacções em território nacional sabe-se apenas, até ao momento, que em 1552 era vendido um pigmento azul, conhecido como *Azul de Aljustrel*, descoberto em 1521 nas jazidas deste concelho alentejano (cf. ponto 3.1.2). Contudo, nada é esclarecido acerca dos compradores ou do local de venda.

De Lisboa, provinham alguns dos materiais para pinturas e outros trabalhos artísticos na região do Alentejo. São disso exemplo, os "pães de ouro"[110] [folhas de ouro] adquiridos, na capital e em Évora, pela Mesa da Misericórdia de Arraiolos para a pintura do retábulo-mor da igreja (1602-1603) ou as "tintas"[111] adquiridas também na capital, em 1695, pela Misericórdia de Borba a Dionísio Verneis, um correspondente do pintor Manuel da Silva com actividade comprovada na Vila de Borba.

As referências aos materiais na maioria destes textos são muito vagas, não fornecendo dados concretos acerca da sua natureza e proveniência. É o caso:

a) Da menção a "tintas que para o fresco se requererem"[112] no contrato que o Duque de Bragança fez com o pintor lisbonense Tomás Luís em 7 de Agosto de 1602 para a execução a fresco das pinturas das salas das "Casas Novas" do Paço Ducal de Vila Viçosa;

[109]O termo cor ou cores designavam o que se entende actualmente como pigmentos. Na maioria das fontes documentais consultadas também não é feita a diferenciação entre o produto final (tinta) da matéria-prima que o gerou (o pigmento).

[110] Texto referente ao livro de receitas e despesas do anno de 1694, maço 33, arquivo da Santa Casa da Misericórdia de Borba in 'As matérias da imagem: os pigmentos na tratadistíca portuguesa entre a Idade Média e 1850', relatório final do projecto POCI/EAT/58065/2004, desenvolvido em parceria pelo Instituto de História de Arte da Faculdade de Letras e Departamento de química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (2005-2009), p. 29. Excerto retirado do livro da receita e despesa de 1604-1603, fls. 60,64 e 156.

[111] Idem, *op. cit.*, pp. 31 e 32.

[112] Idem, *op. cit*, p. 29. Texto referente às notas do tabelião Simão Luís Cerveira de Vila Viçosa, livro 10, fls 152v a 155.

b) Da alusão a "tintas, gesso"[113] entre as despesas realizadas pelo Arcebispo de Évora, a 30 de Abril de 1629 para a obra do sepulcro da Sé de Évora;

c) Da nota à "callidade dos ollios e mais tintas"[114] no contrato realizado a 1 de Setembro de 1732 entre as freiras do Convento das Servas em Borba e o pintor António dos Santos, morador em Vila Viçosa para a pintura do tecto da Igreja.

Só na referência mais antiga consultada, de 26 de Junho de 1596, são identificados o "esmalte azul" e "ouro mate e brunido" na lista de materiais para a pintura e douragem do retábulo da Confraria do Santíssimo Sacramento da Igreja do Salvador de Beja[115]. Claramente identificado é também o lápis-lazúli na encomenda de uma nova banqueta pela Mesa da Irmandade de Fronteira, de 2 de Março de 1763 (Pina, 2001): "(…) Mais se mandou fazer uma banqueta nova pintada de pedra lápis lazaro com os seus veios de ouro muito bem feita" [116].

3.4.2. Estatística geral do Comércio de Portugal e relatórios de contas da Associação Industrial Portuguesa (século XIX e XX)

Já no final do século XIX e início do XX, uma das fontes mais importantes para o conhecimento das transacções comerciais dentro e fora do País, são os registos das pautas aduaneiras, entre as quais se realçam as publicações organizadas pela secção de Estatística do Conselho Geral das Alfândegas (Fig. 3.21). Os números consultados, entre 1879 e 1889, são esclarecedores do tipo e quantidade de matéria importada e exportada para uso das artes e das decorações na construção. Entre os materiais importados, figuram as "terras corantes e ocres de quaisquer cores"[117]. Estes pigmentos, assim como o azul ultramarino, o azul de cobalto, o

[113] Idem. Texto referente às notas do tabelião Gil Solteiro, livro 571, fls. 26 a 29.
[114] Arquivo distrital de Évora, Cartório notariais de Borba, livro 100, fls. 35v a 37v. (documento fornecido pela Dr. Patrícia Monteiro.
[115] Texto referente ao contrato feito, a 26 de Junho de 1596, entre a Confraria do santíssimo Sacramento da Igreja do Salvador em Beja e os pintores Júlio Dinis Carvo e António de Oliveira. Notas do Tabelião Simão de Lemos, Livro de 1596-1597, fls. 101v a 103 (Cartório Notarial de Beja) in 'As matérias da imagem: os pigmentos na tratadistíca portuguesa entre a Idade Média e 1850',Relatório final do projecto POCI/EAT/58065/2004, p. 29.
[116] Pina, F.C., *Fronteira: subsídios para uma monografia*., Fronteira, 2001, p. 99
[117] Já em 1852, estes pigmentos assim como o "amarelo de crómio, azul da Prússia, cinzas azues, verdes e todas as mais cinzas corantes, negro de fumo, de marfim, de Francfort, pós pretos e semelhantes e o azul Ultramar" constavam dos direitos da nova pauta alfandegária, promulgada por decreto em 1853 (*Colecção Official da Legislação*, Anno de 1852, Imprensa Nacional, 1853, p. 896).

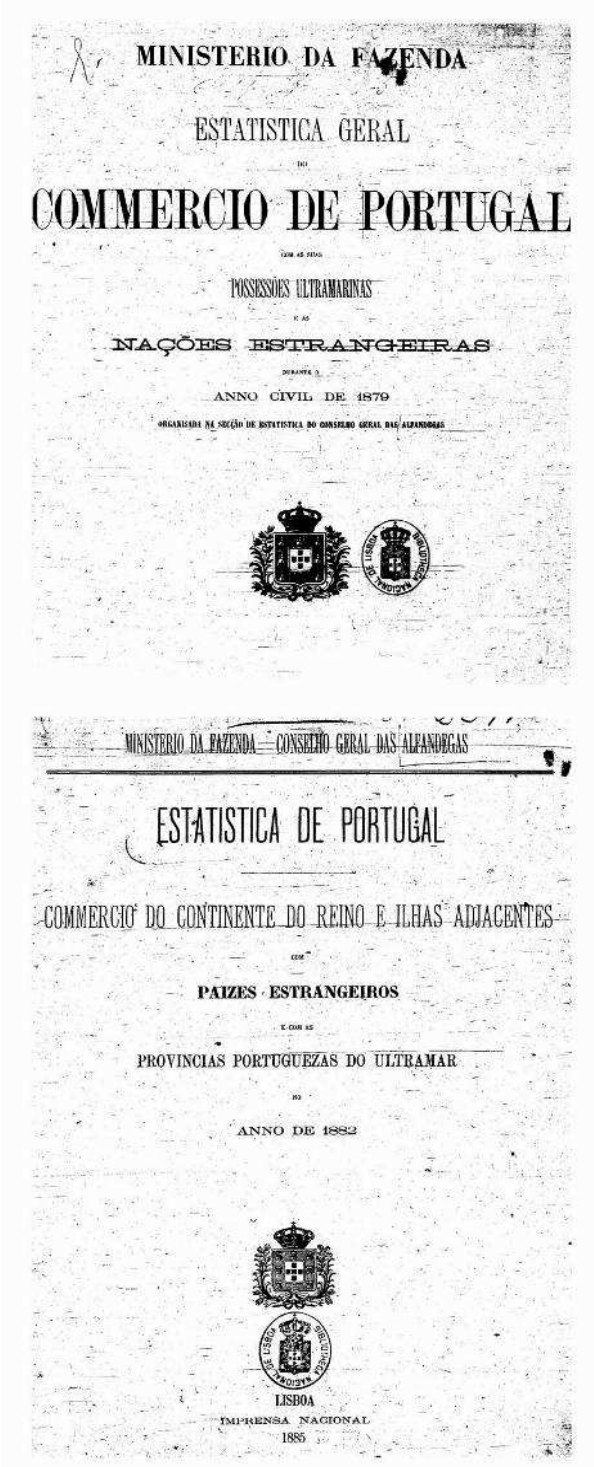
azul da Prússia, as cinzas azuis e verdes e os negros de fumo e de osso, foram importados de vários Países Europeus, da América e pontualmente de África (Quadro 3.5).

Várias menções a "tintas em pó" e a "cores" que, na época, eram frequentemente associadas a pigmentos também foram encontradas (Quadro 3.5).

As referências a exportações de pigmentos terra são dúbias. Nesta secção e na generalidade, só se encontram referências vagas a "matérias e produtos corantes" (à excepção do corante anil claramente citado), "vernizes e tintas n.e" (não especificadas) e a "cores e tintas", o que levanta muitas dúvidas acerca da sua natureza. O único pigmento que é identificado é o negro de fumo que era exportado para o Brasil e ex-colónias (ex. Angola e S. Tomé e Príncipe). Em 1800, a aldeia de Melides (litoral alentejano) era um dos locais de produção de um dos mais afamados negros de fumo, conhecidos como *pós de sapato*[118]. No Alentejo, este pigmento preto-acinzentado seria também um dos pigmentos tradicionalmente empregues nas caiações a cores (ou pinturas a cal) nos alçados exteriores das edificações (ver ponto 5.1 e 5.2).

No século XX existe notícia do comércio nacional e da exportação de ocres e outros pigmentos terra através da publicidade às empresas de terras corantes existente nos guiões industriais de Portugal (Fig. 3.22)[119]. O seu comércio transnacional é também comprovado pela proposta da criação de novos artigos referentes a "Ocres, almagres e terras de origem mineral para empregar como tintas"[120] (a 20$ o Kg, com a tara incluída) na revisão da pauta alfandegária em 1921. Embora se desconheça se esta medida foi ou não adoptada, é precisamente à falta de uma adequada defesa aduaneira que, em 1948, são atribuídas as dificuldades de escoamento da produção manufacturada pela Indústria de Colas, Tintas e Vernizes. Dessa produção constavam os alvaiades em massa (980 toneladas), os pigmentos em pó artificiais (830 toneladas) e naturais almagres e crés num total de 1230 toneladas[121]. Nesta publicação da Indústria Química e Farmacêutica, é igualmente reforçado que este ramo da indústria era, por vezes, obrigado a debater-se em condições desfavoráveis com a produção similar de origem estrangeira, facto que impossibilitava a conquista do mercado metropolitano e ultramarino. Na opinião do autor, a preferência dos consumidores deveria ser

[118] Cfr. Macedo e Silva, Padre A., *Annaes do Município de Santiago do Cacém*, Imprensa Nacional, Lisboa, 1896 (RF. 9546), p. 70. Documento foi gentilmente fornecido pelo Gabinete de Reabilitação da Câmara Municipal de Santiago do Cacém em 2004.
[119] Cfr. *Indústrias de Portugal*, Italina, Porto, 1938-1939, pp. 253 e 254.
[120] 'Relatório da Direcção da AIP', *AIP*, Lisboa, 1921, p. 40
[121] 'Industria Química e Farmacêutica' *Industria Portuguesa*, nº 262, 1949, pp. 785 e 786.


MINISTERIO DA FAZENDA

ESTATISTICA GERAL

DO

COMMERCIO DE PORTUGAL

COM AS SUAS

POSSESSÕES ULTRAMARINAS

E AS

NAÇÕES ESTRANGEIRAS

DURANTE O

ANNO CIVIL DE 1879

ORGANISADA NA SECÇÃO DE ESTATISTICA DO CONSELHO GERAL DAS ALFANDEGAS

MINISTERIO DA FAZENDA — CONSELHO GERAL DAS ALFANDEGAS

ESTATISTICA DE PORTUGAL

COMMERCIO DO CONTINENTE DO REINO E ILHAS ADJACENTES

COM

PAIZES ESTRANGEIROS

E COM AS

PROVINCIAS PORTUGUEZAS DO ULTRAMAR

NO

ANNO DE 1882

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1885

Fig. 3.21: Dois exemplos das publicações de Estatística Geral do Comercio organizadas pela secção de estatística do Conselho Geral das Alfandegas dos finais do séc. XIX.

orientada para o mercado nacional visto que a poupança que daí adviria para a nação se poderia cifrar, anualmente, em muitas "centenas de milhar de contos"[122].

Na década de cinquenta do século XX e apesar da aparente expansão do sector das tintas e vernizes, este tipo de alertas mantêm-se nos pareceres da comissão revisora de contas da Associação Industrial Portuguesa, acompanhado de denúncias a instalações de baixo nível técnico e económico, a fabricantes clandestinos e ainda de concorrência promovida pelos produtos estrangeiros. Contudo, já não são feitas referência a terras coradas[123]. Estas e os óxidos de ferro continuam, porém, a constar da lista de produções e importações de substâncias minerais de Portugal pelo menos até 1974, data do registo mais recente consultado (Macieira, 1975). O escoamento de pigmentos terra de origem nacional para armazenistas portugueses, empresas portuguesas de químicos, tais como a Sociedade Portuense de Drogas (Fig. 3.23), para drogarias locais e sua exportação para as ex-colónias desde a década de cinquenta são igualmente confirmados pelos fabricantes Abílio Lopes, Lda. e Augusto Gomes dos Santos, Lda. em actividade há mais de 50 anos.

[122] Ibidem.

[123] Cfr. 'Relatório da Direcção e Parecer da Comissão Revisora de contas' in *AIP*, 1957 (pp. 204 e 205), *AIP*, 1958 (pp. 204 e 205) e *AIP*, 1959 (pp. 167 - 177).









Fig. 3.22: Fontes bibliográficas para o conhecimento das empresas portuguesas e produtos comercializados na década de 30 e 50.

Augusto Gomes dos Santos
Avenida Jorge Correia, 848 • Arcozelo
Tel. (02) 7620024 • 4405 ARCOZELO - VNG - Portugal

SOCIEDADE PORTUENSE DE DROGAS
A/C: Exmo. Sr. Artur Mendes

MATERIAL DISPONIVEL

474	SACO	25 KG	DIATOMITE
190	««	««	OCRE 2002
163	««	««	OXIDO DE FERRO AZUL
171	««	««	TERRA PRETA MOIDA
117	««	««	TERRA SENA CRUA Nº40
189	««	««	TERRA SENA QUEIMADA Nº 4
123	««	««	AMARELO ITÁLIA
226	««	««	PÓ TIJOLO
72	««	««	ROSA CAL Nº 168
65	««	««	ÓXIDO DE FERRO VERDE
34	««	««	ÓXIDO DE FERRO CASTANHO
57	««	««	VERMELHÃO Nº 42
61	««	««	PÓS PRETOS Nº 27
17	««	««	PÓS PRETOS Nº 119
41	««	««	ZARCÃO FALSO
19	««	««	SINOPLA
17	««	««	VERDE SALSA Nº 97
7	««	««	TERRA ROXA Nº 78
80	««	««	ALMAGRE Nº 500
55	««	««	SOMBRA DE LUVEIROS Nº 45
6	««	««	VERDE LOUREIRO Nº 220

Fig. 3.23: Um dos últimos pedidos feitos pela Sociedade Portuense de Drogas à firma Augusto Gomes dos Santos (Arcozelo/Vila Nova de Gaia) que cessou actividade em 2005.

Quadro 3.5: Resumo das menções encontradas entre 1879-1889 a importações de terras corantes e outros pigmentos inorgânicos com indicação do país de origem, das quantidades importadas e do seu valor comercial. Lista dos países de importação: Alem - Alemanha, Fra - França, Ing - Inglaterra, Hesp - Hespanha, Holl - Hollanda, Belg -Bélgica, Afri - África, Bras.- Brasil, Ita - Itália, Russ - Rússia, Suiss - Suíça, Suec - Suécia e Nor - Noruega.

Mercadorias				Procedências							Quantidade (kg)						
(Ref.)																	
Importação	1879	1880	1881	1882	1885	1886	1887	1888	1889	1879	1880	1881	1882	1885	1886	1887	1888	1889
Terras corantes e ocres de qualquer côr	Alem.	_	_	idem	idem	idem	_	idem	idem	2,483	_	_	10,624 (1)	24,037 (1)	15,038 (1)	_	12,846 (1.2)	12,515 (1.2)
	Fra.	idem		idem	idem	idem		idem	idem	52,030	52,820		42,594 (1-3)	52,234 (1.2)	92,418 (1.2)		38,468 (1.2)	31,062(1-3)
	Ing.	idem		idem	idem	idem		idem	idem	106,020	115,106		148,764 (1.2)	197,936 (1)	194,042 (1)		191,655 (1.2)	225,099 (1.2)
	Hesp.	idem		idem	idem	idem			idem	30	714		1 (3)	94 (3)	92 (3)		_	4 (3)
	Holl.	idem		idem	idem	idem		idem	idem	17,011	47,592		21,908 (1)	16,743 (1)	31,500 (1)		9,160 (1)	13,900 (1)
	_	_		idem	idem	idem		_	idem	_	_		1,815 (2)	8,805 (1)	_		_	369 (1)
	_	Belg.		_	_	Suec. e Nor.		_	_	_	1,444		_	_	2650 (1)		_	_
	_	_		_	_	Proc.n.m.		_	_	_	_		_	_	440 (1)		_	79 (1)
	_	_		_	_	_		_	Ita.	_	_		_	_	_		_	36 (1)
	_	_		_	_	_		_	Suiss.	_	_		_	_	_		_	
Quantidade (total)										177,574	187,683	_	237129	299,849	336,18	_	252,161	286,064
Valor (total)										5.429$	25.570$	_	5,597	7.749$	8.143$	_	8.551$	10,137
Amarelo de crómio	_	Belg.	idem	_	_	idem	_	_	_	_	10	179 (1)	_	_	257 (1.2)	_	_	_
	Fra.	Idem	idem	idem	idem	idem				2,830	4,126	3,475 (3)	3,552 (1.2)	3,836 (1.2)	4,210 (1)			
	Ing.	idem	idem _	idem	idem	idem				1,160	1,830	1,136 (1)	1,448 (1)	372 (1)	1,007 (1)			
	_	_	_	Alem.	idem	idem				_	_	_	67 (1)	359 (1)	918 (1)			
	_	_	_	Afri.	_	_				_	_	_	183 (2)	_	_			
	_	_	_	_	_	Proc.n.m				_	_	_	_	_	279 (1)			
Quantidade (total)										3,990	5,966	4,79	29,064	4,567	6,671	_	_	_
Valor (total)										820$	1.112$	915$	911$	794$	1.029$	_	_	_
azul cobalto	Allem.	idem	idem	idem			_	_	_	113	2,479	1,763 (1)	2,437 (1)				_	_
	Fra.	idem								46	98							
	Ing.	idem	idem	idem						171	950	368 (1)	111 (1)					
	_	_	_	n.m.						_	_	_	56 (1)					
					Alem.	Alem.								1,644 (1)	1,638 (1)			
Quantidade (total)					Belg.	_				330	3,527	2,131	2,604	30 (2)		_	_	_
Valor (total)					Fra.	Franç.				260$	1.707$	782$	1,256$	252 (1.2)	469 (1)	_	_	_
Azul da Prussia	Fra.	idem	idem	idem	Ingl.	Ingl.	_	_	_	2,235	423	557 (2)	182 (1)	440 (1)	279 (1)			
	Ing.	idem	idem	idem						63	463	690 (1)	1,031 (1.2)					
	_	_	Alem.	idem						_	_	138 (1)	55 (1)			_	_	_
	_	_	Belg	_						_	_	187 (1)	_					
Quantidade (total)										2,298	886	1,572	1,268	2,366	2,386	_	_	_
Valor (total)										901$	717$	1.044$	1,152$	1.291$	1.573$	_	_	_
Azul ultramar	Allem.	idem	idem	idem	Idem	Idem	_	_	_	193	1, 401	638 (2)	913 (1)	3,420 (1)	4,678 (1)	_	_	_
	Belg.	idem	idem	idem	idem	idem				6,087	8,749	6,111 (2)	3,648 (1.2)	2,696 (1)	6,421 (1.2)			
	Fra.	idem	idem	idem	idem	idem				4,276	4,903	3,251 (2)	3,404 (1.2)	4,091 (1.2)	4,062 (1.2)			
	Ing.	idem	idem	idem	idem	idem				5,890	6,442	7,968 (2)	8,002 (1.2)	8,172 (1)	5,647 (1)			
	Hesp.	_	_	_	_					102	_	_	_	_	_			
	_	_	_	Hol.	idem	idem				_	_	_	1,600 (1)	594 (1)	577 (1)			
Quantidade (total)										16,640	21,495	17,96	17,537	18,982	21,385	_	_	_
Valor (total)										2.743$	5.188$	4.694$	3.810$	3.11$	3.470$	_	_	_

Cinzas azues e verdes	Fra. Ing. – –	idem idem – –	– idem – –	idem idem Alem. –	– idem – EUA	– idem – –	–	–	–	4 133 – –	85 57 – –	– 203 (1) – –	57 (1,2) 190 (1) 10 (1) –	– 123 (1) – 23 (1)	– 95 (1) – –	–	–	–
Quantidade (total)										137	142	203	257	146	95	–	–	–
Valor (total)										52$	32$	61$	103$	44$	22$	–	–	–
Negro de fumo e ossos	– Fra. Ing. – –	Holl. idem idem – –	– idem idem Alem. –	– idem idem idem –	– idem idem idem –	– idem idem idem Belg.	–	–	–	– 5:709A 23:967A – –	5,991 458 23,029 – –	– 4,722 (1-3) 28,435 (1) 644 (1) –	– 445 (1,2) 26,504 (1) 2,115 (1) –	– 3,856 (1) 25,975 (1) 1,308 (1) –	– 9,858 (1) 25,806 (1) 1,554 (1) 355 (2)	–	–	–
Quantidade (total)										29676	29,478	33,801	29,064	31,439	37,573	–	–	–
Valor (total)										2.223$	2.027$	2.587$	2.037$	2,342$	2.733$	–	–	–
Tintas em pó e preparadas a oleo	Alem. Belg. EUA Fra. Ing Hesp. Holl. – – – – – –	–	idem idem idem idem idem idem idem – – – – – –	–	idem idem idem idem idem idem idem Bras. n.m – – – –	–	–	idem idem idem idem idem idem idem – idem Aust. Ita. Russ. Suic.	–	2,637 3,345 449 52,981 492,917 220 118 – – – – – – –	–	7,988(1,2B) 1,640(1,2B) 961 (1 B) 114,139 (1,2B) 509,383 (1,2B) 140(2,3B) 100 (1B) – – – – – – –	–	20,271 (1,2B) 7,950 (1B) 1,707 (1,2B) 73,914 (1,2B) 759,158 (1,2B) 278 (3B) 10,500 (1B) 17 (2B) 204 (1B) – – – – –	–	–	142,271 (1-3C) 75,712 (1-3C) 835 (1,2C) 147,124 (1-3C) 1.200.025 (1,2C) 759 (1C) 635 (1C) – 29 (1C) 54 (1C) 134 (1C) 299 (1C) 1,649 (1C)	–
Quantidade (total)										552,667	–	634,262	–	873,999	–		1.569,226	–
Valor (total)										65,828$	–	73.540$	–	82.492$	–		223.751$	–

1 Quantidade importada por mar (navio estrangeiro)
2 Quantidade importada por mar (navio nacional)
3 Quantidade importada por terra

A- Negro de fumo. Não ha menção ao de ossos
B- Côres e tintas n.e. em pó e preparadas para aguarella e pintura a óleo
C- Vernizes, cores e tintas não especificadas



Capítulo 4

Alentejo 1: Enquadramento histórico da tradição da cal



Capítulo 4

Alentejo 1: Enquadramento histórico da tradição da cal, 135

4.1. A cor das edificações, ***137***

4.1.1. Caiação a branco e a cores na cultura e legislação local , 143

4.1.1.1. Códigos de Posturas e Regulamentos Municipais (de 1728 a 1985), 144

4.1.1.2. Legislação actual para os Centros Históricos, 154

4.2. Apontamentos às cores do Património edificado alentejano (século XVI ao XX), ***157***

> No gradual e irreversível processo de transformação e desenvolvimento das vilas e cidades, surgiram tempos de maior afirmação ideológica, de maior ou menor centralização política, de mudanças culturais e tecnológicas profundas, interferindo e transformando, em grau variável, a sua identidade cromática
>
> (Aguiar, 2005).

4.1. A cor das edificações

O Alentejo não foi excepção.

Ao lado da tradição ancestral do branco das caiações, que se enraizou ao ponto de, no século XX, se construir o mito do branco total, outras cores estiveram e continuam presentes. As camadas cromáticas limitadas aos rodapés, aos cunhais, às platibandas e às molduras de portas e janelas ou então espalhando-se por todo o pano da fachada apresentam, não raro, vestígios de decorações.

Os materiais disponíveis localmente, tais como a pedra, a terra, a cal e o barro sempre modularam as tradições regionais da construção e, como seria de esperar, a cultura da cor[1]. A escolha e a extensão do seu emprego na ornamentação das fachadas ao longo dos séculos foram ditadas pelas posses dos seus proprietários e constituíam um parâmetro diferenciador de classes sociais.

Até à data da Revolução (25 de Abril 1974), o Alentejo foi, no geral, constituído por uma sociedade rigidamente estratificada, com uma maioria da população de baixos recursos financeiros ao serviço de uma elite latifundiária detentora de elevado poder económico. Esta discrepância social remonta aos tempos longínquos das feitorias e sesmarias (século XII em diante), nos quais a monarquia e a corte passavam estadias em várias das vilas alentejanas concedendo privilégios aos seus habitantes e fazendo doações a ordens religiosas ou a companheiros de armas afidalgados[2].

[1] " Nas fartas vilas e cidades do Alentejo, separadas por vezes umas das outras por dezenas de léguas, e tão ricas ainda de tradições e de carácter, as frontarias reverberam sob a intensidade da luz que delas parece irradiar, as telhas brilham com o oiro dos seus musgos e as chaminés erguem no azul ferrete a variadíssima gracilidade dos seus perfis, esbeltos como minaretes. A Alvenaria, com os seus variadíssimos recursos, a plasticidade da pedra, o conjunto das indústrias do barro, o tijolo, o azulejo, a talha recortada, dão à habitação aspectos de constante policromia e pasto à imaginação do artista regional". (*Guia de Portugal II: Estremadura, Alentejo e Algarve*, 2ª ed., Vol. II, 1991, p. 29 (texto integral que reproduz a 1º edição publicada pela Biblioteca Nacional de Lisboa em 1927).

[2] Á data da reconquista (séc. XII e XIII), o Reino em formação, estava dividido em circunscrições que se denominavam "terras" e que eram uma espécie de distritos administrativos e militares. O senhor destas terras, nomeado pelo monarca, era conhecido por "tenens" ou "domnus terrea" e pertencia á nobreza ou a uma ordem

Muitos dos edifícios urbanos pertenciam a estas classes privilegiadas, como atestam, em 1814, as *Memórias da notável Vila de Montemor o Novo* "Huma grande parte dos prédios de Monte Mor o Novo, mui principalmente as herdades que são os mais importantes, pertencem a ricos Morgados, que vivem na Corte, ou nesta Villa, os quaes, não cultivando hum só palmo de terra, utilisão tudo quanto a mesma produz (...)" [3]. O mesmo se depreende num documento mais antigo (1619) referente à recusa do pagamento da pensão anual que a Vila de Sines e Vila Nova de Mil Fontes deveriam prestar a Santiago do Cacém " (nota E, fol.87, 4º):

> Que sendo como era certo e assás conhecida a disparidade que havia entre aquella villa e a de Sant' Iago de Cacem, a qual tinha um termo muito dilatado, e n'elle casas muito abastadas e ricas ao que acrescia ser a povoação da dia villa muito maior, mais opulenta e de casas muito grossas; e pelo contrario o termo da villa de Sines muito limitado, a povoação pequena, os moradores d'ella muito pobre (...)"[4] .

Não é de admirar, portanto, que as frontarias de casas apalaçadas ou senhoriais, pertencentes a descendentes de antigas famílias nobres sejam profusamente decoradas com azulejos, granitos, calcários e mármores de cores variadas. A alternativa ao emprego de materiais nobres foi o recurso aos fingidos por pintura (a fresco e a seco) imitando pedras ornamentais, azulejos ou elementos de arquitectura tais como, alvenarias de pedra ou tijolos, janelas e cunhais apilastrados[5]. Mais pontualmente, argamassas coradas desempenharam essa função. No Quadro 4.1. é feito o resumo dos principais motivos decorativos identificados na região do Alentejo com indicação da sua localização no pano de fachada.

---

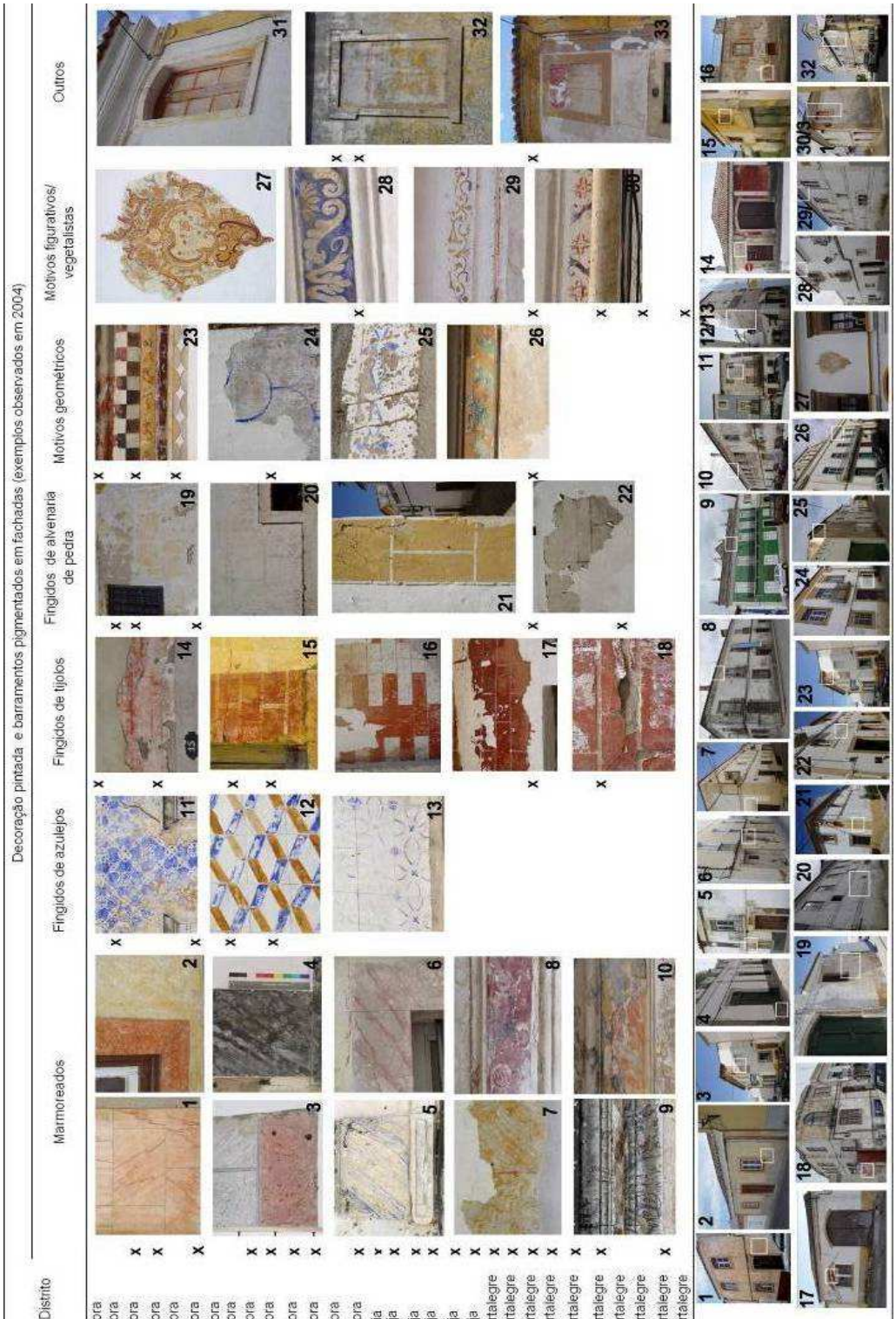
religiosa. Estas "terras" subdividiam-se, em geral, nos "prestamos" ou "benefícios" que consistiam, por sua vez, em uma cidade, vila ou lugar. Em relação às edificações medievais, segundo arquitecto Raul Lino (1879-1974), deveriam ser, forçosamente, muito primitivas e rudes. Na sua opinião, a arquitectura só se tornaria "interessante" a partir do século XV, com a série de construções amouriscadas que se encontram distribuídas por todo o Sul do país (Cf. Coelho, António M.A., *Foral de Almodôvar*, Edição da Câmara Municipal de Almodôvar, 2004, p. 37; Lino, R., *A casa Portuguesa*, Exposição portuguesa em Sevilha, Escola typográfica da Imprensa Nacional de Lisboa, 1929, p. 16).

[3] Fonseca, T., *José Varella e memória estatística acerca da notável Vila de Montemor-o-Novo Edições Colibri, Lisboa*, 1997, p. 13 (do texto original publicado em 1816 nas Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa)

[4] Macedo e Silva, Padre A, *op. cit*, 1869.

[5] Segundo Raul Lino, o emprego da pilastra teve origem, aparentemente, numa tipologia de fachada que nunca mais abandonaria a arquitectura portuguesa: " (…) fachada lisa e forma, com cunhais apilastrados nos extremos que suportam a cimalha geral, guarnecida de beirado e com um portão ao centro, amplo e sobrepujado de uma janela mestra flanqueada em ambos os lados por janelas uniformes (…)". A sua utilização foi de tal modo adoptada que chegava, quanto mais não fosse, a ser indicada por simples tiras de cal. (Lino, R., *op. cit*., 1929, p. 35).

Quadro 4.1: Decorações por pintura e barramentos pigmentados: exemplos observados em 2004 na região do Alentejo.



Apesar do mau estado de muitas destas decorações, é possível depreender a importância que assumiram como elemento decorativo nos vários estratos da sociedade, pela sua presença pontual ou na totalidade do pano de fachada – tanto em habitações modestas como em edifícios apalaçados (Quadro 4.1).

A caiação a cores (ou pintura a cal), monocromática, aplicada em todos os alçados exteriores ou só no pano de fachadas, foi outra das modalidades praticadas no Alentejo. O início das caiações totais em Portugal e, mais especificamente, nesta região é ainda incerto. Os testemunhos mais antigos observados parecem remontar aos finais do século XIX - inícios do século XX (Fig. 4.1). Para o seu aparecimento deve ter contribuído o movimento individualista e romântico nos meados do século XIX e, sobretudo, as possibilidades oferecidas pela descoberta e desenvolvimento de novos pigmentos na indústria química[6]. É também nesta época que os fingidos nos exteriores se tornam, aparentemente, correntes em Portugal, sendo particularmente comuns as imitações de alvernarias de tijolo burro e os remates de paramentos a imitar alvenarias de pedra (Aguiar e al, 1998).



Fig. 4.1: Exemplos de algumas pinturas a cal, aparentemente originais, em edifícios dos finais do séc, XIX e inícios do XX: à esq.) uma fábrica de 1915 localizada na vila do Crato; ao centro) a antiga residencial, o *Lidador*, situado no centro histórico de Elvas e à dir.) o Palacete *Aboim e Lacerda* localizado no centro histórico de Santiago do Cacém. O Ultimo piso deste palacete foi construído em 1906. É possível que a pintura mais antiga de tonalidade avermelhada tenha sido executada nessa época em todos os alçados exteriores. Por volta de 1920, este edifício foi adquirido pela Santa Casa da Misericórdia. Actualmente os 3 edifícios estão desabitados (cl. M.Gil 2004/2008).

[6] *Guia técnico de Reabilitação Habitacional*. Coordenação José Vasconcelos Paiva, José Aguiar e Ana Pinho. Uma publicação do Instituto Nacional de Habitação e do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1ª edição, Vol.1, Lisboa, 2006, pp. 219 e Ball, P., Brigt earth: art and the invention of color, The University of Chicago Press, Chicago, 2001, pp. 147 e 160, 179.

Nas paredes exteriores das habitações alentejanas parecem ter sido aplicadas, sobretudo, as fórmulas mais simples de pintura mural decorativa (Quadro 4.1). Nas paredes interiores, esta arte apresenta uma profusão de estilos e de graus de sofisticação, encontrando-se com frequência conjugada com estuques modelados e azulejos. Na Figura 4.2. podem ser observados três exemplos de épocas distintas.



Fig. 4.2: Pormenores da decoração mural presente em três edifícios apalaçados no Alentejo: à esq.), dos ornatos florais e vegetalistas nos antigos Paços do Concelho em Santiago do Cacém do séc. XIX; ao centro), dos *rafaelescos* do Palácio Álamo em Alter do chão do séc. XVIII e à dir.) os fingimentos de cariz mais popular, da residência da família Galhardas no Alandroal, possivelmente dos inícios do séc. XX. No edifício dos Antigos Paços do Concelho, em várias lacunas é possível observar vestígios de uma pintura anterior. A actual do séc. XIX foi pintada a seco, directamente em cima de uma pintura a fresco composta por apainelados simples monocromáticos a lembrar o segundo estilo pompeiano (cl. M.Gil 2004/2008).

Nos imóveis mais modestos dos meios urbanos e rurais, de dois pisos ou térreos, alguns de cariz marcadamente popular[7], a caiação simples com remates a cores nos rodapés, molduras de janelas e portas aparenta ter sido a prática mais comum. Este facto é corroborado pelos espólios fotográficos existentes nos arquivos históricos dos diferentes concelhos visitados (Fig. 4.3). No entanto, é interessante notar que, mesmo nas habitações mais humildes, as

[7] Entenda-se, como cariz marcadamente popular, as casas com uma chaminé que domina toda a frontaria. Esta constitui o elemento chave da arquitectura das diferentes tipologias de habitações populares dos aglomerados urbanos e nos meios rurais (montes alentejanos). A chaminé destaca-se, não só pela sua envergadura, mas também pelo local onde se encontra, nomeadamente na cozinha junto à porta principal. São casas, por norma, com uma só abertura, a da entrada, no pé direito da frontaria, com paredes normalmente de taipa ou adobe. Esta é a típica casa tradicional alentejana de piso térreo, pois a natureza e qualidade do material empregue (à base de terra crua) poderia não favorecer uma edificação em altura. (Correia, J.A., *Montes e povoados no sudeste alentejano Monsaraz*, 1996, p. 18 e 38; Idem 'Casa Tradicional Portuguesa', *Cadernos EPDRS*, nº1, Julho 2000, p. 8).

chaminés tiveram muitas vezes uma particular atenção sendo, no exterior, o único espaço visível com pintura ou esgrafitos (Fig. 4.4).

Nos meios rurais mais pobres, as habitações ficavam (e ainda ficam), frequentemente, só com o pano de fachada caiado a branco e com os restantes paramentos em reboco ou mesmo com a alvenaria à vista. Existem, ainda hoje, vários vestígios de caiações de pedras de alvenarias, tendo esta prática sido registada, em 1668, na vila de Montemor-o-Novo pelo viajante italiano Cosme de Médicis: "Montemor é uma povoação com 900 fogos, em parte situada no alto dum monte cingido por velhas muralhas e torres, acrescentadas por algumas obras exteriores revestidas por pedras caiadas" [8].



Fig. 4.3: Vista geral da Vila de Montemor-o-Novo dos inícios do séc. XX e de Santiago do Cacém (1902). O branco predomina claramente nas duas paisagens. Na foto de Santiago de Cacém é, contudo, visível a caiação total a cores do palacete *Aboim e Lacerda*. As fotos foram gentilmente cedidas pelo arquivo histórico de Montemor-o-Novo (2004) e por Gentil Cesário do Núcleo de Reabilitação de Santiago do Cacém (2008).



Fig. 4.4: Exemplo de alvenaria com pedras caiadas no Monte Poço Barbas à entrada da Mina de S. Domingos (concelho de Mértola) e vista geral de chaminés com decoração pintada e/ou esgrafitada. (vila do Alandroal, Aviz e aldeia da Flor da Rosa, concelho do Crato) (cl .M.Gil 2004/2008)

[8] Coelho, António B., Marques, Gustavo, *Vendas Novas, História e Património*, Edição da Câmara Municipal de Vendas Novas, Vendas Novas 1991, p. 12.

4.1.1. Caiação a branco e a cores na cultura e legislação local

São de há muito reconhecidas as funções anti-sépticas da cal. A existência da peste ou surtos epidémicos, que assolavam frequentemente a Europa na Idade Média e, pontualmente, durante os séculos XIX e XX, foram uma das principais razões que levaram, em Portugal, ao recurso sistemático de caiações a branco de paredes exteriores e interiores nas habitações, espaços públicos e religiosos. Existem registos, não só em Lisboa como em Moura, da década de 50 do século XX que apontam nesse sentido (Mira, 1999). Estas caiações foram responsáveis pela obliteração total ou parcial de um número considerável de pinturas murais artísticas na região do Alentejo (Fig. 4.5). Nas últimas quatro décadas, estas pinturas, datadas do século XVI ao XIX, têm sido redescobertas, estudadas e salvaguardadas (Fig. 4.5)[9].

Em Portugal, durante o Estado Novo (1933-1973), verificaram-se duas tendências. O amarelo, como cor oficial do Estado, e o branco ou a pedra deixada ao natural como exaltação da simplicidade e da humildade arquitectónica. Neste contexto, o branco da cal já não surge como "norma higiénica", mas como uma norma



Fig. 4.5: Pormenores de pintura murais a fresco por debaixo de camadas de cal: Em cima, na Igreja de Santa Iria (Serpa), a meio, na Igreja de Santa Brígida de Martelar (Vidigueira). A última foto da década de 80 do séc. XX mostra uma equipa de restauradores do antigo Instituto José de Figueiredo a remover camadas de caiação (cl. M.Gil. e http://www.ipcr.pt).

[9] Neste âmbito é de realçar o trabalho desenvolvido, na década de 70 e 80 do séc. XX, pelo antigo Instituto José de Figueiredo (actualmente sob a tutela do Instituto dos Museus e da Conservação), cujo resumo de acção, por ordem cronológica, se encontra disponível online (http://www.ipcr.pt). Mais recentemente, refira-se a divulgação, o estudo e a salvaguarda promovidos pelo Roteiro *Rota do fresco*, sob coordenação de Catarina Vilaça de Sousa.

de natureza cultural e ideológica (Aguiar, 2005). Nesta época, o branco torna-se quase uma referência obrigatória para as pinturas de edifícios históricos, e não históricos, em Lisboa e em todo o sul do país, sobretudo a partir de 1930/40 (Aguiar, 2005). Na região do Alentejo, no entanto, o branco já anteriormente tinha sido fixo como "cor padrão" pela legislação Municipal. No âmbito desta pesquisa, para se poder entender a importância histórica da utilização da cal – simples e em particular com cor - nos testemunhos localizados nos aglomerados urbanos, torna-se necessário mencionar alguns dos regulamentos das edificações que, desde o século XVIII, regeram a manutenção dos revestimentos com pintura nas várias sedes de concelhos.

4.1.1.1. Códigos de Posturas e Regulamentos Municipais (de 1728 a 1985)

O documento mais antigo consultado que se refere, de forma explícita, à manutenção das fachadas das edificações, é uma disposição Camarária da vila de Borba de 29 de Maio de 1728. Nesta é anunciado aos seus habitantes a obrigação de caiarem as suas frontarias para a passagem do cortejo da família real, aquando da troca na ponte do rio Caia das Princesas Maria Ana Vitória (filha de Filipe V de Espanha) com Maria Bárbara de Bragança, filha do Rei D. João V:

> Nesta mandaram apregoar que toda a pessoa desta villa caiasse as suas casas pera as ruas e paredes de quintais que dissessem para as mesmas e travessas e tudo o que se visse das ruas com penna de seis mil réis o que fizer o contrário athé des de Mayo, digo athé des de Junho que vem[10].

Até então, a preocupação mais vigente parece ter sido o varrer das ruas ou a limpeza de "imundices da via pública" (exemplo do código de posturas, de 1634, de Viana do Alentejo[11] e de 1690 (?), de Fronteira[12]). Referências a caiações voltam a estar presentes no código de posturas de 1855 da vila de Fronteira[13] e no de 1859 em Montemor-o-Novo[14]. Nestes dois documentos estão claramente diferenciadas as caiações a branco e a cores assim como as suas distintas obrigações.

[10] Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Borba, Livro de Vereações de 1727 a 1731, fl.19 (concedido amavelmente pelo Dr. João Miguel Simões)
[11] Posturas de 1634. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Viana do Alentejo, Ref. SR004/Posturas e regulamentos: CMVA/B/A/004/Lz001-1634[10].
[12] Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Fronteira, Ref. W1.
[13] Tit.3, Art.1 do Código de Posturas de 1855. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Fronteira, Ref. W4.
[14] Art. 2ª do Código de Posturas de 1859. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Montemor-o-Novo, Ref. A3B11 (Posturas e Regulamentos).

Na vila de Fronteira cada um dos moradores nas ruas das villas he obrigado a caiar uma vez cada anno no mes de junho, afrente de suas casas que habitam, com pêna de 500 reis, e sendo de côres de 4 em 4 annos, e no mesmo mes"[15]. Na vila de Montemor-o-Novo, em 1859, o prazo das caiações simples é alargado para dois anos, a multa da infracção sobe para o dobro, o mês em que se deve proceder a esta operação já não é especificado assim como o intervalo de tempo em que as frontarias com cores deveriam ser renovadas. Apenas é referido que "(...) Nas cazas, cujas frontarias não forem caiadas de branco, mas a outras côres, será determinada a renovação pela existencia da egualdade e viveza dessas côres"[16].

Nas duas vilas, as caiações a cores eram, aparentemente, consideradas mais duráveis e por isso, ficavam sujeitas a regras menos rigorosas que as caiações simples. A renovação da camada cromática em Montemor-o-Novo só se tornava necessária com o desvanecimento diferenciado dos pigmentos.

Nas posturas municipais, de 1862 e 1886, da Vila de Moura (Mira, 1999) já não se encontra a distinção entre os dois tipos de caiações mas somente a referência genérica a "caiações e pinturas". Seria o último termo sinónimo de pintura a cal ou seria utilizado para distinguir as caiações de pinturas efectuadas com aglutinantes orgânicos?

À data do regulamento mais antigo, não foram encontrados registos da existência de tintas industriais prontas para consumo. O fabrico de tintas a cola e a óleo, até cerca de 1880, era uma tarefa desempenhada pelos *moedores de tintas* (possivelmente serventes de pintores), a partir de pigmentos em pó ou em pedra (Cohen, 1880). Este era um trabalho laborioso e mais caro que as caiações e, por isso, devia ser reservado para os espaços interiores. Como mencionado no ponto 2.2.1.1, esta profissão desaparece com a disponibilidade no mercado de tintas pré-fabricadas. Em 1896, este oficio já não consta na tabela de honorários publicada nas *Bases para Orçamentos* (Cohen, 1896), sendo a presença de tintas a óleo, já preparadas, confirmada no manual prático de *Acabamentos da Construção,* da autoria de Luís Augusto Leitão (1896).

Cada Município parecia adoptar as suas próprias regras e nomenclatura[17]. Nas posturas de 1865, de Fronteira[18] são mantidas as designações de caiações a branco e a cores. Neste

[15] Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Fronteira, Ref. W.4.
[16] Art. 2º, *op. cit*., Montemor-o-Novo 1859.
[17]Não foram encontradas posturas nos municípios de Arraiolos, Vendas Novas, Portel, Castro Verde, Ourique, Barrancos, Almodôvar, Mértola, Elvas, Ponte de Sôr, Nisa e Castelo de Vide, o que não significa que não possam ter existido, ou mesmo que não as possuam. Muitos dos arquivos ainda revelam dificuldades que atrasam os processos de inventariação e, consequentemente, o conhecimento de todo o espólio existente. Noutros casos, obstáculos de ordem burocrática (elaboração de requerimentos e esperas de autorizações) eram incompatíveis com os prazos de trabalho em campo, levando à desistência da sua consulta.

intervalo de tempo, as mudanças feitas à legislação, consistiram na ampliação dos ciclos de caiação de 1 para 3 (a branco) e de 4 para 6 anos (a cores). O prazo de execução foi igualmente alargado para 3 meses (Maio, Junho e Julho), sendo, ainda hoje, com a inclusão do mês de Setembro, as datas de eleição para as caiações nesta região. É de notar, contudo, que tanto neste documento, como no anterior, de 1855, e no de Montemor-o-Novo, de 1859, as cores a utilizar não são descriminadas[19], o que levanta a hipótese de, na época, não existirem ainda restrições à paleta a utilizar. Na restante documentação consultada até 1930, a palavra cor não é mencionada. É o caso das posturas municipais da vila de Odemira, publicadas em data posterior a 1864 (desconhece-se o ano exacto), que se limitam no artigo 3, referente à manutenção das edificações, ao termo "caiações", sem especificarem qual o tipo[20]. A mesma situação está patente no regulamento de 1881, de Alcácer do Sal[21], que abrange igualmente os prédios urbanos da Vila de Torrão, no de 1899 de Aljustrel[22] e no de 1891 de Grândola (Art.16)[23]. Assim sendo, permanece a dúvida se o termo genérico "caiação" não poderia englobar as duas tipologias, tal como acontecia em Manuais Práticos de Acabamentos e Decorações da Construção Civil, do final do século XIX e início do XX (Leitão, 1896; Segurado, 1923; Correia, 1931).

Nas posturas de Odemira, Alcácer do Sal, Aljustrel e Grândola, as restantes especificações referentes à manutenção das frontarias, apesar de seguirem as mesmas directrizes gerais, continuam a diferir no que respeita a prazos de execução (quando existentes) e a montantes das multas. No primeiro caso, variavam entre 2 a 3 anos enquanto as multas normalmente

[18] Tit.3, Cap.1, Art.22 das Posturas Municipais de 1865. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Fronteira, Ref. W.5.

[19] Mesmo em Lisboa, o código de posturas de 1869, apesar de referir a questão da cor, nada informa acerca das cores concretas a utilizar (Mira, Paula, *Contributo para a conservação do Património urbano de Moura: Análise morfo-tipológica e da imagem urbana no espaço intramuros do Castelo e no bairro da Mouraria*, 1999, p. 294).

[20]" (…) Os prédios e muros, que se construírem dentro da povoação, serão rebocados e caiados exteriormente no prazo d´um anno, contado da data da construção total das paredes: a contravenção será punida com a multa de 4:000 reis. &único - Os muros e paredes externas dos prédios já edificados ao tempo da publicação deste código, serão rebocadas e caiadas dentro do prazo marcado pela câmara na, intimação geral que fizer por edital, ou na particular por qualquer dos seus officiais, sob a pena de 3:000 réis (…)" (Art. 3 das Posturas Municipais de Odemira, Arquivo histórico, Ref. A.B. 4/5 8).

[21] Art.55, Cap.5 do Regulamento de 1881 de Alcácer do Sal. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Alcácer do Sal, Ref. AHMAS-CMAS/B/BA/08 (Posturas de 1839 a 1868).

[22] Cap.2, Art.26 das Posturas de 1899. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Aljustrel, Ref. CMALJ/B/A/039.

[23] " (…) As paredes e empenas exteriores dos prédios urbanos desta vila serão caiados, pelo menos de três em três anos, à custa do proprietário, devendo êsse trabalho ser feito de Maio e Setembro (…)" (Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Grândola - Posturas de 1891, Art. 16, Ref, A.B.5/1). Este volta a ser repetido na íntegra no Art. 18, Cap.2 referente à limpeza e higiene pública do código de posturas de 1916 (Código de Posturas e Regulamento para a fiscalização e cobrança dos impostos municipais, 1916, p. 9).

rondavam, em todos, entre os 3000 a 4000 réis, consoante se tratavam de edificações novas ou já existentes[24].

A regulamentação disponível dos inícios do século XX, de que são exemplos o código de posturas de 1904 e 1922, de Évora[25], de 1915, de Viana do Alentejo[26], de 1911 e 1923, de Moura[27], de 1916, de Grândola[28], de 1922 e 1929, de Montemor-o-Novo[29], de 1922, de Sines e o de 1942, de Serpa[30], completam, de um modo geral, as legislações anteriores sendo, entre si, muito semelhantes. É possível que em Almodôvar e em Beja seguissem as directrizes de Moura, tendo em conta que foi nas tipografias destas cidades que, em 1911 e 1923, foram impressas as posturas.

São de realçar, contudo, os casos em que se verifica a introdução de registos explícitos a outros tipos de pintura para além das caiações (e.g. da pintura a óleo e a *fresco*), de informações sobre outras técnicas de revestimento (e.g. azulejos, mosaicos e mármores), de imposições às cores a utilizar ou de novas obrigações em relação à conservação das camadas cromáticas dentro e fora das sedes de município.

Neste âmbito, é de mencionar o edital de 10 de Setembro de 1931, da Câmara Municipal de Sines que adiciona ao texto já existente no regulamento de 1922: "2º Todas as vezes que se dé aos prédios uma cor diferente da branca, tem que se pedir autorização à Câmara, indicando a cor a aplicar, sob a pena de 50$00 reis de multa"[31] ou o código de posturas, de 1929, de Montemor-o-Novo que, no seu artigo 5º, estipula que " as faces das paredes ou muros, que não se acharem estucadas, pintadas a óleo ou forradas de azulejo ou cantaria, serão caiadas, pelo menos de dois em dois anos"[32] .

---

[24] A este nível é interessante mencionar que, em Aljustrel, as multas estavam escalonadas de 1.000 a 5.000 reis, de acordo com os rendimentos anuais dos seus proprietários. (Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Aljustrel - Posturas de 1899, Art. 27, do Cap. 2 referente a edificações, reedificações, demolições e desabamentos, Ref. CMALJ/B/A/039).

[25] Cfr. *Código de Posturas* da Câmara Municipal de Évora, Typographia Gutemberg, Évora, 1904; *Código de Posturas Municipais* do Município de Évora, Edição Minerva Comercial Lda., 1922.

[26]Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Viana do Alentejo, secção B, órgãos de Município, Série 4, Doc. 3.

[27] Documentação gentilmente cedida pelo Sr. João da Mouca, antigo empreiteiro e funcionário da Câmara Municipal de Moura. Cfr. *Código de Posturas Municipais de Moura seguido d'outras publicadas anteriormente* (1923 e 1911).

[28] *Código de Posturas e Regulamentos para a fiscalização dos impostos municipais indirectos da Câmara Municipal de Grândola*. Composto e impresso na Imprensa Académica, Coimbra, 1916.

[29] Cfr. Art. 39º, Cap. IV referente a Edifícios, praças e largos do *Código de Posturas Municipais de Fronteira*, 1922 e Art. 5º do Cap.I referente a Construções e alinhamentos do *Código de Posturas de 1929*. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Montemor-o-Novo, Ref. A3B22 (1881-1949- Posturas e regulamentos)

[30] Posturas Municipais de Serpa de 1942. Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Serpa, Ref. A/3B2.

[31] Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Sines. *Código de Posturas Municipaes do Município de Sines*. 30 de Junho de 1922, Ref. PT/CMSNS/CMSNS/FOR/H/SR1/Livro15.

[32] Menções a revestimentos de azulejos ou de mosaicos encontram-se já no Art. 39 do Cap.4 referente a edifícios, praças e largos do *Código de Posturas Municipais de Évora e de Montemor-o-Novo*, em 1922 (p. 9). No código de posturas de 1929, o Art. 5º do Cap. I, referente a construções e alinhamentos, copia na íntegra a

Nos *Editais, Posturas e os Regulamentos* de 22 de Novembro 1938 da Vila de Reguengos de Monsaraz é acrescentado no Art. 9º (subsecção 1ª, secção 2ª) que:

> As frontarias de todas os prédios e as faces exteriores das paredes e muros que confinam com a via publica que não se encontrem estucadas, pintadas a óleo ou a fresco ou revestidas de azulejos, mármores ou mosaicos, serão rebocadas e caiadas ou pintadas ficando os respectivos donos obrigados a faze-lo no prazo que a Câmara determinar nas intimações a fazer, sob pena de 150$00 de multa pela 1ª vez [33] .

A autarquia, em face de razões compreensíveis, sobretudo de ordem económica, podia dispensar temporariamente determinados munícipes, fora do centro urbano, do cumprimento do acima disposto podendo escolher: "o momento oportuno em que as disposições deste Art.9º e dois parágrafos devem ter aplicação fora da vila de Reguengos, tendo em atenção, para isso, a ideia de progresso que as respectivas povoações manifestem, as condições económicas dos seus habitantes, etc, etc"[34].

Estas normativas também estão presentes, ainda que por outras palavras, em 1937, no *Regulamento Geral para a Construção Urbana para a Cidade de Évora*, apesar dos ciclos das caiações e de pinturas serem, no geral, mais alargados (4 anos). Mesmo assim eram mais rigorosos que os do regulamento de Lisboa, de 1930, que serviu, muito possivelmente, de base para estas legislações. Tanto no Regulamento de Lisboa como no de Évora se verifica um rigoroso plano de conservação regular que deveria ser seguido e que, na cidade eborense, abrangia as reparações das canalizações exteriores de esgotos e as de escoamentos de águas pluviais.

> (…) lavadas e reparadas as cantarias, os azulejos e todos os revestimentos, motivos de ornamentação e ainda lavadas, reparadas e pintadas as paredes dos saguões e dos pátios interiores, assim como as portas, caixilhos, persianas e gradeamentos, quer deitem ou não para a via publica[35].

Em 1880, era feita referência a estas operações nas *Bases de Orçamentos* das empreitadas e construções da capital[36]. Em 1898, Francisco Liberato Telles no seu tratado Pintura

disposição anterior, só omitindo o uso de mosaicos na frontaria (p. 599) (Arquivo Histórico de Montemor-o-Novo, *op. cit.*, Ref. A3b22).

[33] Edital de 7 de Dezembro de 1938, aprovada em em reunião da Câmara em 30.11.1938, p. 13. Livro de Editais, posturas e regulamentos, Ref. PT/MRM/CMRM/C-AL23/Lv.11 (1838-1840).

[34] Idem, *op. cit.*, p. 13-14.

[35] Art.173, Cap. 10 do *Regulamento Geral da Construção Urbana para a Cidade de Évora*, Gráfica Eborense, Évora, 1937, pp. 73 e 74.

Simples[37] dedica uma subsecção ao tema, indicando não só quem normalmente executava estas operações (os pintores *brochantes*) mas também descrevendo, ao pormenor, os três processos mais convenientes para a sua realização. Dois deles (o 1º e 2º) continuam a ser empregues no restauro do património edificado, nomeadamente o vapor sob pressão e água pura. O terceiro referia o ataque por ácido clorídrico. Segundo o autor, e por razões económicas, o primeiro processo só se empregava em edifícios grandiosos ou num conjunto avultado de casas (quarteirões). A água pura só se utilizava para lavar as fachadas que não estivessem muito sujas. O recurso a uma mistura de ácido clorídrico e água (na proporção 1 para 30) fazia-se quando não se dispunha de qualquer dos outros métodos. Para o restauro da decoração que se encontrava em mau estado, Francisco Liberato Telles aconselhava o uso de silicato de potassa, que era muito usado em França.

A primeira menção encontrada na região do Alentejo sobre as cores a utilizar, está patente em 1937, no *Regulamento Geral para a Construção urbana para a cidade de Évora*. Este copia integralmente o Art. 87ª do Cap.VI do Regulamento de Lisboa de 1930 que defendia que as cores deveriam ser "(...) de tons suaves não se permitindo pinturas parciais nas fachadas, que perturbem a harmonia de conjunto (…)"[38].

Esta disposição entrava em contradição com a imposição do branco tradicional do artigo 65. Este lapso é corrigido, em 1942, nas *Novas Deliberações Municipais* de Évora (Aguiar, 2005) onde, no Art. 173º, é especificado que "a cor a empregar (caiações e pinturas) sobre o paramento exterior das paredes deverá ser branca na 1º e 2º zonas", ou seja, nos edifícios situados no centro histórico e zonas envolventes.

No Art. 174º, e também à luz do que já acontecia em Lisboa, as intervenções em edifícios particulares classificados como Monumentos Nacionais, assim como os prédios que, após a audição de uma Comissão Municipal de Arte e Arqueologia, fossem merecedores de permanecerem com as "suas características quer sob o ponto de vista artístico ou

[36] " (…) Secção IV: Da limpeza e pintura exterior dos prédios. Art.176º: "Em todos os prédios e suas pertenças, as empenas e as paredes anteriores e posteriores que não estiverem estucadas ou forradas a azulejo ou pedra, serão de ordinariamente rebocadas e caiadas ou pintadas de 6 em 6 annos e, na mesma occasião, lavadas as cantarias respectivas; sob pena de 2$000 réis de multa, não excedendo a 4 metros quadrados a frente da parede que deixou de ser caiada, incluindo os vãos de portas e janellas; e de mais 2$000 réis por cada 4 metros que exceder, contados da mesma forma até 20$000 réis, e não mais. $ único. As disposições d'este artigo são applicáveis aos muros de quintaes, pateos e cercas; mas somente do lado externo, na parte em que confinarem com a rua ou com outro qualquer logar publico". (Cohen, D.X, *Bases para orçamento*, Typographia de Gutierres, Lisboa 1880, p. 250).

[37] Cf. Liberato Telles, F., *op. cit.*, 1898, pp. 243 a 246.

[38] Art. 173º do Cap. 10, referente à Conservação dos prédios (*Regulamento Geral da Construção Urbana para a Cidade de Évora*, *op.cit.*, 1937, pp. 73 - 75)

arqueológico, quer pela natureza especial da sua antiguidade ou construção (...)"[39], tinham que estar sujeitos aos pareceres da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN) e obedecer a princípios e normas estabelecidos pela autarquia. Com base nesta legislação, em 1949, ainda na cidade de Évora, passam a estar em vigor as normas de um novo regulamento por zonas[40] que, enquadrado num Ante-Plano de Urbanização, estabelece no artigo 4º da alínea C que "dada a importância de Évora sob o ponto de vista histórico e arquitectónico, deve conservar-se o caracter antigo das suas velhas construções. Destas, as que foram estragadas no século XIX e no XX, terão de ser quer simplificadas, quer restabelecidas no seu aspecto inicial à medida que isso for possível" [41].

O branco continua a ser o único permitido para as construções novas da cidade intramuros. Esta imposição continua patente no *Regulamento Municipal das Edificações Urbanas* do Município de Évora, de 1968. Contudo, sob o ponto de vista da conservação urbana, este regulamento torna-se mais vago e permissivo (Aguiar, 2005), ampliando de 4 para 8 anos as obrigações de reparar, caiar, pintar ou lavar as paredes exteriores e telhados. Verifica-se ainda uma maior abertura a este nível, nos estudos conduzidos pela equipa de Conceição Silva, em 1973 (Aguiar, 2005).

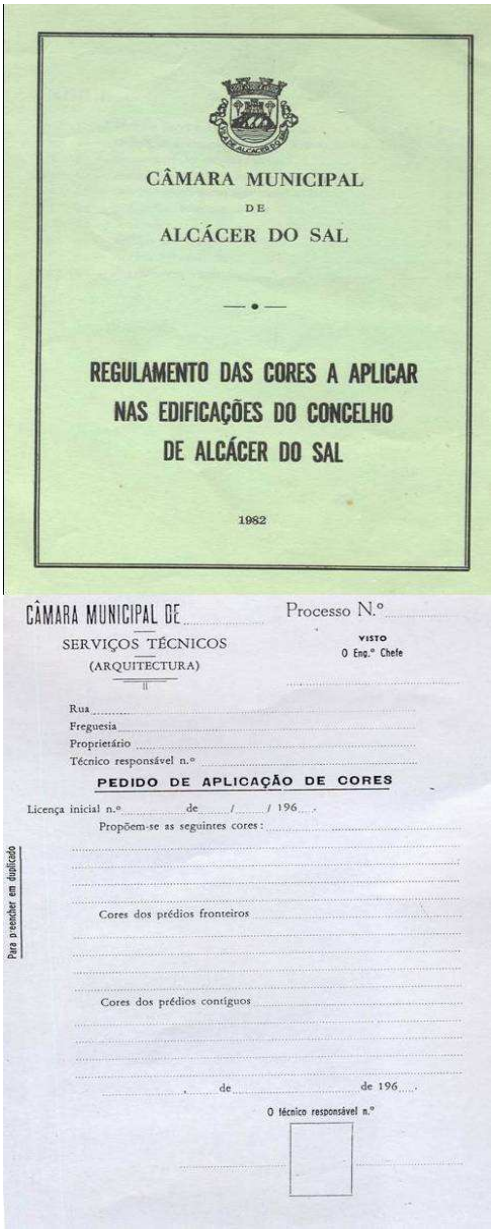
Nos restantes concelhos alentejanos, nomeadamente em Aljustrel na década de 80, na Vidigueira em 1983 e em Ferreira do Alentejo em 1984, surgem novas posturas municipais que regulam a manutenção das fachadas, sendo ainda seguidas à data em que se fez o levantamento para o presente estudo (Quadro 4.2).

[39] ' Alterações ao Regulamento Geral da Construção Urbana para a Cidade de Évora, Deliberações Municipais de 27 de Maio de 1942, 11 de Junho de 1942 e 18 de Juno de 1942' in *A Cidade de Évora*, 1, Évora, 1942, p. 71.
[40] A cidade intramuros, considerada como uma grande área A, é subdividida em: zona comercial e administrativa central (CA), zona de habitação central (HA-I) e zona de habitação operária (HA-2). Por sua vez, na cidade extramuros existe a zona de espaços livres e a zona rural) (*Ante-plano de Urbanização da cidade de Évora: regulamento das zonas*. Minerva Comercial, limitada, Évora, 1949).
[41] Idem, *op. cit.*, 1949, p. 5.

O mesmo acontece com o *Regulamento das Cores a aplicar nas Edificações*, de 1982, em Alcácer do Sal[42], inspirado, muito possivelmente, no documento-tipo publicado em meados dos anos 50 com o objectivo de fornecer um modelo de controlo cromático para os diferentes municípios portugueses (Fig. 4.6) (Aguiar, 2005).

Já na década de 90, na cidade de Moura, é criado o Plano de Salvaguarda de Reabilitação do Centro Histórico (Mira, 1999).

Em quase todos estes documentos é reforçado o domínio do branco no pano de fachada enquanto nos socos, platibandas, barras e outros elementos decorativos podem se admitir os "mármores da região e as cores tradicionais alentejanas". Na vila de Moura, as cores permitidas são o ocre, o amarelo e o cinzento "pó de sapato", enquanto na cidade de Alcácer do Sal são o amarelo, o cinzento e o azul[43]. Nesta última cidade, era permitido ainda o uso da cor creme ou cinzento claro no pano de fachadas, juntamente com as empenas e tardoz. Nos muros, podia-se inclusive aplicar cor de tijolo (alínea G do Art. 5º de Alcácer do Sal, 1982). Na Vidigueira, em 1983, para além do branco também se podia pintar com "cores derivadas" que, embora não sejam especificadas, deveriam manter o equilíbrio cromático da área onde se inseriam. Por último, em Avis, no *Projecto de Regulamento das Edificações Urbanas* (exemplar não


CÂMARA MUNICIPAL
DE
ALCÁCER DO SAL

REGULAMENTO DAS CORES A APLICAR NAS EDIFICAÇÕES DO CONCELHO DE ALCÁCER DO SAL

1982

CÂMARA MUNICIPAL DE ..... Processo N.º .....
SERVIÇOS TÉCNICOS
(ARQUITECTURA)
VISTO
O Eng.º Chefe
Rua .....
Freguesia .....
Proprietário .....
Técnico responsável n.º .....
PEDIDO DE APLICAÇÃO DE CORES
Licença inicial n.º ..... de ..... / ..... / 196 ....
Propõem-se as seguintes cores: .....
Para preencher em duplicado
Cores dos prédios fronteiros .....
Cores dos prédios contíguos .....
..... de ..... de 196 ....
O técnico responsável n.º

Fig. 4.6: Legislação em vigor na segunda metade do séc. para o concelho de Alcácer do Sal (em cima) e minuta do impresso a preencher para o pedido de aplicação de cores de acordo com as directrizes do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RG.E.U) aprovado por Decreto-Lei nº38 382, de 7 de Agosto de 1951 (Aguiar, 2005).

[42] Este regulamento, a aplicar em todo o município de Alcácer do Sal, foi elaborado ao abrigo do disposto no capítulo único do título IV do *Regulamento Geral das Edificações Urbanas* (R.G.E.U) que apareceu na década de 50, no Art.15.º alíneas e) e f) do nº1 D.L166/70, de 15 de Abril e legislação vigente sobre a matéria (*Regulamento das cores a aplicar nas edificações do Município de Alcácer do Sal*. Composto e impresso na Associação de Município do Distrito de Beja, Diário do Alentejo, 1982).

[43] Cfr. Idem, op. cit., p. 6 (Art.5º); Mira, P., 'Contributo para a conservação do património urbano de Moura: análise morfo-tipológica e da imagem urbana no espaço intramuros do Castelo e no bairro da Mouraria', Dissertação de Mestrado em Recuperação do património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora, 1999, pp. 301 a 302 (Capitulo II, II.22. Cores).

datado mas posterior ao R.G.E.U da década de 50) eram dispensadas de licença as "pinturas e caiações das edificações ou muros, desde que as cores escolhidas sejam branco, creme, cinzento, com ou sem barras características da região"[44] (Art.3, nº1).

Em todos os concelhos supra citados, os trabalhos só se poderiam iniciar após a aprovação das cores a empregar que eram indicadas num impresso próprio, assinado pelo técnico responsável (Fig. 4.6).

Nas construções classificadas ou protegidas e nos imóveis públicos, as obras de caiação e pintura só poderiam ser executadas com o objectivo da sua beneficiação, reintegração, conservação, sem alteração de quaisquer dos seus elementos arquitectónicos, ornamentais ou outros de valor histórico, artístico, paisagístico e cultural. Em Aljustrel, no parágrafo único do Art.1º da postura municipal da década de 80 surge, pela primeira vez, uma referência directa a trabalhos cromáticos de conservação e restauro que eram, tal como a caiação ou pintura, obrigação dos proprietários.

Em 1985 em Évora, o *Novo Plano Director Municipal*, apresenta uma classificação de fachadas com interesse histórico e artístico a salvaguardar, baseado no *Inventário Artístico* de Túlio Espanca, e que constitui as bases da conservação no *Plano Geral de Urbanização, Cidade intramuros Centro histórico* (Aguiar, 2005).

A partir da década de 90, por iniciativa das autarquias e em reacção à proliferação de tintas e materiais modernos, são lançados uma série de programas de apoio financeiro, atribuindo subsídios à manutenção de fachadas com técnicas tradicionais. Os concursos da rua mais branca e os, do tipo *Casa Caiada*, promovido na cidade de Évora, são algumas dessas iniciativas (Fig.4.7)..

[44] Fonseca, I. P., *Caracterização e salvaguarda da Imagem Urbana. Objecto de Estudo: Centro Histórico de* Avis, 2003, Trabalho apresentado na Cadeira de Metodologias de Conservação do Património Urbano, 6º Curso do Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Évora, 2003, pp. 25-31.

CÂMARA MUNICIPAL DE ÉVORA

EDITAL

PROGRAMA CASA CAIADA

-----JOSÉ ERNESTO ILDEFONSO LEÃO D'OLIVEIRA, Presidente da Câmara Municipal de Évora:-----

-----Faz saber, em conformidade com a deliberação desta Câmara Municipal tomada em sua reunião ordinária realizada em 27 de Fevereiro do corrente ano, que vai decorrer **de 01 de Março a 30 de Junho de 2008** o Programa Casa Caiada, nas seguintes condições:

1. **Área de Intervenção**
   Todo o Centro Histórico e área de protecção à muralha.
2. **Imóveis Abrangidos**
   Prédios de habitação ou mistos dos próprios ou arrendados.
3. **Candidatos**
   Podem candidatar-se proprietários, senhorios e inquilinos.
4. **Rendimentos**
   O rendimento mensal *per capita* do agregado familiar dos candidatos não poderá exceder:

Rendimento em relação ao ordenado mínimo nacional	Subsídio a atribuir
Até x 1,5	5.000$00
Entre x 1,5 e x 2	4.000$00
Entre x 2 e x 3	2.500$00

   As caiações concluídas até 31 de Maio serão bonificadas com o acréscimo de 20% do valor do subsídio definido
5. **Execução das Obras**
   As obras serão por conta e risco dos candidatos.
6. **Concessão de financiamento**
   Até 30 dias após a conclusão da caiação.
7. **Inscrições**
   As respectivas inscrições terão início no dia 1 de Março, devendo os interessados dirigir-se ao Departamento do Centro Histórico de Évora.

Évora, 27 de Fevereiro de 2008

O PRESIDENTE DA CÂMARA

José Ernesto d'Oliveira

Serpa, Vila Branca

RUA DA FIGUEIRA

A RUA MAIS BRANCA DE 1987

portugal

CÂMARA MUNICIPAL DE VIDIGUEIRA

EDITAL

CAIAÇÃO, LAVAGEM OU PINTURA DE PRÉDIOS E MUROS

A Câmara Municipal de Vidigueira, torna público as seguintes disposições do seu Regulamento Municipal de Edificações Urbanas:

Artigo 25.º — Todos os proprietários ou inquilinos, são obrigados a caiar ou fazer caiar as paredes exteriores, entre *1 de Maio e 31 de Outubro* e mandar reparar, pintar ou lavar as fachadas anteriores, posteriores e laterais, as empenas e telhados ou cobertura das edificações existentes bem como os muros de vedação de qualquer natureza de *5 em 5 anos*.

1.º — Juntamente com as reparações e beneficiações a que se refere a última parte deste artigo, serão reparadas as canalizações tanto interiores como exteriores de esgotos e de escoamento das águas pluviais, as escadas e quaisquer passagens de servidão dos prédios.

2.º — No pedido de licença para esta espécie de obras é obrigatória a indicação da cor das pinturas.

Artigo 26.º — A Câmara Municipal tornará público no princípio de cada ano os prédios ou zonas em que devem ser efectuadas as obras referidas no artigo anterior.

Artigo 27.º — Findo o mês de Outubro, salvo os casos de prorrogação devidamente autorizada, serão os responsáveis que não tiverem dado cumprimento ao que ficou disposto, intimados a dar início às obras no prazo que lhe for designado.

§ único. — As obras de que trata este capítulo não podem ser interrompidas, salvo caso de força maior devidamente comprovado.

Artigo 28.º — Quando as obras não forem convenientemente executadas serão os responsáveis intimados a fazê-lo novamente e nos devidos termos.

Artigo 29.º — Poderá ser concedida a prorrogação no prazo referido no artigo 25.º quando o requerimento do interessado a vistoria verifique que é satisfatório o estado de conservação do prédio.

Artigo 30.º — Independentemente do prazo estabelecido no artigo 25.º, sempre que se verifique que qualquer prédio se não encontre no devido estado de conservação, a Câmara em qualquer altura poderá intimar os responsáveis a procederem às obras necessárias no prazo que lhe for designado.

E, para cumprimento das disposições regulamentares atrás transcritas a seguir se indica a relação dos *prédios e zonas* que, *de 1 de Maio a 31 de Outubro de 19 62*, devem ser beneficiados de conformidade com as disposições do art. 25.º e seguintes, antes referidas:

O não cumprimento destas disposições, será punido com a multa de 200$00, cominada no artigo 93.º do Regulamento citado.

Os interessados devem munir-se antecipadamente, na secretaria da Câmara Municipal, das respectivas licenças.

Para constar se passa o presente e outros de igual teor que vão ser a devida publicidade.

Paços do Concelho de Vidigueira, ***de*** ***de 196 .***

O PRESIDENTE DA CÂMARA MUNICIPAL.

Fig. 4.7: Exemplos na década de 80 do incitamento e da publicidade à utilização da caiação simples: esq.) Edital do programa Casa Caiada em Évora, ao centro) placa de um dos concursos promovidos em Serpa, e à dir.), a minuta de um edital dos anos 60 da vila da Vidigueira para a lavagem, caiação e pintura de prédio e muros.

4.1.1.2. Legislação actual para os Centros Históricos

A maioria das disposições actuais encontra-se publicada em Diário da República (DR). No Quadro 4.2, estão as referências das que são aplicadas em 25 concelhos alentejanos. Nestas, as directrizes gerais são as mesmas, apenas diferindo em pormenores mais específicos, tais como o tipo de cores ou materiais permitidos. O texto que se segue faz um resumo das recomendações mais recorrentes.

As paredes exteriores das edificações devem ser rebocadas com acabamentos lisos, caiadas ou pintadas de cor branca. Em Arraiolos, a tinta branca a utilizar nas pinturas deverá ser de tinta de água (tintas plásticas!) enquanto, em Moura, em toda a área do pano de fachada, são apenas aceites as tintas à base de cal ou, eventualmente, com incorporação até 30% de tintas de água, sendo os outros tipos (ex. de areia, de borracha) interditos.

O branco, como era esperado, continua a ser definido como cor base, permitindo-se, contudo, complementá-lo com outra cor, desde que esta esteja consagrada pelas arquitecturas de tipo popular. Em Mourão, nos aglomerados urbanos, as cores permitidas são o ocre, o amarelo, o cinzento claro e o azul "tradicionalmente alentejano"[45]. A cor branca deve predominar, no mínimo, em 60 a 70% do pano de fachada. Em zonas rurais, apesar da legislação impor, à partida, a cor branca, não é excluída a possibilidade de utilizar outra cor desde que esta seja considerada tradicional (Art. 58, Cap.12, *Plano de Urbanismo de Mourão* de 28/10/1989).

Em Reguengos de Monsaraz, todos os elementos decorativos que se encontrem marcados na fachada, nomeadamente os socos, platibandas, barras, alisares e cunhais, deverão ser pintados com a mesma cor. Neste caso, além do branco podem também ser utilizadas outras "*cores regionais*" [46]. É interdita a marcação cromática das lajes nas fachadas. Em Arraiolos, as cores "tradicionais" permitidas têm de ser iguais às dominantes na rua onde se encontra a edificação.

As cores consideradas tradicionais ou regionais nem sempre são especificadas e variam entre as autarquias. Na Vidigueira, as cores de tipo popular são o ocre, amarelo, o azul e o verde às quais se acrescenta a cor cinza no regulamento do *Plano de Salvaguarda e Valorização de Campo Maior*.

As autarquias têm o poder de aprovar ou reprovar da paleta sugerida pelo proprietário do imóvel. Em Aljustrel, simples trabalhos de caiação a branco não necessitam de autorização.

[45] Plano de Urbanismo de Mourão de 28/10/1989 (Art. 58, Cap.12), p. E1.35
[46] Regulamento publicado no D.R II Série de 27/3/96 (Art. 35 e 36), p. 33.

Quadro 4.2: Referência da legislação em vigor na região do Alentejo (dados recolhidos nalgumas Autarquias entre 2004-2006).

Município	**Distrito**	**Regulamentos Municipais em vigor (Ref.)**
Arraiolos	Évora	Regulamento publicado no D.R - I Série (N -37) de 13 de Fevereiro de 2003 (p. 1.3 do Anexo 1, Série B)
Viana do Alentejo	Évora	Postura Camarária. Apêndice nº 27 -II Série -Nº 37-13 de Fevereiro de 2003
Portel	Évora	Regulamento publicado no D.R. –II Série, Apêndice Nº 34, Nº 116 de 20-5-1997 e no DR-I, Serie -B, nº 151 de Julho de 2001
Reguengos de Monsaraz	Évora	Regulamento publicado no D.R II Série de 27/3/96 (Art. 35º e 36º)
Mourão	Évora	Plano de Urbanismo de Mourão de 28/10/1989 (Art. 58, Cap. XII)
Évora	Évora	Regulamento publicado no Diário da Republica - II Série, Nº 59-11-3-1997, 3002 -(35) e aviso nº 2050/98 (2ª série) do Apêndice nº 48, II Série, Nº 87, 14-4-1998.
Cuba	Évora	Plano de Urbanização da Vila de Cuba (Fev.2003, ultima versão): secção II e III referentes a Condicionamentos Gerais è Edificação e Imagem Urbana e Espaços urbanizados.
Alvito	Beja	Regulamento do Plano de Urbanização da vila do Alvito publicado no DR-I Série, Nº 253 de 29-10-1999
Aljustrel	Beja	Postura Municipal sobre a aplicação da cor nos edifícios das povoações do concelho. Publicação em data incerta na década de 80 do séc. XX (parag. 1º e 3º do Art. 6º)
Castro verde	Beja	Regulamento publicado no D.R- II Série, Apêndice nº 53, nº 120 de 30 de Abril de 2004.
Odemira	Beja	Regulamento Municipal de Urbanizações e edificações. Apêndice. 64, II -Série, nº 94 de 22/04/2004 (Art. 48º: fachadas)
Barrancos	Beja	Regulamento das Cores a aplicar nas Edificações de 29-04-91 publicado no DR- I Série B, Nº 288 de 15-12-1995.
Almodôvar	Beja	Regulamento Municipal publicado no DR- II Série, Apêndice nº 58, nº 89 de 15 de Abril de 2003 com Rectificação (nº 429/2003) publicada no apêndice nº 95, DR-II Série, Nº 145 de 26 de Junho de 2003
Mértola	Beja	Regulamento Municipal publicado no DR,-II Serie, Nº 44-22-2,1993
Ferreira do Alentejo	Beja	Regulamento Municipal de 1984 (desactualizado, em estudo para ser alterado)
Moura	Beja	Regulamento Municipal das Edificações Urbanas publicado no DR-II Série, Nº 28 de 7-12-1996 (p. II.22, Cap. II)
Vidigueira	Beja	Regulamento Municipal das Edificações Urbanas de 1997 (alínea 1, Art. 63º)
Serpa	Beja	Plano de Salvaguarda do Centro Histórico de Serpa (Art. 17º) / Código de posturas do Município de Serpa de 26 de Fevereiro de 2000 (Art. 477º a 483º)
Alcácer do Sal	Setúbal	Regulamento de Cores a aplicar nas edificações do município de Alcácer do Sal de 1982
Campo Maior	Portalegre	Plano de Salvaguarda e Valorização de Campo Maior de 1994 (Art. 27)
Crato	Portalegre	Plano Director Municipal do Crato de Abril 1995.
Nisa	Portalegre	Plano de Salvaguarda e Valorização do Núcleo Histórico da Vila de Nisa de 1993 (elaborado pelo GTL).
Castelo de Vide	Portalegre	PDM-DR, I Serie (Nº 174-30-7-1997); Regulamento Municipal, Apêndice nº 117 DR-II Série, Nº 178-4 de Agosto de 2003; DR, I Série B (5971)
Fronteira	Portalegre	Plano de Pormenor do Núcleo Histórico de Cabeço de Vide, no Município de Fronteira (20 de Abril de 2004); DR, Apêndice Nº113- II Série, Nº 170 de 25 de Julho de 2003; DR-Nº 100, I-B;
Avis	Portalegre	Plano de Urbanização de Avis, 1994 (Nº 10, Art. 4º)

A utilização de tintas texturadas ou sistemas do tipo *karapas* é interdita em Viana do Alentejo, tal como a aplicação de materiais cerâmicos, marmorites, desperdícios de mármore ou similares em revestimento de fachadas no concelho de Odemira.

Alguns municípios, tais como Ponte de Sôr e Vendas Novas não possuíam até 2004-2006 nenhuma documentação específica para estes fins[47], sendo as directivas transmitidas por via oral aos proprietários dos edifícios localizados nos arruamentos mais antigos.

Em termos de medidas de conservação e manutenção de fachadas, a maior parte dos artigos dos 25 regulamentos consultados reorganizam e aperfeiçoam as resoluções das antigas posturas. Ao nível da conservação e restauro, as obras são, no geral, subdivididas em quatro itens:

a) Reparação – a execução de obras destinadas a substituir por elementos novos, idênticos às partes arruinadas ou em mau estado de uma construção;

b) Limpeza – as acções de limpeza ou lavagem que não impliquem a substituição dos materiais constituintes da construção;

c) Pinturas e caiações;

d) Restauro – recuperação de elementos já existentes sem introdução de materiais de características diferentes ou ainda sem alteração de forma. Este ultimo item volta a repetir, por outras palavras, a noção de reparação.

Apesar da presença, mais ou menos rigorosa, de medidas ou acções a tomar em relação à Conservação e Restauro das fachadas na legislação em vigor, estas, por razões várias, nem sempre são colocadas em prática ou levadas a bom termo, o que resulta no desaparecimento de uma das principais fontes de estudo, isto é, do próprio edificado. Basta olhar para o estado avançado de degradação, abandono e, até, de vandalismo de vários edifícios localizados nos centros históricos, alguns dos quais com vestígios de pintura mural decorativa.

[47] Dado fornecido em 2004-2006. Os restantes documentos foram também, adquiridos nas autarquias nesse intervalo de tempo, podendo, entretanto, terem sofrido alterações.

4.2. Apontamentos às cores do Património edificado alentejano (século XVI ao XX)



Fig. 4.8: Exemplos de caiações de tonalidades vermelho arroxadas a roxo nos centros históricos de:

1- Alter do Chão
2 e 6- Arraiolos
3- Elvas
4- Moura
5- Montemor-O-Novo
(cl. M.Gil 2004/2006)

A temática da cor no Património edificado, aparentemente, pouca atenção mereceu por parte da historiografia até aos inícios do século XX.

O relato da génese, feitos e ocupações das povoações foram os temas de eleição (e.g. Freire, 1739; Marques Crespo, 1950; Coelho, 2004). Na descrição das vilas, as atenções concentram-se, em particular, nos edifícios religiosos. São raros os autores que acrescentam notas ao restante edificado e, quando o fazem, não passam de descrições genéricas do tipo "segue-se-lhes um arruamento espaçoso de casas de boa fachada " ou "amontoado mal alinhado de edificios de feio aspecto[48]" (zona central e bairro do castelo em Estremoz) ou "tem formosos edificios, nobres ruas"[49] (acerca de Vila Viçosa).

Apenas duas referências foram encontradas às cores do edificado. A mais antiga data de 1571 e foi proferida pelo secretário do Cardeal Alexandrino sobre Vila Viçosa (Lino,1929): "as casas são belas e comódas, e de bom risco, ou pelo menos melhor do que é costume em Espanha, caiadas por fora, com chaminés brancas, e no topo vermelhas" [50]

Outra nota, que contraria a tradição actual do branco e azul da Vila de

[48] Marques Crespo, J.L.M., *Estremoz e o seu termo regional*., Tipografia Brados do Alentejo, Estremoz, 1950, p. 59.
[49] Freire, A. de Oliveira, *Descripçam corografica do Reyno de Portugal, que contem huma exacta relaçam de suas provincias*. Lisboa, 1739, http://purl.pt/13347 (acesso a 2009-02-10), p. 139.
[50] Lino, R., *op. cit*., 1929, p. 39

Arraiolos, foi registada por um viajante lisboeta de nome Ferreira Alves, em 1854 (Rivara, 1999): "A cor favorita da terra [Arraiolos] parece ser o roxo terra. Com ele pintam as portas, as janelas e sobretudo umas certas rótulas muito comuns nesta província[51]". Apesar deste viajante não se estar a referir a pinturas em paramentos de fachada, o gosto por esta tonalidade parece ter alargado o seu espectro de utilização. Vestígios de caiações com as tonalidades vermelho-arroxeado a roxo são actualmente visíveis, não só em Arraiolos, como em outras vilas do Alentejo (Fig. 4.8).

Na bibliografia geral de Arte e no *Inventário Artístico de Portugal* (distrito de Évora e Beja)[52], no que se refere à decoração de edifícios civis, pouco mais é adiantado. A atenção recai na evolução dos estilos arquitectónicos e no tipo de ornamentação realizada com materiais nobres (o mármore em particular) ou com técnicas artisticamente mais elaboradas (e.g. azulejos, esgrafitos ou a arte do ferro forjado). O acabamento por pintura, sistematicamente, propagandeado nos textos que citam os edifícios dos aglomerados urbanos e rurais ao longo do século XX[53], é a caiação simples, associada ao asseio e limpeza das povoações[54], e cuja origem era normalmente atribuída a influências árabes[55].

---

[51] Este viajante publica, em finais de Dezembro de 1850 ou 1851, um artigo intitulado 'De Lisboa a Elvas', uma relação da sua jornada, no periódico *O Português* (de Lisboa) em Setembro de 1853 (Rivara, J. H. Da Cunha, *Memorias da Villa de Arraiolos.* Parte II, 2ª ed., 1999, p. 41.)

[52] Cfr. e.g. Santos, Reinaldo dos, *A Arquitectura em Portugal*, Exposição Portuguesa em Sevlha, Imprensa nacional, Lisboa, 1929 e *Inventário Artístico de Portugal, distritos de Évora e Beja*, Tomo I,III, Co-edição da Academia nacional de Belas Artes e Instituto Português do Património Arquitectónico, 2000 (formato digital).

[53] Cfr. e.g. Barreira, J. *Notas sobre Portugal*, Exposição Universal do Rio de Janeiro de 1908 (secção portuguesa), Imprensa Nacional, Lisboa, 1908, pp. 147 a 178; *Arquitectura Popular em Portugal*, Edição da Associação dos Arquitectos Portugueses, Lisboa, 1980, p. 541; Moutinho, M.C., *A Arquitectura Popular Portuguesa*, Editorial Estampa, Lisboa, 1979, p. 118; Oliveira, E.V, Galhano, F., *Arquitectura tradicional portuguesa*, Publicações D. Quixote, Lisboa, 1992, p. 2870.

[54] A este nível, é interessante mencionar algumas das descrições feitas, por diversas publicações, ao branco em algumas das aldeias, vilas e cidades alentejanas:
i)No *Guia de Portugal*, *op. cit.*, 1927- a) Évora Monte: "A vilazinha intramuros, quase abandonada, com as suas fachadas muito claras (...) dá logo de entrada uma impressão de asseio", *p. 95; b) Estremoz:* " A nota dominante é o irrepreensível asseio das ruas e das casas, devido não só à nítida alvura das suas fachadas e chaminés (que os habitantes fazem caiar quase de mês a mês)", p. 99; c) Borba: "O mármore (...) contribui, com o caiado das paredes, a limpeza dos pavimentos, o arrumo dos interiores, todos os pormenores da meticulosidade e do arranja domestico para dar a impressão de asseio e de conforto que a vila suscita", p. 111; d)Vila Viçosa: "é uma vila asseada e muito branca", p. 117; e) Torrão: "é uma pequena vila de casas térreas muito brancas", p. 133; f) Alvito: "a vila tem ainda carácter com as suas casas brancas, algumas do séc. XV e XVI";g) Moura: "vila alegre e clara", p. 170; h) Mil Fontes: "(...) E está uma terra verdadeiramente encantadora, com as suas casas pequenas e muito caiadas (...)", p. 185; i) Avis: "é uma das mais interessantes do Alentejo (...) pelas notas de pitoresco e cor. (...) as casinhas irrepreensivelmente caiadas de brancura imaculada dos sudários", p. 399*; j)* Castelo de Vide: "(...) e o amontoado da casaria, muito alva (...)", p. 405 e l) Elvas: "(...) com as suas casas apinhadas num alto, muito brancas (...) muito caiada", p. 437.
ii) por José Lourenço Mário Marques Crespo (1950): Redondo - "A vila é já conhecida pela sua brancura, pelo que já lhe chamaram a "vila branca" do Alentejo". (Marques Crespo, J.L.M., *op. cit*., 1950, p 406.)
iii.) Na Breve *Noticia de Sines* (1850): "As casas terreas porção quasi em numero pelas altas. São todas caiadas. A maior parte feita de pedra e cal (...)". (Lopes, F.L., *Breve notícia de Sines, Pátria de Vasco da Gama*., Typographia do Panorama, Lisboa 1850, p. 34)



Fig. 4.9: Pormenor dos acabamentos e vista geral dos edifícios antes e depois das intervenções. À esquerda do barramento cinzento azulado (possivelmente original) do Palacete dos Condes de Avillez em Santiago do Cacém, cuja construção situa-se entre 1882-1886. Á direita, das duas caiações no edifício conhecido como a "Casa Azul". Este imóvel, que surge já numa foto tirada do Adro da Igreja da Sr.ª do Monte (entre 1902 e 1906), sofreu uma remodelação na década de 20 do séc. XX. A última caiação tinha, pelo menos, mais de 20 anos, período de tempo em que a casa esteve desabitada. (cl. M.Gil 2006/2008 e J.Matias 2008).

Na primeira metade do século XX, o arquitecto Raul Lino no seu estudo sobre as várias tipologias da habitação doméstica portuguesa e sua evolução (Lino, 1929 e 1937) surge como um dos primeiros autores a quebrar o estigma do branco. Para este autor, foi no decorrer do século XVII que a arquitectura portuguesa adoptou a cor na caiação total das casas tendo sido o "vermelhão ou almagre a mais antiga variante do clássico branco"[56]. A esta cor, segue-se toda a gama dos ocres e rosas aos quais se junta no Reinado de D. Maria (1777-1792), o verde-cobre e, em último, o azul e o lilás. Estas são as cores "ária" da cenografia perspectivada, aparentemente, numa alusão às cores celestes de final de tarde (Aguiar, 2005).

No Alentejo, ainda existem alguns edifícios completamente caiados a azul. Dois exemplos interessantes, realizados com técnicas distintas (pintura e barramento), eram ainda observáveis em 2004 no núcleo histórico de Santiago do Cacém, em dois edifícios apalaçados do final do século XIX e início do XX (Fig. 4.9).

Os guarnecimentos azuis acinzentados do palacete dos Condes de Avillez (sede do Núcleo de Reabilitação de Santiago do Cacém) actualmente encontram-se cobertos por uma tinta

[55] A origem árabe da utilização da cal nas caiações, na bibliografia consultada, é referida de forma directa ou indirecta como exemplificam estes dois trechos: "A passagem da Reconquista para o povoamento, através das Ordens Militares trouxe maior tolerância entre os vencedores e vencidos, abrindo-se os cristãos às influências árabes tão características nas construções das casas a sul do Tejo, com adobe, a cal, a limpeza, o uso da terra crua como material" "Da influência mourisca nos ficou para sempre o gosto pela cal branca" (Patrão, J.D.H., *Gavião: Memórias do Município*, Câmara Municipal de Gavião, Lisboa, 2003, p. 50 e Lino, R., *op, cit.*, 1929, p. 60)

[56] Lino, R., *op. cit.*, 1929, p. 43.

branca à base de silicatos[57]. As duas camadas de caiações sobrepostas a preto e a azul do imóvel, conhecido localmente como "Casa Azul", desapareceram numa obra de renovação total.

O gradual desaparecimento de uma mão-de-obra sabedora e culta em técnicas da cal e a sua substituição por um novo tipo de operários e clientes, sobretudo a partir de 1950, são responsáveis pela situação actual (Aguiar, 2005a). As pinturas realizados com tintas pré-fabricadas de natureza polimérica, em muitas das vilas e cidades alentejanas, continuam a contribuir para a destruição ou ocultação de antigos revestimentos a cal monocromáticos e com decoração (ex. fingidos pintados, argamassas pigmentadas, esgrafitos e trabalhos de massas) (Fig. 4.10).

Datam já do final do século XX e início do XXI, os registos mais sistemáticos às cores das caiações tradicionais alentejanas, fruto de investigações de índole académica[58]. Nestas, as cores mais referidas, por ordem decrescente são os amarelos, entre os quais a famosa occa e ocre[59], os azuis, os pretos e os cinzentos, os vermelhos, os castanhos e, mais raramente, os roxos e os verdes.

A cor ocre é notoriamente vincada pela tradição oral um pouco por todos os concelhos, sendo, juntamente com o azul, consideradas actualmente as cores de referência do Alentejo. O domínio clássico do branco rematado a ocre amarelo ou a amarelo foi, e ainda continua a ser, a marca identificadora de várias vilas e cidades alentejanas. Para tal, contribuiu de forma significativa a legislação local ao longo do século XX, sob a influência (ou não) das tendências cromáticas da capital. Em Lisboa, o amarelo-ocre foi a cor escolhida em 1939 por uma Comissão estética urbana para a repintura dos edifícios da Baixa Pombalina[60]. A sua aplicação em outros bairros históricos (e.g. do bairro do Castelo) tem vindo a ser confirmada por estudos desenvolvidos ou apoiados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa (LNEC), um dos maiores impulsionadores a nível nacional de estudos científicos sobre materiais e tecnologias tradicionais, entre os quais o da cor nas edificações.

Pontualmente citada, é a conjugação de várias tonalidades no mesmo pano de fachada ou a inversão dos valores cromáticos, isto é, a cor ocupando todo o pano da fachada com os elementos decorativos a branco (Fig. 4.11) (Fonseca, 2003).

[57] Prol, Sr. Gentil Cesário (Desenhador do Núcleo de Reabilitação da Câmara Municipal de Santiago do Cacém) Informação Pessoal (em Maio de 2008).
[58] Neste âmbito, é de realçar as efectuadas no âmbito do Mestrado de Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, da Universidade de Évora, iniciado em 1992.
[59] Na gíria popular, os dois termos são, muitas vezes, sinónimos embora a occa (ou oca) seja, com mais frequência, associada ao pigmento de origem industrial. O termo "oca lavada" também foi registado na cidade de Moura pela investigadora Paula Mira (Mira, P., *op. cit.*, 1999, p. 303).
[60] Aguiar, J., op. cit., 2005, pp. 323 e 324 e *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, *op. cit.*, 2006, p. 224.

Tradições orais, contextos geográficos e toda uma série de simbologias parecem estar igualmente na base da aplicação de algumas das tonalidades acima referidas. É o caso da utilização da cor cinzenta e preta em Estremoz, em sinal de luto pela morte da Rainha Santa Isabel, em 1336, ou das tonalidades azuis em povoados do Baixo Alentejo, mais próximos do Algarve e do Mediterrâneo.



Fig. 4.10: Ocultação, atenuação e destruição de pormenores decorativo (cl. MGil 2004/2008):

1 e 2- Esgrafitos (Crato/Alter do chão)
3 e 5- Pintura decorativa (Vila Viçosa/Arneiro, Nisa)
4 e 6- Trabalhos de massa (Alandroal/Alter do Chão)



Fig. 4.11: Revestimentos a cal que fogem á regra do branco com remates a cores (cl. M.Gil 2004/2008)

1- Grândola
2- Sines
3- Campo Maior
4- Elvas
5- Mora

A presença do azul em montes alentejanos deve-se, também, à convicção que esta tonalidade possui um efeito repelente contra a maioria dos insectos e pequenas aves. Esta conclusão empírica é, aparentemente, justificada pela sensibilidade que estes organismos demonstram às emissões de comprimentos de onda na ordem dos 380 a 490 nm. Ainda neste âmbito, para o arquitecto Paulino Montês, um dos convidados a discutir a cor de Lisboa, em 1945 (Aguiar, 2005), o amarelo ocre simbolizava as cantarias amarelecidas pelo tempo. O almagre invocaria as estruturas descarnadas, em tijolo, e o cinzento reflectiria a força de certas pedras de construção (ex. granitos).

Ao nível das câmaras municipais, são ainda hoje raros os estudos de investigação sobre a policromia dos seus tecidos urbanos. Realça-se a pesquisa realizada, em 1980, pela autarquia de Beja e que, integrada no *Plano de Salvaguarda e Recuperação,* culminou na determinação do plano de cor existente no edificado do centro histórico (Aguiar, 2005).

Outro estudo importante para o conhecimento da pintura mural decorativa foi o *Plano de Pormenor de Salvaguarda da Vila de Borba*, realizado pelo gabinete técnico local (GTL) entre 2000 e 2001. Neste, estão patentes uma série de fichas individualizadas para cada habitação, com a indicação da presença de pinturas murais decorativas[61].

A cidade-museu de Évora, Património Mundial desde 1991, viu também a imagem estereotipada do branco e amarelo das edificações a ser substituída por uma maior variedade cromática, após estudos estratigráficos realizados ao abrigo do *Projecto de Salvaguarda dos Acabamentos Tradicionais do Centro Histórico* (2001-2003)[62].

No entanto, na maioria das pesquisas existentes sobre a cor no edificado Alentejano (Amendoeira, 1998; Mira, 1999; Mourato, 1996 e 2000; Bruno e al, 1999; Bernardes & Branco, 2001), muito pouco é referenciado com base fundamentada em análises científicas de pigmentos e ligantes. Dados concretos sobre as fontes locais de matéria-prima para pintura, e

[61] O levantamento e elaboração das fichas referentes à pintura mural foram realizados pelos alunos do *I Curso de Conservação e Restauro de Pintura Mural*, promovido pelo Instituto do Património Arquitectónico (IPPAR), entre Outubro de 1999 e Julho de 2001, sob a coordenação da Arquitecta Irene Frazão.

[62] A equipa deste Projecto foi coordenada pelo Arquitecto José Aguiar, com a colaboração directa da Arquitecta Helena Mourato e da Dr.ª Alexandra Charrua nas intervenções da Praça do Geraldo, da Arquitecta Margarida Bernardes e de Teresa Branco nos projectos de restituição cromática da Rua Cândido dos Reis, da Arquitecta Irene Frazão e da Conservadora-Restauradora Sofia Lopes, no restauro dos fingidos de azulejo da Rua Cinco de Outubro. O Arq. Nuno Lopes assegurou em 2001 o enquadramento pela Câmara Municipal de Évora. A partir do segundo trimestre de 2002, a pasta foi passada ao Vereador Miguel Lima e ao Arquitecto João Nasi. O projecto contou com a consultadoria do Dr. Paolo Scarzella, reputado especialista nesta área do Politécnico de Turim (Itália). (Aguiar, J., 'Conservação e conservação de revestimentos: alguns casos de estudo em Évora', *Portefólio* (Revista da Fundação Eugénio de Almeida), **1,** 2005, p. 51.

sua utilização em caiações tradicionais, também são escassos, sendo de citar os apresentados por Paula Mira acerca do património urbano de Moura (1999).

A metodologia mais comum, neste tipo de estudos, é a caracterização das tonalidades com recurso a sondagens estratigráficas e a sua qualificação com escalas visuais, por vezes, complementadas por tomadas de colorimetria. Apesar de estas etapas serem fundamentais para uma leitura histórica da cor dos edifícios demonstram ser, por si só, insuficientes para o entendimento dos materiais e tecnologias antigas necessários para o planeamento de uma intervenção no quadro da conservação e restauro.



Capítulo 5

Alentejo 2: Estudo dos pigmentos e das técnicas da pintura a cal



Capítulo 5

Alentejo 2: Estudo dos pigmentos e das técnicas da pintura a cal, 165

5.1. A cor de fachadas históricas no Alentejo, Parte 1: identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (realidade analisada em 2004-2006), ***167***

5.1.1. Introdução, 168
5.1.2. Parte experimental, 169
5.1.2.1. Organização de trabalho de campo e amostragem, 169
5.1.2.2. Metodologia de análise, 171
5.1.3. Resultados e discussão, 173
5.1.3.1. Identificação dos pigmentos, 174
Pigmentos azuis, 174
Pigmentos pretos, 177
Pigmentos vermelhos e amarelos, 186
Pigmentos brancos, 190
5.1.3.2. Análise estratigráfica, 190
5.1.4. Conclusões, 194

5.2. Caiações a cores caseiras versus profissionais: quais as diferenças?, ***196***

5.2.1. Fontes de matéria-prima e sua extracção, 196
5.2.1.1. Caiações individuais ou caseiras, 196
5.2.1.2. Caiação feitas por profissionais contratados, 199
5.2.2. Preparação e pintura, 200
5.2.2.1. Caiações individuais ou caseiras, 200
5.2.1.2. Caiações feitas por profissionais contratados, 203

5.3. Os ocres amarelos e vermelhos do sul de Portugal: 1ª caracterização por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios X, ***210***

5.3.1. Introdução, 211
5.3.2. Condições experimentais, 211
5.3.2.1. Amostragem, 211
5.3.2.2. Técnicas de análise, 213
5.3.3. Resultados, 215
5.3.4. Conclusões, 217

5.4. Paleta dos pigmentos terra no Alentejo: análise da sua composição por LA-ICP-MS e caracterização da cor por colorimetria e espectrofotometria no visível, ***218***

5.4.1. Introdução, 219
5.4.2. Condições experimentais, 220
5.4.2.1. Amostragem, 220
5.4.2.2. Técnicas de análise, 221
5.4.3. Resultados, 224
5.4.3.1. Caracterização da composição elementar e mineralógica das terras coradas, 224
5.4.3.2. Caracterização das terras coradas por colorimetria e espectrofotmetria no visível, 230
5.4.4. Conclusões, 234

5.5. Pigmentos naturais e sintéticos das caiações tradicionais: comparação por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios-X, ***236***

5.5.1. Introdução, 237
5.5.2. Condições experimentais, 238
5.5.2.1. Amostragem 238
5.5.2.2. Técnicas de análise, 240
5.5.3. Resultados, 241
5.5.3.2. Pigmentos vermelhos e amarelos, 241
5.5.3.3. Pigmentos pretos e azuis, 246
5.5.4. Conclusões, 249

5.1. A cor de fachadas históricas no Alentejo, Parte 1: *identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (em 2004-2006).*

M.Gil[1], A.I. Seruya[1], J.Aguiar[2], A.Candeias[3], J.Carlos Frade[4], S.Valadas[4], P.Alves[4], I.Ribeiro[4]

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.
[2] Fac. de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Rua Sá Nogueira, Pólo Universitário Alto da Ajuda, 1349-055 Lisboa, Portugal.
[3] Dep. Química, Centro de Química de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal.
[4] Laboratório de Conservação e restauro, Instituto dos Museus e da conservação, (IMC-LCR), R. Das Janelas verdes, 37,1249-018 Lisboa, Portugal

Aceite para publicação na revista

Conservar Património (ARP)

Com o título

Caiações a cores no Alentejo (parte 1): identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (em 2004-2006)

Resumo

Entre 2004 e 2006 foi efectuada uma campanha experimental no Alentejo para identificar os pigmentos empregues nas caiações tradicionais e apurar dados sobre as técnicas empregues na preparação das tintas de cal e sua aplicação na parede. As amostras foram recolhidas nos alçados exteriores de edifícios localizados nos centros históricos de 44 concelhos (distribuídos pelos distritos de Évora, Beja, Portalegre e Setúbal), tendo a sua análise sido feita através de testes microquímicos, complementados com microscopia óptica, espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e difractometria de raios-X.

Os resultados mostraram que, ao contrário do que sucede actualmente, os pigmentos vermelhos à base de Fe (III) foram os pigmentos predominantes da paleta a cal alentejana e revelaram vários detalhes de ordem técnica, tais como misturas de vários pigmentos e aplicação de tintas com traços enriquecidos em cal que se afastam, no geral, do sistema de *velaturas* transparentes.

5.1.1. Introdução

A cor das edificações é um dos parâmetros que contribui para a definição da identidade de um lugar pois reflecte os valores culturais específicos do território em que se inserem as habitações e da sociedade que o habitou ao longo dos tempos (Aguiar, 2005). Neste âmbito, os centros históricos por estarem sujeitos, no geral, a regras mais rigorosas de construção e de manutenção, constituem importantes fontes de informação sobre os materiais e as técnicas pictóricas tradicionalmente empregues. No Alentejo, a preferência, desde cedo, demonstrada pela legislação Municipal pelo emprego da cal - na pintura de alçados exteriores e na sua manutenção - permite agora analisar os pigmentos que constituíram a paleta cromática dos aglomerados urbanos.

Nos núcleos históricos das 47 sedes de concelho do Alentejo, distribuídas pelos distritos de Beja, Évora, Portalegre e Setúbal, são ainda muitos os vestígios de caiações a cores e barramentos pigmentados, sobretudo em edifícios que se encontram desabitados ou que foram mantidos com poucos meios. Da observação desses edifícios, depreende-se a importância que a cor alcançou nos acabamentos tradicionais e conclui-se que, ao contrário do que é sugerido pela actual imagem urbana estereotipada do Alentejo, a cor não se limitou às famosas barras ocres e azuis. Em muitos dos casos, os vestígios materiais estão presentes em edifícios em avançado estado de degradação, necessitando de registo e estudo urgente. Estes edifícios, de épocas e tipologias variadas[1] (desde a mais erudita à mais popular), foram o alvo preferencial de uma investigação experimental desenvolvida entre 2004 e 2006. Esta teve como objectivos obter uma visão global do tipo de pigmentos que formaram a paleta das caiações a cores até ao seu abandono e substituição, a partir da segunda metade do século XX, por tintas poliméricas de fabrico industrial (Aguiar, 2005), e apurar dados sobre as técnicas utilizadas para a preparação das tintas de cal e sua aplicação.

[1] Nos edifícios observados, a variação de formas, as diferenças de soluções técnicas, os acrescentos ou remodelações tornam muito difícil uma classificação das casas urbanas e, consequentemente, a atribuição de uma datação. Como tal, é impossível precisar as balizas temporais dos edifícios onde se recolheu a amostragem. No entanto, pelos dados fornecidos por algumas Autarquias e pela observação de alguns tipos de pormenores decorativos (ex. grades de ferros forjado, azulejos) é dos finais do séc. XIX que parecem datar os edifícios mais antigos enquanto os mais recentes não parecem ultrapassar a primeira metade do séc. XX. No que respeita às camadas de pintura, em habitações civis, a datação é ainda mais complexa, revelando-se, com frequência, impossível e, não raro, com resultados pouco fidedignos devido à falta de conhecimento ou à dispersão da documentação quando existente. Na pesquisa efectuada, muitos dos edifícios estão desabitados e por isso, tentar obter este tipo de dados era uma tarefa impossível, ou incomportável tendo em conta a extensão geográfica e cronograma de trabalhos.

5.1.2. Parte experimental

5.1.2.1. Organização de trabalho de campo e amostragem

Para este estudo, foram recolhidas 326 amostras de acabamentos exteriores de edifícios localizados nos núcleos históricos de 44 sedes de concelho do Alentejo. 305 amostras são de pinturas e 21 são de barramentos corados. Nas vilas de Borba, Barrancos e Portel, não foi possível recolher amostras devido a renovações dos paramentos exteriores com cimentos e ao bom estado de conservação dos revestimentos actuais.

Os Quadros 5.1 e 5.2 indicam, de forma resumida, a localização geográfica dos edifícios amostrados e o local de recolha das amostras. 57 % das amostras provêem de elementos arquitectónicos decorativos (barras, molduras de portas e janelas e cunhais) e 31 % de panos de fachada totalmente revestidos com pintura ou barramentos pigmentados. Em 10 % dos casos, há dúvidas sobre se a pintura era total ou parcial e 2 % das amostras foram retiradas de muros pintados.

A recolha das amostras foi feita, tentando abranger as várias tonalidades visíveis em cada centro histórico e edifícios afastados entre si de modo a evitar conclusões tendenciosas e garantir a representatividade dos resultados. Tanto quanto possível, essa selecção foi feita de forma aleatória. O número de amostras ficou condicionado aos testemunhos ainda presentes nos alçados, não tendo sido possível obter um número semelhante de amostras em cada localidade.

Quadro 5.1: Número de amostras segundo os locais de amostragem e o tipo de acabamento

Local de amostragem		Caiação monocromática 	Decoração pintada 	Barramentos corados 
Elementos decorativos (rodapés, molduras de portas e janelas e cunhais)		175	11	1
Pano de fachada (totalidade)		73	8	20
Áreas de duvida*		24	7	
Muros		7		

* Não se consegue ter a percepção se cobria a totalidade da fachada ou se era parcial

Quadro 5.2: Descrição e localização geográfica das amostras com indicação do número recolhido por tonalidade (**Az**: azuis; **Am**: amarelos; **Ve**: vermelhos /rosas; **P/C**: pretos e cinzentos) e por tipo (P: pintura ou B:barramento). A indicação da cor refere-se somente à tonalidade superficial.

Sede de Concelho	Distrito	Nº	Cores amostradas					Sede de Concelho	Distrito	Nº	Cores amostradas				
			Az	Am	Ve	P/C	Outros				Az	Am	Ve	P/C	Outros
Arraiolos	Évora	14	7P	4P	3P		vermelho	**Almodôvar**	Beja	4	1P		2P	1P	
Montemor o Novo	Évora	24	2P	8P	11P1B	8P	arroxeado/roxo 1P vermelho arroxeado/roxo 2P	**Alvito**	Beja	6	2P	1B	3P	2P	
Mora	Évora	3	1P	1P	1P	2P		**Aljustrel**	Beja	4	2P	1P	3P		
Redondo	Évora	4	2P		2P			**Sines**	Setúbal	7	1P	2P	5P		
Mourão	Évora	3	1P	1P	1P			**Grandola**	Setúbal	8	2P	2P	P5		
Vendas Novas	Évora	5	1P	3P	3P			**Santiago do Cacém**	Setúbal	12	2B1P	3P	6P		
Viana do Alentejo	Évora	4		2P	1P	1P		**Alcácer do sal**	Setúbal	3	1P	1P	1P		
Reguengos de Monsaraz	Évora	5	1P	1P	1P	4P		**Elvas**	Portalegre	11		4P	5P	1P	vermelho arroxeado/ roxo 4P
Estremoz	Évora	5		1P	1P	2P	castanho 1P	**Aviz**	Portalegre	10	5P	1P	2P	2P	vermelho arroxeado/ roxo 1B
Évora	Évora	17		10P	5P	4P1B		**Campo Maior**	Portalegre	4		3P	1P		
Cuba	Évora	19	5P	5P	9P1B	3P	castanho1P	**Fronteira**	Portalegre	1				1P	castanho 1P
Vila Viçosa	Évora	9	2P	3P	5P	1P		**Monforte**	Portalegre	2		1P	1P		
Alandroal	Évora	4	1P	1P	2P			**Ponte de Sôr**	Portalegre	6		4P1B	1B		
Vidigueira	Beja	7	2P	1P	2P	3P	verde 1P	**Sousel**	Portalegre	2		2P	1P		
Odemira	Beja	10	4P	2P	3P	1P	verde 1P	**Marvão**	Portalegre	5		3P	2P		
Ourique	Beja	5	2P	2P	1P	1P	vermelho arroxeado/roxo 1P	**Nisa**	Portalegre	11	1P1B	5P	3P1B		verde1 P castanho 1P
Mértola	Beja	2		1P	1P	1P		**Castelo de vide**	Portalegre	7		5P	2P1B		
Moura	Beja	7		2	2P1B	2P1B		**Crato**	Portalegre	12	2P	8P	8P	3P	
Serpa	Beja	5	1P	1P	1P	2P		**Alter do chão**	Portalegre	16	2P	8P	3P1B	3P	verde1P vermelho arroxeado/ roxo 1P
Castro Verde	Beja	5	1P	1P	3P			**Gavião**	Portalegre	11	1P	4P2B	3P1B	2P	
Ferreira do Alentejo	Beja	9	2P	2P2B	2P	1P		**Portalegre**	Portalegre	4		2P	1P	1P	
Beja	Beja	4			2P	2P		**Arronches**	Portalegre	10	1P	6P	5P1B	2P	

As amostras foram extraídas, com auxílio de bisturi ou escopros, até ao primeiro estrato de guarnecimento, de modo a ter uma leitura estratigráfica de todas as camadas cromáticas existentes. Não foram removidas amostras de áreas nitidamente intervencionadas, nomeadamente com rebocos à base de cimentos. A inacessibilidade de algumas zonas foi outra condicionante da amostragem.

5.1.2.2. Metodologia de análise

A identificação dos pigmentos e a confirmação da presença de carbonato de cálcio com função de ligante foram obtidas por testes microquímicos (Plaster, 1956). Estas análises foram complementadas pela observação microscópica da morfologia, tamanho e propriedades ópticas das partículas de pigmentos e agregados (MO). A análise visual foi feita com luz reflectida e luz transmitida (com nicóis paralelos e nicóis cruzados) no microscópio óptico *Leitz Dialux 20* (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) com as ampliações de 65 x, 100 x e 220 x. A análise estratigráfica das secções transversais (número, espessura e ordem de sucessão das camadas) foi também realizada com o mesmo equipamento, tendo sido a respectiva documentação fotográfica efectuada com a câmara digital *Leica DC500-2002.*

Para a preparação das secções transversais, as amostras foram englobadas numa resina epóxida de marca *Epofix Fix* e, posteriormente, polidas no disco rotativo de marca *Drehzal Regler* (Jean Wirtz Dusseldorf, Alemanha) com auxílio das lixas *SIC-Paper grif* 1200 e 4000.

Algumas amostras foram caracterizadas com recurso à espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), difractometria de raios-X (DRX) e microscopia electrónica de varrimento (MEV-EDX).

Seis amostras de camadas cromáticas (5 caiações e 1 barramento) foram analisadas por FTIR para detectar a presença eventual de aditivos orgânicos e para confirmar a natureza dos pigmentos.

Quatro amostras, de tonalidade vermelha, foram analisadas com o espectrómetro *Perkin Elmer Paragon 1000PC* (PerkinElmer Inc., USA) na região dos 4000-400 cm^{-1}, de modo a identificar as bandas características da hematite. Em duas amostras azuis, a análise foi feita na região de 4000-650 cm^{-1} com o μ-espectrómetro *Nexus* 670 FTIR (Thermo Nicolet, USA) acoplado a um microscópio *Continuμm* da mesma marca. Todos os espectros foram obtidos por acumulação de 25 varrimentos com uma resolução de 4 cm^{-1}.

Para comparação, foram igualmente realizadas análises de seis pigmentos actualmente disponíveis no comércio local.

No caso das amostras de camadas cromáticas vermelhas e dos pigmentos de origem industrial foram preparadas pastilhas de brometo de potássio anidro (IR grade, Merck, Alemanha) usando 1-2 mg de amostra. No caso das duas amostras azuis (1 caiação e um barramento pigmentado), foram removidos micro-fragmentos da pintura que foram colocados numa célula de compressão de diamante (*Spectra-Tech μSample Plan*), tendo esta sido posicionada na platina do microscópio *Continuμm* com abertura standard 100 x100μm.

Para a interpretação dos espectros de transmitância foram usados espectros publicados na literatura (Bikiaris e al, 1999; Ajò e al, 2004; Moltimore e al, 2004; Genestar & Pons, 2005), os espectros das bibliotecas Sigma Dyes, Stains, Coatings Technology and Natural Pigments e U.S. Geological Survey Mineral e, por último, os espectros obtidos para os seis pigmentos comerciais (Quadro 5.3).

Quadro 5. 3: Identificação dos pigmentos comerciais adquiridos no comércio local para comparação.

Ref.	**Identificação**	**Marca comercial**
EVAG2	Azul ultramarino artificial	*Sodacasa*
VV3	Azul ultramarino artificial	*D. Sorraia* (actual *Sergipal*);
E8	Almagre inglês	SDS (Sociedade de Drogas de Santarém)
EVDA1	Óxido de ferro vermelho	*BayerFerrox*
FA7	Roxo-rei	Desconhecida (pigmento adquirido há mais de 15 anos pela Toscano & Filhos, Materiais para construção e decoração, Lda., em Ferreira do Alentejo)
ARC3	Terra roxa	Amostra fornecida pelo fabricante Augusto Gomes, Lda. (Arcozelo, Vila Nova de Gaia). Cessou actividade em 2005.

Os pigmentos EVDA1, FA7 e Arc3 também foram caracterizados por difracção de raios-X juntamente com uma amostra de pó de sapato e uma de um óxido de ferro preto (preto metálico nº 318 da marca *BayerFerrox*). Para o efeito, foi utilizado um difractómetro *Brucker AXS*, modelo D8 Discover (Brucker AXS Inc., Madison, USA), com varrimento entre 2-70 º (2θ), à velocidade de 0,02 º (2θ)/s, utilizando a radiação Cu Kα, produzida numa ampola de raios-X com tensão de 30 kV e intensidade de corrente de 40 mA. O software *EVA* foi usado para a identificação dos picos e análise das fases cristalinas.

A amostra pó de sapato foi adquirida, em 2004, na drogaria St. Amaro sita na rua Filinto Elísio em Lisboa, sendo proveniente possivelmente do fabricante Abílio Lopes, Lda.

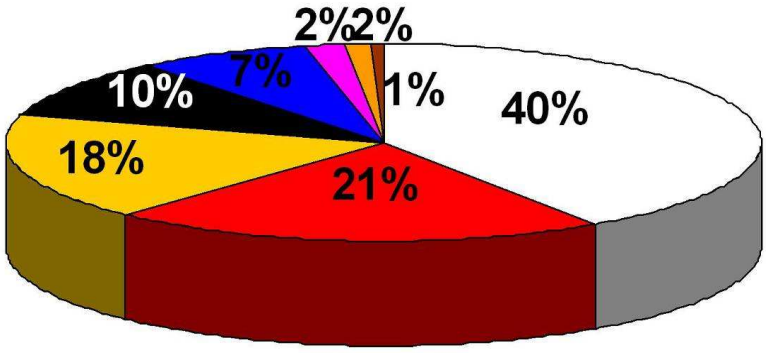
A composição mineralógica de uma amostra de barramento preto (Mou5) foi analisada por MEV-EDX com um microscópio electrónico *Hitachi S-2400* (Hitachi Ltd., Tóquio, Japão) com um analisador de raios-X da marca *Rontec* (Rontec Ltd., Berlim, Alemanha). A tensão aplicada foi de 25 kV, tendo a amostra sido, previamente, revestida com ouro.

Por último, a ferramenta *Replace color* do programa de tratamento de imagem *AdobePhotoshop 5.0* foi empregue para aumentar, em 3 amostras, o contraste da cor da argamassa na zona de contacto com a camada cromática. O objectivo foi averiguar as diferenças existentes entre a técnica da pintura a cal e a técnica do (*buon*)fresco.

5.1.3. Resultados e discussão

A análise microquímica das 950 camadas, detectadas nas secções transversais das amostras, revelou que as cores mais utilizadas foram os vermelhos (21 %) e os amarelos (18 %) à base de óxidos e hidróxidos de Fe (III) (Quadro 5.4 e Fig. 5.1). Os pretos e os cinzentos de natureza variável e os azuis à base de lazurite foram identificados, respectivamente, em 10 % e 7% das amostras Em menor número, foram detectadas caiações vermelhas arroxeadas ou roxas (2 %) ou com tonalidades nitidamente alaranjadas ou acastanhadas (menos de 1%), também à base de Fe (III). Como previsto, o branco é carbonato de cálcio, utilizado simultaneamente como pigmento e ligante em 40 % dos casos.

Caiações a cores			Barramentos pigmentados		
Cor	Composição	Total	Cor	Composição	Total
Vermelhos	Pigmentos à base de óxidos e hidróxidos de Fe (III).	195	Vermelhos	Pigmentos à base de óxidos e hidróxidos de Fe (III).	9
Vermelhos arroxeados a roxos		14	Vermelhos arroxeados a roxos		1
Amarelos e ocres		162	Ocres		6
Laranja		11	Pretos	Negros (com PO_4^{3-})	1
Castanho		6		Negros (sem PO_4^{3-})	1
Pretos e cinzentos	Negros (com PO_4^{3-})	87			
	Negros (sem PO_4^{3-})	1	Azul	Azul ultramarino	1
	Alcatrão	1	Azul acizentado	Azul ultramarino + Negro (com PO_4^{3-})	2
Azuis	Azul ultramarino	68			
Branco	Carbonato de cálcio	384			



Quadro 5.4 e Fig. 5.1: Pigmentos identificados e a sua frequência nas caiações a cores e nos barramentos coloridos.

5.1.3.1. Identificação dos pigmentos

Pigmentos azuis

O azul ultramarino, um sulfossilicato de sódio e alumínio de fórmula geral $Na_7Al_6Si_6O_{24}S_3$ (Eastaught, 2004), foi o único pigmento azul identificado nas 71 camadas cromáticas com esta tonalidade. Na Fig. 5.2 estão presentes oito exemplos da variedade de situações encontradas.

A observação ao microscópio das características físicas e propriedades ópticas, das partículas cromóforas nas camadas cromáticas, e a sua semelhança com as dos dois pigmentos azuis ultramarinos artificiais utilizados como referência (EVAG2 e VV3), corroboraram os resultados da análise microquímica e confirmaram a natureza artificial dos pigmentos utilizados.

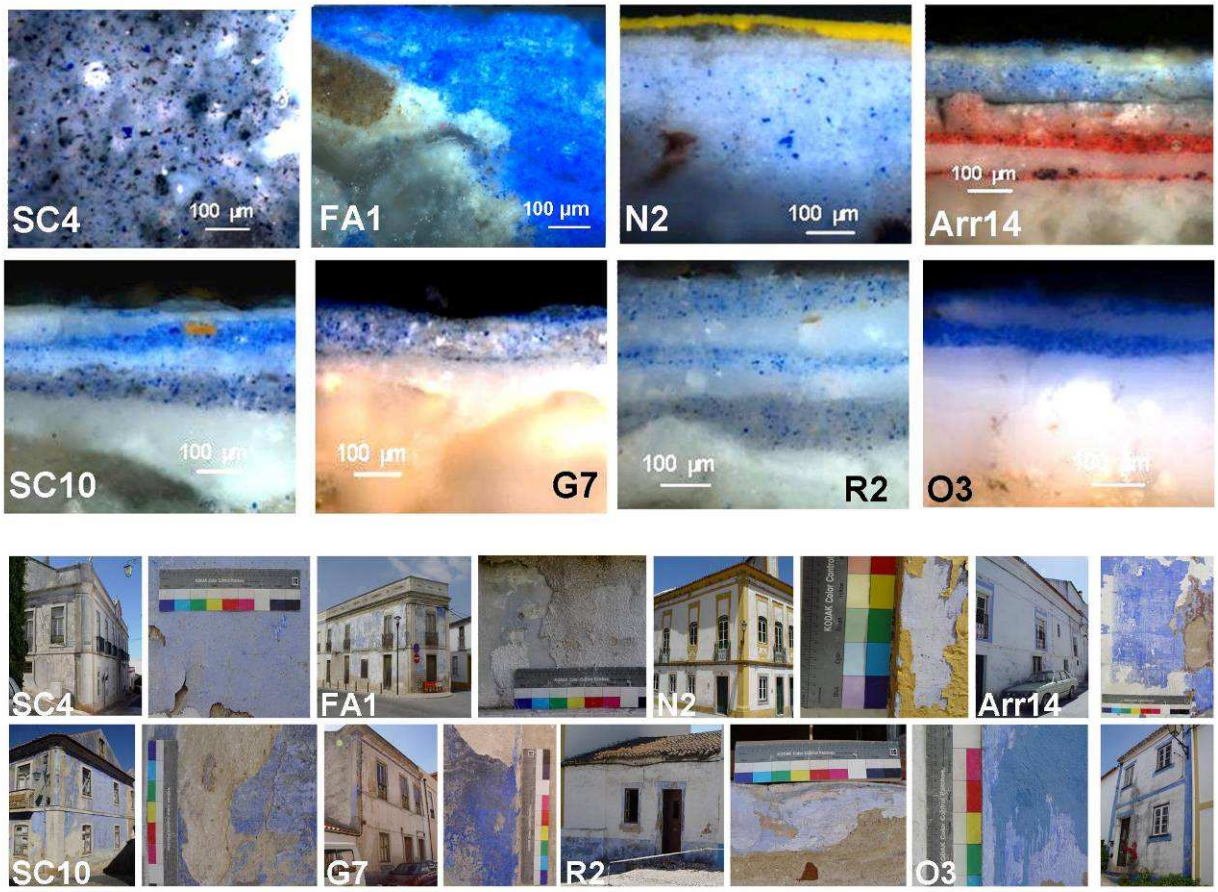


Fig. 5.2: Observação em luz reflectida de caiações e de barramentos localizados em Santiago do Cacém (SC4 e SC10), Grândola (G7), Ferreira do Alentejo (FA1), Odemira (O3), Redondo (R2), Arraiolos (Arr14) e Nisa (N2).

Nas camadas cromáticas e nos pigmentos de referência, as partículas possuem, no geral, tamanhos inferiores a 2 μm. Os tamanhos superiores parecem denunciar aglomerados que atingem 22 a 30 μm de comprimento em algumas amostras. Com a ampliação de 220 x, os grãos mais finos apresentam formas quase esféricas enquanto os maiores são mais irregulares, ainda que com contornos arredondados (Fig. 5.3). Com nicóis paralelos, os cromóforos possuem uma coloração azul intensa. As partículas do azul ultramarino são isotrópicas ao contrário das de calcite e quartzo (Eaustaugh e al, 2004), intencionalmente adicionados como cargas nos dois pigmentos de referência (Fig. 5.3).

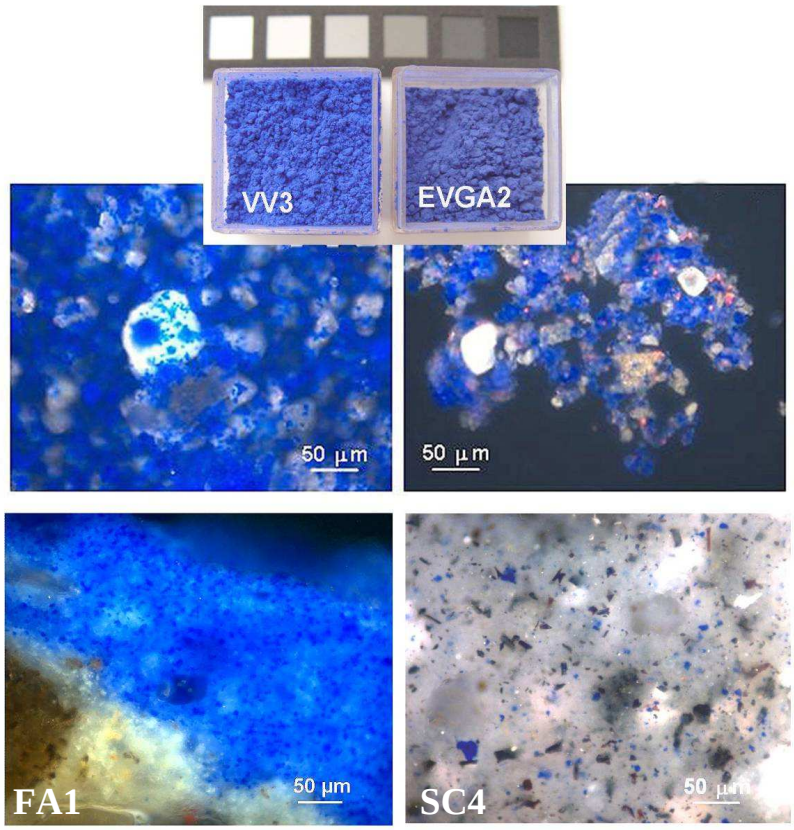


Fig. 5.3: Comparação entre as partículas dos azuis ultramarinos artificiais de referência (VV3 e EVAG2) e os existentes nas camadas cromáticas FA1 e SC4.

A utilização de azul ultramarino natural, em acabamentos exteriores de edificações, era pouco provável dada sua raridade e, em particular, o seu preço elevado (Fleury, 1903; Segurado, 1923). Mesmo na amostra do barramento azul acinzentado SC4, retirada do Palácio dos Condes de Avillez - construído, na segunda metade do século XIX, na cidade de Santiago do Cacém - os resultados obtidos por μm-FTIR parecem apontar para a utilização de azul ultramarino artificial (Fig. 5.4).

A amostra do barramento SC4 foi comparada por FTIR com a caiação FA1 e com os dois pigmentos azuis ultramarinos artificiais, adquiridos no comércio local (Figs. 5.3 e 5.4). Como as amostras de camadas cromáticas são misturas complexas de vários materiais (em particular

o barramento), os espectros apresentam várias distorções que, em parte, mascararam as bandas características do azul ultramarino entre 1150 e 950 cm^{-1}, correspondentes a elongações Si-O-Si e Si-O-Al (Derrik e al, 1999). Em nenhuma das amostras foi detectada a banda a 2340 cm^{-1} de elongação do ião sulfureto atribuída na literatura a alguns azuis ultramarinos naturais (Ajò e al, 2004; Derrik e al, 1999).

As bandas associadas ao carbonato de cálcio estão patentes em FA1, aproximadamente a 2512, 1795, 1506, 1313, 874 e 713 cm^{-1} e em SC4 a 2513, 1796, 1425, 873 e 713 cm^{-1}.

A caulinite e o quartzo provenientes muito possivelmente dos agregados utilizados no barramento são identificados, respectivamente, pelas bandas de elongação O-H de fraca intensidade a ~3696 e 3618 cm^{-1} ede elongação Si-O-Si a ~1082 (caulinite) e a 694 cm^{-1} (quartzo). Por último, as bandas de vibração C-H a ~ 2873, 2874 e 2980 cm^{-1} parecem indiciar a presença de matéria orgânica em particular na caiação FA1. A adição de aditivos orgânicos nas caiações era uma pratica recorrente, sobretudo nas que eram estendidas em todo o pano da fachada. No entanto, a fraca intensidade das bandas não permite chegar a conclusões acerca da sua natureza e devido à localização deste revestimento no exterior não se pode excluir a possibilidade de contaminações do meio envolvente.

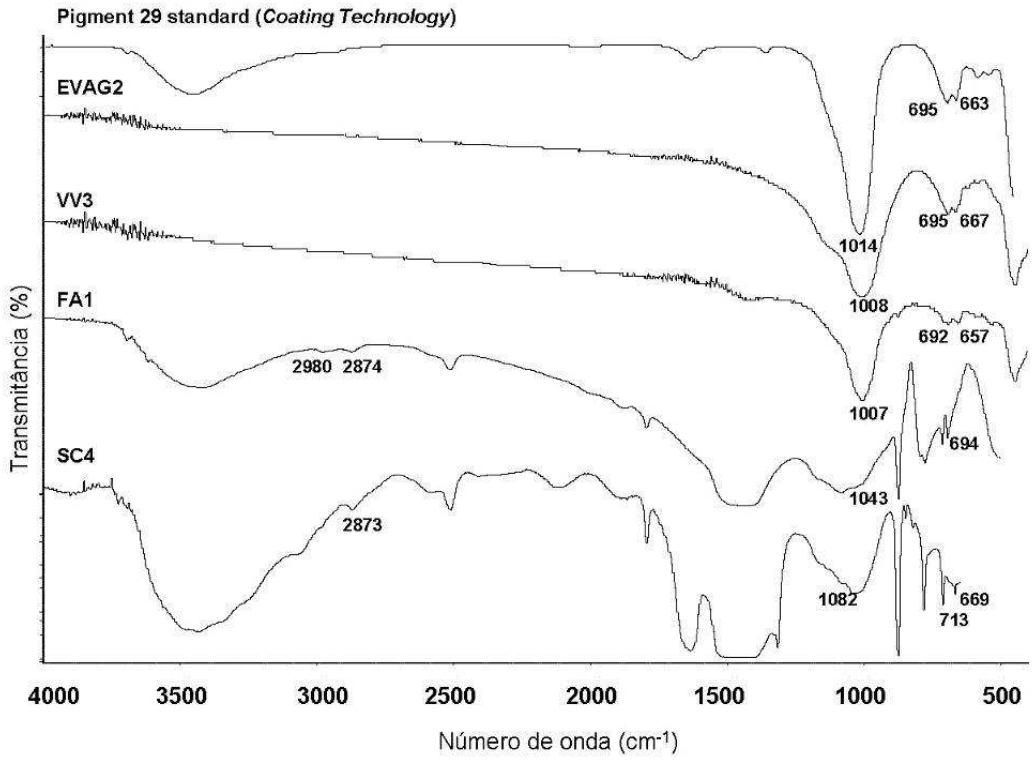


Fig. 5.4: Espectros de FTIR da amostra FA1 (caiação) e SC4 (barramento corado). Comparação com os três azuis ultramarinos artificiais: VV3 e EVAG2 adquiridos no comércio local e o pigment blue29 padrão da base *Coatings Technology*

Como referido atrás, das 950 camadas analisadas só 7 % são azuis e em todas foi identificado o azul ultramarino artificial. Estes resultados levantam várias questões em relação à popularidade da cor azul, nesta região, baseada com frequência na convicção popular do seu emprego ancestral e sua origem mediterrânica.

A síntese do azul ultramarino data de 1828, tendo começado a ser comercializado dois anos depois em França e pouco depois noutros países europeus (e.g. Alemanha, Inglaterra, Bélgica) e Estados Unidos[2]. Em Portugal, o pigmento azul ultramar consta da nova pauta alfandegária, promulgada por decreto em 1853[3] e, como se viu no ponto 3.4.2, das listas de pigmentos importados entre 1879 e 1886[4]. Este pigmento encontra-se também entre os artigos de drogaria publicados nas *Bases para Orçamento* de 1880 e 1896 (Cohen, 1880 e 1896). Se partirmos do princípio de que o azul ultramarino foi empregue desde então nos revestimentos de cal no Alentejo, a sua utilização pouco mais terá do que 100 anos. Mesmo o azul de cobalto, que não foi identificado nas amostras mas que é citado pela população e numa referência bibliográfica sobre as edificações em Serpa[5], é um pigmento recente cuja síntese data de 1802 (Cruz, 2007).

Para tempos mais recuados, as únicas referências encontradas a matérias colorantes azuis, nesta região, respeitam ao "azul de Aljustrel"(1521) (Martins e al, 2003; Monteiro & Afonso 2007), cuja composição ainda suscita muitas dúvidas; à azurite e ao esmalte (vidro de cobalto), identificados em pinturas murais artísticas (Valadas, 2007; Gil e al, 2008) e ao anil , um corante natural comercializado, pelo menos, desde 1285 na vila de Almodôvar (Coelho, 2004). A "laca azul", mencionada nos manuais práticos de acabamentos e pinturas, do final do século XIX e início do século XX, era uma mistura de anil e cal empregue em têmperas e em pinturas a óleo (Segurado, 1923; Correia, 1931). É possível que, ao longo dos séculos, o anil e outros corantes azuis (e.g. tornesol) tenham também sido experimentados em caiações. No entanto deveriam constituir revestimentos de curta duração, visto serem materiais que se degradam facilmente quando expostos a condições atmosféricas adversas e à radiação ultravioleta (Araújo, 2006).

Pigmentos pretos

[2] Cfr. *Artist's pigments. A Handbook of their history and characteritics*, Vol 2, Roy Ashok Editor, Oxford University Press, 1993, pp. 55 e 56.
[3] Cfr, *Collecção Official da legislação Portuguesa, op. cit.*, 1853, p. 896.
[4] Cfr. Quadro 3.5 (p. 132 e 133) referente ao resumo das menções encontradas entre 1879-1889 a importações de terras corantes e outros pigmentos inorgânicos com indicação do país de origem, das quantidades importadas e do seu valor comercial.
[5] Cfr. *Casa Tradicional Portuguesa*, *op.cit*., 2000, p. 33.

Das 91 camadas pretas e cinzentas analisadas por microquímica, 88 revelaram possuir fosfatos na sua composição (quadro 5.3). A sua presença é, normalmente, atribuível a negros de origem animal ($C + Ca_3(PO_4)_2 + CaCO_3$)[6] mas os fosfatos, por serem um dos macronutrientes das plantas, também podem ocorrer em quantidades não vestigiais em cinzas de matéria vegetal. No Alentejo, a utilização como pigmento das cinzas das lareiras foi uma prática corrente pela população de baixos recursos económicos[7]. Por isso, em amostras provenientes de habitações mais modestas, esta poderá constituir uma eventual fonte de fosfatos.

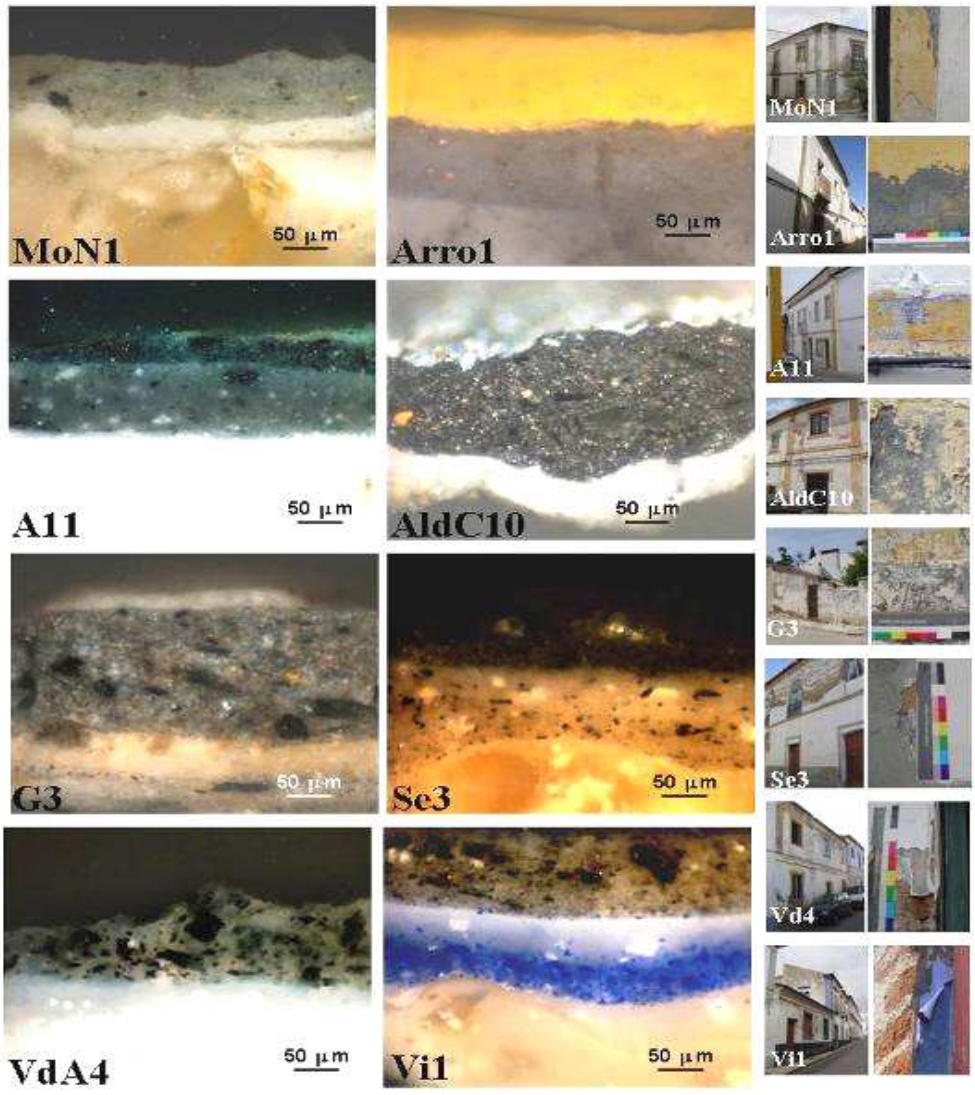


Fig. 5.5: Cortes estratigráficos de camadas pretas provenientes de Montemor-o-novo (MoN1, Arronches (Arro1), Aviz (A11), Alter do Chão (AdC10), Gavião (G3), Serpa (Se3), Viana do Alentejo (VdA4) e Vidigueira (Vi1).

[6] O negro animal é maioritariamente constituído por carbono (entre 10%), fosfato de cálcio (~84%) e carbonato de cálcio (~6%). Os fosfatos são, como tal, considerados determinantes na identificação deste tipo de negro. (Rutherford, G., Stout, G. L., *Paintings Materials: a short Encyclopaedia*, NewYork, Dover, 1942, p. 99). O negro animal é identificado pelo teste do ião $PO4^{3-}$, que consiste na dissolução da amostra em HNO_3 diluído e adição de molibdato de amónio. Na presença de fosfatos formam-se miscelas circulares amarelas de fosfomolibdato de amónio, facilmente, identificáveis ao microscópio óptico (Plasters, 1956).

[7] Prol, Sras. Antónia e Maria Valeiro, Augusta Cuco e Cacilda Cuco Cardoso (habitantes da aldeia Mina do Bugalho, Alandroal), Informação Pessoal (em 12-08-04).

Por MO, para além de negros animais, outros pigmentos são também distinguíveis em várias amostras pela morfologia e tamanho das partículas. Nas secções transversais da Fig. 5.5 encontram-se alguns exemplos, que indiciam a presença de negros de fumo (MoN1, Arro1 e A11), negros de fumo + negros de origem animal ou vegetal (AldC10 e G3) e possivelmente misturas de negros de origem vegetal e animal (Se3 e VdA4).

Negros de fumo

Os pigmentos negros de fumo são constituídos por partículas, muito finas, que se encontram normalmente abaixo dos limites de resolução dos microscópios ópticos (Marinelly al, 2006). Este parece ser o caso das amostras MoN1, Arro1 e A11 que apresentam uma camada uniforme acinzentada na qual, os grãos de pigmento são praticamente imperceptíveis.

Os negros de fumo são pigmentos utilizados desde a Antiguidade, sobretudo, com técnicas a óleo. Menos comum, parece ter sido a sua utilização a têmpera e a fresco, talvez por dificilmente se dispersarem em água (Marinelly al, 2006). Em Portugal, são um dos pigmentos que entram em várias formulações de tintas a óleo, para a pintura de edificações,

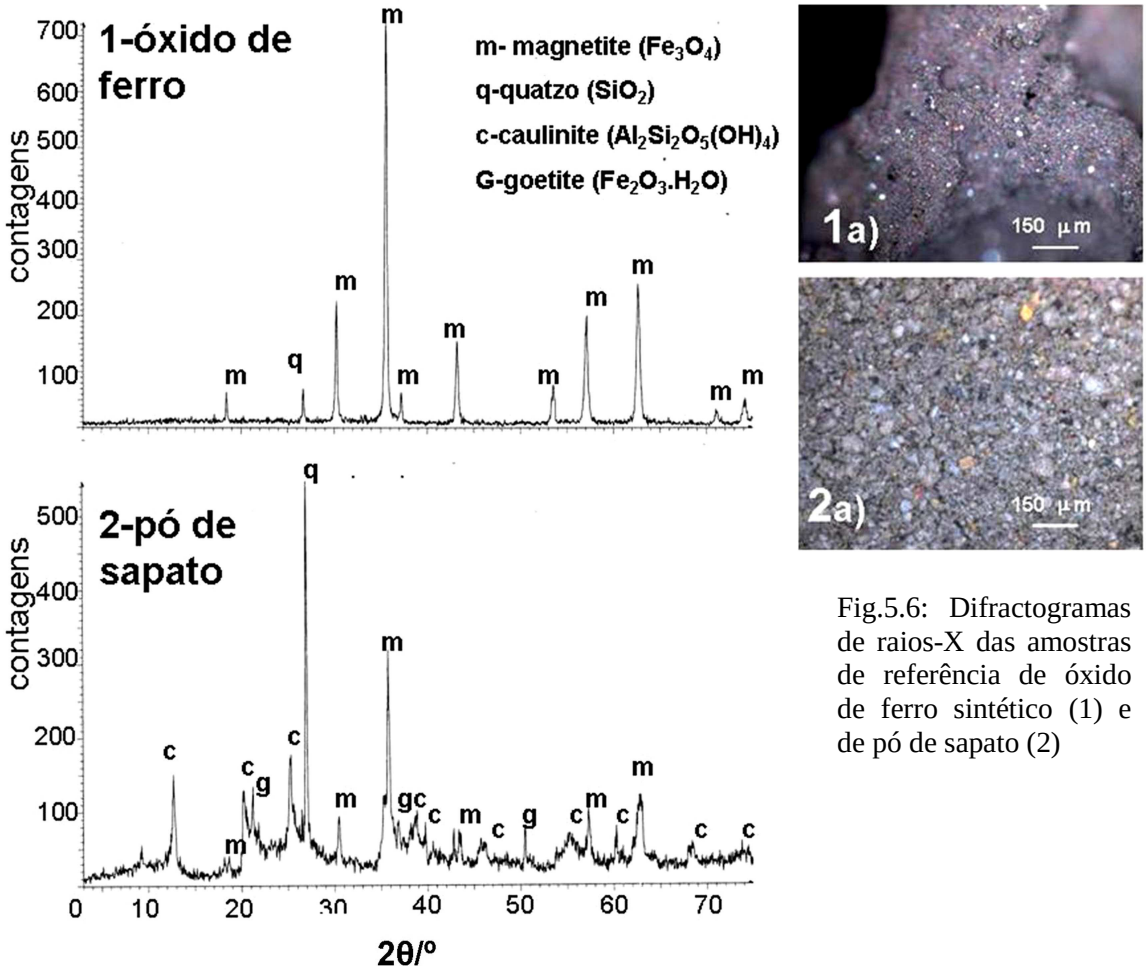


Fig.5.6: Difractogramas de raios-X das amostras de referência de óxido de ferro sintético (1) e de pó de sapato (2)

publicadas no final do século XIX e início do século XX (Cohen, 1880 e 1896). Apenas uma única referência foi encontrada relativamente ao seu emprego com cal, datada de 1896 (Leitão, 1896).

No final do século XIX e até ao início do século XX, os negros de fumo eram vulgarmente apelidados na literatura técnica de "pós de sapatos" (Leitão, 1896; Segurado, 1923; Correia, 1931). Pela tradição oral, sabe-se também que estes foram um dos pigmentos utilizados ao longo do século XX[8] nas caiações tradicionais na região do Alentejo, apreciados pela sua cor ligeiramente acinzentada.

O pigmento pó de sapato é, hoje em dia, praticamente inexistente no mercado nacional. Os óxidos de ferro sintéticos desenvolvidos em meados do século XIX (Cornell & Schwertmann, 2003) dominam o comércio alentejano, sendo a sua composição quase exclusivamente à base de magnetite (exemplo do óxido de ferro da Fig. 5.6).

Em relação à composição dos negros de fumo, para Luís Augusto Leitão (1896), estes pigmentos eram obtidos por calcinação de substâncias resinosas que dava uma "cor preta um pouco russa"[9] quando era de qualidade inferior. Para Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931), outros dois autores de manuais técnicos de acabamentos e pinturas das edificações do final do século XIX e início do XX, o pigmento era proveniente do fumo de matérias (não especificadas) em ignição. Já recentemente, um dos droguistas da região em estudo identificou os ainda existentes "pós de sapato" como sendo óxidos de ferro preto sintéticos misturados com cargas (e.g. areias finas siliciosas, sulfato de bário ou carbonato de cálcio, caulino, etc.), o que parece ser corroborado na amostra de referência simultaneamente pelo teor elevado em magnetite e pela granulometria inferior a 1µm das partículas pretas (Fig. 5.6).

Negros de origem animal e negros de origem vegetal

Misturas entre negros de origem animal e negros de origem vegetal é a hipótese avançada para as camadas Se3 e Vd4 (Fig. 5.4). Estas amostras (tal como a quase totalidade das restantes analisadas) possuem fosfatos na sua composição, o que pode indiciar a utilização conjunta destes dois tipos de pigmentos.

[8] Prol, Sr. Virgulino Bandeira (pintor, Estremoz, 23-08-2004), Sr. José Serra (caiador, Sousel, 18-01-05), Sr. "Malé" (pintor, Évora, 23-07-2004) e Sr. Rui (droguita, Aviz 25-01-2005), Informação Pessoal.
[9] Leitão, L.A., *Curso Elementar de construções*, Lisboa, 1896, p. 131.

As partículas dos negros de origem animal ou vegetal distinguem-se, facilmente, das dos negros de fumo pela sua maior dimensão granulométrica (entre 5 a 40 μm) e pelas suas formas heterogéneas, como se pode observar nas camadas AldC10 e G3 (Figs. 5.5 e 5.7)

Derivados da carbonização de precursores sólidos, estes pigmentos mantêm muita da morfologia do material inicial (Eastaugh e al, 2004). Isto é, particularmente, visível nos negros vegetais (obtidos, por exemplo, por queima de madeiras, ramos de vinha e cascas de frutos), que apresentam partículas opacas de forma alongada e bordos angulosos semelhantes às presentes nas caiações Se3 e VdA4 e AldC10.

Os negros de origem animal são constituídos também por partículas opacas, mas de formato sobretudo globular, que se encontram misturadas com pequenas massas translúcidas de fraca birrefringência, cujas tonalidades variam entre o bege e o vermelho acastanhado (minerais de apatite segundo Marinelly, 2006). Algumas dessas estruturas são visíveis nas partículas da amostra Vi1, após a extracção do ligante (Fig. 5.7).

Misturas intencionais de vários pigmentos pretos eram praticadas pelos próprios fabricantes, frequentemente por razões económicas. Cite-se o caso de um certo *preto carvão, d'Anvers ou d'Alemanha* que, disponível no mercado internacional no final do século XIX e início do século XX, era produzido pela calcinação conjunta de diferentes pedaços de madeiras, ossos, marfins e caroços, sendo considerado um preto "pesado, granuloso, vulgar e barato"[10] mas com um poder de coloração superior aos negros de fumo.

Adulterações também eram correntes. Os negros de marfim, que pelo seu alto custo e raridade destinavam-se a "trabalhos de primeira ordem", eram, por vezes, falsificados com negros animais mais baratos dando "em resultado um negro russo, de mau aspecto"[11].

As misturas deveriam também obviar algumas dificuldades técnicas e reacções adversas verificadas por alguns autores ao longo dos séculos entre os pigmentos negros de origem animal e a água ou o hidróxido de cálcio (dado o pigmento ser pouco miscível em água e ter tendência a amarelecer) (Marinelly, 2006). É possível que muitos pintores e caiadores cientes deste facto fizessem igualmente estas combinações.

Ainda em termos de técnica, segundo os manuais técnicos de João Emílio dos Santos Segurado (1923) e Carlos Alberto Correia (1931), a "obtenção de tons cinzentos mais harmónicos"[12] era alcançada pela adição de pigmentos vermelhos, amarelos e azuis. Esta

[10] Fleury, P., *op.cit*, 1903, p. 44.
[11] Segurado, J.E. dos Santos, *op. cit.*, 1923, p.210
[12] Idem, *op. cit*., p. 209 e 210.

poderá ser a razão pela qual várias amostras possuem também na sua composição óxidos e hidróxidos de ferro e partículas de azul ultramarino (Fig. 5.8).

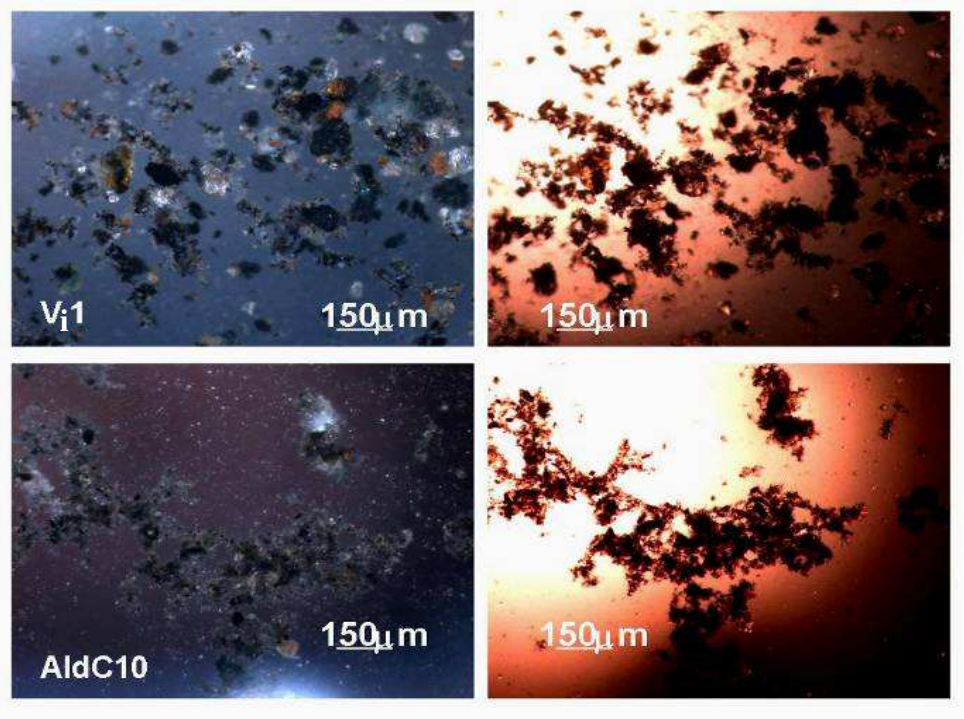


Fig. 5.7: Observação com luz reflectida (esq.) e com luz transmitida (dir.) das partículas dos pigmentos negros das camadas Vi1 e AldC4 após a extracção do ligante com uma solução de ácido acético a 10 %.

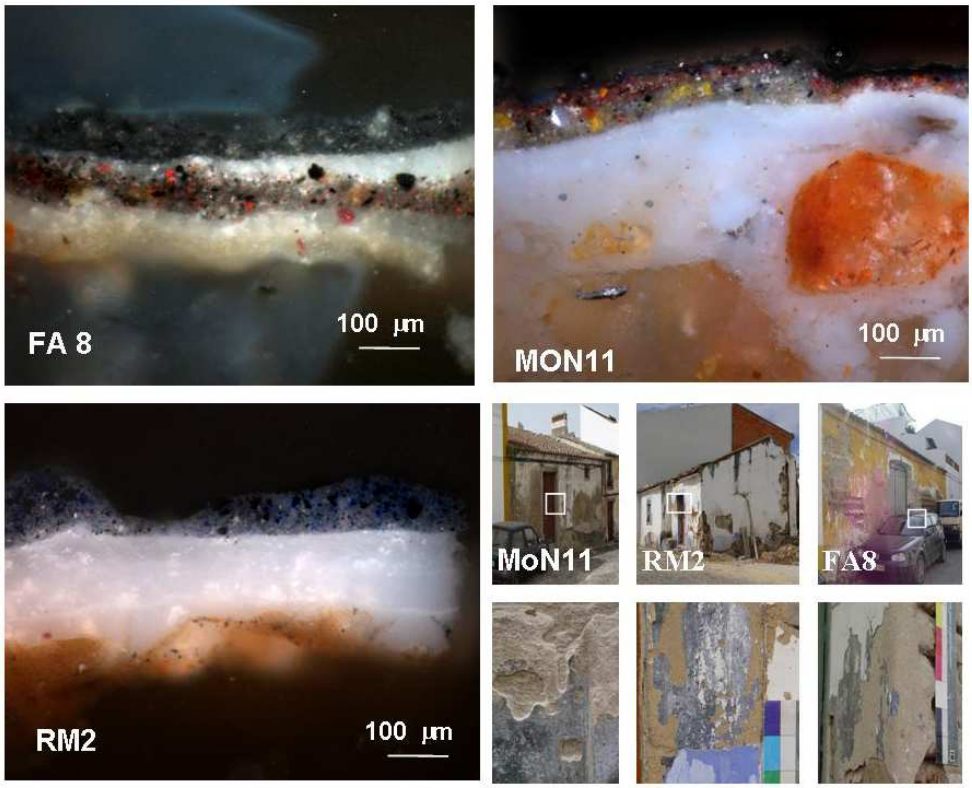


Fig. 5.8: Três exemplos de caiações acinzentadas obtidas com misturas de pigmentos (vermelhos e amarelos à base de Fe (III) e azul ultramarino).

Outros pigmentos pretos

Na Vila da Vidigueira foi identificado alcatrão nos rodapés de um palacete, tendo sido localmente esclarecido ser este o material utilizado, particularmente, por uma família abastada da região desde há cerca de 35 anos[13]. A razão da preferência é desconhecida, mas tratando-se de uma substância betuminosa (Harley, 1970) é possível que tenha sido escolhida devido às suas propriedades hidrofugantes (Fig. 5.9).

Na cidade de Moura, a utilização de terras pretas foi confirmada, pela análise por MEV-EDX, de um barramento acinzentado a imitar pedra de cantaria (Mou5) (Fig. 5.10). As partículas de grandes dimensões (entre 40 e 439 μm) visíveis na secção transversal possuem reflexo metálico e acentuada birrefrigência, sendo constituídas por ferro e magnésio (magnetite), potássio e alumínio (presentes em minerais de argila) e silício (quartzo) (Fig. 5.10). A presença destes elementos parece apontar para a utilização de xistos negros, que em termos geológicos, estão presentes na região (série negra da Fig. 5.11) (Mira, 1999; Costa, 2008).

Por último, é de mencionar a utilização das "cinzas" de carvão, libertada pelos foles de ferreiros, como pigmentos nas caiações tradicionais desta região[14].

[13] Prol, Dr. Rosa Prole (Historiadora, Arquivo Histórico e Divisão de Obras da Câmara Municipal da Vidigueira Informação pessoal (em 19-10-2004).

[14] Prol, Sra. Maria Manuela (habitante da vila de Gavião), Informação pessoal (em 10-05-2006).



Fig. 5.9: Utilização de alcatrão em Ferreira do Alentejo (M.Gil 2004).

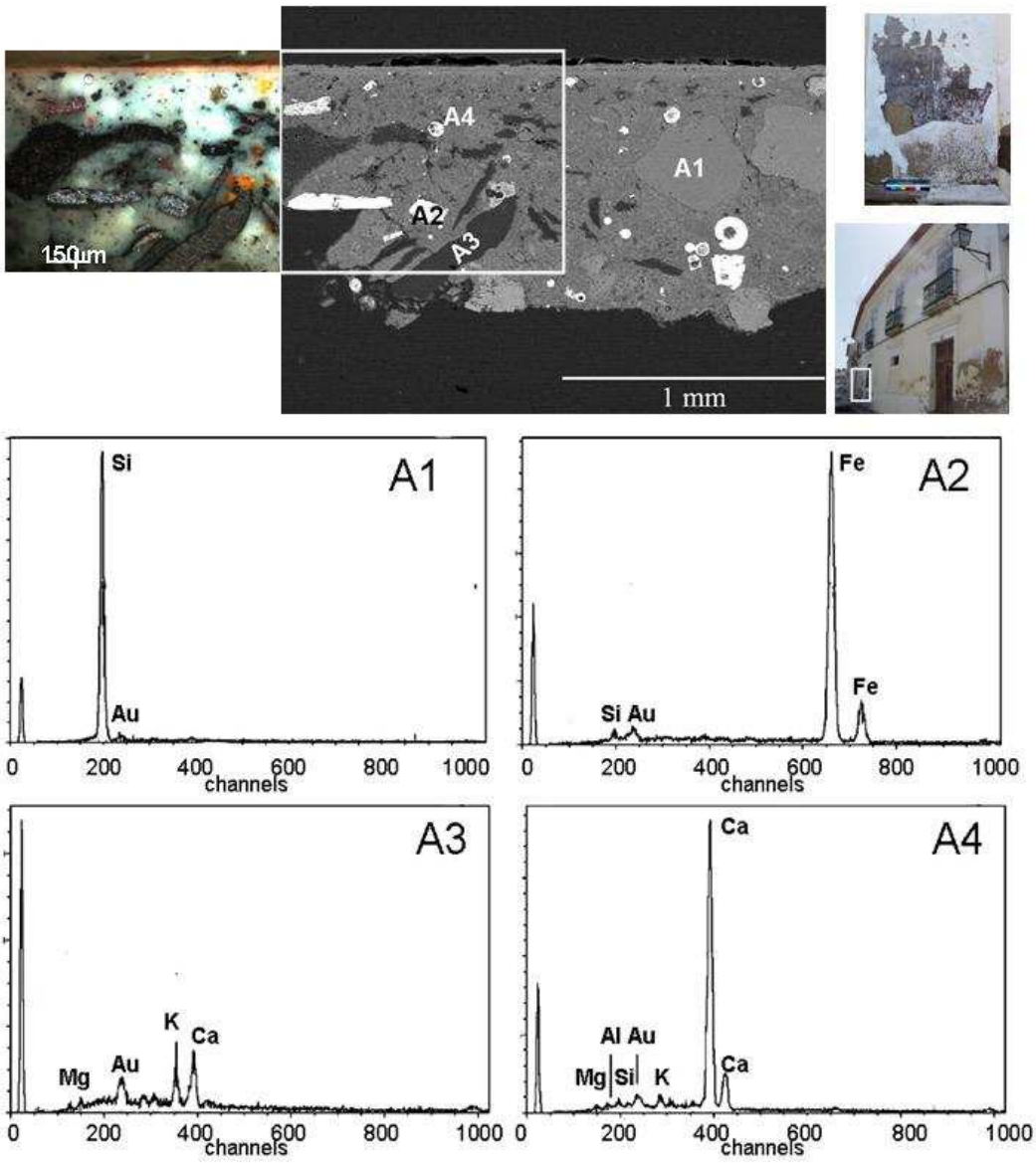


Fig. 5.10: Corte estratigráfico e análise por MEV-EDX do barramento cinzento Mou5.

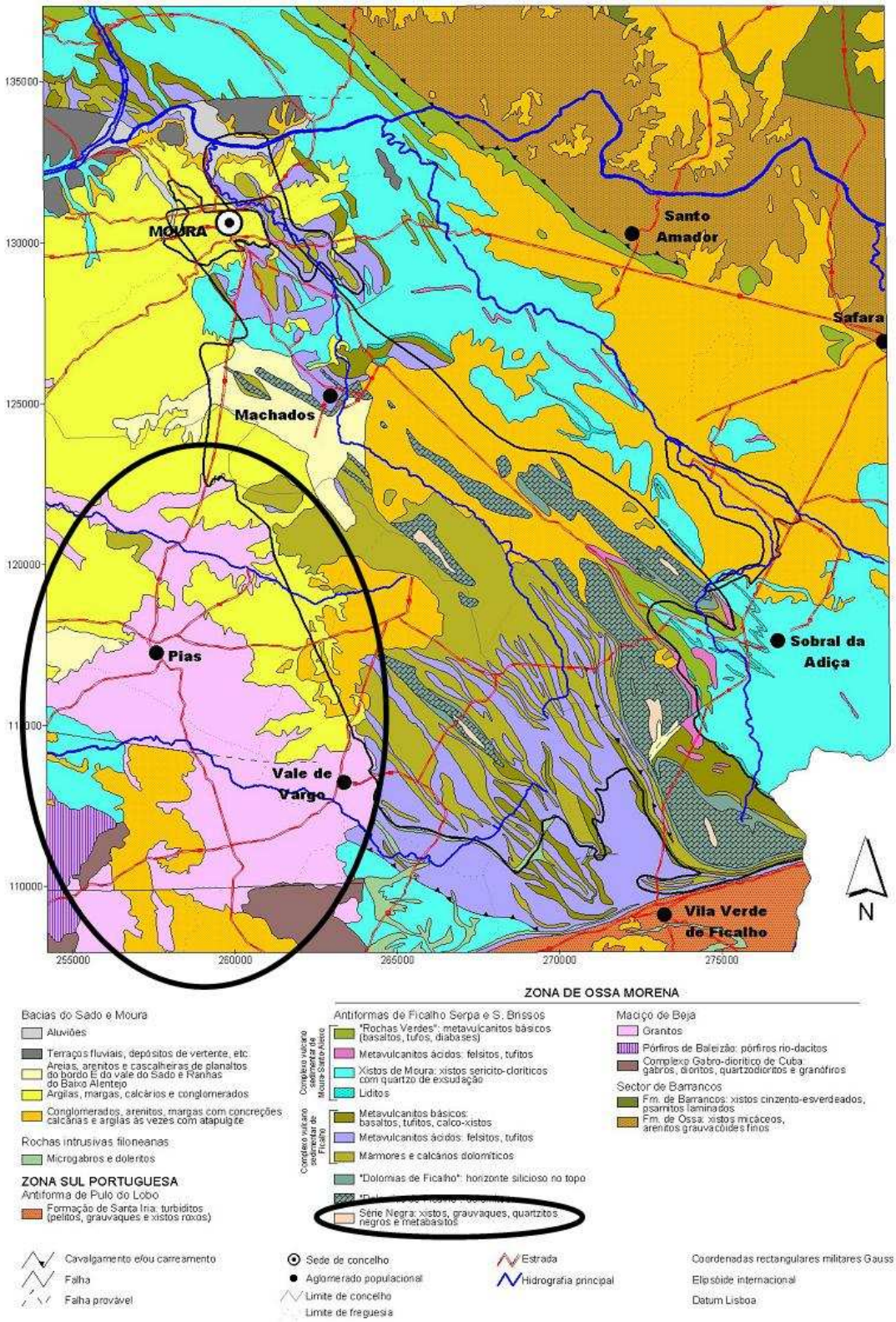


Fig. 5.11: Mapa geológico da região a sudeste de Moura com a localização geológica da série negra: xistos, grauvaques, quartzitos negros (Mapa adaptado de Costa, 2008).

Pigmentos vermelhos e amarelos

As cores vermelhas e amarelas predominam na amostragem, tendo sido detectadas, respectivamente, em 195 e 162, das 950 camadas cromáticas analisadas. Em todas, os testes microquímicos revelaram a presença constante de ferro, o que indica que os pigmentos empregues foram terras coradas ou óxidos e hidróxidos de ferro que têm como principais cromóforos a hematite e a goetite (Fe_2O_3 e FeO(OH)) (Fig. 5.12). Também com base nestes minerais foram obtidas as tonalidades vermelhas arroxeadas, laranjas e castanhos detectadas em 41 amostras.

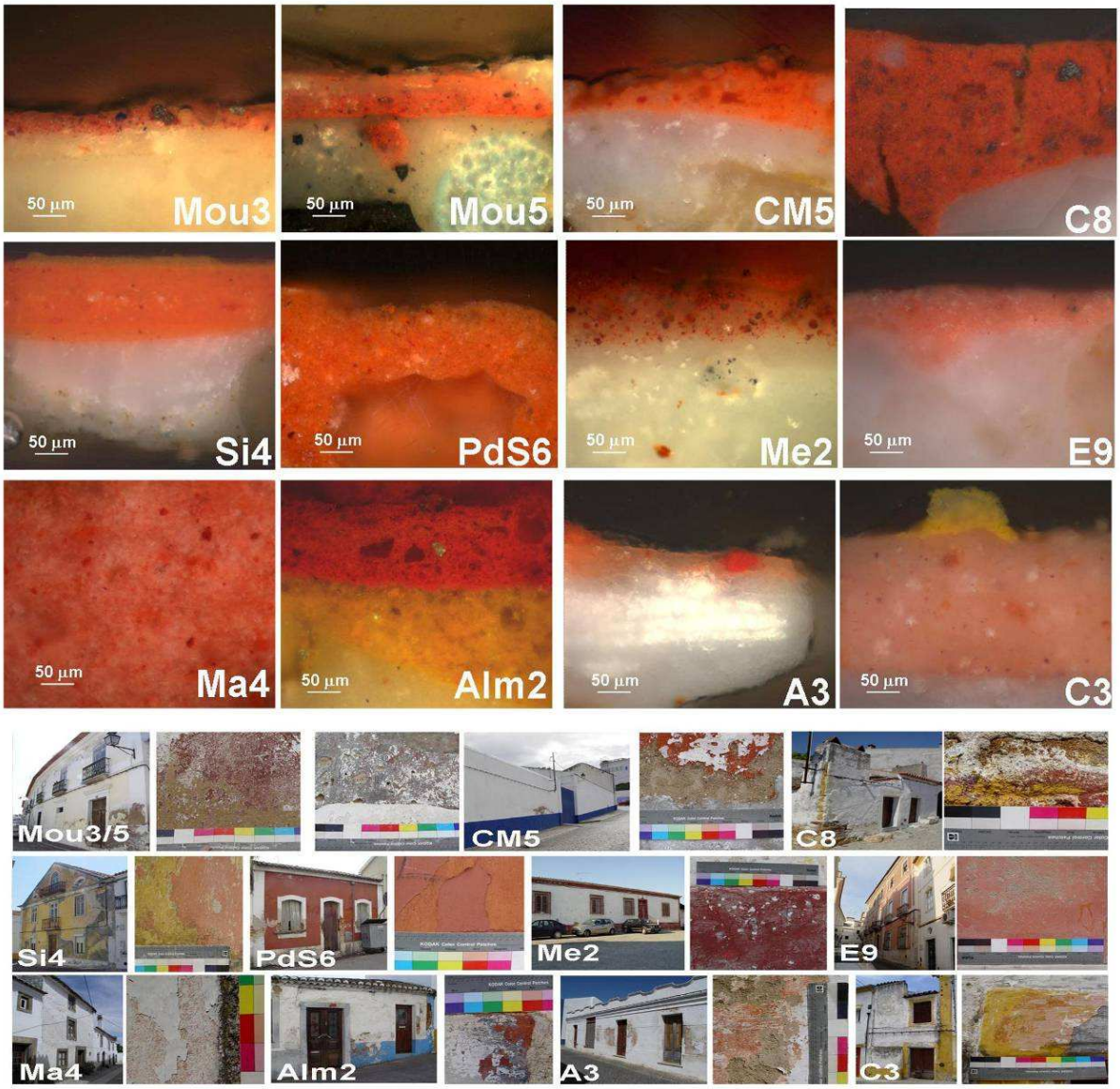
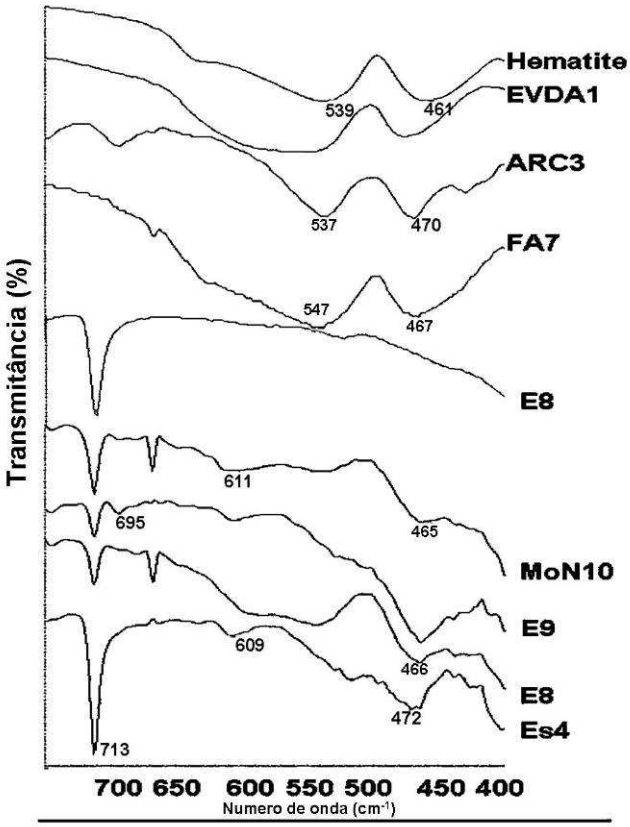


Fig. 5.12: Cortes estratigráficos de camadas vermelhas e amarelas. As amostras são provenientes de Mou3 (Moura), Me2 (Mértola), Alm2 (Almodôvar), A3 (Aljustrel), CM5 (Campo Maior); C3/C8 (Crato); PdS6 (Ponte de Sôr); E9 (Elvas), Ma4 (Marvão), Es4 (Estremoz) e Si4 (Sines). PdS6 é de um barramento.

A identificação química foi corroborada por FTIR e por MO, embora só com estas técnicas de análise não tenha sido possível colocar hipóteses sobre a origem natural ou sintética dos pigmentos utilizados (Fig. 5.12-14). Pela importância que assumiram como materiais pictóricos nesta região durante o século XX, os pigmentos das camadas cromáticas vermelhas e amarelas são alvo de um estudo, mais pormenorizado, no ponto 6.2. De seguida, são apresentados os resultados relacionados com as tonalidades vermelhas arroxeadas e vermelhas acastanhadas. Detectadas em apenas 14 camadas, a sua análise é relevante pelas questões que levanta em termos de técnica e da sua possível relação com dois pigmentos arroxeados, outrora disponíveis no mercado nacional - o roxo-rei e a terra roxa (ou roxo terra).

Ao contrário dos pigmentos amarelos, os vermelhos de uma forma geral não fazem parte da actual paleta de cores e frequentemente a utilização dos mesmos, nos alçados exteriores das edificações, está esquecida da própria lembrança das populações. Conhecidos na gíria popular por almagres, vermelhos metálicos ou óxidos vermelhos, por um lado, e, por outro lado, vermelho sangue ou olho-de-boi, estes materiais foram empregues em diferentes concentrações, puros ou combinados com azuis ultramarinos, amarelos à base de Fe (III) e negros de carbono (Figs. 5.12 e 5.13).



Bandas (cm^{-1})	Atribuição
~713	Bandas de deformação C-O em carbonatos
~ 695, ~798	Banda de deformação (Si-O) (quartzo)
~539, ~ 461 ~ 470	Bandas de vibração hematite
~609 - 611	Bandas de vibração goetite

Fig. 5.13: Espectros de FTIR na região abaixo dos 700 cm^{-1} das camadas cromáticas MoN10 (roxa), E9 (rosa), E8 (vermelho arroxeado) e ES4 (vermelho alaranjado) e dos pigmentos de referência EVDA1 (óxido de ferro sintético), terra roxa (ARC3), roxo-rei (FA7) e almagre (E8).

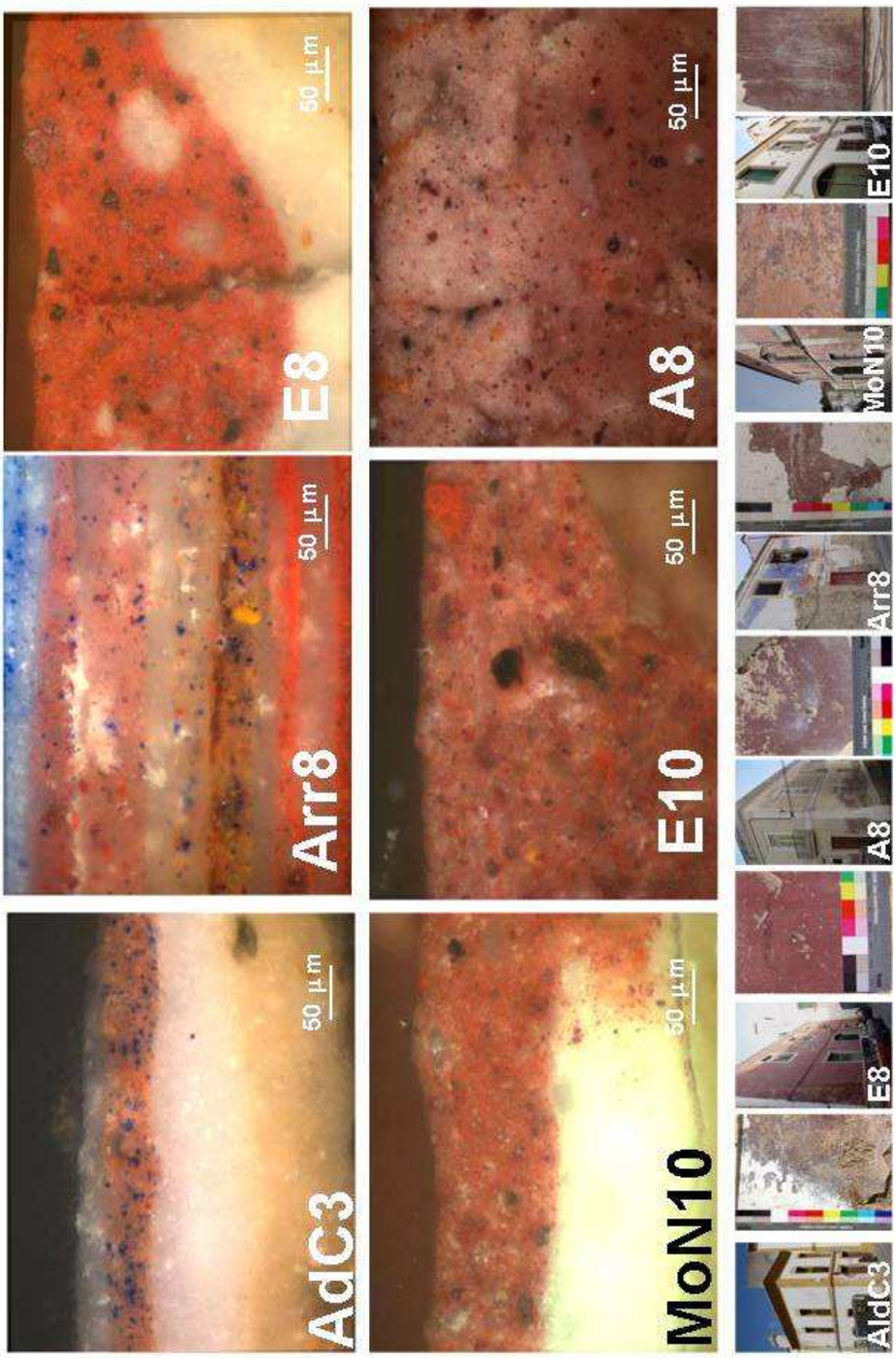


Fig. 5.14: Cortes estratigráficos de camadas vermelhas arroxeadas e roxas. As amostras foram recolhidas em Alter do Chão (AdC3), Montemor-o-Novo (MoN10), Elvas (E8 e E10), Arraiolos (Arr8) e Aviz (A8). A última amostra é de um barramento pigmentado.

Algumas das camadas cromáticas vermelhas acastanhadas e vermelhas arroxeadas resultaram dessas combinações (AldC3 e Arr8, Fig. 5.12) feitas pelos pintores talvez com o intuito de imitar as cores obtidas com os pigmentos terra roxa ou, sobretudo, com as dos roxo-rei e terra de siena queimada que, no final do século XIX, custavam cerca do dobro dos outros pigmentos terra cf. ponto 2.2.3.1) (Cohen, 1880 e 1896). Por droguistas locais, sabe-se que, todos estes pigmentos eram vendidos no Alentejo, tendo sido muito possível os utilizados nas caiações MoN10 e E10 e no barramento A8 (Fig. 5.14).

A calcinação de ocres amarelos, de forma mais ou menos prolongada, era a origem apontada para os pigmentos terra roxa e roxo-rei nos manuais de acabamentos do final do século XIX e início do século XX (Fleury, 1903; Segurado, 1923). Em 1896, segundo Luís Augusto Leitão (1896), o roxo-terra (ou terra roxa) "muito usado na pintura a fresco"[15] era considerado um almagre escuro de pior qualidade, facto que justificava o seu menor custo. Em relação ao roxo-rei, este autor não elucida acerca sua composição, dizendo simplesmente que era muito aplicado na pintura de aros, portas exteriores, rodapés e fingidos.

Qual seria então a diferença entre estes dois pigmentos?

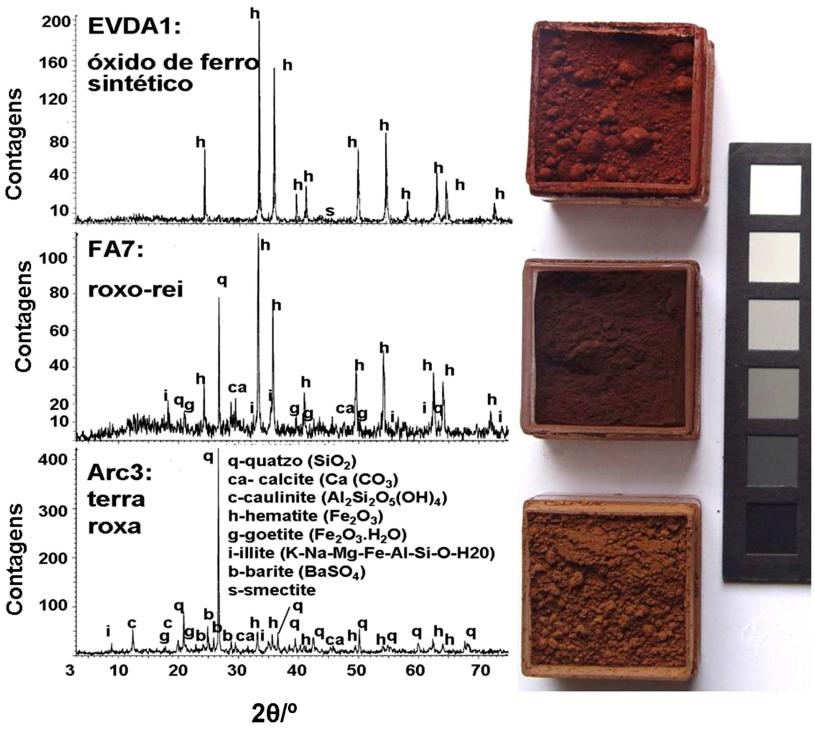


Fig. 5.15: Difractogramas de raios-X dos pigmentos roxo-rei e terra roxa e sua comparação com o do óxido de ferro sintético.

Os resultados da análise DRX em duas amostras de referência permitem colocar a hipótese de que seria o teor mais elevado em hematite no roxo-rei, derivado de terras mais ricas neste mineral (depósitos ferríferos) ou já por adição de óxidos de ferro sintéticos. (Fig. 5.15).

A utilização de terra roxa em pintura mural artística é já atestada, em 1615, no tratado de pintura de

[15] Leitão, L. A., *op. cit.*, Lisboa, 1896, p. 134.

Filipe Nunes para a fabricação dos encarnados na pintura a fresco "os encarnados fazem-se da mesma cal e almagra ou terra roxa"[16] . Em 1756, este pigmento também faz parte do rol de materiais adquiridos pelo mestre Pintor Jozé Nunes para o "restauro" da pintura do retábulo da Igreja da Misericórdia em Almada (Serrão, 2006). A sua presença nas edificações alentejanas remonta, pelo menos, à primeira metade do século XIX para a pintura de portas, janelas e rótulas na Vila de Arraiolos (Rivara, 1999).

A presença pontual de tonalidades vermelhas arroxeadas e, em particular roxas na amostragem, poderá estar relacionada com os preços dos pigmentos, o que justificaria a sua presença em edifícios de grande porte. Também é possível que fosse simplesmente por uma questão de gosto, visto no ramo da construção civil as cores roxas nem sempre terem sido apreciadas para as pinturas monocromáticas das habitações. Neste contexto e embora a fonte não seja portuguesa vale a pena citar a opinião do pintor Paul Fleury (1903):

> (…) Isto explica-se pelo facto de não se executarem nunca tons, realmente roxos nos trabalhos de casas, porque dão uma nuance falsa a olho nú e d'aspecto frio. Admittem-se ainda assim alguns tons arrochados, mas nunca se leva longe a intensidade do tom. Na decoração, é differente, e os roxos ainda que pouco usados, desempenham contudo um papel mais activo.[17]

Pigmentos brancos

O carbonato de cálcio (ou cré) foi identificado em 384 das 950 camadas analisadas. Em 206 casos, as camadas onde surge constituem o estrato mais interno. Nestas camadas, quando os grãos de areia ou de outro tipo de agregado não são perceptíveis, é difícil perceber se se trata de um estrato de barramento ou de uma caiação simples, com um traço enriquecido em cal.

5.1.3.2. Análise estratigráfica

Como explicado no capítulo 2, as camadas de barramentos feitas só com pasta de cal ou com recurso a cargas finas (areias, pós de mármores, etc.) foram os suportes pictóricos mais comuns dos exteriores das edificações em Portugal.

[16] Cruz, A.J., 'Pigmentos e corantes das obras de arte em Portugal, no início do séc. XVII, segundo o tratado de Pintura de Filipe Nunes', *Conservar Património*, 6, 2007, p. 47.
[17] Fleury, P., *op. cit.*, 1903, p. 48.

Estas camadas regularizavam a superfície, tornando-a lisa, compacta, e com uma coloração que, simultaneamente, eliminava ou atenuava as eventuais tonalidades do reboco subjacente e servia de fundo para as cores a aplicar a seco ou a fresco. Na amostragem em estudo, esta foi a situação mais corrente, tendo a caiação a cores sido aplicada sobre um estrato mais grosseiro de reboco em apenas 59 camadas (Fig. 5.16).

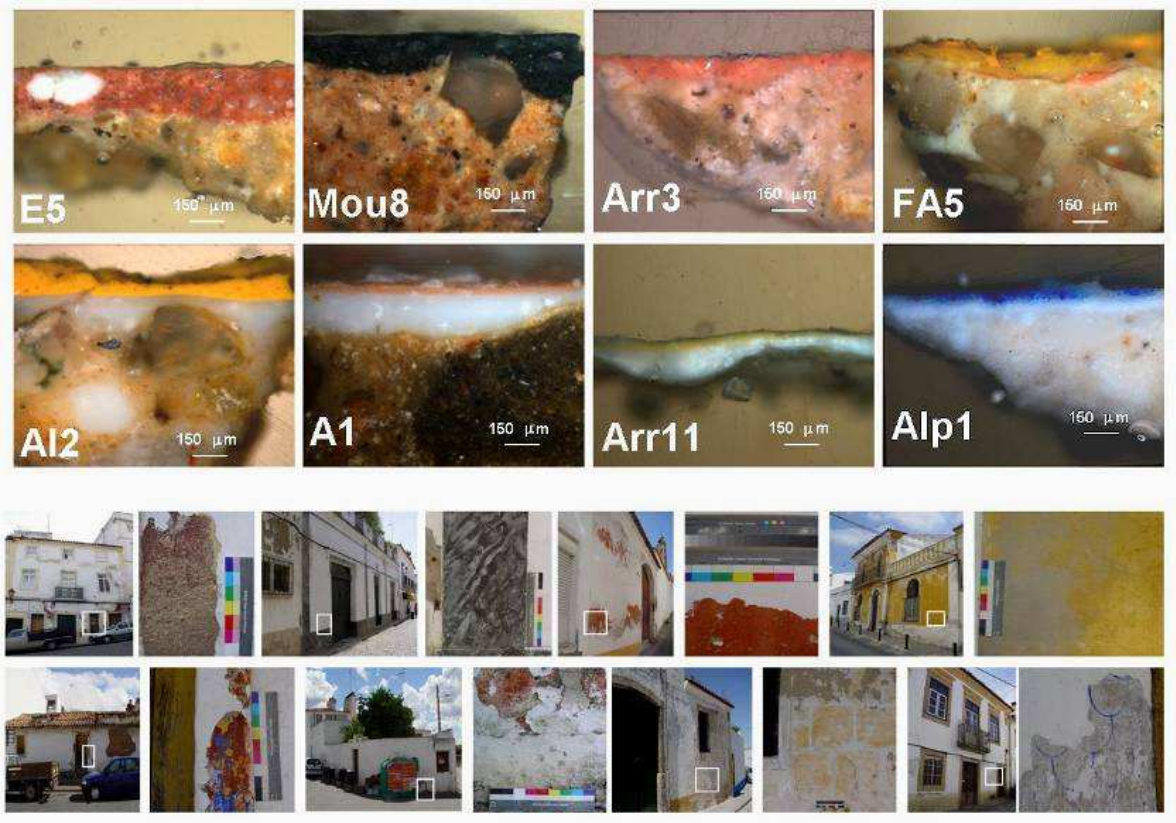


Fig. 5.16: Diferentes metodologias de aplicação: em cima) directamente sobre o reboco e em baixo) sobre uma camada de barramento ou de caiação simples.

Camadas brancas também se encontram a separar caiações a cores, de tonalidade igual ou diferente. Em várias amostras, contudo, as caiações a cores vão se sucedendo (Fig. 5.17). Nestes casos, nem sempre houve preocupação de aplicar um tom ligeiramente mais escuro para encobrir a cor da camada anterior (Arro1, Arro 9 e Od6, Fig. 5.17). Este detalhe técnico é, particularmente, importante em caiações muito diluídas que deixam assim transparecer a tonalidade subjacente. Traços mais ricos em cal ou concentrações de pigmento mais elevadas aumentam o grau de cobertura de uma tinta, atenuando ou eliminando essa necessidade (ver ponto 6.3). Na amostragem, as duas últimas soluções parecem ter sido as mais praticadas.

A espessura das várias camadas varia, no geral, entre 40 e 100 μm. Na mesma amostra, verificam-se também variações, por vezes, significativas (E8 e E10, Fig. 5.14). São menos

frequentes as camadas com espessura acima dos 200 µm (excepto nos barramentos) bem como as de espessura abaixo de 20µm. Enquanto as maiores espessuras pressupõem a utilização de leites enriquecidos em cal ou, eventualmente, só pigmentos e pasta de cal (E10 e E8, Fig. 5.14; E5, Fig. 5.16), as mais finas parecem resultar da dispersão de pigmento em água de cal ou num leite de cal muito diluído (A1 e Arr11, Fig. 5.16). A esta categoria pertencem a maioria das pinturas decorativas analisadas, tendo sido algumas aplicadas a fresco (E6, Fig. 5.18). Também com as argamassas de suporte húmidas, ou num estado mais avançado de carbonatação (a *mezzo-fresco*), parecem ter sido efectuadas as pinturas em alguns edifícios (E9, Fig. 5.12; Arr3, Fig. 5.16; E7, Fig. 5.18). A contaminação, em menor ou maior extensão, da argamassa subjacente por partículas de pigmento assim o parece sugerir (Fig. 5.18).



Fig. 5.17: Exemplos de camadas com diferentes tipos de sobreposições.

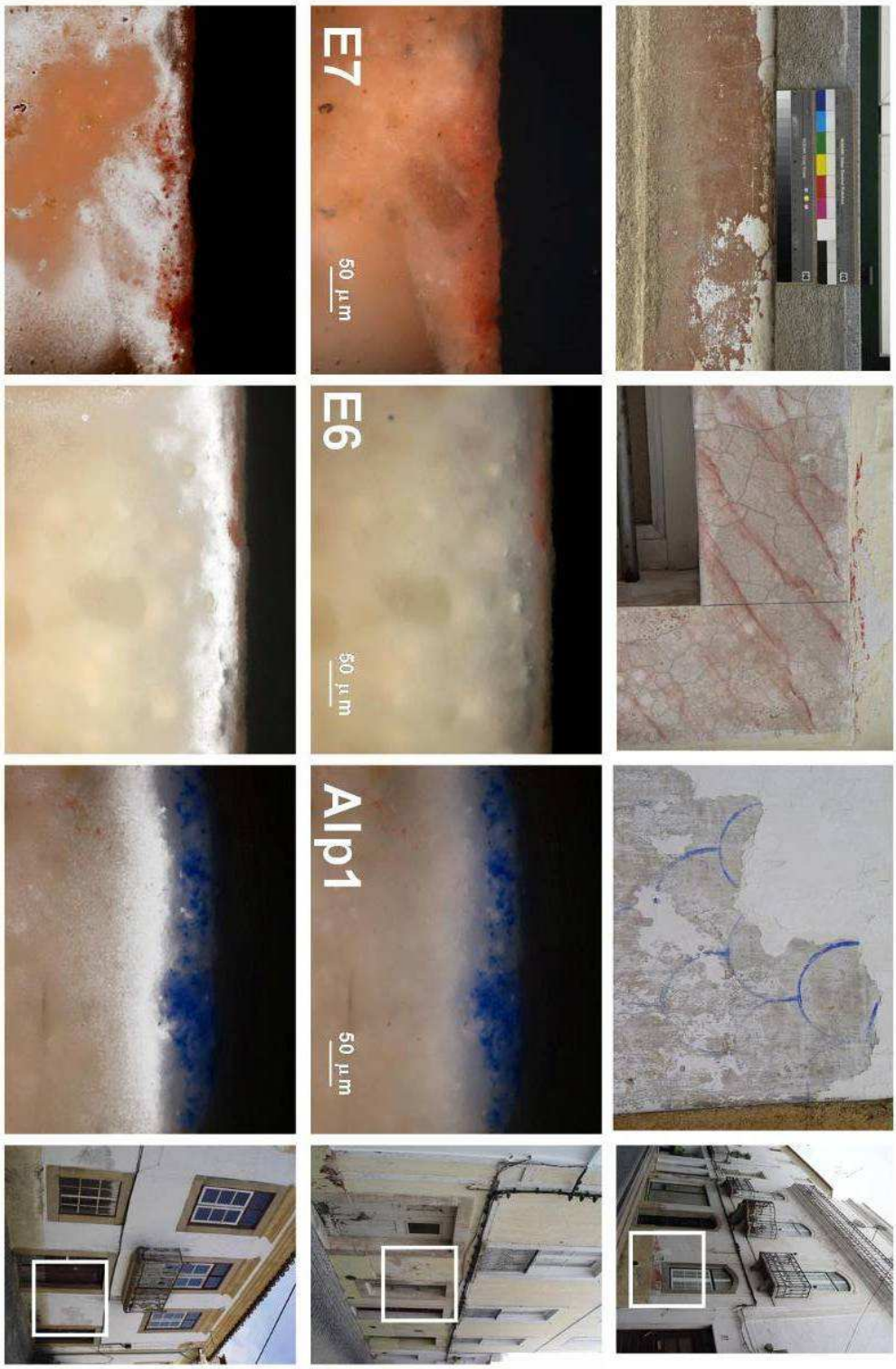


Fig. 5.18: Exemplos de aplicações a fresco ou a *mezzo-fresco* (A6, E7) e a seco (Alp.1). O aumento do contraste da cor da argamassa na zona de contacto com a camada cromática permite evidenciar a interligação existente entre as partículas de pigmento e as do barramento em E6 e E7, que é inexistente em Alp1. Neste caso, como a pintura foi aplicada num suporte já seco, nota-se uma fronteira definida entre a argamassa e a camada cromática. O ligante, apesar de ser o mesmo, só deriva do leite ou água de cal com os quais os pigmentos foram, previamente, misturados.

Como esperado, a existência de várias camadas sobrepostas ocorrem sobretudo nas amostras recolhidas em rodapés, cunhais e molduras de portas e janelas que, por serem áreas de cor menos extensas, podem mais facilmente ser renovadas. O contrário verifica-se nos edifícios, em cujos alçados foram totalmente revestidos por pintura ou com barramentos pigmentados. Nestes, as sobreposições existentes limitam-se a 2 ou 3 camadas, sendo a última frequentemente já feita com uma tinta moderna. A maior parte das pinturas totais estudadas pertencem a edifícios apalaçados que se encontram desabitados, alguns há mais de 20 anos, tendo a camada mais antiga, segundo a vizinhança, entre 30 a 70 anos (SC10 e FA1, Fig. 5.2). No entanto, é possível que nalguns barramentos corados e pinturas que tenham sido realizadas a fresco ou a *mezzo-fresco*, a sua aplicação seja ainda anterior.

5.1.4. Conclusões

O estudo químico dos pigmentos recolhidos nas fachadas de edifícios históricos permitiu apurar que a gama de tonalidades e suas nuances foram obtidas com um número restrito de pigmentos, com predomínio dos pigmentos vermelhos e amarelos à base de óxidos e hidróxidos de ferro. No caso dos amarelos, esta situação já era esperada tendo em conta que continua a ser uma das cores mais utilizadas na região do Alentejo. A actual popularidade do azul não se reflecte na amostragem tendo o pigmento sido detectado somente em 7 % das camadas analisadas. O azul ultramarino artificial, um pigmento descoberto em 1828, foi o único pigmento identificado. Ao contrário dos azuis, o uso extensivo dos vermelhos é comprovado pelos vestígios encontrados em 43 dos 47 centros históricos visitados. Os pretos foram obtidos com negros de origem animal empregues isoladamente ou combinados com negros de fumo e negros de origem vegetal. Alguns cinzentos também parecem ter sido obtidos só com negro de fumo. Os pigmentos terra roxa e roxo-rei, também à base de óxidos e hidróxidos de ferro, podem estar na base das tonalidades vermelhos arroxeadas e roxos, pontualmente, presentes em edifícios de grande porte.

Os pigmentos foram utilizados isoladamente ou em misturas. No geral, as espessuras das camadas cromáticas variam entre os 40 a 100 μm. A utilização de traços de leite de cal mais ricos em cal e o recurso a concentrações mais elevadas de pigmentos parecem ter sido as soluções mais praticadas. Não parece ter sido comum o sistema de *velaturas*, ou seja, de sobreposições de camadas transparentes aplicadas com técnicas análogas às das aguarelas, como era tradicional em Itália (Scarzella & Natale, 1989).

A técnica do fresco ou do *mezzo-fresco* parece ter sido utilizada em algumas das decorações pintadas (por exemplo nos marmoreados) e pontualmente em revestimentos monocromáticos aplicados em todo o pano da fachada. A análise estratigráfica revelou outros detalhes técnicos, tais como a presença maioritária no estrato mais interno de um barramento ou de uma caiação simples. Caiações simples também se encontram a separar camadas de tonalidade diferente ou igual. Em várias amostras, contudo, as caiações a cores sucedem-se com ou sem a preocupação de aplicar um tom, ligeiramente, mais escuro para encobrir a tonalidade da camada inferior.

.

5.2. Caiações a cores caseiras versus profissionais: quais as diferenças?

No Alentejo era possível distinguir nitidamente duas modalidades de caiações a cores até à década de sessenta do século XX. Uma delas era as caiações efectuadas pelas mulheres alentejanas no seu quotidiano, a título individual e de forma caseira, e, a outra, as realizadas pelos caiadores ou pintores da construção civil. A estes se devem, a maior parte das pinturas presentes nos edifícios dos núcleos históricos.

As duas tipologias de caiação, apesar de apresentarem pontos em comum, evidenciam algumas diferenças significativas que se reflectem no resultado final. Com base em cinquenta entrevistas efectuadas à população, entre 2004 e 2008[18], descrevem-se essas diferenças a dois níveis: no tipo de pigmentos utilizados e nas suas formas de preparação para aplicação na parede.

5.2.1. Fontes de matéria-prima e sua extracção

5.2.1.1. Caiações individuais ou caseiras

Como referido no ponto 4.1, até á Revolução de Abril de 1974, a sociedade alentejana era constituída maioritariamente por uma população de baixos recursos ao serviço de uma elite latifundiária, detentora de elevado poder económico. Da exploração da natureza tiravam o seu sustento, tendo esta sido, igualmente, a fonte de matéria-prima para as pinturas dos interiores e exteriores das edificações. De entre os materiais locais, passíveis de serem empregues como pigmentos[19], as terras argilosas à base de óxidos e hidróxidos de ferro foram as preferidas, tendo sido as responsáveis pelas diversas nuances de cor – as *sfumaturas* - das "barras"," baixinhos" ou "pés"[20] das fachadas em povoações marcadamente rurais.

No Quadro 5.5 estão indicados alguns dos locais de extracção frequentemente apelidados de "barreiros" ou "barreiras". No geral, estes eram pequenos depósitos onde a população local se ia fornecer de forma gratuita e sem intuitos comerciais. Na mesma localidade podia existir

[18] Algumas dessas entrevistas adquiridas em formato digital podem ser visualizadas no documentário *As cores do Alentejo: uma viagem entre a tradição a e a ciência* (CD fornecido com o volume da tese).
[19] Exemplo das cinzas da lareira, dos tijolos ou telhas moídas e da cal parda ou preta. Esta ultima, pelo facto de possuir uma cor acastanhada ou acinzentada, foi também utilizada para caiar os rodapés, cunhais e outros elementos decorativos na região de Castelo de Vide.
[20] As barras baixinhos ou pés são sinónimos populares para os rodapés das fachadas.

mais de um, que se encontravam, normalmente, nos limites das povoações, em terrenos na sua vizinhança ou na beira de antigas estradas municipais.

Quadro 5.5: Localização de antigos locais de extracção de terras argilosas para as caiações caseiras.

Antigos pontos de extracção	Concelho	Distrito	Cor
Aldeia da Serra, Carrasqueira,Ladeira, Falcoeira e Igrejinha	Arraiolos	Évora	Amarela/ocre e vermelha
Casas altas (a caminho da Orada)	Borba	Évora	Amarelo /ocre
Herdade do Carrascal	Redondo	Évora	Amarela/ocre e vermelha
Aldeia da Mina do bugalho	Alandroal	Évora	Amarela/ocre
Rio de Moinhos (Portela)	Vila Viçosa	Évora	Amarela/ocre e vermelha
Aldeia Cabrela	Vendas Novas	Évora	Vermelha
Monte das Lavadeiras (Torrão)	Vendas Novas	Évora	Vermelha e amarela/ocre
Ciborro	Vendas Novas	Évora	Vermelha
Herdade dos Burrojos	Viana do Alentejo-Alvito	Évora	Vermelha
Encosta do castelo	Mourão	Évora	Amarela/ocre
Baldio Vale da Lapa	Mourão	Évora	Amarela/ocre
Vila de Cuba (perto da antiga estação de ferro)	Cuba	Évora	Vermelha
Cabeçinho do barro (Herdade S. Jordão)	Évora	Évora	Vermelha e amarelo
Monte de Caneiro (aldeia da luz)	Mourão	Évora	Amarela/ocre
Herdade Pinta Barris	Moura	Beja	Amarela/ocre
Herdade Monte Branco	Moura	Beja	Amarela/ocre
Área da forca	Moura	Beja	Vermelha
Vila do Alvito (junto ao depósito da agua)	Alvito	Beja	Vermelha e amarela/ocre
Sitio do barreiro vermelho (actualmente é um bairro moderno nos limites da vila de Odemira) e aldeia da Bemposta	Odemira	Beja	Vermelha
Cerro dos Velhacos (S.Iria)	Serpa	Beja	Amarela e vermelha
Serra colorada	Barrancos	Beja	Amarela /ocre
Mosteiros	Mértola	Beja	Amarela/ocre
Santa Cruz	Almodôvar	Beja	Amarela/ocre
Estrada municipal para a serra de S.Miguel	Sousel	Portalegre	Vermelha
Coutada	Sousel	Portalegre	Amarela/ocre
Nos limites da vila de Gavião (Herdade das fontes) e no cruzamento da estrada nacional para Castelo Branco	Gavião	Portalegre	Amarela/ocre
Fonte da pipa	Marvão	Portalegre	Amarela/ocre
Perto da Igreja da Penha	Castelo de vide	Portalegre	Amarela/ocre

A sua extracção era realizada, na sua maioria, por mulheres com a ajuda da família. Só pontualmente, esta tarefa parece ter sido desempenhada por homens, alguns dos quais a mando da proprietária para quem trabalhavam. É o caso do Sr. Pedro Garrido (85 anos) que, na herdade do Monte Branco, situada a poucos quilómetros da actual cidade de Moura, escolhia as terras ocráceas para as pinturas a cal da habitação do monte e da residência senhorial urbana. A quantidade de terra corada removida podia ser a suficiente para consumo

imediato ou, em maior quantidade, para poder ser armazenada ou distribuída por amigos ou vizinhos.

O critério principal de selecção era a cor. Não havia pré-requisitos rigorosos que limitassem a escolha, o que tornou possível a utilização de matérias com uma granulometria e composição mineralógica variada. Com sachos e pás, escavava-se a profundidades variáveis (que não ultrapassavam, no geral, 1.50 m) até alcançar as fracções de tonalidade mais intensa, com granulometria mais fina ou com menos impurezas (matéria orgânica) (Fig. 5.19).



Fig. 5.19: Exemplificação do processo de extracção e selecção *in loco* das terras coradas pela população em quatro concelhos do Alentejo (M.Gil 2004/2008).

Em função do número de locais à disposição e das variações na composição química e mineralógica do material, cada localidade podia ser caracterizada por uma ou mais tonalidades na gama dos vermelhos a amarelos e nuances intermédias - alaranjadas e acastanhadas - estas ultimas, similares às dos pigmentos sombra disponíveis no comércio (Fig. 5.20).

Não existem relatos de aquisição de terras coradas nas minas de ferro, de sulfuretos (e.g. pirites ou calcopirites) e de cobre, que estiveram activas até à segunda metade do século XX, na região do Alentejo (cf. capitulo 3). Só a mina da Mostardeira (uma mina de cobre), nas

redondezas da cidade de Estremoz, era conhecida entre os oleiros locais como uma das fontes de argilas vermelhas para pintura (Parvaux, 1968).

Com a evolução do nível de vida das populações, e consequente expansão e transformação dos núcleos urbanos e da paisagem envolvente, a maior parte desses depósitos locais foram abandonados ou destruídos e a sua localização precisa, por vezes, esquecida. A toponímia de alguns bairros recentes é reveladora da sua anterior existência. Cita-se, a título de exemplo, o Bairro das Barreiras vermelhas, situado nos limites da vila de Odemira, ou o construído, na década de cinquenta, no sítio conhecido na vila de Mora como "barreiro vermelho". Este ultimo, era também uma fonte de matéria-prima para a fabricação de tijolos e outros materiais de construção (Correia, 1998).



Fig. 5.20: Mostruário de 46 terras coradas do Alentejo recolhidas nos quatro distritos alentejanos (Évora, Beja, Portalegre e concelhos a sul de Setúbal). (cl. M.Ribeiro 2007)

5.2.1.2. Caiações feitas por profissionais contratados

As terras coradas locais não foram empregues pelos caiadores e pintores da construção civil ao longo do século XX.

Estes profissionais utilizavam pigmentos de origem industrial, adquiridos no comércio local, em particular os ocres ou "ocas", os almagres e os pigmentos sintéticos, entre os quais se realçam os óxidos de ferro amarelos e vermelhos (Fig. 5.21). Em relação à sua origem, esta é no geral incerta. Alguns



Fig. 5.21: Mostruário de pigmentos de origem industrial disponíveis no comércio local (M.Gil 2007).

droguistas mais antigos da região mencionam a sua importação de países como a França, Alemanha, Inglaterra e China. Raros são os que referem fontes nacionais, embora se saiba por Abílio Lopes Lda. e por Augusto Gomes dos Santos – duas das empresas de "terras corantes" criadas na década de cinquenta do século XX – do escoamento dos seus produtos para esta região (cf. ponto 3.3). A única pista encontrada sobre a possível manufactura local de pigmentos terra, data de 1921, e refere-se à aquisição pela empresa portuense - Serração e Terras corantes, Lda. - das máquinas de uma fábrica em Estremoz que, até esse momento, vinha a ser explorada por uma sociedade com o sugestivo nome de Matérias Corantes, Lda[21].

Em relação aos óxidos de ferro vermelhos e amarelos sintéticos, estes são empregues nas pinturas a cal da construção civil no Alentejo há, pelo menos, 70 anos, segundo o Mestre Virgulino António Bandeira (88 anos), um especialista em fingidos pintados, estabelecido na cidade de Estremoz e na profissão desde os 16 anos.

A utilização de pigmentos de origem industrial, primeiro, nos aglomerados urbanos e depois, progressivamente, nas comunidades mais rurais acarretou, inevitavelmente, uma ruptura com a identidade cromática local e sua íntima relação com as cores da paisagem circundante, que era característica das caiações com base em terras locais. Uma ruptura que, mesmo ao nível dos pigmentos terra, tem vindo a acentuar-se visto as exigências e as normalizações crescentes neste sector da indústria. A busca de melhores e maiores poderes de cobertura e de coloração levam à fabricação de pigmentos com prestações cromáticas, substancialmente, diferenciadas das alcançadas pelas terras locais processadas, rudimentarmente, pelas populações ou pelas, raras, industrias que ainda hoje utilizam métodos artesanais, análogos aos que eram empregues em Portugal na primeira metade do século XX (cf. ponto 3.3).

5.2.2. Preparação e pintura

5.2.2.1. Caiações individuais ou caseiras

Como descrito no ponto 2.2.1.2, a feitura das tintas de cal e sua aplicação na parede obedeciam, teoricamente, a um conjunto de regras preliminares. A primeira é que o suporte deveria estar seco e isento de gorduras e poeiras. As fendas existentes deveriam ser previamente tapadas e as camadas anteriores de tinta raspadas. Estas normas simples e do

[21] Livro de notas nº 927-B-fls.1, Cartório do notário da comarca do Porto, Typografia Mendonça de Laura Couto & Pinho, Porto, 1921, p. 12.

senso comum eram seguidas - embora nem sempre na íntegra - pelas executantes das caiações caseiras e pelos profissionais da construção civil.

Nas caiações feitas a título individual, a preparação da parede incluía, normalmente, uma limpeza de poeiras superficiais e uma demão de cal branca por toda a superfície. Após a secagem desta camada, a terra corada recolhida podia ser simplesmente misturada com água ou água de cal e, de seguida, estendida na superfície (Fig. 5.22 e método 1 e 3, Fig. 5.23). Esta parece ter sido a prática mais comum embora, o recurso a peneiros artesanais (para cereais ou para farinhas) e a filtros improvisados (eg. da meia de vidro, método 2 da Fig. 5.23) também tenham sido registados como processos adicionais de purificação da matéria-prima, ainda no estado seco ou já dispersa em água.

A única referência à moagem das terras foi encontrada num trabalho académico sobre caiações tradicionais em Moura (Mira, 1999).

A quantidade de terra corada empregue era variável dependendo, unicamente, do gosto da executante (Fig. 5.22 e 23). O mesmo sucedia com a água adicionada. No geral, o meio-termo entre uma tinta "grossa" e uma "rala" (liquida) era o preferido.



Fig. 5.22: Exemplo de duas caiações com consistências opostas, realizadas com a mesma terra corada, preparadas e aplicadas pela mesma executante (D. Gisela Guerreiro, Monte Poço Barbas nas redondezas da Mina de S. Domingos) (M.Gil 2008).

O conhecimento das características do material e a prática ditavam se era, ou não, necessário adicionar cal, para aumentar o poder de adesão da pintura à superfície da parede. Este procedimento, opcional com as terras locais, era quase sempre obrigatório quando se utilizava pigmentos de origem industrial, em particular, com os óxidos de ferro sintéticos talvez por serem desprovidos da fracção argilosa. A adição aos pigmentos de cal, em pasta ou em emulsão (leite de cal), podia

também, simplesmente, assumir uma função estética na medida que clareava a tonalidade da tinta.

A cal era adquirida em pedra (cal viva) aos caleiros que percorriam a região e apagada, ou "derregada", em casa, nos dias que antecediam as caiações ou ainda com mais antecedência. Previamente ao acto de pintar, podiam ser feitas algumas experiências em paredes adjacentes para acertos de cor (Mira, 1999). No geral, a tinta era estendida na superfície com movimentos aleatórios, tendo-se somente o cuidado de delimitar primeiro os contornos da área a pintar.



Fig. 5.23: Caiações caseiras: técnicas de preparação das tintas de cal e sua aplicação (M.Gil 2007)

A pintura a cal nas fachadas restringia-se, normalmente, aos rodapés enquanto que, no interior da habitação, se realizava na metade superior das paredes, em particular, nas cozinhas para mascarar o fumo da lareira. Os utensílios utilizados para o efeito eram os pincéis de palma ou esfuminhos feitos artesanalmente (Mira, 1999), a brochas ou pincéis de nylon de fabrico industrial. As pinturas eram, normalmente, executadas numa ou em duas demãos, isto

é, em duas camadas separadas por um período de secagem. A segunda camada tinha, normalmente, como objectivo uniformizar a aparência visual da primeira. Esta ao ser dada com uma tinta geralmente mais diluída resultava heterogénea e com graus diferenciados de transparência, que nem sempre eram apreciados. O humedecer prévio da parede com água ou água de cal antes da caiação e entre as demãos não era aparentemente comum. Também não foi regra geral a aplicação das diferentes camadas de forma cruzada ou alternada.

Junto aos fornos e lareiras, a camada cromática podia atingir espessuras superiores, devido às sucessivas sobreposições (Fig. 5.22). A tonalidade dos pavimentos em terra batida, de muitas casas rurais, era igualmente obtida com uma ou várias aguadas feitas com terra vermelha.

A operação de pintar era repetida conforme o desejo e necessidade da -mais raramente do- executante. Algumas pessoas eram de tal forma exímias no seu mester que alcançavam notoriedade entre a vizinhança. As caiações eram feitas da parte da manhã ou final da tarde, altura do dia em que estava mais fresco e as paredes menos "quentes". Deste modo, segundo a sabedoria popular, evitava-se o destacamento, ou o "descamar", da camada de pintura. A primavera e o final do verão eram, e continuam a ser, as estações de eleição para as caiações tradicionais pois asseguram uma secagem gradual das tintas a cal.

Actualmente, são raras as pessoas que continuam a utilizar terras coradas locais nas suas caiações. A população que ainda pratica este tipo de pintura recorre, normalmente, aos pigmentos de origem industrial, apesar de, por vezes, se queixarem das suas qualidades e durabilidade.

5.2.2.2. Caiações feitas por profissionais contratados

Um dos factores que distingue, logo à partida, as caiações caseiras das executadas pelos profissionais é a escala das superfícies a pintar, que exigia um controlo adicional na preparação da tinta, devido à maior quantidade a elaborar (podia atingir os 100 L), e perícia na sua aplicação. Os edifícios eram, normalmente, de médio a grande porte e com mais de um piso, o que implicava uma logística e formação diferenciadas. As pinturas, como visto no ponto 4.1 e no 5.1, podiam restringir-se aos elementos decorativos arquitectónicos (rodapés, molduras de portas e janelas, cunhais, etc.) ou podiam estender-se por todo o pano de fachada.

É de salientar que esta operação nem sempre foi executada por pintores ou caiadores de formação, como é o caso do Sr. Fernando Severino (58 anos, Gavião) que, apesar de ser pedreiro, foi, durante 20 anos, o responsável pela caiação anual dos alçados exteriores do

antigo Convento de S. Bernardo, na cidade de Portalegre - actual sede da Escola Prática da Guarda Nacional Republicana.

Ás tintas de cal, preparadas com pigmentos de origem industrial, eram acrescentados frequentemente aditivos orgânicos (naturais e sintéticos) a quente ou a frio. Para tal, eram seguidos receituários transmitidos, oralmente, por pintores mais antigos ou o procedimento era simplesmente ditado pela experiência de vários anos de profissão. Tal como nas caiações feitas a título individual, o conhecimento empírico do comportamento dos materiais e das técnicas pictóricas parece ter sido determinante nas opções a tomar. Das dificuldades nasciam, não raro, as soluções que acabavam por constituir os segredos da profissão. Cite-se, por exemplo, a dissolução prévia do pigmento "pó de sapato" num pouco de cal apagada em pasta. Esta era a forma mais eficaz de trabalhar com um pigmento que, de acordo com o antigo caiador José Serra (septuagenário, vila de Sousel), era "custoso de se desfazer em água".

A junção de adjuvantes orgânicos, tais como o grude, e, mais recentemente, as emulsões vinílicas, tinha como objectivo aumentar a capacidade de fixação da camada de tinta ao substrato e assim evitar o seu escorrimento durante as estações de chuva (Fig. 5.24). O sebo (de borrego ou de *Holanda*), por vezes, também utilizado com pigmentos, tinha outra função - a de isolamento contra as humidades. As proporções exactas de utilização destes produtos são desconhecidas pois a sua adição era feita, a olho, não havendo preocupações de registo. No caso do sebo, aproveitava-se o momento da extinção da cal para a sua diluição, de modo a garantir uma mistura homogénea com o hidróxido de cálcio.



Fig. 5.24: Exemplos de escorrimento de pinturas a cal na cidade de Portalegre e na vila de Nisa. Estes dois casos demonstram o quanto é importante o conhecimento por parte do pintor das características e especificidades dos materiais a empregar, do seu modo de preparação e de aplicação na parede (M.Gil 2006).

Das cinco entrevistas efectuadas a antigos pintores da construção civil, com idades compreendidas entre os 58-88 anos, residentes em Sousel, Évora, Estremoz, Gavião e Castelo de Vide, foi possível apurar alguns dos métodos de preparação das tintas de cal e seus dos modos de aplicação.

A cal viva era adquirida no início do trabalho e apagada em estaleiro, por vezes, só com dois ou três dias de antecedência, e, de seguida, passada por um crivo de modo a obter-se uma nata fina sem grumos. Era esta, a cal utilizada para caiar e para fazer "barradas e coisas finas" (Francisco Borba, 71 anos, Castelo de Vide). É de mencionar que nas caiações caseiras também havia a preocupação de peneirar a cal em pasta, utilizando-se, para o efeito, os vulgares peneiros para cereais de uso doméstico.

Três dos pintores referem-se à dispersão prévia dos pigmentos em e água fria, sendo as suspensões resultantes adicionadas à cal apagada em pasta ou a um leite de cal, enquanto, dois outros, mencionam a sua adição a seco. Só em caiações aditivadas com grude, registou-se a adição dos pigmentos, a quente, durante o processo de extinção da cal (Sr. Virgulino Bandeira, 88 anos, Estremoz) (Fig. 5.25).

A mistura de todos os componentes era conseguida, normalmente, por meio de força de braços, com o auxílio de paus de madeira. A tinta era feita em quantidade suficiente para toda a obra. Para o efeito, utilizavam-se, frequentemente, bidões ou vasilhas de 20 L. As pinturas eram executadas com pinceladas rápidas e amplas por causa da secagem rápida da tinta mesmo quando aplicada de madrugada.

As concentrações de pigmentos utilizados variavam consoante o gosto do pintor ou do cliente, não havendo registos das percentagens utilizadas. A mesma situação foi sentida com os traços de leite de cal. Só o Sr. Fernando Severino, pelo facto de caiar o mesmo edifício, anualmente, seguia uma receita-base para evitar variações significativas na cor. Esta consistia em 40 L de água, 40 Kg de cal apagada em pasta, 10 Kg de óxido de ferro amarelo sintético (~25% em relação ao peso da cal em pasta) e 10 Kg de emulsão vinílica – uma vulgar cola branca de madeira (Fig. 5.24). Para apurar mais dados técnicos, foi pedido a dois pintores que fizessem duas reproduções de caiações tradicionais (Fig. 5.25). Nos dois ensaios, verificou-se a preferência pela utilização de tintas consideradas normais, ou seja, com traços volumétricos de cal : água inferiores a 1:4. Por outro lado, as concentrações de óxidos de ferro sintéticos rondam ou ultrapassam os limites de saturação, de 15 %, referidos para este tipo de tintas no ponto 2.2.1.2. Estas observações corroboram as conclusões da análise estratigráfica das amostras recolhidas em edifícios localizados nos centros históricos (Cfr. ponto 5.1) e reforçam a noção de que, quando se queria uma tinta de cor mais saturada e escura, a

tendência geral parece ter sido a de aumentar a concentração de pigmento, em vez, da utilização de leites de cal mais diluídos, nos quais era possível dispersar uma maior quantidade de pigmento e, simultaneamente, reduzir a quantidade de hidróxido de cálcio presente.

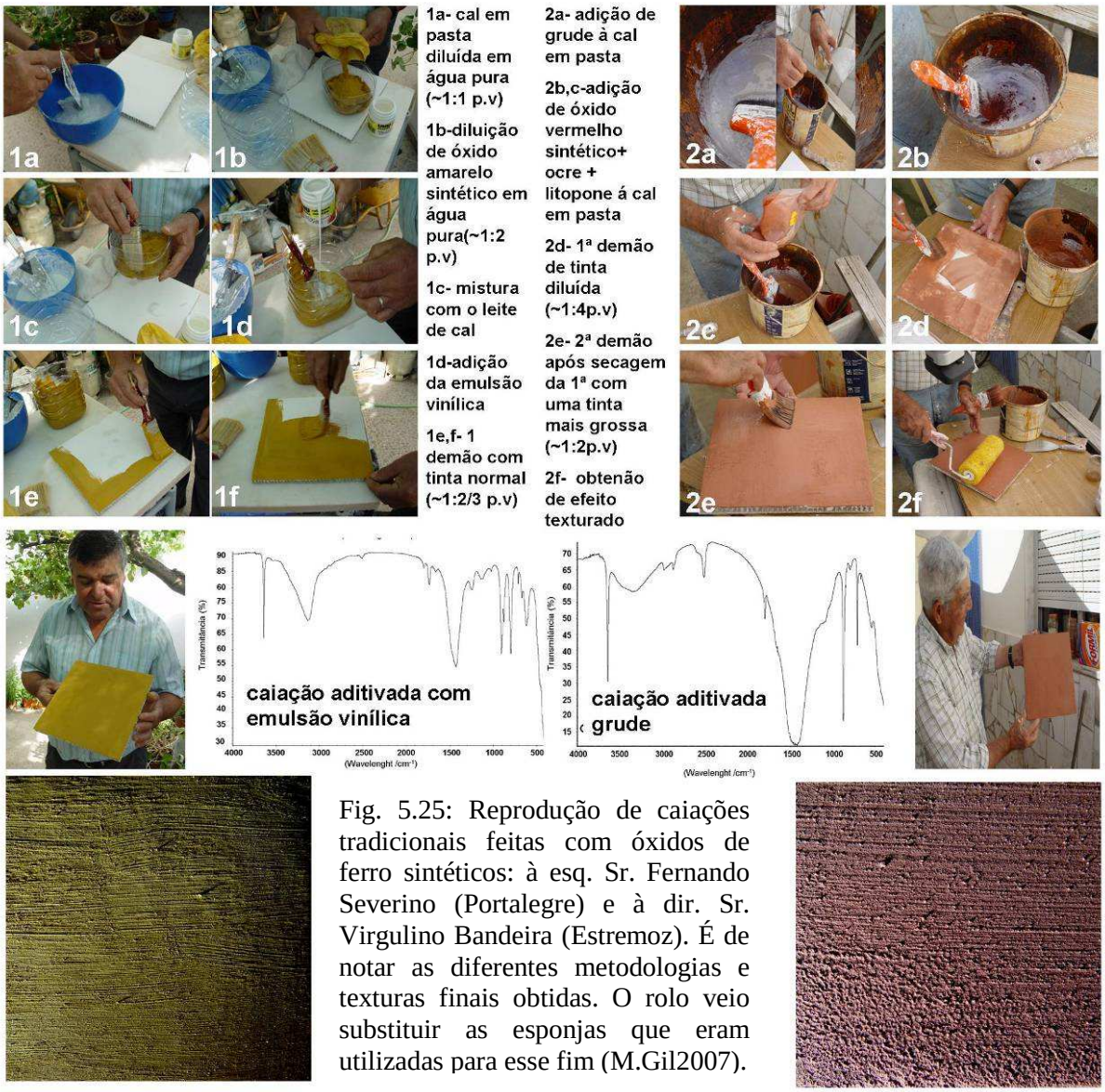


Fig. 5.25: Reprodução de caiações tradicionais feitas com óxidos de ferro sintéticos: à esq. Sr. Fernando Severino (Portalegre) e à dir. Sr. Virgulino Bandeira (Estremoz). É de notar as diferentes metodologias e texturas finais obtidas. O rolo veio substituir as esponjas que eram utilizadas para esse fim (M.Gil2007).

Os pintores e caiadores também estendiam as tintas em uma ou duas demãos. Neste ultimo caso, e como recomendado na bibliografia técnica dos finais do século XIX e inícios do século XX (Segurado, 1923; Correia, 1931), a tinta de cal com maior grau de diluição era estendida em primeiro (Fig. 5.25). Os guarnecimentos e rebocos tradicionais podem apresentar uma porosidade bastante variável ao longo das paredes. Por isso, as tintas mais diluídas, ao penetrar em maior profundidade no substrato poroso, pareciam evitar ou, pelo

menos, atenuar uma absorção excessiva e desigual da segunda demão, no geral mais espessa. Conforme esperado, respeitava-se sempre um período de secagem entre as duas camadas. O mesmo não sucedia com a colocação da tinta em movimentos alternados e cruzados.

Litopone - uma mistura de sulfureto de zinco e sulfato de bário – foi adicionado num dos painéis de pintura da Fig. 5.25 para aumentar a opacidade da tinta. Este material não era, contudo, vulgar nas técnicas a cal mas nas de óleo, de que o mestre Virgulino Bandeira era especialista. Tal como o *litopone*, também não se tem conhecimento em Portugal da adição de outros pigmentos opacos[22] – e.g. óxido de zinco, carbonato básico de chumbo e dióxido de titânio - às tintas tradicionais de cal. Estes faziam parte da constituição das tintas a óleo, preparadas manualmente e continuam a constar na composição das tintas industriais (Segurado, 1923; Correia, 1931; Scarzella & Natale, 1989).



Fig. 5.26: Dois exemplos de sobreposição de tintas de cal de cor igual (Convento de S. Bernardo) e diferente (edifício privado) (M.Gil 2008).

Das tarefas preliminares às caiações, ressalta-se a lavagem com água ou a simples limpeza prévia a seco das sujidades depositadas nas superfícies. Como observado na análise estratigráfica do ponto 5.1, a pintura sobre duas a três demãos de caiação branca era, aparentemente, uma prática geral como base de pintura. As pinturas anteriores podiam ser completamente raspadas ou então, só as zonas mais degradadas, o que justifica as sobreposições de camadas cromáticas detectadas nos rodapés, molduras de portas e janelas e cunhais das edificações e a

[22] Cfr. *Manual de Pintura Robbialac, os materiais de pintura*. Vol. I, Lisboa, 1958, pp. 16-18.

espessura por vezes alcançada (Fig. 5.26).

Os utensílios utilizados para aplicação da tinta de cal foram vários, ao longo dos anos, sendo de citar as brochas, feitas localmente, com fibras vegetais; os “pincéis de cabelo" produzidos, para os “trabalhos mais perfeitos”, pelos próprios pintores com a crina de cavalos (Mestre Mané, 77 anos, Évora); as trinchas e pincéis de fabrico industrial (de cerdas de animais e mais recentemente de nylon) e, por último, esponjas. Com estas últimas, o Mestre Virgulino Bandeira (88 anos, Estremoz) fez, há mais de 70 anos, uma caiação rosa, em todo o pano de fachada, de um edifício na cidade de Estremoz que, ainda hoje, é visível através das lacunas da pintura actual.

O pincel foi utilizado para delinear os recantos da superfície e para aplicar a primeira camada de tinta mais diluída. A esponja, impregnada com tinta mais espessa, aditivada com grude, foi utilizada na segunda demão. Este foi um método expedito para alcançar uma determinada textura mas também, e devido à presença do grude, a forma que o pintor encontrou de preservar os pincéis de trabalho.

Ainda em relação a técnicas de aplicação, embora nenhum dos cinco entrevistados tenha referido a aplicação da tinta a fresco ou a *mezzo-fresco,* existem vestígios destas duas técnicas em edifícios antigos localizados em alguns núcleos históricos alentejanos. No ponto 5.1. podem ser observados alguns dos cortes estratigráficos que corroboram estas hipóteses.

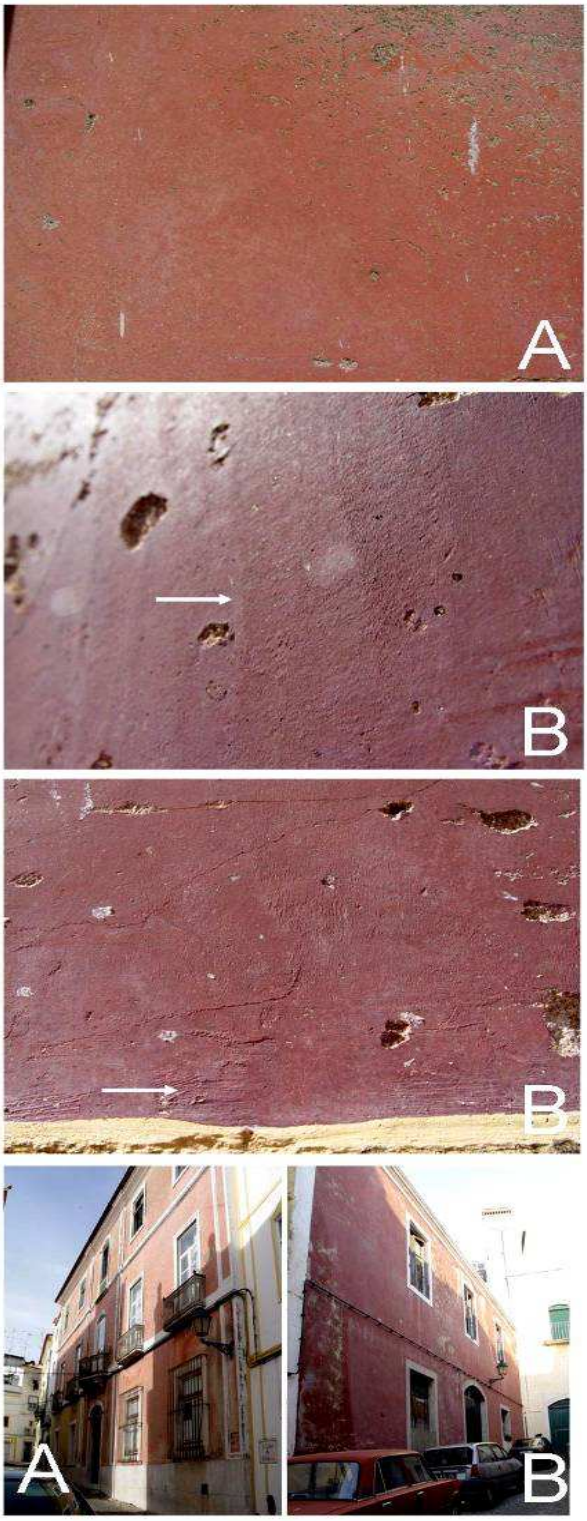


Fig. 5.27: Dois exemplos da aplicação da cor a *fresco ou a mezzo-fresco*. Nos dois pormenores da fachada B são perceptíveis marcas características dos movimentos da talocha (em cima) e sulcos deixados, aparentemente, por colheres de pedreiro (em baixo).

A técnica do fresco foi sobretudo utilizada em fingidos de mármores presentes, entre outras, na cidade de Almodôvar, Odemira, Castro Verde e em Elvas (Cfr. ponto 4.1). Na cidade de Elvas existem também exemplos de revestimentos monocromáticos, a revestirem a totalidade do pano de fachada, que com mais de 70 anos, aparentam ter sido aplicados com a argamassa subjacente ainda em fase de carbonatação[23]. A superfície foi de seguida alisada com uma talocha ou colher de pedreiro (Fig. 5.27). Os sulcos deixados por este tipo de instrumentos são facilmente perceptíveis com luz rasante, numa superfície que não apresenta aparentemente marcas de pinceladas. Estes revestimentos revelam o grau de sofisticação atingido por este tipo de pintura, do conhecimento técnico dos seus executantes (Fig. 5.27).

Apesar das diferenças significativas entre as prestações cromáticas da cultura das terras locais e os pigmentos industriais - em particular os óxidos de ferro sintéticos - o cromatismo resultante, encontrava-se unido por uma identidade comum, que era conferida pelo mesmo ligante e pelas tonalidades mate. As caiações, para além da compatibilidade com os materiais de construção antigos, demonstravam capacidades de envelhecimento semelhantes adquirindo uma transparência crescente com a lavagem progressiva pelas águas das chuvas. O transparecer gradual de tons anteriores (quando existentes) acabava por proporcionar uma pátina e uma riqueza cromática que nenhuma tinta actual consegue simular (Aguiar, 2005). Por último, a observação e análise de vários dos testemunhos, ainda existentes, nos edifícios localizados nos centros históricos, revelam as potencialidades e a durabilidade de pinturas exteriores feitas com cal e das técnicas a fresco e a *mezzo-fresco* em regiões com baixos níveis de poluição[24].

[23] Destas superfícies foram recolhidas as amostras E8 e E9 analisadas no ponto 5.1. Os cortes estratigráficos podem ser visualizados na figura 5.12 e 5.13.

[24] Cfr. Índices de poluição dos vários concelhos do Alentejo em http://qualar.org (acesso em 12/12/08).

5.3. Os ocres amarelos e vermelhos do sul de Portugal: 1ª caracterização por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios X

M.Gil[1,2], M.L. Carvalho[2], A.I. Seruya[1], A. E. Candeias[3] , J. Mirão[4], I. Queralt[5]

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.
[2] Centro de Física Atómica, Universidade de Lisboa, Av. Professor Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa, Portugal
[4] Dep. Geociências, Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal
[5] Dep. Química, Centro de Química de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal
[6] Laboratório de Aplicações Analíticas de raios-X, Instituto Ciências da Terra "Jaume Almera", CSIC, Sol's Sabari's *s/n 08028* Barcelona, Espanha

Publicado

*Physics Research A***,** (580) (2007) 728-731

Com o título

Yellow and red ochre pigments from southern Portugal: Elemental composition and characterization by WDXRF and XRD

Resumo

Três fontes geológicas de ocres vermelhos e amarelos na região do Alentejo – *terras rossas* (produtos de meteorização de rochas carbonatadas), xistos e produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro - foram estudados por análise elementar e de fases (WD-XRF e DRX), complementada com os parâmetros de cor de solos da escala de Munsell e com as coordenadas CIE L*a*b*.

Os objectivos principais consistiram em realçar as características elementares e mineralógicas dos vários tipos de terras utilizadas nas caiações tradicionais.

Os resultados demonstram que o teor em ferro, nas amostras, é seis vezes mais abundante que o seu teor médio na crosta terrestre. Em relação à origem geológica, as *terras rossas* são caracterizadas por conteúdos superiores em cálcio. Nos ocres com origem em xistos, os minerais maioritários são filossilicatos e, como tal, são enriquecidos em potássio e rubídio. Para além do ferro, os pigmentos provenientes da alteração de mineralizações ricas em ferro são ricos em metais como o chumbo, o arsénio, o cobre e o zinco, os quais se podem usar como assinaturas geoquímicas.

5.3.1. Introdução

Portugal é, geologicamente, rico em terras vermelhas e amarelas, conhecidas também simplesmente como ocres (cf. capítulo 3). Estes materiais foram, extensivamente, empregues no passado pelas populações locais nas caiações a cores (ou pinturas a cal) dos alçados interiores e exteriores das habitações e, provavelmente também, ao longo dos séculos, por artistas em pinturas murais decorativas.

Desde a Pré-história, o emprego extensivo de terras coradas, como pigmentos, deve-se não só à sua abundância natural, fácil extracção e preparação, ou aquisição a baixo custo, mas igualmente à sua capacidade colorante (ou pigmentante) e estabilidade, quando sujeitas a condições atmosféricas variadas e à luz solar (Genestar &Pons, 2005). O estudo, deste tipo de materiais, é uma tarefa interdisciplinar que tem como objectivo a coordenação das acções a tomar em Conservação e Restauro, permitindo, simultaneamente, o conhecimento técnico e histórico das sociedades antigas que os empregaram.

Com as terras coradas, pode se obter uma variedade de cores, que vão do amarelo oliváceo até ao vermelho escuro, devido a diferenças no tipo de minerais e suas proporções (Hadril e al, 2003). Por conseguinte, a gama de vermelho e amarelos mais usada no Alentejo possui variações que podem ser explicadas pela composição química ou mineralógica.

É, em geral, aceite que os óxidos de ferro são as fases responsáveis pelas cores ocre. Entre eles, a hematite (Fe_2O_3) e a goetite (FeO(OH)) configuram o ferro como o principal cromóforo responsável, respectivamente, pelos vermelhos e amarelos (Hadril e al, 2003). Estes minerais podem ser gerados em ambientes geológicos diferenciados. Com este estudo pretende-se determinar, neste conjunto de amostras, uma série de características que permitam estabelecer uma relação entre a sua composição e a sua génese.

5.3.2. Condições experimentais

5.3.2.1. Amostragem

As vinte e nove amostras de ocres foram recolhidas para este estudo em diferentes depósitos existentes na região do Alentejo, nomeadamente: Estremoz (E), Odemira (O), Moura (Mo), Barrancos (B), Serpa (Se), Alandroal (A), Portel (P), Mértola (M), Sousel (S), Fronteira (F), Redondo (R), Grândola (G) e Viana do Alentejo (V) (Quadro 5.6)

A amostragem provém de três fontes geológicas distintas, tendo sido seleccionada com base em: observações *in loco* de terras coradas com diferentes tonalidades - Obs), em fontes históricas mencionadas no capítulo 3 (RB) e em tradições locais (TO), relatadas no ponto 5.2.

As fontes geológicas identificadas, com auxílio das Cartas de solo do Ministério da Agricultura e Pesca, são respectivamente[25]: (i) *terras rossas* (produtos da meteorização de rochas carbonatadas) (G.1), (ii) xistos (G.2) e (iii) produtos da alteração de mineralizações ricas em ferro (Quadro 5.6).

Os materiais recolhidos, próximo da superfície (até cerca de 1,5 metros de profundidade), são heterogéneos e podem conter contribuições de diferentes origens. As amostras foram peneiradas de modo a obter-se uma fracção mais fina (<125μm) para a análise por difractometria de raios-X (DRX), por espectrometria de fluorescência de raios-X (WD-XRF) e por colorimetria. Para a análise colorimétrica, as amostras foram secas até atingirem massa constante e acondicionadas em ambiente livre de humidade[26]. A temperatura de secagem foi de 35ºC para permitir a desidratação das terras sem alterar a estrutura química dos minerais de argila presentes.

Quadro 5.6: Identificação das amostras (Ref.), critério de selecção (C.S), tipo de solo (G) e cor segundo a escala de cor de solos Munsell 1992.

Ref.	C.S	G.	Cor	Ref.	C.S	G.	Cor
A	Obs1	1	Vermelho escuro - vermelho (nuance intermédia)	F2b	Obs	2	Vermelho amarelado-Amarelo avermelhado (nuace intermédia)
E	Obs2	1	Pardo avermelhado escuro	O2	Obs	2	Amarelo
S2	TO	1	Vermelho escuro - vermelho (nuance intermédia)	E1	RB/Obs1	2	Amarelo pardacento
V1	TO	1	Vermelho amarelado -Pardo avermelhado escuro (nuance intermédia)	E3	RB/Obs1	3	Vermelho
Mo2	TO	2	Pardo forte- Castanho (nuance intermédia)	E5	RB/Obs1	3	Vermelho
Mo4	TO	2	Pardo forte	E8	RB/Obs1	3	Amarelo avermelhado-pardo forte (nuance intermédia)
Mo5	TO	2	Vermelho amarelado	E9	RB/Obs1	3	Amarelo oliváceo
B1	TO/RB	2	Vermelho amarelado	A1	RB/Obs1	3	Pardo avermelhado escuro
B2	OT/RB	2	Amarelo avermelhado	A2	RB/Obs1	3	Vermelho amarelado- Pardo avermelhado (nuance intermédia)
B3	TO/RB	2	Amarelo-Amarelo pardacento (nuace intermédia)	M4	Obs	3	Amarelo oliváceo
Se2	TO/Obs1	2	Amarelo avermelhado	M8	Obs	3	Vermelho
Se3	TO/Obs1	2	Amarelo avermelhado	P1	RB	3	Vermelho amarelado
R5	Obs1	2	vermelho	P2	RB	3	Vermelho
R7	Obs1	2	Amarelo avermelhado	G1	Obs	3	Vermelho
R10	Obs1	2	Amarelo avermelhado				

[25] A tabela com a classificação dos tipos de solos, extraídos na região do Alentejo, pode ser visualizada no anexo V.

[26] Ver valores das pesagens efectuadas durante a secagem no anexo V.

5.3.2.2. Técnicas de análise

A composição quantitativa elementar das amostras foi obtida por fluorescência de raios-X por dispersão em comprimento de onda (WD-XRF) com um espectrómetro comercial *Bruker S4 Explorer* (Bruker AXS Inc, Madison, USA).

As amostras foram preparadas sem qualquer tratamento químico prévio. O pó de cada amostra foi misturado com um agente ligante (Elvacite R, methyl-methacrylate, 8 wt.%) previamente testado, do ponto de vista da composição elementar, de modo a obter uma pastilha de 40 mm de diâmetro. As pastilhas foram colocadas numa prensa à pressão de 20 Ton/cm^2. Com WD-XRF, as análises efectuaram-se em câmara de vácuo, o que possibilitou a detecção dos elementos de baixo número atómico (inferior a 18) que entram, normalmente, na composição deste tipo de material. As condições de aquisição foram a 20kV e a 50 mA para os elementos leves (Na, Mg, Al, P e S) e de 50kV e 20 mA para os restantes elementos. Os cálculos quantitativos foram feitos pelo método dos parâmetros fundamentais, que se baseia na secção eficaz de ionização, das probabilidades de transição e dos rendimentos de fluorescência de cada elemento. Estes dados constam de uma base de dados incorporada no software utilizado. A precisão dos resultados foi verificada utilizando 20 materiais padrões geológicos do Grupo Internacional de Geoquímica (GIT-IWG). Os resultados das análises são dados em percentagem em massa (m.%).

A composição mineralógica dos pigmentos terra foi determinada por difracção de raios-X (DRX), com um difractómetro comercial *Bruker AXS-D8 Advance* (Bruker AXS Inc, Madison, USA), utilizando radiação Cu Kα, produzida com uma ampola de raios-X e nas seguintes condições de ensaio: varrimento entre 2-70º 2θ; velocidade de varrimento de 0,02º 2θ/s; tensão e corrente de filamento, 30kV e 40mA, respectivamente. A identificação das fases cristalinas realizou-se com o software EVA, e a sua análise com o programa *PowderCell* (Krauss & Nolze, 1988). A análise semi-quantitativa de cada amostra foi determinada, por sucessivas iterações, de acordo com o método LeBail (LeBail, 1988).

A caracterização e comparação das cores das amostras foram realizadas com os padrões de cor *Munsell* (Color Soil Chart 1992) e com a coordenada + a*, correspondente à componente vermelha do espaço cromático CIE L*a*b*. Esta obteve-se com um espectrofotómetro *DataColor Mercury 3000* (Datacolor, New Jersey, USA), equipado com esfera de integração (Ø51mm/2in), iluminação difusa 8º de acordo com publicação CIE No.15.2 Colorimetria, SCI, área medida: 2,5 mm, iluminante e observador padrão CIE:D65/10ºC. As tomadas foram

feitas em superfícies planas[27], em áreas de aproximadamente de 1 cm^2. Os valores apresentados resultam da média de três medições.

O Sistema de Cores de Munsell, de origem americana, é um dos mais conhecidos e o, geralmente, mais adoptado para avaliação das cores de solos (Pinto, 1980). Neste sistema perceptivo, cada cor é definida por três parâmetros: matiz (ou tonalidade), valor (ou luminosidade) e croma (ou saturação). As cores, apresentadas no Quadro 5.6, são as correspondentes às variações encontradas nos três parâmetros por comparação com as dos padrões de cor[28] presentes na publicação Munsell Soil Color Charts, editada em folhas soltas, e desenvolvida pela Munsell Color Company, Inc., em colaboração com o United States Soil Conservation Service.

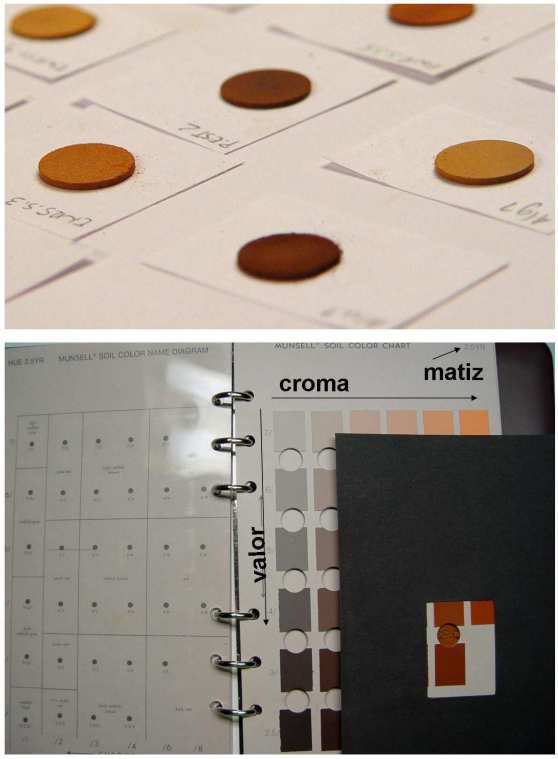


Fig. 5.28: Caracterização da cor: aspecto das pastilhas feitas com os ocres recolhidos para as tomadas de colorimetria (em cima) e sua comparação visual com a escala de solos Munsell 1992 (em baixo). Cada folha corresponde a um determinado matiz, que aparece no canto superior direito.

Como exemplifica a Fig. 5.28, em cada folha, as amostras padrão estão dispostas em linhas e colunas, separadas por orifícios circulares, nos quais se colocam as amostras a analisar. Cada folha corresponde a um matiz específico. As linhas representam a escala crescente de valores de croma e as colunas, a de valor. A anotação da cor, correspondente às variações possíveis entre destes dois parâmetros (croma e valor), encontra-se na página adjacente (Fig. 5.28). Como a determinação da cor depende da percepção visual de cada indivíduo e das condições de iluminação, para minimizar o grau de subjectividade que este método comporta, a visualização foi realizada numa sala escura iluminada com uma lâmpada de 5500 K (luz solar). As anotações foram confirmadas por dois observadores.

[27] Para se poder proceder a comparações de cor nas 29 amostras, foram realizadas pastilhas com espessuras e superfícies lisas similares. O procedimento de preparação das pastilhas é explicado no ponto 5.4

[28] As anotações dos valores do matiz, do valor e do croma encontram-se também no ponto seguinte.

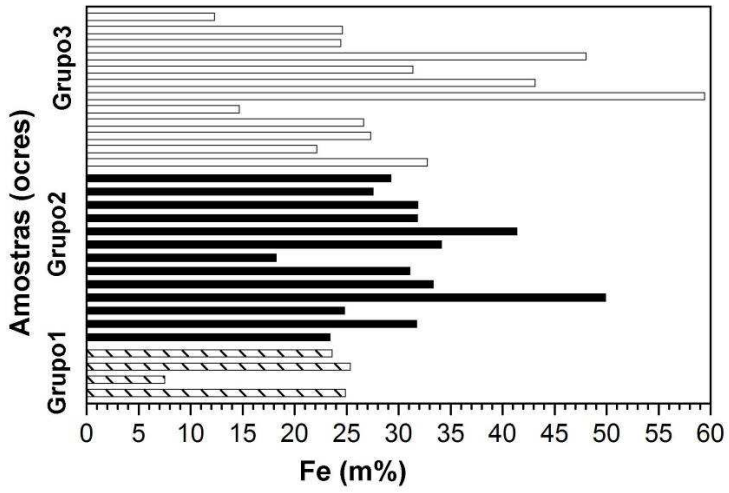


Fig. 5.29: Teores em ferro nos ocres amarelos e vermelhos

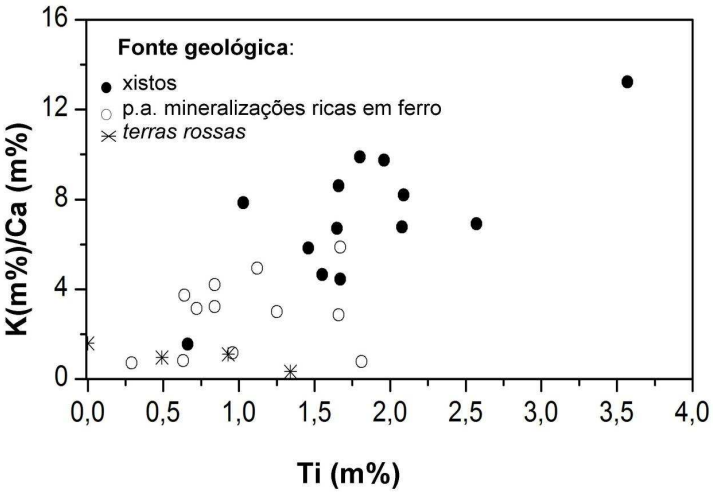


Fig. 5.30: Relação K (m%) / Ca (m%) versus Ti (m%).

5.3.3. Resultados

Como esperado, a concentração em ferro (o catião cromóforo) é, em todas as amostras, consideravelmente, elevada e ultrapassa 6 vezes os valores médios da crosta terrestre (~4.5% segundo Mason & Moore, 1982) (Fig. 5.29). Dentro do mesmo grupo, o conteúdo deste elemento é bastante variável, o que parece indicar que a concentração em ferro pode não ser o único factor que determina as propriedades colorantes dos pigmentos. As diferenças no conteúdo em ferro entre das três origens não são significativas[29] (Fig. 5.29).

O cálcio e o potássio são elementos comuns nos ambientes geológicos superficiais. Contudo, consoante o tipo de fonte, o seu comportamento é distinto. Em rochas carbonatadas, espera-se um teor mais elevado em cálcio, enquanto o potássio é um importante elemento dos filossilicatos, de que são exemplo as micas e os minerais argilosos illite ou esmectite. Todos estes são minerais essenciais na composição de xistos ou nos produtos da sua alteração. Por outro lado, o titânio é um elemento associado à componente detrítica dos sedimentos, sendo a sua presença mais ou menos pronunciada em cada ocre. O traçado da relação K/Ca versus Ti permite assim a visualização da composição geral dos ocres recolhidos e as suas tendências conforme o tipo de origem geológica (Fig. 5.30).

[29] As tabelas com os resultados de WD-XRF (m.%) e DRX encontram-se no Anexo V.

As *terras rossas* são enriquecidas em cálcio, pelo facto do carbonato de cálcio ser um dos componentes fundamentais da rocha-mãe (carbonatos). A variabilidade da concentração do titânio é justificada pelas diferentes contribuições detríticas. Os ocres derivados de xistos mostram uma relação superior em K/Ca e valores elevados em titânio como marca identificadora da componente detrítica. Pelo contrário, a composição dos produtos de alteração das mineralizações ricas em ferro é pobre em minerais de titânio, potássio e cálcio. A sua presença na composição elementar deste tipo de ocres é função da contribuição terrosa dos solos circundantes (Fig. 5.30). De modo a estreitar a relação entre origem e composição do ocre, vários elementos menores foram igualmente analisados. O grupo Cu+Zn+As+Pb é composto por elementos calcófilos, ou seja, elementos que ocorrem normalmente associados a sulfuretos (Fig. 5.31). Os ocres provenientes deste tipo de minérios são enriquecidos nestes elementos quando comparados com os restantes e, como tal, podem servir para a sua identificação. Contudo, é de referir que existem ocres que podem resultar da alteração de minérios que possuem somente óxidos de ferro na sua composição não sendo, neste caso, detectados por esta via.

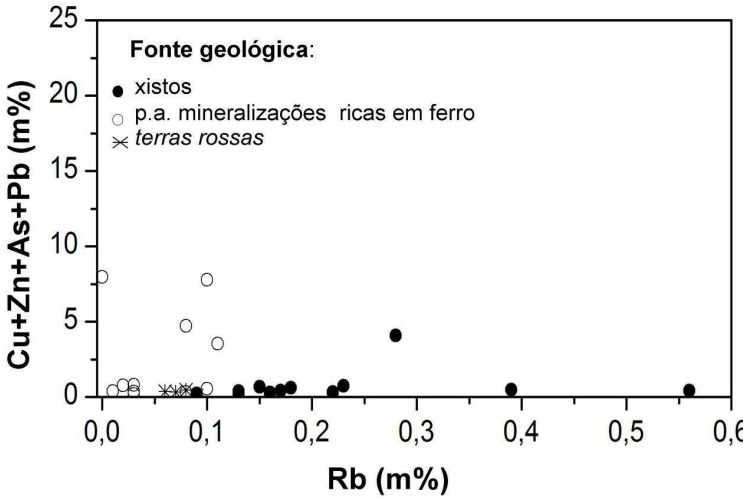


Fig. 5.31: Soma de Cu, Zn, As e Pb em função do teor em rubídio.

O rubídio, por sua vez, substitui o potássio nas argilas e nas micas dos xistos. Consequentemente, os ocres com origem neste tipo de rochas demonstram um enriquecimento neste elemento, que pode assim ser usado como assinatura geoquímica. Por último, as rochas

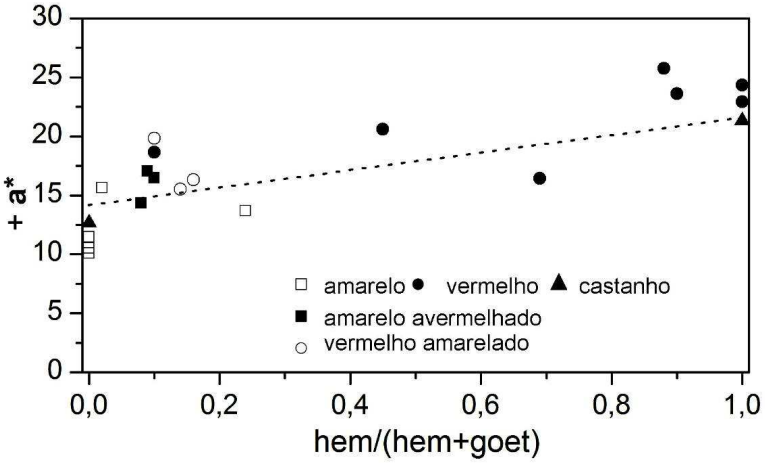


Fig. 5.32: Variação da coordenada +a* em função da proporção em massa entre hematite/(hematite+goetite)

carbonatadas são desprovidas de rubídio e elementos calcófilos, o que explica os seus baixos teores nas *terras rossas* (Fig. 5.32).

Em termos de cores e de acordo com a tendência geral, as *terras rossas* tendem a possuir teores superiores em hematite enquanto nos ocres originários de produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro e nos provenientes de xistos, a relação hematite/goetite é bastante variável (Fig. 5.32).

A cor destes materiais depende principalmente das interacções electrónicas entre o ferro e o oxigénio (Elias e al, 2006). Como esperado, os ocres amarelos, em cujos o ferro está presente maioritariamente na forma de goetite, possuem os valores mais baixos de a*. Por seu lado, os ocres vermelhos caracterizam-se por valores superiores de a*, estando o ferro, nestes casos, presente sobretudo como óxido de ferro (hematite). A Fig. 5.32 mostra também que os ocres amarelos estão, unicamente, presentes nos domínios da goetite enquanto os ocres vermelhos e alaranjados apresentam composições mais diversificadas nestes minerais cromóforos. Outro aspecto a ter em consideração, é a presença de minerais argilosos do grupo da esmectite em algumas das amostras. Quando estes estão presentes, os ocres tendem a adquirir tons acastanhados devido à sua contribuição cromófora. No entanto, este efeito é mais pronunciado quando a goetite é o mineral maioritário.

5.3.4. Conclusões

Os pigmentos ocres analisados são materiais complexos que podem conter contribuições de várias fontes geológicas. No entanto, é possível extrair alguns indicadores gerais que podem apontar para uma origem específica:

- As *terras rossas* têm a hematite como o principal cromóforo mineral, sendo a calcite vulgarmente identificada. A origem mineralógica pressupõe um enriquecimento em cálcio relativamente ao potássio. Contribuições terrosas variáveis originam teores em titânio igualmente diversificados;
- Os ocres, derivados da alteração de xistos, são enriquecidos em potássio, rubídio e titânio como consequência da importância dos filossilicatos nas rochas-mãe e da sua origem terrígenea. As suas cores diferentes podem explicar-se pela relativa abundância em hematite, goetite e minerais do grupo da esmectite (eg. montmorillonite).

Por último, os ocres, provenientes de produtos da meteorização de mineralizações ricas em ferro em função da contribuição terrosa do tipo de solos circundantes, mostram concentrações variáveis em potássio, rubídio e titânio. Porém, é de notar que os sulfuretos determinam um enriquecimento em elementos calcófilos.

5.4. Paleta dos pigmentos terra no Alentejo: análise da sua composição por LA-ICP-MS e caracterização da cor por colorimetria e espectrofotometria no visível

M.Gil[1,2], R.Green[3], M.L. Carvalho[2], A.I. Seruya[1], I. Queralt[4], A. E. Candeias[5] , J. Mirão[6]

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.
[2] Centro de Física Atómica, Universidade de Lisboa, Av. Professor Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa, Portugal
[3] Centre for Forensic Science, University os Western Austrália, M420 Stirling Hwy, Crawly, Perth 6009, Australia
[4] Laboratório de Aplicações Analíticas de raios-X, Instituto Ciências da Terra "Jaume Almera", CSIC, Sol's Sabari's *s/n 08028* Barcelona, Espanha
[5] Dep. Química Centro de Química de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal
[6] Dep. Geociências, Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal

Publicado

Applied Physics A **96** (4) (2007) 997-1008

(DOI 10.1007/s00339-009-5134-1)

Com o título

Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishment and characterizationby LA-ICP-MS and spectra-colorimetric analysis

Resumo

Trinta e uma amostras de terras coradas da região do Alentejo, oriundas de três fontes geológicas diferentes, foram extraídas e caracterizadas com dois objectivos. O primeiro, tentar correlacionar a proveniência com a composição dos pigmentos. O segundo, analisar a paleta cromática empregue pelas populações locais nas suas caiações tradicionais a cores (ou pinturas a cal), até cerca da segunda metade do século XX. Neste estudo, as técnicas de análise utilizadas foram a ablação com laser seguida de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS), a colorimetria e a espectrofotometria no visível (coordenadas CIEL*a*b* e curvas espectrais de reflectância). Complementarmente, recorreu-se à difractometria de raios-X (DRX), à espectrometria de fluorescência de raios-X (WD-XRF), à microscopia óptica (MO) e electrónica (MEV-EDX) e à análise granulométrica com laser. Os dados da composição elementar (maior, menor e vestigial) obtidos revelam um perfil geoquímico muito semelhante em toda a região do Alentejo. As amostras de depósitos ferríferos, derivados de antigas explorações mineiras de ferro, cobre e enxofre, são mais facilmente descriminadas pelos elementos calcófilos. Os resultados da colorimetria e as curvas espectrais de reflectância revelam uma gama alargada de cores, originadas pelo tipo e proporção dos cromóforos, independentemente, dos minerais acessórios presentes.

5.4.1. Introdução

Como referido no estudo anterior, os ocres e outros pigmentos terra, com variações de cor desde o amarelo oliváceo até ao vermelho escuro ou vermelho acastanhado, tiveram, desde muito cedo, um uso significativo no campo das artes visuais e na indústria da construção. Esta tendência manteve-se, em geral, até cerca do século XIX, altura a partir da qual foram gradualmente substituídos pelos óxidos de ferro sintéticos, conhecidos como "Mars colors" (Hadril e al, 2003). Desde então, estes pigmentos suplantaram muitos dos pigmentos terra naturais no fabrico de tintas e nas pinturas tradicionais da construção civil - pelo facto de serem considerados mais puros em cor e de maior qualidade (Scarzella & Natale, 1989; Eastaugh e al, 2004).

No Sul de Portugal, os pigmentos terra vermelhos e amarelos foram utilizados, extensivamente, pelas populações locais nas suas caiações caseiras para a decoração dos alçados exteriores das edificações. Nas zonas rurais, de baixo poder económico, os recursos naturais abundantes deram origem a uma identidade cromática local e desempenharam um papel importante na toponímia regional (e.g. de Almagreira perto da Vila do Alandroal, do Serro da Oca no concelho de Serpa ou a localidade Barro Branco no distrito de Évora) (Aguiar, 2005). No entanto, e apesar da riqueza em matérias-primas minerais utilizadas na produção deste tipo de pigmento (e.g. *terras rossas*, produtos da meteorização de mineralizações ricas em ferro e de xistos), não foram encontrados registos oficiais de explorações para este fim. Como sublinhado no capítulo 3, as duas pedreiras de ocre e almagre e as indústrias de fabrico de pigmentos terra estavam localizadas no centro e em regiões mais a norte do país.

A adopção progressiva pelas populações alentejanas dos pigmentos de origem industrial, disponíveis no comércio provocou, no espaço de 50 a 60 anos, uma mudança cultural com o declínio acentuado das tradições de cores locais. Acarretou ainda, em muitos casos, a perda da localização exacta dos recursos naturais utilizados.

Na continuação da análise anterior, os objectivos principais da presente pesquisa foram:

a) Tentar perceber se, era possível ou não, associar um determinado pigmento a uma jazida específica através da identificação dos elementos menores e vestigiais (Green & Watling, 2007);

b) Caracterizar a paleta das várias cores terra empregue na região do Alentejo com recurso à colorimetria e espectrofotometria no visível;

Outro objectivo é a obtenção de dados acerca dos recursos naturais existentes na região que possam ser úteis em futuros estudos de arqueometria e, potencialmente, utilizados em tratamentos de conservação e restauro de superfícies cromáticas murais.

5.4.2. Condições experimentais

5.4.2.1. Amostragem

As trinta e uma amostras de terras coradas analisadas neste estudo foram recolhidas de vários concelhos alentejanos, nomeadamente, em Estremoz (E), Vila Viçosa (VV), Fronteira (F), Sousel (S), Alandroal (A), Redondo (R), Viana do Alentejo (V), Grândola (G), Moura (Mo), Barrancos (B), Serpa (Se) e Mértola (M) (Fig. 5.33). Os locais de extracção, à excepção dos de Fronteira (F) e do Redondo (R), foram seleccionados a partir da documentação histórica, referida no capítulo 3, ou pelo testemunho directo das populações locais recolhido no ponto 5.2.

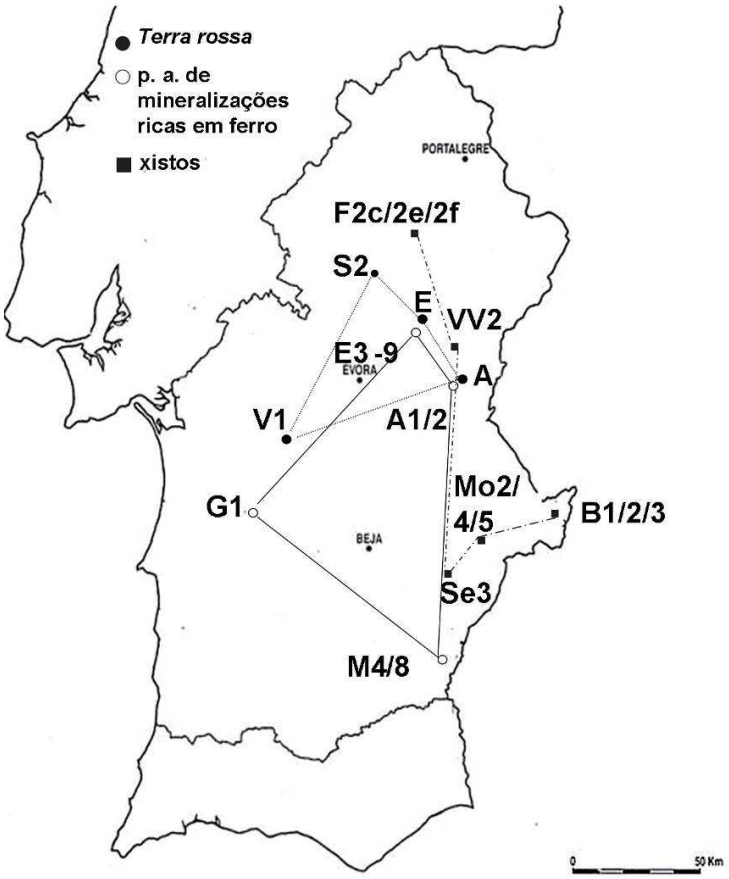


Fig. 5.33: Localização geográfica das amostras extraídas no Alentejo.

As amostras de Fronteira e do Redondo foram extraídas nas redondezas de igrejas contendo pinturas murais artísticas com tonalidades semelhantes. As amostras foram agrupadas nas três fontes geológicas estudadas no ponto 5.3, ou seja, *terras rossas* - PMRC/TR (produtos da meteorização de rochas carbonatadas), xistos (X) e produtos de meteorização de mineralizações ricas em ferro (PMMF) (Quadro 5.7). Duas amostras de

óxidos de ferro sintéticos, compostos por hematite e goetite pura, da marca comercial *Bayerferrox* foram introduzidas como materiais de referência[30].

5.4.2.2. Técnicas de análise

Para a caracterização elementar e mineralógica das terras coradas, sua comparação visual e por colorimetria, foi utilizada uma fracção fina (abaixo dos 125μm) obtida por peneiração. Para a escolha deste intervalo granulométrico, cinco ensaios foram preliminarmente realizados em laboratório, reproduzindo alguns dos métodos artesanais caseiros de preparação das terras coradas locais para as pinturas (e.g. decantação, peneiração e moagem)[31]. As fracções de pigmento, assim obtidas, foram analisadas por granulometria a laser, tendo os resultados demonstrado que é nesse intervalo que se situa o maior volume de partículas.

LA-ICP-MS

A ablação com laser seguida de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS) é uma das técnicas mais utilizadas para a determinação de elementos traço e composições isotópicas de micro-amostras sólidas nos domínios da geologia, arqueologia, aplicações nucleares e metalurgia (Green & Watling, 2007; Tykot, 2004; Sato & Kaeashita, 2002). Recentemente, utilizou-se com sucesso no estabelecimento da proveniência geográfica e autentificação de ocres australianos em obras de arte aborígenes (Green & Watling, 2007), tendo essa pesquisa servido, como base, para a realização desta análise em materiais similares de origem portuguesa.

Esta técnica possui a vantagem de combinar a sensibilidade e a capacidade multi-elementar da espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) com a da ablação a laser. Com o LA-ICP-MS, um feixe de laser é utilizado para volatilizar a amostra sólida antes da sua conversão em plasma. Este método facilita a conversão directa do material em plasma e elimina o tempo necessário à preparação de amostras pelas técnicas tradicionais de digestão ácida, bem como o risco de contaminações durante este procedimento.

No caso das amostras em estudo, trinta miligramas de 21 terras coradas foram comprimidas em pastilhas de 7 mm de diâmetro com uma prensa hidráulica, tendo sido de seguida coladas a discos de Perspex com cianoacrilato. A análise de cada amostra foi feita em triplicado com recurso a um espectrómetro de massa com plasma acoplado, da marca *Agilent*,

[30] Correspondem às amostras EVDA1 e EVDA2 do estudo seguinte (Cfr. Quadro 5.9 e 5.10)
[31] Os resultados da análise granulométrica dos ensaios efectuados encontram-se no anexo VI.

modelo 7500 CS (Agilent Technologies, Tokio, Japan) após ablação com um laser UPI213nm Nd:YAG (New Wave Research Co.Ltd., Cambridgeshire, England). Em cada amostra foram analisados 62 isótopos usando um tempo de ablação de 60 segundos, nível de energia 55%, fluência de 5J/cm^2 , taxa de repetição de impulsos de 20Hz e abertura de feixe de 100µm. Como material de referência certificado, foi utilizado o padrão 610 glass da National Standards and Technology (NIST). NIST 610 glass CRM foi analisado em intervalos de trinta minutos de modo a fornecer informação necessária para a identificação e correcção do impulso e para proceder à comparação entre os resultados. A composição elementar foi calculada a partir da abundância isotópica relativa (Lide, 1999).

Espectrometria de fluorescência de raios-X e difractometria de raios-X

Á semelhança do estudo anterior, a composição elementar quantitativa de cada amostra foi obtida com um sistema de fluorescência de raios X por dispersão de comprimento de onda (WD-XRF) com um espectrómetro comercial *Bruker S4 Explorer* (Bruker AXS Inc., Madison, USA). As terras foram analisadas em vácuo, sem nenhum tratamento químico prévio. As condições de aquisição foram 20kV e 50 mA para os elementos leves (Na, Mg, Al, P e S) e de 50 kV e 20 mA para os restantes elementos. Os cálculos quantitativos foram feitos pelo método dos parâmetros fundamentais. Vinte materiais padrão do Grupo Internacional de Geoquímica (GIT-IWG) foram utilizados como referência para verificar o rigor dos dados analíticos. Os resultados das análises foram expressos em percentagem em massa (m%)

A composição mineralógica dos pigmentos terra foi determinada por difracção de raios-X (DRX) com o difractómetro comercial *Bruker AXS-D8 Advance* (Bruker AXS Inc, Madison, USA), utilizando radiação Cu Kα, produzida por uma ampola de raios-X nas seguintes condições de ensaio: varrimento entre 2-70 º (2θ), velocidade de varrimento de 0,02 º (2θ)/s; tensão e corrente de filamento, respectivamente de 30kV e 40mA. O software EVA foi usado para a identificação das fases cristalinas. A análise semi-quantitativa de cada amostra foi determinada por sucessivas iterações, de acordo com o método LeBail (LeBail, 1988).

Microscopia óptica e electrónica de varrimento

Pontualmente, recorreu-se à observação da morfologia das partículas e da composição química num microscópio electrónico de varrimento *Hitacho S-2400* (Hitachi Ltd., Tóquio, Japão) com um espectrómetro de raios-X por dispersão de energia da marca *Rontec* (Rontec

Ltd., Berlim, Alemanha). A tensão aplicada foi de 25kV. As amostras foram, previamente, revestidas a ouro.

A visualização e os registos fotográficos em luz reflectida, a ilustrar a variabilidade e distribuição da composição mineralógica das terras, foram realizados com um microscópio óptico *Lietz Dialux 20,* equipado com uma câmara digital *Leica DC500-2002* (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha), com a ampliação de 65x.

Avaliação e medição da cor

No essencial, a avaliação da cor pode realizar-se por dois processos distintos: a) comparação visual com amostras padrão e b) pela medição de componentes cromáticas.

Nas amostras em estudo, a comparação visual foi realizada com as amostras padrões da escala de cores de solos de *Munsell* (Munsell Soil ColorChart 1992), numa sala escura iluminada com uma lâmpada de 5500K (luz solar). As anotações dos três parâmetros perceptivos (matiz, valor e croma) foram confirmadas por dois observadores.

Para a medição das cores, foram utilizadas as coordenadas rectangulares do espaço de cor tridimensional CIE L* a* b*, definidas pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) em 1976. Neste sistema de cores oponentes, a* representa a componente cromática vermelha-verde, b* a componente cromática amarela-azul e L*, a luminosidade. Na representação gráfica num sistema de eixos cartesianos, a* e b* encontram-se no plano xy, enquanto L*, acromático, se situa no eixo dos Z e varia de 0 a 100 (Christment, 1994). De modo a tornar o método de medição da cor repetível e representativo, as trinta e uma amostras de terras coradas e as duas de pigmentos de referência foram secas na estufa a 35ºC até atingirem uma massa constante e armazenadas, de seguida, em ambiente seco (excicadores). As medições foram feitas com as amostras secas para evitar que as coordenadas CIE L*,a* e b* pudessem ser, eventualmente, afectadas por pequenas mudanças no teor de humidade. Para uniformizar o aspecto superficial e a espessura das terras em análise, as amostras foram colocadas num cilindro de metal com cerca de 1 mm de profundidade e comprimidas com auxílio de uma prensa metálica (Graseby Specac, Londres, UK), sem aplicação de carga. Desta forma, conseguiram-se superfícies planas comparáveis com uma área de, aproximadamente, de 1cm^2. Para além das coordenadas CIELAB, obtiveram-se igualmente as curvas espectrais de reflectância características de cada amostra, no intervalo de 360-700 nm. Para o efeito, utilizou-se um espectrofotómetro *DataColor Mercury 3000* (Datacolor, New Jersey, USA), equipado com esfera de integração (Ø51mm/2in), iluminação difusa 8º (de acordo com

publicação CIE No.15.2 Colorimetria), SCI[32], área medida: 2,5 mm, iluminante e observador padrão CIE: D65/10ºC. Os valores obtidos resultaram da média de três medições.

Análise granulométrica a laser

O tamanho e a distribuição granulométrica das partículas, presentes na fracção das terras em análise (<125μm), foram determinados com o analisador a laser *Mastersizer 2000E EPA2000* (Malvern Instruments Ltd., Worcetershire, Inglaterra), equipado com sistema acessório *Hydro 2000MU* (A).

Esta técnica utiliza a difracção e a difusão da luz causadas pelas partículas de pigmento ao atravessarem o feixe laser, para gerar gráficos de distribuição granulométrica. A luz é difractada e difundida de forma diferenciada conforme o tamanho das mesmas. A intensidade e a geometria da difusão resultante são medidas e, através de algoritmos matemáticos, a distribuição granulométrica é calculada. Cada tamanho possui um padrão de difusão característico, sendo, por isso, possível identificá-lo com precisão[33]. Para esta análise, cerca de 1g de cada amostra foi previamente dispersa em 20 ml de água com 3 gotas de hexametafosfato, sendo a mistura colocada durante 5 minutos num tanque de ultra-sons de baixa frequência (lab line *Transsonic T80/H*), por forma a garantir uma dispersão adequada das partículas. De seguida, foi vertida no acessório de dispersão do equipamento que a conduziu até à unidade óptica onde a medição foi feita. Esta técnica de largo emprego na análise de solos tem a vantagem de ser um método rápido e seguro de análise, sem risco de perdas de material ou de contaminações durante o procedimento.

5.4.3. Resultados

5.4.3.1. Caracterização da composição elementar e mineralógica das terras coradas

A análise dos resultados obtidos por LA-ICP-MS revela que as terras coradas, oriundas das três fontes geológicas, possuem um perfil elementar muito semelhante embora algumas diferenças na proporção dos elementos menores e vestigiais permitam fazer algumas distinções (Fig. 5.34). Em termos de fontes geológicas, os resultados de LA-ICP-MS corroboram os já obtidos com WD-XRF e DRX, apresentados no ponto 5.3. Os produtos da

[32] Nas amostras de pigmentos analisadas, a especularidade, ou seja "o brilho" das superfícies é nulo, ou quase, e portanto maioritariamente existe apenas a componente difusa. Como tal, não se achou relevante eliminar esta componente das medições efectuadas.

[33] Cfr. *Mastersizer 2000: Integrated system for particle sizing*, http://www.malvern.co.uk/ms2000 (acesso em 4-06-2009); Cruz, http://www.ciarte.no.sapo.pt/biblio/textos (acesso em 9-06-2009) e Coulter, I.L.B., *A colourful Tale- the particle size analysis of pigments*, http://www.coulter.com/literature/bioresearch/ta-401.pdf (acesso em 3-6-2009).

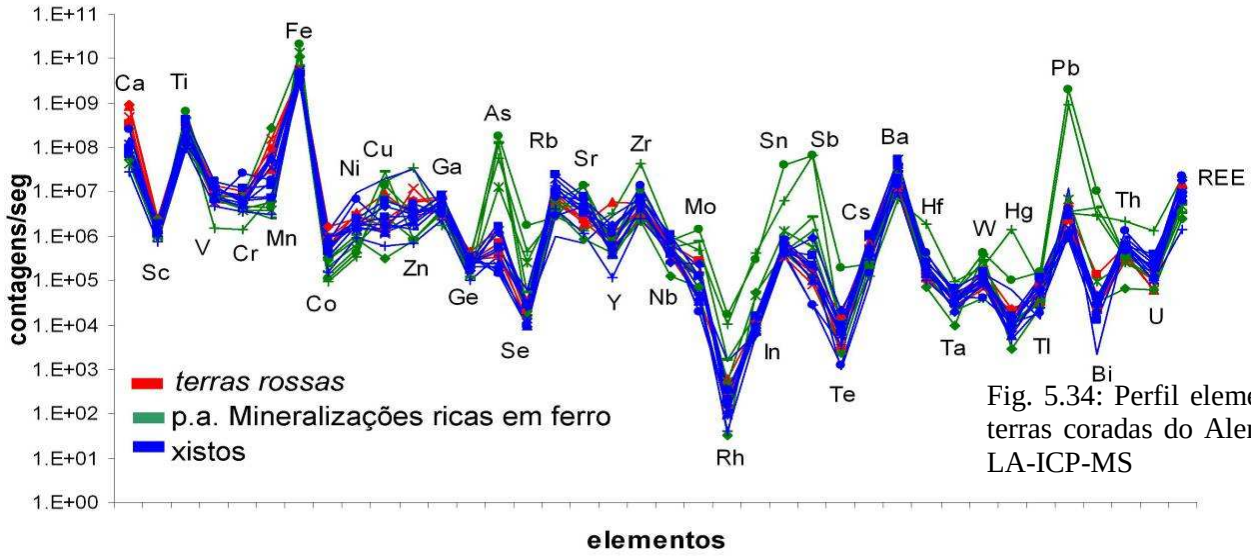


Fig. 5.34: Perfil elementar das terras coradas do Alentejo por LA-ICP-MS

meteorização de mineralizações ricas em ferro mostram, como esperado, um conteúdo mais elevado em elementos calcófilos como arsénio (As), cobre (Cu), chumbo (Pb), antimónio (Sb), bismuto (Bi) e mercúrio (Hg) enquanto as *terras rossas* são enriquecidas em cálcio (Ca) e possuem uma contribuição variável em elementos indicadores da componente detrítica (Ti).

Os ocres vermelhos e amarelos provenientes da alteração de xistos, por seu lado, possuem um enriquecimento em rubídio (dos filossilicatos presentes) e também em titânio. Associados com os silicatos, encontram-se igualmente os elementos, genericamente, apelidados de

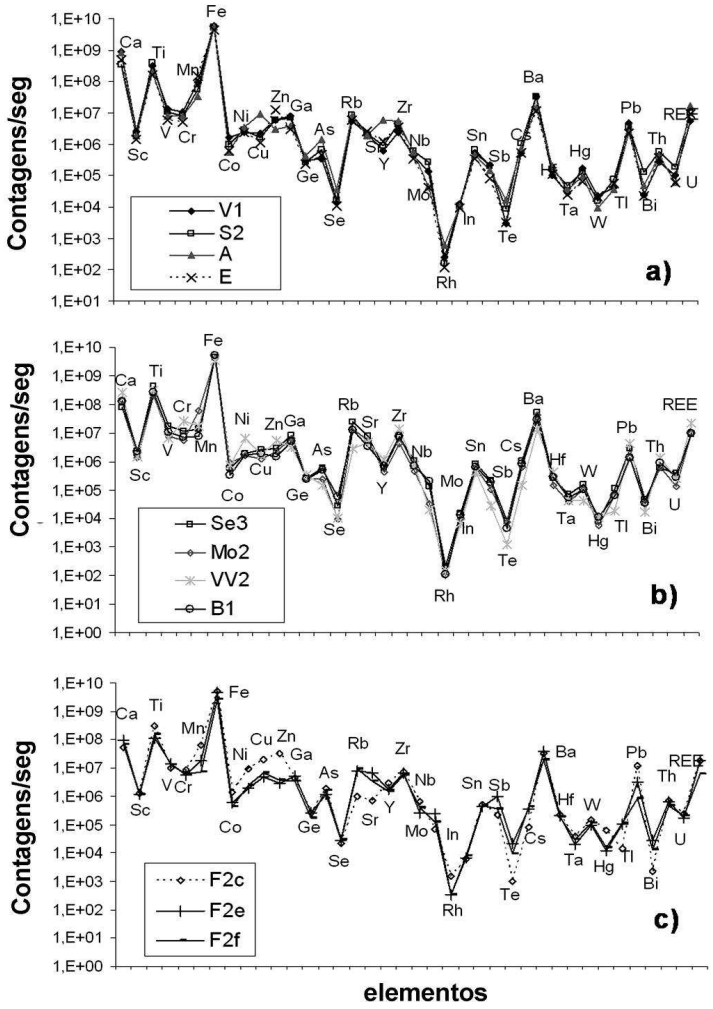


Fig. 5.35: Distribuição elementar dos padrões obtidos para as *terras rossas* (a) e terras provenientes produtos de alteração de xistos (b e c).

litófilos, de que são exemplo o césio (Cs), o bário (Ba), o estrôncio (Sr) e o zircónio (Zr) (Fig. 5.34). É de relembrar que a técnica de recolha reproduziu a dos colectores originais. Consequentemente, as amostras contêm impurezas de várias origens pelo facto de representarem materiais naturais recolhidos perto da superfície.

Uma assinatura geoquímica das terras coradas alentejanas, por áreas geográficas, ou a sua distinção, em geral, das restantes de natureza similar existentes em Portugal Continental ou até mesmo de várias zonas de Espanha, é difícil na prática, pelo facto da génese das unidades litológicas ser a mesma. Esta é a razão pela qual, a composição das *terras rossas*, provenientes de Viana do Alentejo (V1), de Sousel (S2) e de Estremoz (E) é, no geral, bastante homogénea, só se verificando uma ligeira variação na proveniente de uma pedreira de mármore, perto do Alandroal (A) (Fig. 5.35a). O mesmo acontece com as terras coradas originárias de xistos, utilizadas como pigmentos pela população nos concelhos de Serpa (S.Iria-Se3), Moura (Herdade Monte Branco-Mo2), Barrancos (Serra Colorada-B1) e na região de Vila Viçosa (Rio de Moinhos-VV2) (Fig. 5.35b). Só a amostra VV2 é ligeiramente diferente, o que por si só, é insuficiente para identificar a jazida, tendo em conta as pequenas variações que, ai, também podem ocorrer (Fig. 5.35c)

Dos três tipos de precursores litológicos em estudo, só as terras derivadas de mineralizações ricas em ferro são, mais facilmente distinguíveis entre si, pela presença e proporção de elementos calcófilos (Fig. 5.36). Na figura 5.36a, estão representados dois materiais completamente diferentes: A2 é uma amostra de terra vermelha escura proveniente de Almagreira (uma mina abandonada de Fe/Mn à saída da Vila do Alandroal) e G1 é uma amostra de terra vermelha de uma mina de pirite na região de Grândola (mina de Caveira). A amostra A2 é relativamente rica em manganês (Mn) enquanto a amostra G1, com origem em sulfuretos, contém um teor superior em chumbo, elemento que está associado a este tipo de depósitos (Fig. 5.36a e Fig. 5.37).

A amostra G1 possui igualmente um teor elevado em Si (indicando a presença de quartzo) (Fig.36d), que é provavelmente revelador do ambiente geológico no qual se encontra a jazida (arenitos). O ocre vermelho de Almagreira, vulgarmente apelidado de almagre, e conhecido internacionalmente desde 1862 (Cabral, 1864), deve a sua cor vermelho escuro ao elevado teor em Fe e Mn na sua composição (Fig. 5.36 e Fig. 5.37).

Os padrões de distribuição das amostras provenientes da Mina da Mostardeira (E3 e E5), uma mina de cobre nas redondezas da cidade de Estremoz, estão ilustrados na Fig. 5.36b. Esta mina é, historicamente, reconhecida como fonte local de argilas vermelhas para a pintura de cerâmica (cf. capitulo 3) (Parvaux, 1968). Como esperado, estas amostras possuem uma

composição elementar muito semelhante, sendo de realçar os níveis superiores de arsénio em relação às restantes amostras (Fig. 5.36). Para finalizar, na Fig. 5.36c, estão patentes os perfis elementares de M4 e M8, oriundas de S. Domingos - uma conhecida mina de pirite (FeS_2) do concelho de Mértola. As amostras, uma amarela e outra vermelha, foram recolhidas em locais distantes entre si aproximadamente de 5 km.

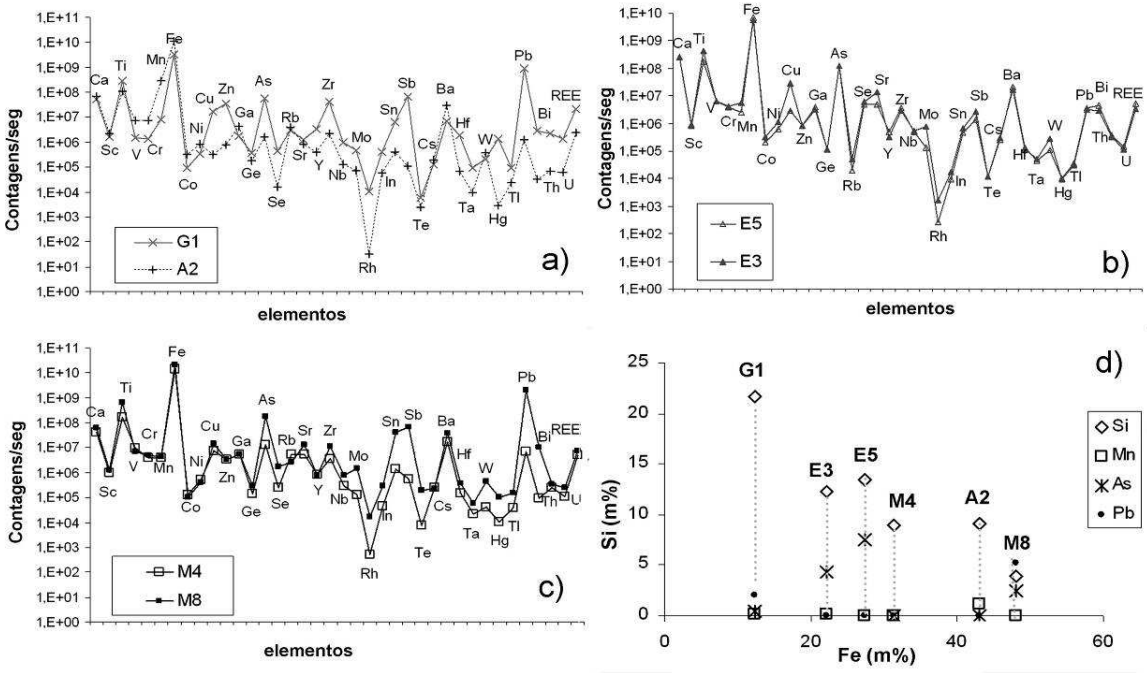


Fig. 5.36: Distribuição elementar de três terras com origem em mineralizações ricas em ferro (a-c) e sua comparação (d).

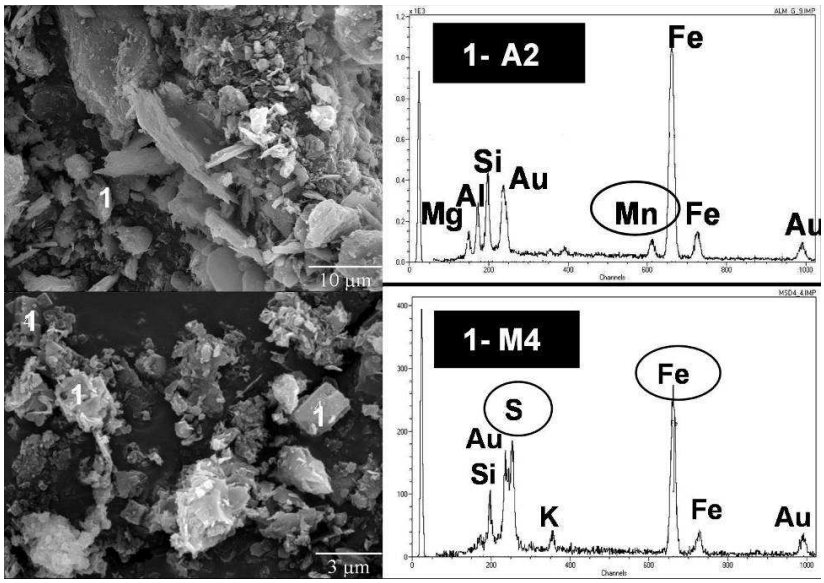


Fig. 5.37: Análise de MEV-EDX de A2 (mina de Fe/Mn) e M4 (mina de S). A variedade de tamanhos destas duas amostras está em concordância com os resultados obtidos por análise granulométrica a laser. As diferenças na composição elementar (Fe, Mn e S) e as variações na morfologia dos agregados são visíveis. Porém, de um modo geral, as contribuições de fontes minerais semelhantes invalidam que a morfologia das partículas possa ser utilizada como factor de diferenciação.

A amostra M8 (vermelha) vem dos solos do complexo industrial, situado dentro da povoação, e possui na sua composição teores superiores em quase todos os elementos calcófilos (Cu, As, Sb, Hg, Pb e Bi) comparada aos da amostra M4, de cor amarela, recolhida fora da povoação ao longo do caminho-de-ferro que servia a mina (Fig. 5.36c e 5.37).

Quadro 5. 7: Composição mineralógica com indicação da fonte geológica (PMRC/TR: produtos da meteorização de rochas carbonatadas/terras rossas; X: xistos; PMMF: produtos de meteorização de mineralizações ricas em ferro). Goet-goetite; Hem-hematite; Qua-quartzo, Cal-calcite; Esme-esmectite; Caol-caolinite; Alb-Albite; Orto-ortoclase; Jaro-jarosite.

Amostra	Origem	Goet	Hem	Qua	Cal	Esme	Caol	Illite	Alb	Orto	Jaro
A	PMRC/TR	⊙	⊙	++	⊙	++	-	++	-	-	-
E	PMRC/TR	T	⊙	++++	⊙	⊙	⊙	-	-	-	-
S2	PMRC/TR	T	T	++	-	-	⊙	++	-	-	-
V1	PMRC/TR	+	⊙	++++	+++	-	⊙	-	++	-	-
Mo2	X	⊙	-	++	-	++	-	++	-	⊙	-
Mo4	X	T	⊙	++	-	++	⊙	⊙	-	++	⊙
Mo5	X	⊙	T	++	-	⊙	⊙	++	-	-	-
Se3	X	⊙	⊙	++++	-	-	+++	+++	-	⊙	-
VV2	X	T	T	++	-	+++	++	-	-	++	-
Od2	X	⊙	T	+++	-	-	⊙	-	-	-	-
R5	X	T	⊙	+++	-	-	⊙	-	-	-	-
R7	X	⊙	T	++	-	-	⊙	+++		-	-
B1	X	⊙	T	++	-	-	++	++	-	-	-
B2	X	⊙	T	++	-	++	++	-	-	-	T
B3	X	⊙	⊙	+++	-	⊙	++	-	-	-	-
F2c	X	⊙	?	++++	-	-	++	-	+	-	-
F2e	X	⊙	?	++++	-	-	++	-	-	-	-
F2f	X	⊙	?	++++	-	++	+	-	-	-	-
P1	PMMF	⊙	-	++++	-	-	+	++	-	-	-
M4	PMMF	⊙	-	++	-	⊙	-	++	-	-	-
M8	PMMF	T	T	++	-	-	-	⊙	-	-	-
G1	PMMF	⊙	⊙	++++	-	-	-	-	-	-	++
E1	PMMF	⊙	-	++++	-	-	-	-	-	-	-
E3	PMMF	-	⊙	+++	-	-	-	++	-	-	T
E5	PMMF	-	⊙	+++	-	-	++	⊙	-	-	-
E8	PMMF	-	⊙	++	-	-	++	++	-	-	-
E9	PMMF	⊙	T	++++	-	-	⊙	T	-	-	-
A1	PMMF	⊙	T	++	-	-	+++	⊙	-	-	T
A2	PMMF	++	T	++++	-	-	+++	⊙	-	-	-

Muito elevado: ++++ Elevado:+++; Abundante: ++ ; Pouco: + ; Presente: ⊙ ; Vestigial:T; Duvida:? (amorfo)

Amostras com composições elementares muito semelhantes, tais como V1, S2, A e E ou Se3, Mo2, VV2 e B1, podem não apresentar a mesma semelhança na distribuição granulométrica das suas partículas (Fig. 5.38a e c). Mesmo em amostras recolhidas da mesma jazida, pequenas diferenças podem ser observadas (Mo5 em relação a Mo2, Mo4, Fig. 5.38d). A distribuição granulométrica não é capaz de descriminar as amostras, excepto em G1, M4 e M8 (Fig. 5.38b). A amostra G1 destaca-se das restantes por possuir um volume elevado de partículas com cerca de 68 μm, com origem muito possivelmente na maior quantidade de material detrítico na composição (Quadro 5.7 e Fig. 5.36d). As amostras M4 e M8 apresentam curvas, bastante semelhantes, e caracterizadas por dois máximos: um, aproximadamente, a 0.7-0.8 μm, provavelmente devido a óxidos de ferro e, outro, que abrange as partículas entre os 30 a 50 μm.

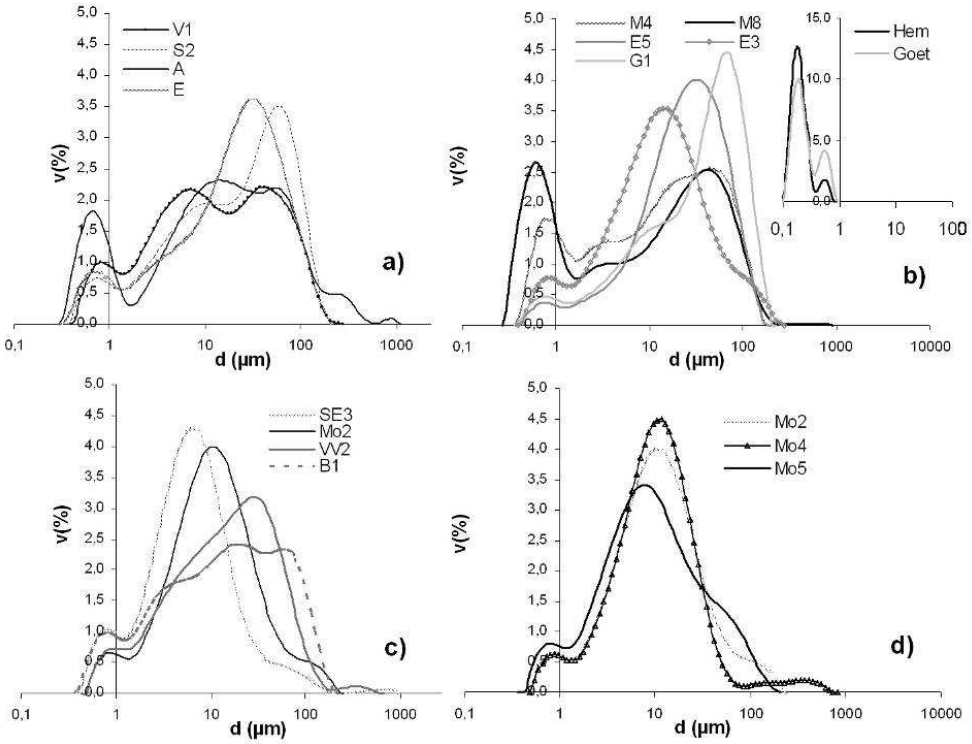


Fig. 5.38: Distribuição granulométrica das terras com origem em *terras rossas* (a); produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro (b) e em xistos (c e d).

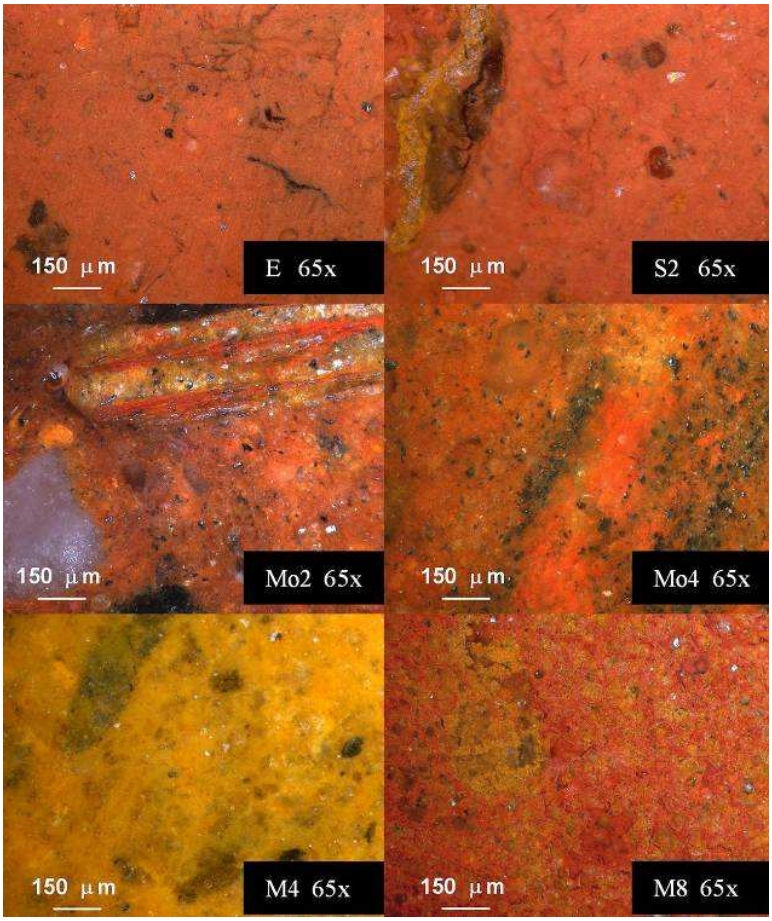


Fig. 5.39: Observação em luz reflectida de secções transversais de terras coradas das três fontes geólicas. É de notar a variação na quantidade e distribuição dos elementos cromóforos.

5.4.3.2. Caracterização das terras coradas por colorimetria e espectrofotometria no visível

Nas trinta e uma terras analisadas, as partículas possuem tamanhos semelhantes[34] e superiores ao comprimento de onda na gama do visível[35] (Depuis, 2004; Elias, 2006) sendo assim possível, proceder à análise dos seus espectros de reflectância e das coordenadas cromáticas CIE L* a* e b*, apenas com base nas diferenças da composição mineralógica (Quadro 5.7).

No conjunto analisado, as variações de cores perceptíveis são causadas, principalmente, pelo tipo e proporção dos minerais cromóforos presentes (Quadro 5.7 e Fig. 5.39). Os pigmentos terra vermelhos e amarelos são constituídos, por teores variáveis, em minerais de ferro e, por conseguinte, possuem teores igualmente diversificados deste elemento. O quartzo, a calcite, a caolinite e os restantes filossilicatos, aos quais os óxidos e hidróxidos de ferro estão associados, são também apelidados "pigmentos brancos" (Elias, 2006). Isto porque, num pigmento que contenha apenas na sua composição um tipo de óxido ou hidróxido de ferro, notou-se que a cor pode variar de acordo com a proporção destes minerais (Elias, 2006).

Nos ensaios efectuados, era de esperar que nas *terras rossas*, a hematite fosse a fase cromófora dominante enquanto a goetite estaria ausente na totalidade ou presente em pouca quantidade (Quadro 5.7). Em termos de coordenadas cromáticas, esta situação traduzir-se-ia por valores elevados de a* e baixos em b* (Quadro 5.8). Estas expectativas, contudo, não foram claramente definidas nem pelas coordenadas colorimétricas nem pelos resultados de difracção de raios-X, neste caso provavelmente devido a dificuldades em quantificar fases pouco abundantes ou devido à presença eventual de materiais amorfos na sua composição.

Nas 16 terras com origem em xistos e nas 11 oriundas de mineralizações ricas em ferro, a relação entre a hematite e goetite é variável, tal como previsto. A projecção das coordenadas a*, b* e L*, no espaço cromático tridimensional revelou a presença e a maior variabilidade dos teores de materiais cromóforos nos domínios dos vermelhos e amarelos (Fig. 5.40).

[34] Os resultados da análise granulométrica a laser, das 31 amostras, encontram-se no anexo VI.

[35] Segundo Depuis (2004) as partículas com tamanhos inferiores ao comprimento de onda incidente na gama do visível possuem $r<\lambda/30$. Partículas com raios (r) na ordem do comprimento de onda incidente (λ) correspondem, no domínio do visível, a partículas cujo raio é da ordem dos 500 nm ou seja um diâmetro de 1μm (Depuis, G. 'Couleur de la matière picturale: caractérisation des pigments et des mélanges de pigments, effects induits par l'adjonction de liant et de charges', Tese de doutoramento, Université de Paris XI, 2004, p. 31).

Quadro 5.8: Avaliação da paleta das terras coradas alentejana pelo sistema perceptivo de Munsell e CIE L* a* b* .

Ref.	Munsell Soil Color Chart (1992)	Matiz Valor/Croma	L*	a*	b*
A	Vermelho escuro - vermelho (nuance intermédia)	2,5YR 3/6	48.65	20.60	27.51
E	Pardo avermelhado escuro	2,5YR 3/4	41.25	16.44	17.89
S2	Vermelho escuro-vermelho (nuance intermédia)	2,5YR 3/6	51.91	23.60	30.5
V1	Vermelho amarelado- Pardo avermelhado (nuance intermédia)	5YR 4/6-3/4	51.56	24.35	29.33
Se2	Amarelo avermelhado	7,5YR 6/6-7/6	78.32	13.27	29.16
Se3	Amarelo avermelhado	7,5YR 6/6	74.04	14.32	25.72
Mo2	Pardo forte-castanho (nuance intermédia)	7,5YR 5/6-5/4	69.61	12.65	25.64
Mo4	Pardo forte	7,5YR 5/6	71.00	14.05	29.07
Mo5	Vermelho amarelado	5YR 4/6-5/6	64.97	16.30	27.69
VV2	Amarelo pardacento	10YR 6/6	72.89	10.97	27.93
P4	Amarelo pardacento	10YR 6/6	74.15	13.10	34.73
O2	Amarelo	10YR 8/6	84.02	11.48	34.07
R5	Vermelho	2,5YR 4/8	51.61	26.99	30.09
R7	Amarelo avermelhado	7,5YR 6/8-7/8	77.60	15.63	38.07
B1	Vermelho amarelado	5YR 576-5/8	62.47	19.83	28.67
B2	Amarelo avermelhado	7,5YR 6/6	70.29	17.69	34.83
B3	Amarelo-amarelo pardacento (nuance intermédia)	10YR 6/6-7/6	75.85	12.99	33.74
F2c	Amarelo-amarelo pardacento (nuance intermédia)	10YR 6/6-7/6	72.37	11.44	28.92
F2e	Pardo avermelhado	10R 5/4	65.69	14.42	16.84
F2f	Amarelo-pardo amarelado claro (nuance intermédia)	10YR 6/4	82.98	7.52	25.65
P1	Vermelho amarelado	5YR 5/6-5.8	65.84	19.96	31.12
M4	Amarelo olívaceo	2,5YR 6/6	77.08	10.51	40.80
M8	Vermelho	10YR 3/6	50.63	25.76	28.01
G1	Vermelho	10R 4/6-5/6	63.29	21.03	21.53
E1	Amarelo pardacento	10YR 6/8	73.79	12.19	39.85
E3	Vermelho	2,5YR 4/8	58.44	24.34	30.24
E5	Vermelho	10R 4/6-5/6	57.70	22.92	19.70
E8	Amarelo avermelhado-pardo forte (nuance intermédia)	7,5YR 6/8-7/8	65.50	14.98	33.20
E9	Amarelo olívaceo	2,5YR 6/6	66.57	11.04	39.50
A1	Pardo avermelhado escuro	2,5YR 3/4	42.76	18.50	20.02
A2	Vermelho amarelado- Pardo avermelhado (nuance intermédia)	5YR 4/6-4/4	52.33	15.53	19.58

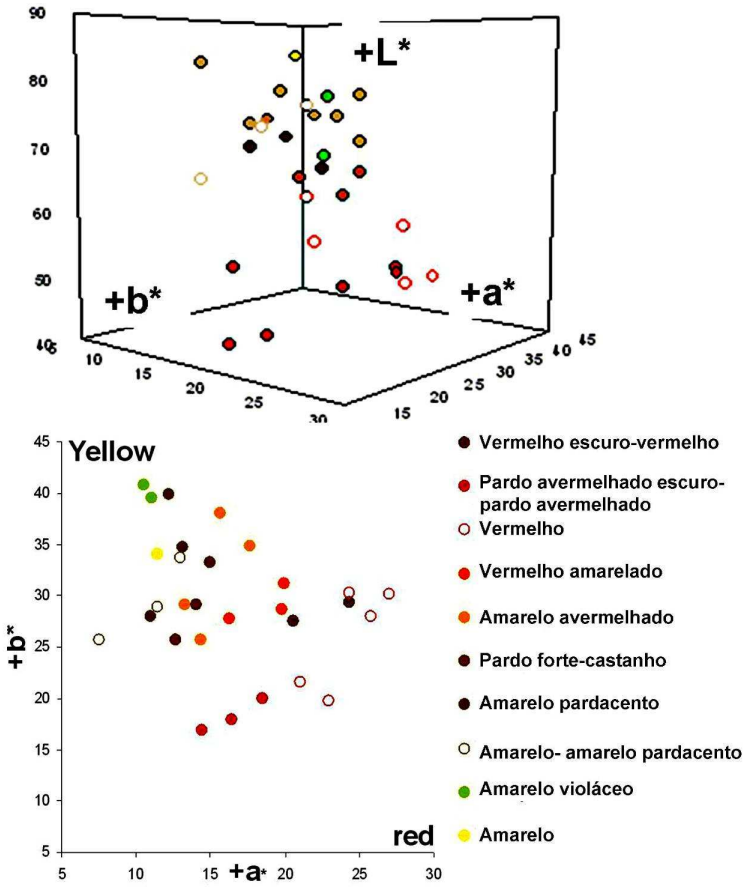


Fig. 5.40: Representações 2 e 3D das componentes cromáticas +L*, +a* e +b*.

Como se pode ver na Fig. 5.40, as 31 amostras possuem simultaneamente contribuições das componentes cromáticas vermelhas e amarelas (+a* e +b*). Os espectros de reflectância permitiram distinguir a gama variada de tonalidades encontradas e correlacioná-las com a classificação visual efectuada com a escala de cores de solos de Munsell (Fig. 5.41).

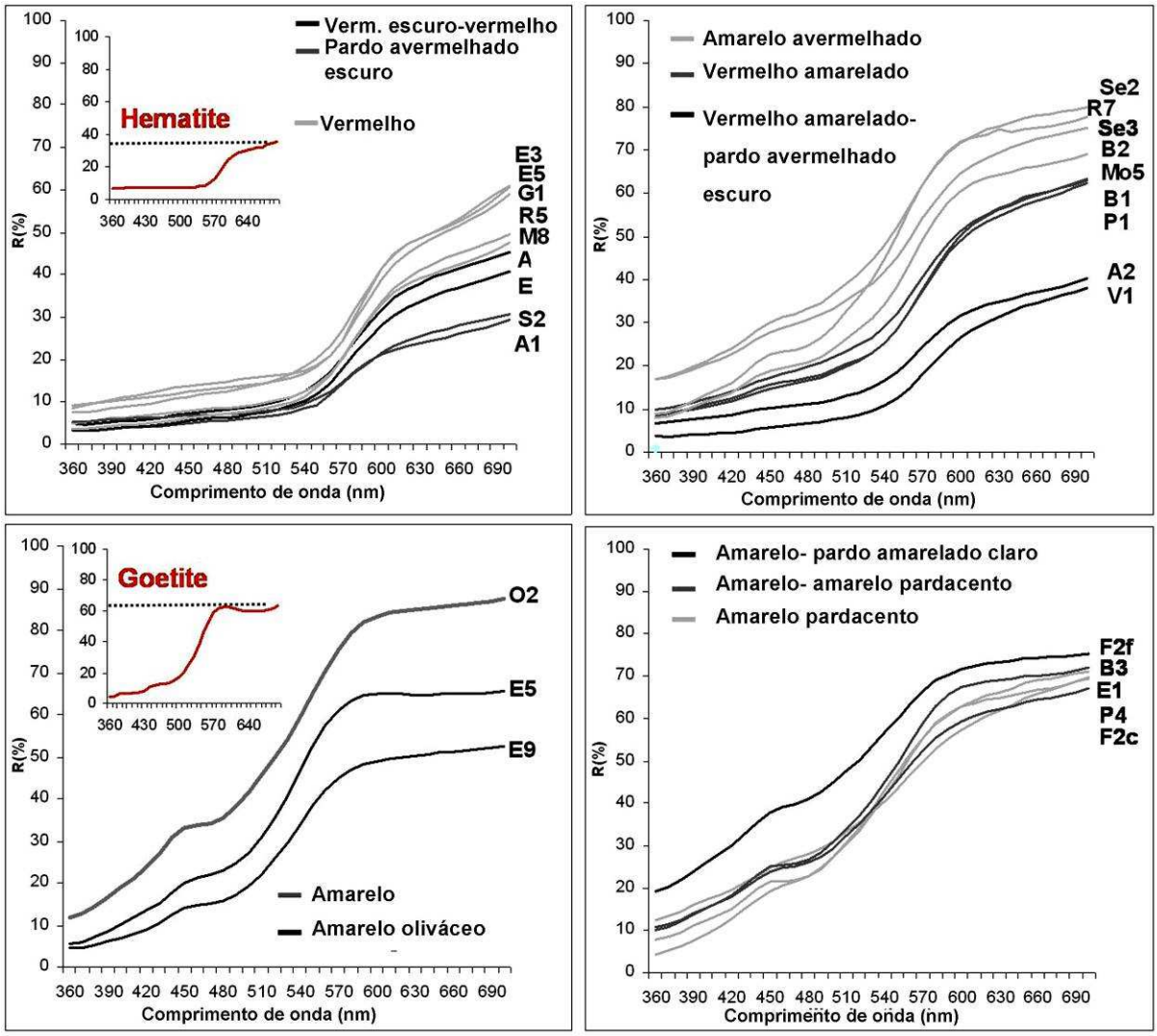


Fig. 5.41: Espectros de reflectância das terras coradas alentejanas. Os espectros da hematite e da goetite sintéticas foram adicionados como referência.

Os pigmentos possuem capacidades diferenciadas de difusão e absorção da radiação luminosa na gama do visível (360-700 nm) que dependem da estrutura electrónica e química dos cromóforos. No caso dos óxidos de Fe (III), como a hematite e a goetite, a cor exibida é resultado da absorção da luz provocada por transferências de carga (TC), embora as transições electrónicas entre as orbitais *d-d* possam também influenciar as várias nuances presentes (Elias, 2006; Petterson, 1967).

As transições TC originam absorções intensas na região azul-verde do espectro visível, que se traduzem nos declives acentuados dos espectros de reflectância. A hematite pura pode ser assim caracterizada pela presença de um forte declive a comprimentos de onda superiores a 560 nm enquanto a goetite apresenta um primeiro a cerca de 450 nm, seguido de um acentuado acima de 500 nm. A goetite apresenta igualmente um mínimo de reflectância aproximadamente a 600 nm (Fig. 5.41).

Os dados de reflectância obtidos para as terras coradas alentejanas apresentam as mesmas características gerais, embora mais atenuadas devido à maior variabilidade na composição mineralógica (Quadro 5.7), na distribuição granulométrica (Fig. 5.38) e na heterogeneidade morfológica das partículas (Fig. 5.37). Como esperado, as amostras vermelhas amareladas e as amarelas avermelhadas possuem características comuns aos minerais de hematite e de goetite (Fig. 5.41). O grau de vermelho destas amostras, traduzido pela componente a*, varia entre 13 e 19 e encontra-se entre, os valores máximos e mínimos, dos ocres à base de goetite e dos que têm hematite como fase mineral dominante (Fig. 5.40).

As tonalidades acastanhadas, por sua vez, podem explicar-se pela presença de óxidos de manganês (A2), pela presença dos minerais argilosos do grupo da esmectite (VV2 e B2), ou de jarosite - um sulfato hidratado de potássio e ferro de formula $KFe(III)_3(OH)_6(SO_4)_2$ (Mo4, E3) (Cornell & Schwertmann, 2003).

A tonalidade amarelo oliváceo da goetite é associada, na bibliografia técnica, à substituição na estrutura química do Mn por Fe (Petterson, 1967). A contribuição, destes minerais de coloração acastanhada, provoca uma deslocação da absorção para menores comprimentos de onda nos ocres vermelhos e amarelos. Nos dois casos, a reflectância (R%) é menor (excepto nos amarelos pardacentos), sendo traduzida pela diminuição do parâmetro L* (luminosidade). (Fig. 5.40 e 5.41).

A hematite tem um poder colorante superior à goetite de tal forma que, mesmo em concentrações vestigiais (a*<b*), a sua presença é suficiente para conceder uma tonalidade avermelhada (eg. R7 e B3) (Quadro 5.7 e 5.8). Os resultados das medições colorimétricas indiciam também uma relação directa e proporcional entre a concentração do mineral goetite e o aumento de luminosidade (Quadro 5.8 e Fig. 5.40)

Os restantes minerais presentes na composição das terras coradas parecem ter igualmente alguma influência nas coordenadas cromáticas quando um dos minerais cromóforos predomina (goetite ou hematite) (Fig. 5.42).

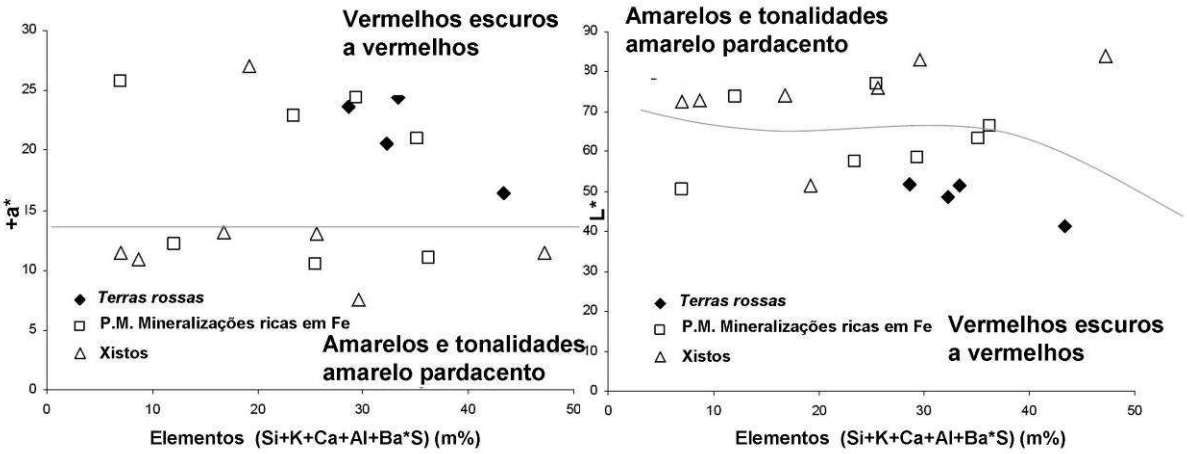


Fig. 5.42: Variação das coordenadas +a* e L* em função da concentração crescente em elementos associados a "pigmentos brancos" (Si+K+Ca+Ba+S).

Nos ocres vermelhos, o aumento crescente da quantidade relativa de quartzo, calcite e argilas induz um decréscimo progressivo na componente vermelha, independentemente, da sua origem geológica. Nestas amostras, era esperado um aumento da luminosidade. Contudo, apenas três ocres provenientes de mineralizações ricas em ferro parecem seguir essa tendência (Fig. 5.42)

Nos ocres amarelos analisados não parece existir uma relação entre o aumento progressivo dos elementos Si, K, Ca, Ba, S, e a coordenada +a*, talvez devido à influência da contribuição acastanhada dos óxidos de manganês ou dos minerais esmectite e jarosite. Porém, verifica-se que estas amostras tendem a ficar mais claras com o aumento do efeito de diluição provocado por estes elementos (Fig. 5.42)

5.4.4. Conclusões

A combinação da técnica de LA-ICP-MS com WD-XRF, DRX, MEV-EDX, análise granulométrica a laser, microscopia óptica, espectrofotmetria dno visível e colorimetria permitiram uma nova abordagem na caracterização de matérias-primas utilizadas historicamente como pigmentos na região do Alentejo. Em termos de conclusões, pode-se referir que as amostras, independentemente da origem geológica, possuem um perfil elementar bastante semelhante. Como tal, pela composição elementar e mineralógica não é possível distinguir um pigmento com origem numa *terra rossa* ou num xisto da região de

Sousel de um análogo, por exemplo, da região de Beja e vice-versa. Só nas amostras, oriundas de produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro, é possível proceder a descriminações pelo tipo e proporção dos elementos calcófilos presentes. Ainda ao nível do estabelecimento de proveniências, são de explorar as potencialidades da análise da distribuição granulométrica visto este exame poder, aparentemente, fornecer algumas pistas acerca dos materiais (e.g. de G1, M4 e M8)

Por último, as 31 terras coradas ainda que englobadas, numa gama restrita de cinco matizes (2,5YR, 5YR, 7,5YR, 10YR e 10R), possuem uma variedade de nuances que são traduzidas pelas variações dos parâmetros de valor e de croma da escala de solos de Munsell. Estes resultados são corroborados pelas curvas de reflectância e pelas componentes cromáticas L*, + a* e + b*. Os parâmetros de cor variam, naturalmente, entre as várias jazidas embora também se notem diferenças no mesmo depósito. Como tal, nem sempre é possível associar uma determinada cor a uma determinada povoação ou região, em particular se o material tiver sido extraído de mais de uma jazida ou se, na mesma, existirem terras com mais de uma coloração.

5.5. Pigmentos naturais e sintéticos das caiações tradicionais: *comparação por difractometria e espectrometria de fluorescência de raios-X.*

M.Gil[1,2], M.L. Carvalho[2], A.I. Seruya[1], I.Ribeiro[3], I. Queralt[4], A. E. Candeias[5], J. Mirão[6],

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.
[2] Centro de Física Atómica, Universidade de Lisboa, Av. Professor Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa, Portugal
[3] Laboratório de Conservação e restauro, Instituto dos Museus e da conservação, (IMC-LCR), R. Das Janelas verdes, 37,1249-018 Lisboa
[4] Laboratório de Aplicações Analíticas de raios-X, Instituto Ciências da Terra "Jaume Almera", CSIC, Sol's Sabari's *s/n 08028* Barcelona, Espanha
[5] Dep. Geociências, Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal
[6] Dep. Química, Centro de Química de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal

Publicado

*Applied Physics A***,** (90) (2008) 49-54

*(*DOI: 10.1007/s00339-007-4252-x)

Com o título

Limewashing paintings in Alentejo urban heritage: pigment characterization and differentiation by WDXRF and XRF

Resumo

Os pigmentos que mais foram utilizados nas pinturas a cal do património edificado Alentejano são materiais inorgânicos e podem agrupar-se em quatro categorias: a) vermelhos - ocres vermelhos extraídos localmente, almagres de origem comercial e óxidos de ferro sintéticos; b) amarelos - ocres amarelos extraídos localmente, ocres de origem comercial e óxidos de ferro sintéticos; c) pretos - terras pretas de origem comercial e óxidos de ferro sintéticos e d) azuis - azuis ultramarinos artificiais.

O presente trabalho propõe-se caracterizar e comparar os tipos de pigmentos naturais e os pigmentos sintéticos, através da análise da composição elementar e mineralógica, das características físicas e ópticas. Os resultados mostram diferenças nos teores de Fe, Si, K e Al, que estão de acordo com as diferentes origens geológicas e processos de fabrico. Carbonatos foram, intencionalmente, adicionados como cargas nos azuis ultramarinos e possivelmente nos naturais. A granulometria $\leq$ 3μm e a morfologia uniforme das partículas cromóforas de alguns dos pigmentos supostamente naturais, de origem industrial, apontam para misturas de terras com óxidos de ferro sintéticos ou, destes últimos, com cargas. Os pigmentos naturais extraídos apresentam, pelo contrário, granulometria e morfologia variada e uma forte birrefringência em luz transmitida com nicóis cruzados.

5.5.1. Introdução

Nos dois pontos anteriores, foi feita a descrição e a caracterização das terras locais empregues nas caiações tradicionais. Porém, estes não foram os únicos pigmentos empregues. As terras processadas industrialmente (ocres, almagres, terras roxas e terras pretas) e os pigmentos sintéticos, tais como os azuis ultramarinos artificiais e os óxidos de ferro vermelhos, amarelos e pretos, foram detectados nas amostras recolhidas das fachadas (cfr. ponto 5.1) e referidos por antigos pintores e caiadores da construção civil (cfr. ponto 5.2).

Os pigmentos amarelos e os vermelhos foram os colorantes predominantes das tintas de cal, para as pinturas dos alçados exteriores, até estas terem sido substituídas, quase na totalidade nos últimos 40/50 anos, por tintas poliméricas industriais (e.g. tintas plásticas ou de água). Estas, porém, possuindo características químicas e físicas completamente diversas das tintas a cal, têm demonstrado com frequência resultados estéticos insatisfatórios (elevada opacidade, homogeneidade e cores berrantes) e problemas de conservação, devido às suas incompatibilidades com os materiais antigos de construção. Pelo contrário, as antigas pinturas a cal, feitas com o mesmo ligante das argamassas tradicionais, apresentam diversos graus de transparência, maior heterogeneidade e cores mais suaves (Scarzella & Natale, 1989). Hoje em dia, o seu valor é novamente reconhecido. Como tal, no domínio da Conservação e Restauro, a eficácia e a qualidade de um tratamento neste tipo de superfícies cromáticas baseia-se no conhecimento e na recuperação dos materiais tradicionalmente empregues.

As terras coradas locais eram extraídas a pouca profundidade (geralmente até cerca de 1,5 m) e a sua preparação, para as pinturas caseiras, podia consistir na simples mistura com água ou leite de cal em proporções volumétricas variáveis. A peneiração (a seco e por via húmida) parece ter sido a mais praticada como processo adicional de purificação.

A nível industrial, as matérias-primas são extraídas a maiores profundidades e são submetidas a processos mais intensos, de modo a obter-se um produto final mais puro e fino (e.g. lavagens sucessivas, decantações, peneirações e moagens). Nas instalações mais modernas, os óxidos de ferro são, inclusive, separados dos minerais de argila e das impurezas por centrifugação eléctrica (Cornell & Schwertmann, 2003), o que permite a obtenção de pigmentos com uma granulometria e pureza que se distanciam cada vez mais dos obtidos por processos tradicionais caseiros e dos ainda praticados por algumas indústrias artesanais (e.g. da firma Abílio Lopes, Lda).

Os pigmentos sintéticos, por sua vez, são produzidos por três processos principais: a) reacções em estado sólido (e.g. a partir de calcinação de compostos de ferro em atmosfera

oxidante ou desidratações de sulfatos ferrosos hidratados); b) pela redução de compostos orgânicos na presença de iões metálicos ou c) por processos de precipitação a partir de soluções ricas em ferro (Velho, 2005). A qualidade de cada pigmento (cor, forma e tamanho das partículas) depende da qualidade da matéria-prima utilizada e do controlo dos parâmetros das reacções químicas.

Os azuis ultramarinos artificiais e os pigmentos pretos (terras pretas e óxidos de ferro sintéticos) parecem ter sido, no passado, empregues em menor grau e em situações ou regiões mais localizadas. Como observado no ponto 4.2., a sua utilização revestiu-se, por vezes, de um simbolismo particular. È de relembrar a lenda popular que, na cidade de Estremoz, relaciona o uso do negro ao luto pela morte da rainha Santa Isabel, falecida em 1336. A cor azul é, ainda hoje, vulgarmente associada às cidades do sul do Alentejo (perto do Algarve e do Mediterrâneo). Actualmente, as cores de referência do Alentejo são o azul e o amarelo.

Neste estudo faz-se a comparação entre os pigmentos terra de origem local extraídos e preparados pelas populações com os análogos de origem industrial (ocres, almagres), e com os óxidos de ferro sintéticos (Quadro 5.9). O objectivo é verificar quais as diferenças fundamentais na composição elementar e mineralógica destes três tipos de pigmentos, devido á sua influência na cor e nas propriedades ópticas das camadas cromáticas resultantes. Ainda do ponto de vista da conservação e restauro, outro dos objectivos é averiguar a adequabilidade dos pigmentos inorgânicos vermelhos e amarelos, actualmente existentes no comércio local, para tratamentos de superfícies arquitectónicas. Por último e ainda neste âmbito, pretende-se determinar a natureza dos pigmentos azuis disponíveis no Alentejo sob a designação incerta de azul gaivota, azul galo e azul árabe.

A fonte geológica dos pigmentos, em geral, não será considerada pois no caso dos de origem industrial, em particular nos ocres amarelos e vermelhos (almagres e terras roxas), esse dado é desconhecido. Os pigmentos podem, eventualmente, ter sido submetidos a tratamentos físicos (e.g. lavagens) e químicos (e.g. calcinações) que modificaram os teores originais dos vários minerais presentes, entre os quais os teores de hematite e goetite (Hadril e al, 2003).

5.5.2. Condições experimentais

5.5.2.1. Amostragem

Das 36 amostras, 15 são terras coradas provenientes das fontes geológicas já estudadas (*terras rossas*, produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro e de xistos). A sua

recolha foi efectuada em jazidas localizadas nos concelhos de Sousel (S2), Viana do Alentejo (V1), Moura (Mo4 e Mo5), Barrancos (B2 e B3), Alandroal (A1), Estremoz (E3 e E5) e Portel (P1 e P2). A amostragem destes pigmentos foi levada a cabo tendo em consideração fontes documentais (RB) e tradições orais (TO), mencionadas no capítulo 4 e no ponto 5.2. A metodologia de preparação das amostras para estudo seguiu, a já explicada nos pontos 5.3 e 5.4.

Os 21 pigmentos de origem industrial foram adquiridos nas drogarias locais, tendo sido embalados e distribuídos por cinco armazenistas portugueses (Quadro 5.9). 13 são sintéticos (óxidos de ferro e pigmentos azuis desconhecidos), cinco são pigmentos terra (almagres e ocres) e dois são óxidos de ferro naturais. 3 amostras (nº18, 35 e 36) foram obtidas, directamente, de dois fabricantes portugueses - Abílio Lopes, Lda. e Augusto Gomes. Outras 3 são da marca *Bayerferrox* (nº26, 30 e 37).

Quadro 5. 9: Identificação da amostragem: SDS- Sociedade de Drogas de Santarém: SPD- Sociedade Portuense de Drogas e D.Sorraia- Drogas Sorraia. A D.Sorraia e Sergipal designam respectivamente a marca antiga e a actual do mesmo armazenista.

Ref.	Nº	Tipo	Nome comercial	Ref.	Marca
S2	1	Natural			
V1	2	Natural	Ocres vermelhos extraidos de jazidas no Alentejo (*terras rossas* e xistos)		
Mo5	3	Natural			
B1	4	Natural			
Critério de selecção: TO					
B2	5	Natural			
B3	6	Natural	Ocres amarelos extraidos de jazidas no Alentejo (terras rossas e xistos)		
Mo4	7	Natural			
Critério de selecção: TO					
A1	8	Natural			
E3	9	Natural			
E5	10	Natural	Ocres vermelhos extraidos de jazidas no Alentejo (p.m. de mineralizações ricas em ferro)		
P1	11	Natural			
P2	12	Natural			
Critério de selecção: RB					
E1	13	Natural			
E8	14	Natural	Ocres amarelos extraidos de jazidas no Alentejo (p.m. de mineralizações ricas em ferro)		
E9	15	Natural			
Critério de selecção: RB					
E8	16	Natural	Almagre Inglês	_	SDS
EVDM1	17	Natural	Almagre	_	SPD
Arc3	18	Natural	Terra roxa	_	Augusto Gomes
E2	19	Natural	Ocre	5608919101365	SDS
MON4	20	Natural	Ocre	_	D.Sorraia
E9	21	Natural	Ocre	602624219506 (0cre2002)	Sodacasa
E4	22	Sintético	Óxido de ferro	5608919014108	SDS
EvAg3	23	Sintético	Óxido de ferro vermelho	_	Sodacasa
EVDA1	24	Sintético	Óxido de ferro vermelho	bayerferrox220	Bayerferrox
E3	25	Sintético	Amarelo metálico	5608919010506	SDS
MON3	26	Sintético	Amarelo metálico	_	Lacrilar
AldSal1	27	Sintético	Amarelo metálico	5602073009017	Lacrilar
EVDA2	28	Sintético	Oxido de ferro amarelo	bayerferrox222	Bayerferrox
RDM1	29	Sintético	Azul gaivota	5608919012708	SDS
VV3	30	Sintético	Azul galo	_	D.Sorraia
ARR1	31	Sintético	Azul arabe	_	Sodacasa
EvAg2	32	Sintético	Azul ultramar	5602624383504	Sodacasa
Ab9	33	Natural	Terra preta	_	Abilio Lopes. Lda
Arc2	34	Natural	Terra preta moida	_	Augusto Gomes
E1	35	Sintético	Óxido de ferro preto	bayerferrox 318	Bayerferrox
EvAg4	36	Sintético	Óxido de ferro preto	_	Sodacasa

5.5.2.2. Técnicas de análise

As trinta e oito amostras presentes no Quadro 5.9 foram caracterizadas por microscopia óptica, espectrometria de fluorescência de raios-X e por difractometria de raios-X. Os equipamentos e as condições experimentais são idênticos aos seguidos nos pontos anteriores.

A análise espectral para a determinação quantitativa foi realizada com um sistema de fluorescência de raios-X por dispersão em comprimento de onda (WD-XRF), com um espectrómetro comercial *Bruker S4 Explorer* (Bruker AXS Inc, Madison, USA). O gerador de raios-X funcionou a 20 kV e 50 mA para os elementos leves (Na, Mg, Al, Si, P, Cl and S) e 50 kV e 20 mA para os outros elementos.Foi utilizado um feixe de diâmetro 34 mm, resultando em limites mínimos de detecção (MDL): de 100 mg/kg para Na até 4 mg/kg para o Zr. Os elementos Ba e Pb foram estudados através da análise das riscas Lα e Lβ, e todos os outros através das riscas Kα. Os limites de detecção para o Ba e Pb foram de 30 e 15 mg/ kg, respectivamente. Todas as medições foram feitas em vácuo. Os cálculos das intensidades foram feitos utilizando o software *SpectraPlus* (Bruker/AXS). As concentrações foram obtidas através do método dos parâmetros fundamentais. A precisão dos resultados foi verificada, utilizando 20 materiais padrão geológicos do Grupo Internacional de Geoquímica (GIT-IWG). Os resultados estão expressos em percentagens em massa (m%).

A composição mineralógica dos pigmentos terra foi determinada por difracção de raios-X (DRX) com um difractómetro comercial *Bruker AXS-D8 Advance*(Bruker AXS Inc, Madison, USA), utilizando radiação Cu Kα, produzida por uma ampola de raios X nas seguintes condições de ensaio: varrimento entre 2-70º 2θ, velocidade de varrimento de 0,02º 2θ/s; tensão e corrente de filamento, respectivamente, de 30 kV e 40 mA. O software *EVA* foi usado para a identificação das fases cristalinas.

A observação em microscopia óptica (MO) e os respectivos registos fotográficos, em luz reflectida e transmitida (com nicóis paralelos e cruzados) foram realizados num microscópio *Lietz Dialux 20,* equipado com uma câmara digital *Leica DC500* (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) na ampliação de 65x. Pontualmente também se recorreu à visualização da morfologia e à determinação das composições das partículas com microscopia electrónica de varrimento (MEV-EDX). Para tal, foi usado um microscópio electrónico de varrimento *Hitachi S-2400* com um analisador de raios-X, da marca *Rontec* (Rontec Ltd., Berlim, Alemanha). A tensão aplicada foi de 25kV e as amostras foram previamente revestidas a ouro.

5.5.3. Resultados

5.5.3.1. Pigmentos vermelhos e amarelos

Como esperado, a comparação entre os três tipos de pigmentos (os naturais extraídos localmente, os de origem industrial e os óxidos de ferro sintéticos) demonstram diferenças significativas na composição elementar e mineralógica, assim como nas características físicas e ópticas (Genestar, 2005).

Nos ocres extraídos localmente, por MO, em luz reflectida e transmitida, é possível identificar outros minerais presentes na composição, tais como quartzo, filossilicatos (e.g. muscovite) e carbonatos com os quais os minerais de hematite e goetite estão associados em proporções variadas (Fig. 5.43). Em luz transmitida, com nicóis cruzados, os minerais acima citados, e os óxidos e hidróxidos de ferro apresentam, por vezes, acentuada birrefringência (Fig. 5.43 e 5.44) (Eastaugh, 2004; Howard, 2003). As suas partículas apresentam uma granulometria e morfologia variadas.

Os resultados da análise por difracção de raios-X revelam, contudo, um teor relativamente pequeno em hematite e goetite (Quadro 5.10). Na maioria dos ocres extraídos, os dois minerais cromóforos estão presentes, tendo-se notado que algumas vezes as cores perceptíveis não correspondem exactamente ao mineral mais abundante. Este aspecto realça as dificuldades em semi-quantificar fases, quando estas não são abundantes, e o papel de eventuais cromóforos amorfos.

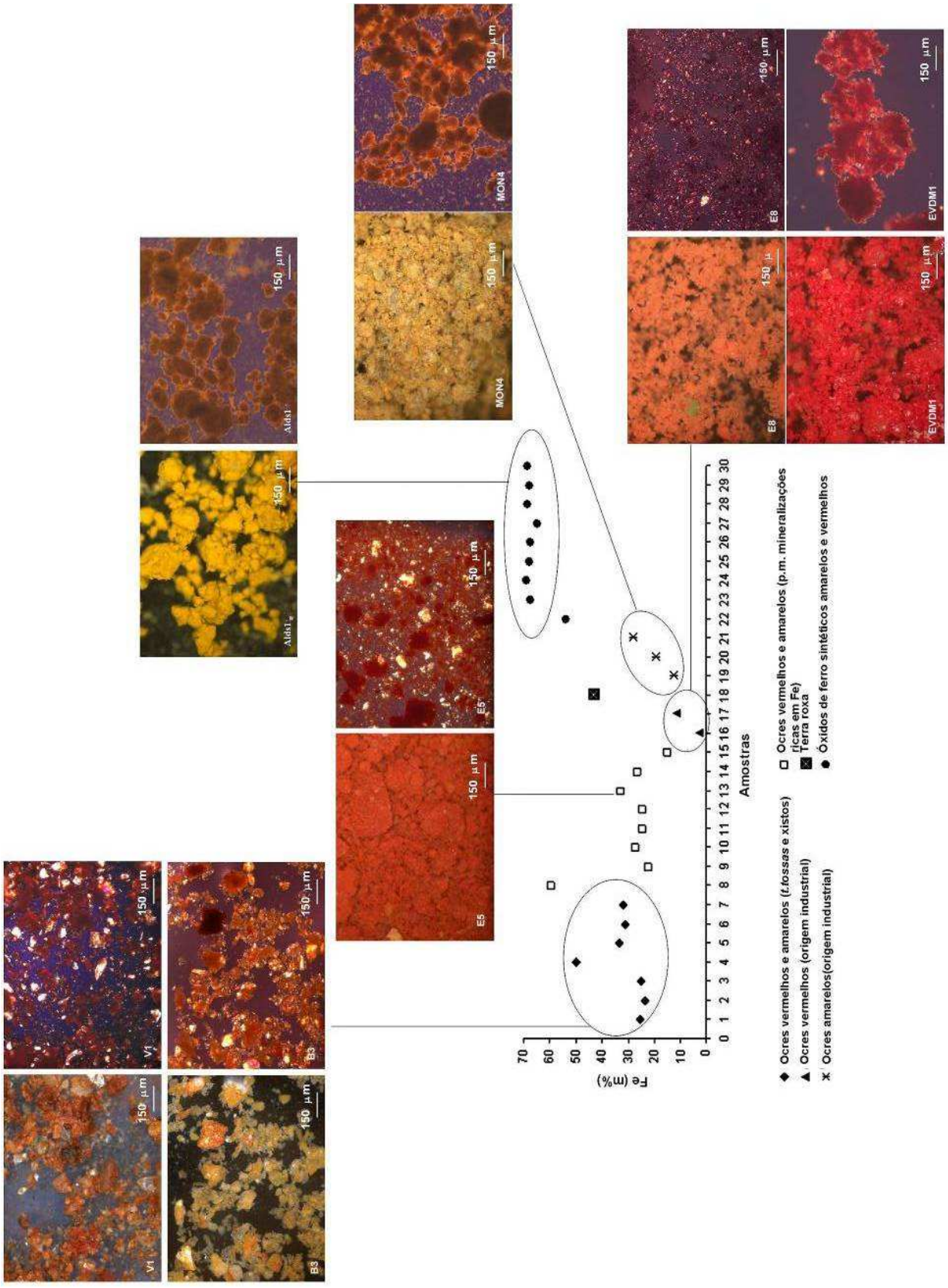


Fig. 5.43: Observação em luz reflectida (à esq.) e em luz transmitida com os nicóis cruzados (à dir.) de amostras exemplificativas dos 3 tipos de pigmentos em estudo (dos dois naturais e dos óxidos de ferro sintéticos) e sua comparação no teor em ferro

Quadro 5. 10: Composição mineralógica dos pigmentos amarelos e vermelhos. Goet-goetite; Hem-hematite; Cal-cite; Dol-dolomite; Esm-esmectite; Cao-caolinite, illite,; Alb-illite; Musc-Musc; Gesso, Orto-ortoclase, Jaro-jarosite

	Amostra	Goet	Hem	Qua	Cal	Dol	Esme	Caol	Illite	Alb	Musc	Gesso	Orto	Jaro
Ocres vermelhos extraídos (*terras rossas* , p.alteração de xistos)	S2	T	T	+++	-	-	-	⊙	++	-	-	-	-	-
	V1	+	⊙	++++	+++	-	-	⊙	-	++	-	-	-	-
	Mo5	⊙	T	++	-	-		⊙	++	-	-	-	-	-
	B1	⊙	T	++	-	-	⊙	++	++	-	-	-	-	-
Ocres amarelos extraídos (p. alteração de xistos)	B2	⊙	T	++	-	-	++	++	-	-	-	-	-	T
	B3	⊙	⊙	+++	-	-	⊙	++	-	-	-	-	-	-
	Mo4	T	⊙	++	-	-	++	⊙	⊙	-	-	-	++	⊙
Ocres vermelhos extraídos (p. alteração de mineralizações ricas em Fe)	A1	⊙	T	++	-	-	-	+++	⊙	-	-	-	-	T
	E3	-	⊙	+++	-	-	-	-	++	-	-	-	-	T
	E5	-	⊙	+++	-	-	-	++	⊙	-	-	-	-	-
	P1	⊙	-	++++	-	-	-	+	++	-	-	-	-	-
	P2	-	T	++++	-	-	-	⊙	++	-	-	-	-	-
Ocres amarelos extraídos (p. altração de mineralizações ricas em Fe)	E1	⊙	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E8	-	⊙	++	-	-	⊙	++	++	-	++	-	-	-
	E9	⊙	T	++++	-	-	-	⊙	T	-	T	-	-	-
Pigmentos terra de origem industrial (almagres, terra roxa e ocres)	E8	⊙	+	-	++++	-	-	⊙	⊙	-	-	-	-	-
	EVDM1	⊙	⊙	+++	++++	-	-	++	++	-	-	-	-	-
	Arc3	⊙	++	++++	+	-	-	++	++	-	-	-	-	-
	E2	+	⊙	-	+++	++++	-	-	-	-	-	-	-	-
	MON4	+	-	+++	++++	-	-	++	++	-	-	-	-	-
	E9	⊙	-	++++	-	-	-	++++	++	-	-	⊙	-	-
Óxidos de ferro sintéticos (vermelhos)	E4	-	++++	-	-	-	⊙	-	-	-	-	-	-	-
	EvAg3	-	++++	++	-	-	⊙	-	-	-	-	-	-	-
	EVDA1	-	++++	-	-	-	⊙	-	-	-	-	-	-	-
Óxidos de ferro sintéticos (amarelos)	E3	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MON3	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AldSal1	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EVDA2	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Muito elevado: ++++ Elevado: +++ Abundante: ++ Pouco: + Presente: ⊙ Vestigial: T

Os ocres, independentemente do tipo de tratamento que sofreram, possuem na sua composição alguns elementos que denunciam a sua origem natural (Quadro 5.10). Os catiões de Si, Al, K e Ca são essenciais na estrutura dos minerais de quartzo e nos filossilicatos. Elementos como o zircónio (Zr) ou o titânio (Ti) estão presentes em minerais facilmente transportáveis como sedimentos, tais como o rutilo (TiO_2) ou o zircão ($ZrSiO_4$), e, como tal, a sua abundância nos pigmentos terra não é surpreendente.

Quando comparados aos ocres extraídos pelas populações alentejanas, os ocres de origem industrial possuem, de uma forma geral, teores inferiores nos elementos maiores e menores acima citados (e.g. Si, Al, K, Ti e Zr). Era de prever que o cálcio (Ca) também tivesse um comportamento semelhante. Porém, a maioria das amostras são enriquecidas neste elemento (Quadro 5.11) Esta situação é facilmente explicada se assumirmos que a calcite ($CaCO_3$) tenha sido, intencionalmente, adicionada como carga. Devido a esta adição, a concentração em ferro não é tão alta como a que seria esperada, à partida, em materiais processados. A presença de quantidades elevadas de calcite (e, numa amostra, dolomite - $CaMg(CO_3)_2$) é

igualmente corroborada por difracção de raios-X (Quadro 5.10). Só numa amostra (Arc3) se detectou a presença de barite. A presença de illite e de caulinite em todas as amostras, à excepção da E2, e em teores, aparentemente, aproximados aos dos ocres extraídos e apenas peneirados, pode ser entendida como carga ou como o resultado de um insuficiente processo de purificação industrial.

Quadro 5.11: Composição elementar dos pigmentos vermelhos e amarelos por WD-XRF (m.%)

	Amostra	Composição elementar (m.%)																		
		Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Zr	Ba	Pb
Ocres vermelhos extraídos (*terras rossas* , p.alteração de xistos)	S2	0.19	0.32	6.24	14.95	1.89	0.08	4.22	2.65	0.00	0.13	0.27	25.39	0.26	0.20	0.00	0.08	0.14	0.38	0.52	
	V1	0.28	0.20	7.70	13.11	0.84	0.10	2.97	9.00	1.34	0.07	0.49	23.64	0.14	0.11	0.00	0.07	0.10	0.26	0.41	0.07
	Mo5	0.45	0.29	7.33	13.87	1.63	0.17	6.96	1.57	1.67	0.10	0.39	24.83	0.25	0.12	0.00	0.13	0.11	0.27	0.38	
	B1	0.36	0.12	1.61	3.48	0.66	0.06	3.98	0.86	1.55	0.12	0.07	49.94	0.30	0.10	0.00	0.56	0.35	3.44		
Ocres amarelos extraídos (p. alteração de xistos)	B2	0.19	0.15	4.16	11.47	1.10	0.15	8.20	1.00	2.09	0.09	0.04	33.36	0.23	0.10	0.00	0.22	0.13	0.52		
	B3	0.17	0.09	4.52	12.08	1.58	0.14	7.74	1.14	2.08	0.13	0.04	31.12	0.30	0.10	0.00	0.17	0.10	0.44	0.36	
	Mo4	0.45	0.26	6.76	11.00	0.97	0.12	7.37	0.86	1.66	0.07	0.18	31.75	0.20	0.10	0.00	0.15	0.11	0.16		0.37
Ocres vermelhos e amarelos (p. alteração de mineralizações ricas em ferro)	A1	0.00	0.12	1.66	2.35	0.48	0.04	0.60	0.83	0.29	0.00	1.26	59.44	0.18	0.08	0.49	0.02	0.02	0.07	0.14	
	E3	0.20	0.31	12.43	12.22	1.06	0.18	3.43	1.14	1.25		0.08	22.17	0.38	0.05	4.29	0.08	0.15	0.26		
	E5	0.10	0.13	4.08	13.44	1.14	0.14	4.11	1.44	1.66	0.07	0.03	27.35	0.22	0.07	7.46	0.10	0.09	0.32	0.23	
	P1	0.41	0.22	7.90	15.04	0.88	0.06	7.26	1.24	1.67	0.00	0.12	24.48	0.16	0.10	0.00	0.10	0.04	0.34		
	P2	0.12	0.29	12.74	11.52	1.67	0.16	5.30	1.64	0.84		0.12	24.62	0.23	0.07	0.00	0.08	0.03	0.16		
	E1	0.07	0.11	2.19	6.11	0.62	0.92	1.30	1.59	0.63	0.00	0.04	32.77	0.13	0.03	20.14	0.02	0.05	0.11		
	E8	0.19	0.35	5.77	14.90	1.23	0.33	4.93	1.00	1.12	0.00	0.02	26.65	0.22	0.07	3.27	0.11	0.07	0.28		
	E9	0.24	0.28	12.27	18.99	1.41	0.48	3.60	0.86	1.19	0.07	0.09	14.69	0.19	0.04	0.99	0.03	0.03	0.11		
Pigmentos terra de origem industrial (almagres, terra roxa e ocres amarelos)	E8	0.09	0.05	0.04	0.13	0.27	0.10	0.06	63.27	0.03	0.61	0.00	2.49	0.06	0.02	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	4.82
	EvDM1	0.00	0.00	0.73	3.15	0.07	1.06	2.86	46.84	1.08	0.08	0.06	11.39	0.11	0.06	0.00	0.08	0.11	0.15	0.86	
	Arc3	0.13	0.00	2.13	6.20	0.84	0.33	3.70	3.04	0.37	0.05	0.35	43.06	0.54	0.17	0.00	0.13	0.29	0.12	5.96	
	E2	0.15	0.19	0.00	0.08	0.26	0.06	0.00	57.37	0.02	0.02	0.00	12.58	0.07	0.03	0.00	0.00	0.05			
	MON4	0.10	0.00	1.72	5.50	0.84	0.08	3.34	34.41	1.08	0.13	0.09	19.29	0.19	0.11	0.00	0.10	0.00	0.14		
	E9	0.31	0.00	3.69	11.23	0.30	2.24	11.12	0.63	1.68	0.10	0.06	28.10	0.35	0.24	0.53	0.60	0.13	0.96	0.27	0.35
Óxidos de ferro sintéticos (vermelhos)	E4	0.00	0.07	0.94	3.11	0.53	0.68	1.74	3.53	0.21	0.00	0.21	53.68	0.21	2.27	0.45	0.04	0.08	0.07	0.16	
	EvAg3	0.12	0.00	0.15	0.43	0.06	0.37	0.02	0.09	0.02	0.14	0.23	67.41	0.24	0.02	0.00	0.01	0.01			
	EvDA1	0.00	0.07	0.39	0.61	0.29	0.03	0.00	0.15	0.02	0.06	0.29	67.17	0.17	0.05						
Óxidos de ferro sintéticos (amarelos)	E3	0.00	0.11	1.09	1.57	0.33	0.18	0.06	0.24	0.01	0.02	0.00	64.69	0.10	0.04						
	MON3	0.13	0.00	0.09	0.09	0.01	0.46	0.00	0.03		0.02	0.04	68.53	0.04	0.01						
	AldSal1	0.12	0.05	0.09	0.14	0.44	0.11	0.02	0.31	0.05	0.03	0.05	67.87	0.13	0.04						
	EvDA2	0.00	0.00	0.00	0.08	0.28	0.10	0.00	0.55	0.05	0.03	0.04	68.37	0.09	0.03						

A ausência de quartzo em duas amostras (E8 e E2), que também apresentam conteúdos inferiores em filossilicatos, parece sugerir a última hipótese visto todos os silicatos se comportarem de forma semelhante durante o processo industrial. Contudo, as observações no microscópio electrónico do tamanho e da morfologia das partículas destas amostras -em particular da E2 – e a sua semelhança com as dos óxidos de ferro sintéticos levantam outra hipótese. A de que estes pigmentos sejam constituídos por terras e óxidos de ferro sintéticos ou, apenas, por estes últimos e cargas (Fig. 5. 44).

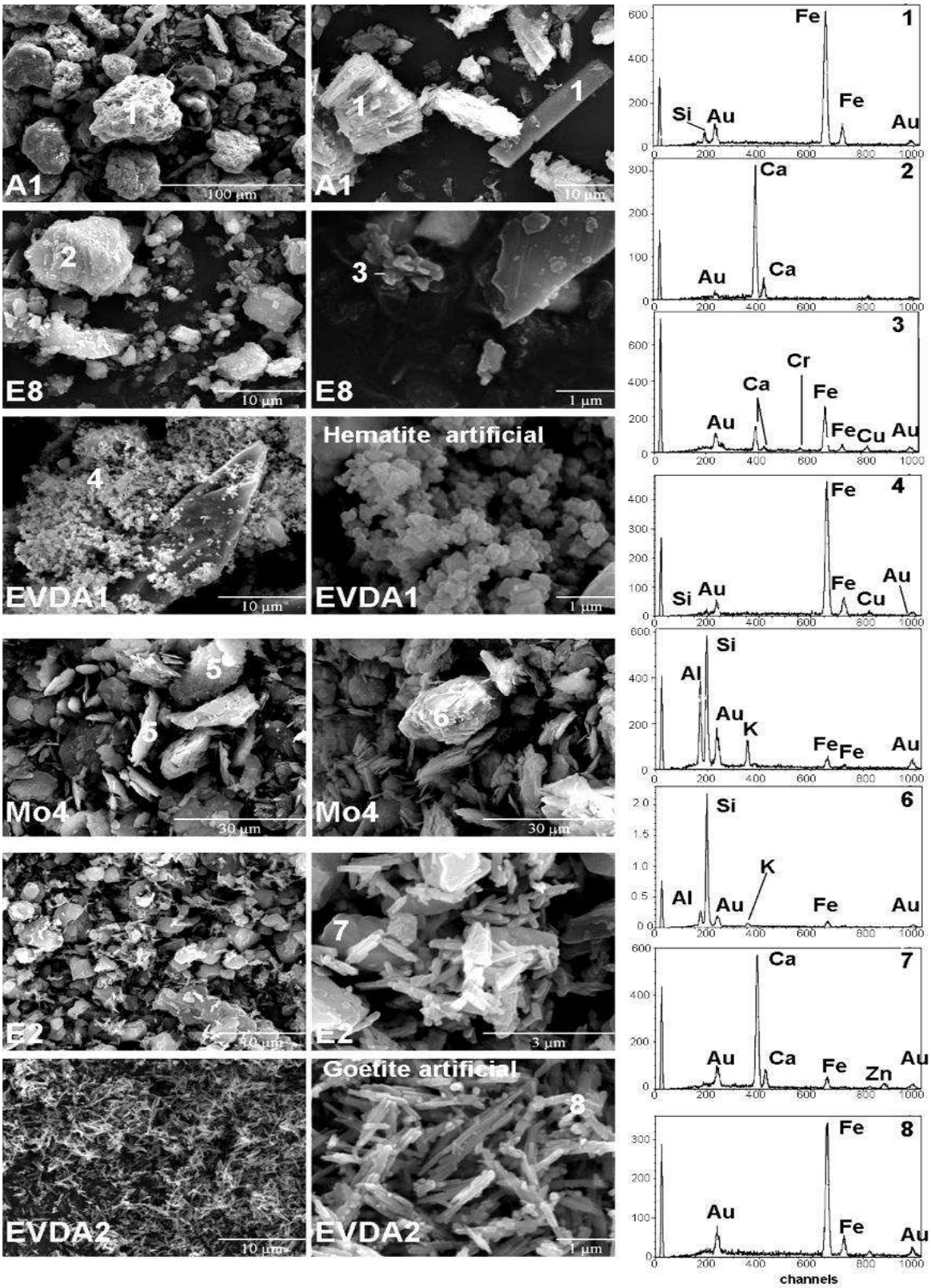


Fig. 5.44: Comparação por MEV-EDX da morfologia das partículas dos dois tipos de pigmentos naturais (A1, Mo4, E8 e E2) e dos dois óxidos sintéticos (EVDA1 e EVDA2). É de notar a semelhança das partículas cromóforas de E8 e sobretudo de E2 com as da hematite (arredondadas) e goetite artificial (em forma de agulhas).

Os ocres de origem industrial, embora apresentem uma concentração total em ferro similar aos ocres extraídos localmente, possuem teores de hematite e goetite mais elevados devido ao processamento industrial. Estes dados são corroborados pela observação em microscopia óptica de uma maior quantidade de partículas cromóforas de granulometria mais fina e com aspecto mais homogéneo que têm tendência a formar aglomerados (Fig. 5.43).

Por último, os resultados de WD-XRF (Quadro 5.11) mostram que os pigmentos vermelhos e amarelos sintéticos analisados são essencialmente constituídos por óxidos de ferro (Fe entre os 58.23%-68.50%). Os teores baixos ou vestigiais de outros elementos, tais como Al, Si, S, Ca, Cu podem justificar-se por dificuldades inerentes ao próprio processo metalúrgico de extracção do ião metálico a partir de minérios ricos em ferro ou pela sua adição durante a síntese dos pigmentos (e.g. Ca e S). No que respeita à identificação de fases, os resultados de DRX demonstram que a síntese é extremamente eficaz na produção de um único tipo de cromóforo mineral: hematite ou goetite (Quadro 5.10). A presença de pequenas quantidades de esmectites em três amostras de óxidos vermelhos (EvAG3, E14 e EVDA1) pode ser intencional, visto estes minerais serem igualmente cromóforos. Nas oito amostras, só foi detectada a presença de quartzo, como carga, na amostra EVAG3. Por MO e por microscopia electrónica, os óxidos de ferro sintéticos são facilmente distinguíveis por constituírem um pó, muito fino, que não exibe actividade óptica em luz transmitida com os nicóis cruzados, sendo composto por partículas ≤1μm e de morfologia uniforme[36]. (Fig. 5.43 e 5.44).

5.5.3.2. Pigmentos pretos e azuis

Os resultados de DRX relativo às fases cristalinas presentes nos pigmentos comerciais azuis e pretos estão patentes no Quadro 5.12.

No caso dos azuis sintéticos, a lazurite é o componente maioritário, corroborando a hipótese de que todas as amostras são azuis ultramarinos artificiais. Os resultados demonstram também que foram, intencionalmente, adicionados carbonatos (e.g. calcite e dolomite) como cargas, tendo em conta os seus teores elevados, excepto no caso de EVAG2 (Fig. 5.45). Contudo, esta amostra revela conter na sua composição um composto corado, de cor avermelhada, que não é detectado nem por difracção, nem por fluorescência de raios-X

[36] A distribuição granulométrica, observada por microscopia electrónica, foi confirmada em todos os pigmentos em estudo pela análise granulométrica a laser. Os resultados estão nos anexos VI e VII. É de notar que, apesar das limitações atribuídas a esta técnica para tamanhos <1μm (e.g. dificuldades na detecção e resolução dos padrões de difusão) os resultados obtidos são precisos o suficiente para permitirem uma distinção nítida da distribuição de tamanhos entre os pigmentos naturais e os sintéticos.

(teor em Fe é vestigial) mas que é perceptível em MO a 100x (Fig. 5.45 e Quadro 5.12 e 5.13).

Quadro 5.12: Composição mineralógica dos pigmentos azuis e pretos. Mag-magnetite; Qua-quartzo; Cal.calcite; Dol-dolomite; Lazur-lazurite; Caol-caolinite; illite, Musc-muscovite, Graf-grafite; Mul-mulite

	Amostra	Mag	Qua	Cal	Dol	Lazur	Caol	Illite	Alb	Mus	Graf	Mul
Azuis sintéticos	RDM1	-	T	⊙	++++	++++	+	-	-	-	-	-
	VV3	-	⊙	++++	++	++++	++	+	-	-	-	-
	ARR1	-	-	+	++	++++	++	-	-	-	-	-
	EvAg2	-	⊙	+	⊙	++++	-	-	+	-	-	-
Pretos (naturais e sintéticos)	AB9	-	++++	+	-	-	-	-	-	+++	+++	++
	ARC2	-	+++	++++	-	-	++	-	-	+	-	-
	E1	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EvAg4	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Muito elevado: ++++; Elevado:+++; Abundante: ++; Pouco: +; Presente: ⊙ ; Vestigial: T

A caulinite, o quartzo e outros aluminosilicatos (e.g. illite, albite e mulite) presentes são materiais que entram como matérias-primas na fabricação deste tipo de azuis ou podem ser formados aquando do mesmo.

Em relação aos pigmentos pretos, os resultados de DRX e WD-XRF evidenciam as diferenças entre os dois grupos estudados: as terras pretas e os óxidos de ferro. Neste última categoria, as amostras (E1 e EvG4) são maioritariamente constituídas por magnetite (Fe_3O_4) enquanto as terras pretas (Ab9 e Arc2) têm minerais que são característicos dos pigmentos terra, tais como quartzo, calcite e aluminosilicatos. Porém, as duas amostras apresentam algumas diferenças, que evidenciam origens naturais diferenciadas. A amostra Ab9 possui um teor relativamente elevado em grafite que confere a cor preta e também mulite, que é um aluminosilicato gerado em altas temperaturas. Na amostra Arc2 não foram identificados minerais cromóforos por DRX, embora a presença de ferro tenha sido detectada por WD-XRF. É assim possível que a cor seja conferida por compostos de ferro amorfos ou com base em compostos de carbono não cristalinos.

Quadro 5. 13: Composição elementar dos pigmentos azuis e pretos por WD-XRF (m.%)

	Amostra	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Pb
Azuis sintéticos	RDM1		1.06	12.54	8.58		4.36	0.40	3.63	0.05			0.07							
	VV3		0.06	12.54	8.03		4.31	0.41	5.00	0.03			0.05							
	ARR1		1.00	11.88	8.24	0.21	4.44	0.38	3.86	0.03			0.05			0.01				
Pretos (naturais e sintéticos)	EvAg2		1.08	11.82	8.22	0.21	4.44	0.38	3.91	0.03			0.05		0.00	0.00	0.01			
	Ab9		0.58	4.68	21.10	0.02	7.64	1.90		0.64		0.84	3.50				0.00	0.03	0.06	0.01
	Arc2	0.06	0.10	2.10	9.45	0.24	0.17	1.07	30.18	0.23	0.03	0.28	8.23	0.10	0.04	0.02	0.05	0.03	0.09	
	E1			0.05	0.61	0.21	0.18		0.33	1.83	0.03	1.43	31.94	0.14	0.08					
	EvAg4			0.03	0.30	0.13	0.13		0.15	0.71	0.05	1.31	33.10	0.18	0.04					

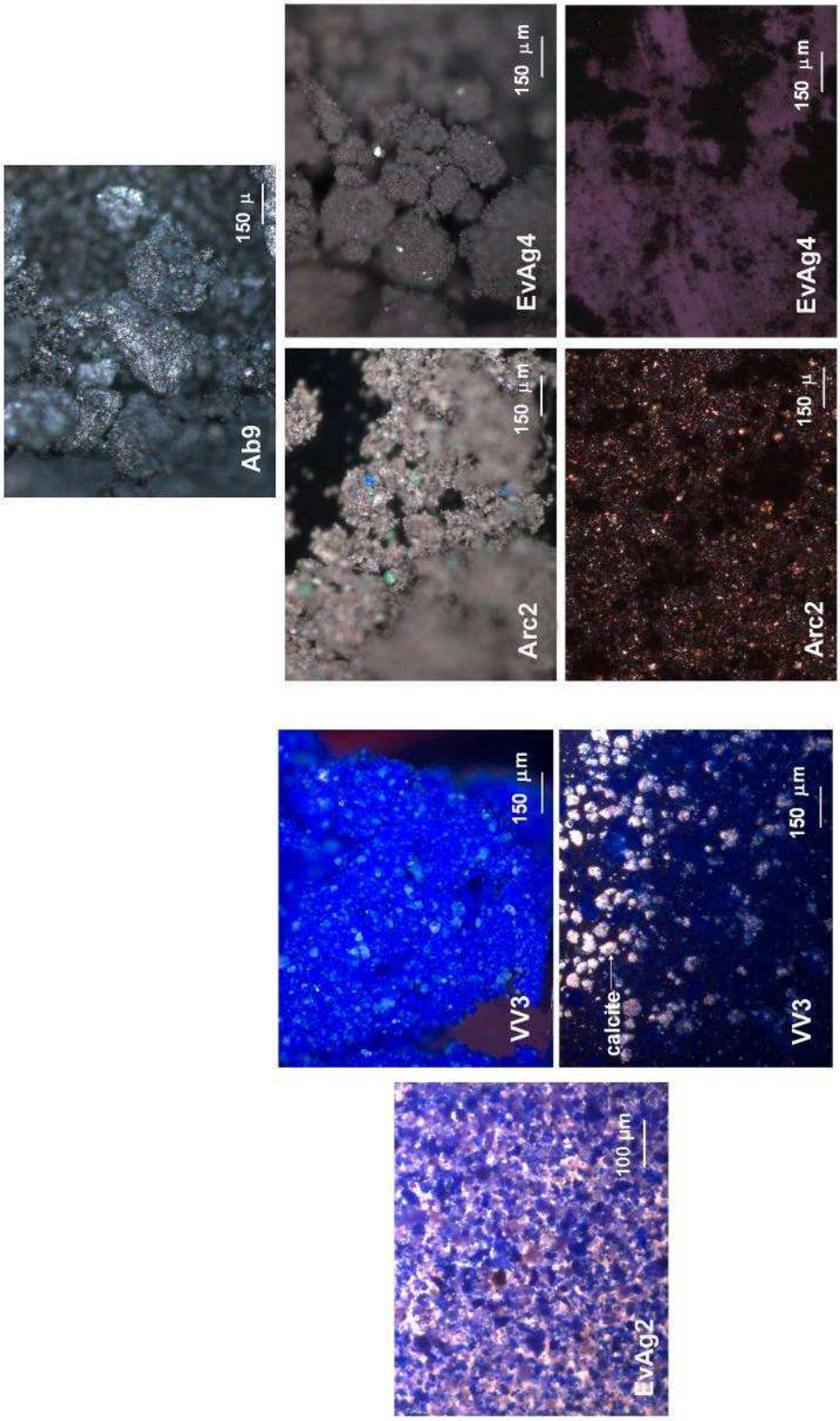


Fig. 5.45: Observação em luz reflectida (em cima) e em luz transmitida com os nicóis cruzados (em baixo) da composição de dois azuis ultramarinos artificiais e dos 2 tipos de preto (terra pretas e óxidos de ferro). Nas amostras VV3 e Arc2, as partículas, opticamente activas, revelam a presença de outros minerais - e.g. calcite e quartzo.

5.5.4. Conclusões

Durante o tratamento de conservação e restauro de caiações em alçados exteriores, o conservador-restaurador deve conhecer os materiais tradicionalmente usados neste género de pintura, de modo a delinear um projecto conveniente que assegure não só uma adequada apresentação estética mas também a durabilidade da camada cromática a médio e longo prazo.

Existem actualmente diversos tipos de pigmentos inorgânicos à disposição no comércio local, a baixo custo, e para usos genéricos variados. Foram estes os tipos de pigmentos preferencialmente utilizados pelos pintores da construção civil, ao longo do século XX. Contudo, a sua utilização, em tratamentos de conservação e restauro, deve ser precedida de um estudo científico, que permita atestar a sua natureza química e mineralógica e averiguar a presença de compostos, potencialmente, danosos para a sua estabilidade em ambientes exteriores, directamente sujeitos às condições ambientais. Por outro lado, era importante averiguar as suas diferenças em relação às terras extraídas localmente.

As terras coradas extraídas, segundo métodos tradicionais pela população, são heterogéneas. A sua composição mineralógica e elementar pode ser determinada pela geologia local, não havendo necessidade de adicionar cargas (e.g. calcite e minerais de argila) visto estes materiais os incorporarem naturalmente. Os pigmentos terra, processados industrialmente, tendem a ser mais homogéneos. Os silicatos, que poderiam funcionar como cargas, são substituídos por carbonatos (principalmente calcite). Os processos de purificação fazem aumentar a abundância de hematite e goetite. Por último, os pigmentos sintéticos são extremamente puros. As únicas fases importantes assinaladas são os óxidos e hidróxidos de ferro (hematite e goetite) e esmectite. A presença deste grupo de minerais argilosos pode ser intencional devido à sua contribuição cromófora.

Com os pigmentos naturais e em particular com as terras extraídas, é possível obter uma gama de cores visualmente mais rica em nuances, devido às diferentes propriedades ópticas dos seus minerais constituintes (e.g. quartzo, calcite e filossilicatos). Os pigmentos sintéticos são, pelo contrário, mais limitados a este nível. A sua granulometria, abaixo de $\leq 1\mu m$, e a sua pureza composicional tornam-nos opticamente pouco activos. Em luz transmitida são completamente opacos, ao passo que as partículas dos pigmentos naturais possuem diferentes graus de transparência e translucidez. Por último, os resultados mostram que os diferentes azuis, disponíveis no comércio local (azul gaivota, galo e árabe), são todos azuis ultramarinos artificiais, aos quais foram adicionados intencionalmente carbonatos como cargas.



Capítulo 6

Avaliação da cor em superfícies cromáticas a cal



Capítulo 6

Avaliação da cor em superfícies cromáticas a cal, 251

6.1. Estudos de cor na Conservação do património arquitectónico: possibilidades e dificuldades da avaliação visual e medições colorimétricas (considerações gerais), ***253***

6.1.1. Introdução, 254

6.1.2. Escalas visuais de cor e colorimetria: vantagens e limitações, 255

*6.2. A cor de fachadas históricas no Alentejo, parte 2: caracterização de 44 revestimentos a cal com NCS e CIEL*a*b* e C*,* ***259***

6.2.1. Introdução, 259

6.2.2. Condições experimentais, 259

6.2.2.1. Amostragem, 259

6.2.2.2. Técnicas de análise, 262

6.2.3. Resultados e discussão, 266

6.2.3.1. A aparência da superfície cromática e sua influência na avaliação da cor, 266

6.2.3.2. Natureza e concentração dos pigmentos e sua influência na avaliação da cor (camadas amarelas e vermelhas), 273

Óxidos de ferro sintéticos versus pigmentos naturais, 273

Concentração de pigmentos, 278

6.2.4. Conclusão, 279

6.3. Reprodução e análise colorimétrica de pinturas tradicionais a cal e de barramentos pigmentados, ***281***

6.3.1. Introdução, 282

6.3.2. Condições experimentais, 282

6.3.2.1. Descrição dos materiais (pigmentos e ligante), 282

6.3.2.2. Descrição dos ensaios, 286

6.3.3. Resultados e discussão, 290

6.3.3.1. Comparação de métodos de preparação de leites de cal (etapa 1), 290

6.3.3.2. Influência do processo de carbonatação da cal (etapa 2), 294

Barramentos pigmentados, 294

Barramentos pigmentados versus pinturas a ca,l 297

Atenuação da cor devido à reacção de carbonatação da cal, 299

6.3.3.3. Efeito de diluição do leite de cal (etapa 3), 300

6.3.4. Conclusões, 303

6.1. Estudos de cor na Conservação do património arquitectónico: possibilidades e dificuldades da avaliação visual e medições colorimétricas (considerações gerais)

M.Gil[1], A.I.Seruya[1], J.Aguiar[2], M.Ribeiro[3]

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

[2] Fac. de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, R. Sá Nogueira, Pólo Universitário, Alto da Ajuda, 1349-055 Lisboa, Portugal

[3] Fotógrafo Profissional, Quinta Cabeça da Guarda 22, Santo Antonico, 7005-828 Évora

Texto integrante do artigo

'As potencialidades da fotografia digital na reprodução da cor de pinturas a cal '

Publicado

Pedra & Cal, **39** (2008) 14-16

Revista da Conservação do Património Arquitectónico e da Reabilitação do Edificado

Resumo

O início da problematização do significado e conservação da cor no património arquitectónico é bastante recente, sendo consequência da evolução das teorias da conservação e reabilitação urbana, postas em prática desde os anos oitenta em alguns países europeus.

O cromatismo de revestimentos arquitectónicos reveste-se de grande importância pelo impacto que possui no meio ambiente envolvente. A cor está intimamente relacionada com o tipo de material e a técnica pictórica empregues.

Estudar e reproduzir correctamente a cor em tratamentos de superfícies cromáticas é uma preocupação tanto dos conservadores-restauradores como dos profissionais de outras disciplinas adjacentes que, directa ou indirectamente, se confrontam com esta questão. Neste texto são feitas algumas considerações gerais sobre as características das pinturas a cal e das vantagens e limitações dos métodos usualmente utilizados para a avaliação e medição da cor em arquitectura.

6.1.1. Introdução

Os estudos de cor relacionados com superfícies arquitectónicas podem desenvolver-se segundo duas perspectivas diferentes. A cor e o seu significado estético, histórico, social, cultural e até político ou a cor como um revestimento que contribui para a protecção da estrutura do edifício. A estas duas perspectivas de abordagem podemos acrescentar ainda uma terceira, que diz respeito à identificação, à medição e à reprodutibilidade correcta de uma superfície cromática.

Em vários países europeus a partir da década de setenta foi dado o alerta sobre da destruição (intencional ou acidental) de revestimentos cromáticos originais em edifícios históricos. Desde então, registar e preservar os testemunhos ainda existentes tem-se tornado uma preocupação crescente nos debates sobre a cor do património edificado que cada vez mais apelam à necessidade de formação técnica especializada e à acção conjunta de equipas pluridisciplinares (Vitiello, 2008, Cóias, 2008; Aguiar, 2005; Queirós, 2005; Serrão, 2001). Em Portugal, destaca-se as chamadas de atenção feitas em 1987 pelo pintor Eduardo Nery (Nery, 1987) à cor de Lisboa e, posteriormente por investigadores ligados, muitas vezes, a universidades ou entidades estatais (e.g. Veiga e al, 2004; Veiga, 2006; Amendoeira, 1998, Mira, 1999). Neste âmbito, destaca-se actividade desenvolvida pelo Arquitecto José Aguiar, há quase duas décadas, traduzida em várias publicações de carácter científico ou de índole mais geral.

Para a avaliação e caracterização da cor, utilizam-se vários processos visuais (escalas/catálogos de cor) associados ou não a medições colorimétricas e a análises laboratoriais. A fotografia digital pode oferecer novas potencialidades para a produção de referências cromáticas mais fiáveis. Os consensos, contudo, não são fáceis e várias são as dúvidas que se levantam. Lidar com a cor é sempre um assunto complexo pois ela pode ser influenciada por muitos factores (Bergstrom, 2004; Aguiar, 2005; Feliu e al, 2005).

O presente texto tem como objectivos relembrar os problemas mais comuns encontrados na prática da avaliação de cores de superfícies arquitectónicas e as questões que se colocam aos conservadores-restauradores, e a outros especialistas, quando lidam com o estudo e o restauro de camadas crométicas, em particular no caso de pinturas a cal dadas as características específicas do seu ligante. Estas considerações, de índole mais geral, introduzem alguns dos aspectos pesquisados nas duas subsecções seguintes, que se dedicam à classificação e medição da cor, num primeiro momento, em pinturas a barramentos a cal presentes nas

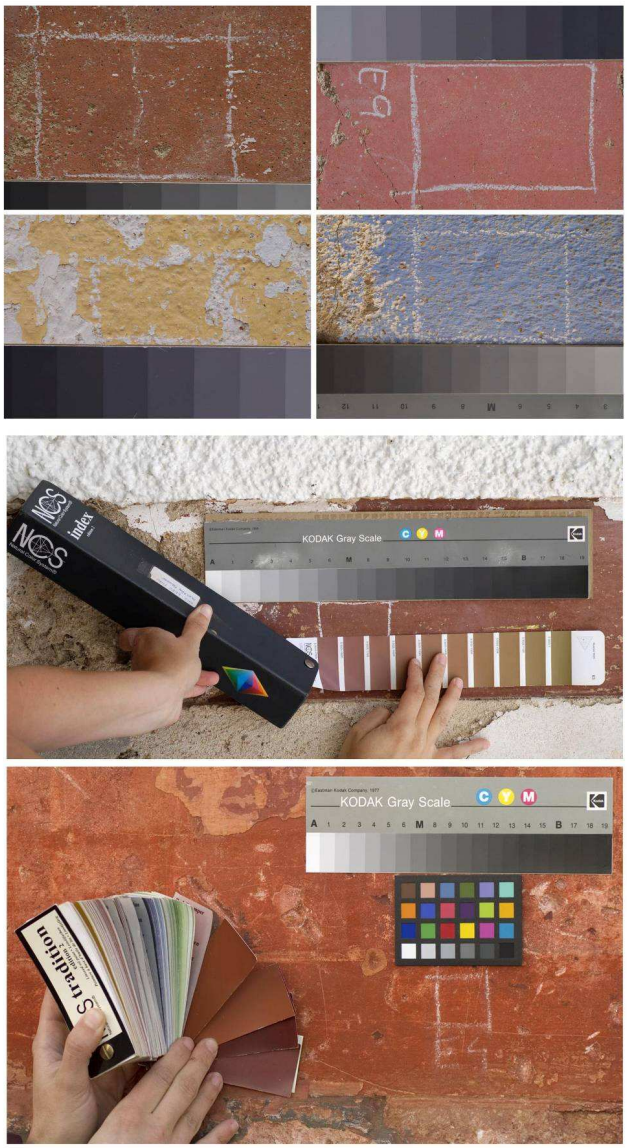


Fig. 6.1: Em cima, pormenores de quatro pinturas murais feitas com a técnica da cal. Em baixo, escalas visuais utilizadas no âmbito da Arquitectura e da Conservação e restauro para a avaliação de cor (*NCS*, índex 2 e *NCS tradition*) e para a documentação fotográfica (*Kodak Grey Scale e GretagMacbeth Colorcheker*). Foram estas as escalas visuais utilizadas no ponto 6.2.

fachadas dos núcleos históricos alentejanos e, num segundo, em reproduções efectuadas em laboratório.

6.1.2. Escalas visuais de cor e colorimetria: vantagens e limitações

Na prática da descrição da cor em Arquitectura, o atlas de *Munsell* e, em particular, as escalas do *Color Natural System* (NCS) (Aguiar, 2002 e 2005; Feliu e al, 2005; Vouvé & Lalubie, 2006) continuam a ser os sistemas mais utilizados. Na conservação de pintura mural decorativa, a escala de cores da *Kodak* é normalmente a única referência para a documentação fotográfica a cores (Fig. 6.1). Todos estes sistemas são visuais e constituem ferramentas úteis e práticas, com as quais se pode obter, de modo simples, uma referência ou uma informação mais detalhada sobre a tonalidade, a luminosidade e a saturação de uma pintura. Contudo, o seu uso exclusivo não é suficiente pois, como qualquer sistema perceptivo, apresenta muitas limitações.

Um dos problemas mais sentidos é o facto da cor perceptível de uma superfície arquitectónica ser dependente do contexto envolvente, que se altera com as condições climatéricas, com a distância, ângulo de observação e com o observador (Aguiar, 2005; Feliu e al, 2005).

O aspecto da superfície cromática não se deve apenas à contribuição dos pigmentos presentes. A radiação incidente produz jogos de sombra e de luz de intensidades variáveis que mudam ao longo do dia e criam outras nuances da mesma tonalidade. Estes factores interagem

em conjunto com outros atributos da aparência como, por exemplo, o brilho e os diferentes graus de transparência ou de opacidade de uma camada cromática. A cor perceptível também se altera com a porosidade e as diferenças de textura das argamassas antigas, com a humidade das paredes e com o próprio envelhecimento dos materiais (Fig. 6.1). Por fim, a estabilidade cromática dos próprios padrões utilizados para comparação não é também de desprezar. Em muitos casos, a avaliação das cores pode tornar-se uma tarefa difícil, mesmo quando se tenta minimizar os factores externos, tirando várias medidas durante o dia, períodos de tempo ou criando condições de luz difusa. Estas dificuldades aumentam quando se lida com uma caiação pigmentada ou pintura a cal visto o resultado estético final não ser uma superfície perfeitamente homogénea, opaca e de tonalidade forte (por vezes excessivamente "berrante") característica de muitas das actuais tintas modernas (Scarzella &Natale, 1989; Aguiar, 2005).

Nas pinturas a cal, o aspecto da superfície (e consequentemente da



Fig. 6.2: Em cima, pormenor de um dos ensaios de cor efectuados com terras coradas da região de Piemonte em 1989 (Politécnico de Turim, Itália). Em baixo, paleta fabricada pelo conservador-restaurador Matei Lazarescu a partir da observação dos vestígios de policromia existentes nas decorações das chaves das abóbadas e arcos da Catedral Saint-Etienne (Toul, França) (cl. M.Gil 2008 e Lazarescu, 2006).

cor) é também influenciado pela forma como a tinta foi aplicada (e.g. espessura da tinta e direcção das pinceladas) e pela presença de restos de camadas pictóricas anteriores. As equivalências obtidos neste tipo de pinturas são, muitas vezes, meras aproximações. Na prática, para conseguirem ultrapassar estas dificuldades em trabalhos de reintegração cromática, os conservadores-restauradores criam frequentemente a sua própria paleta, baseada apenas nas cores dos materiais originais observados (Fig. 6.2) (Lazarescu, 2006).

Estudos sistemáticos sobre os materiais pictóricos do património edificado têm sido conduzidos pelo departamento de engenharia de sistemas construtivos e territoriais do Politécnico de Turim desde a década de oitenta. As pesquisas realizadas nessa época por Paolo Scarzella e a sua equipa sobre os depósitos de terras naturais explorados em Itália, e em particular na área de Piemonte são actualmente referências fundamentais nesta área (Scarzella & Natale, 1989).

Nas jazidas existentes, os investigadores recolheram e analisaram a composição mineralógica e propriedades ópticas das terras coradas, procedendo depois à reprodução de padrões de cor utilizando técnicas tradicionais (pinturas a cal, a cal e leite, a têmpera com cré e cola ou só cola). As colecções de pinturas obtidas e as amostras de pigmentos isolados têm sido utilizadas para a interpretação dos vestígios de pinturas antigas e para a definição de padrões para o restauro e repinturas de edifícios históricos (Fig.6.2) (Scarzella, 1999 e 2005).

O restauro de superfícies cromáticas históricas é uma das áreas em que a ciência da cor é também aplicada. Com este fim, vários sistemas colorimétricos foram desenvolvidos e aperfeiçoados ao longo de anos (Aguiar, 2005). O espaço de cor CIEL*a*b* e as coordenadas CIE X,Y,Z são ainda os parâmetros mais utilizados para a medição e definição da cor de superfícies cromáticas (Henriques, 1998; Aguiar, 2002; Feliu e al, 2005; Vouvé, 2006; Dúran-Benito e al, 2007). As análises das curvas espectrais de reflectância e transmitância obtidas com espectrofotómetros também possibilitam uma primeira identificação dos pigmentos, garantindo uma maior objectividade das medições (Rodriguez & Fernández, 2005). No entanto, a utilização isolada da espectrofotometria no visível e da colorimetria fornece resultados cuja interpretação pode ser arriscada e duvidosa, especialmente no caso de pinturas a cal pelas características já acima apontadas. No geral, é quase impossível definir ou reproduzir com precisão uma cor em revestimentos arquitectónicos apenas através de coordenadas cromáticas visto não darem nenhuma informação sobre a aparência da superfície cromática, quando este factor - como os estudos seguintes realçam - pode influenciar facilmente as medições.

Para além da simples inspecção estratigráfica em campo ou por microscopia óptica de secções transversais, outras técnicas de análise têm vindo a complementar estudos de cores em superfícies murais de que se realçam a difractometria e espectrometria de fluorescência de raios-X (DRX e XRF), a microscopia electrónica de varrimento com análise dispersiva de energia (MEV-EDX) e a espectroscopia de infravermelho com transformada de fourrier (FTIR) (Aguiar, 2005; Feliu e al, 2005; Dúran-Benito e al, 2007). Como demonstrado no capítulo 5, os levantamentos estratigráficos da superfície, a caracterização química, mineralógica e microestrutural das camadas pictóricas fornecem dados preciosos acerca da composição dos materiais utilizados, contribuindo para um melhor entendimento das técnicas pictóricas empregues. Por último, não se podem deixar de mencionar as potencialidades da fotografia digital no registo e produção de referências cromáticas mais fiáveis em trabalhos de campo ou em estúdio, neste caso em condições de iluminação controlada. A aquisição de fotografias em formato RAW (não processadas pelo software interno da câmara) com escalas de referência *Kodak Grey Scale* e/ou *GretagMacBeth Colorchecker*, em vez da clássica *Kodak Colour Scale*, e o seu processamento no espaço de cor RGB com softwares acessíveis como *AdobePhotoshop* e *Adobe CamaraRaw* abrem novas perspectivas de documentação fotográfica[1].

[1] Ver as experiencia realizadas pelo fotógrafo Profissional Manuel Ribeiro no artigo da Pedra & Cal (Anexo VIII)

6.2. A cor de fachadas históricas no Alentejo, parte 2: caracterização de 44 revestimentos a cal com NCS e CIEL*a*b* e C*

6.2.1. Introdução

A primeira abordagem à cor das superfícies a cal de fachadas históricas no Alentejo foi apresentada no ponto 5.1, onde foi feita a identificação dos pigmentos e a análise estratigráfica de 326 amostras recolhidas em edifícios localizados nos núcleos urbanos mais antigos de 43 sedes de concelho. Na continuação desse estudo, pretende-se agora avaliar a cor de 44 revestimentos (pinturas e barramentos) com base no sistema perceptivo NCS e coordenadas CIE L*a*b* e C*, complementadas com espectrofotometria no visível. Os objectivos são os seguintes:

a) Definição da paleta de cores observada em campo e, simultaneamente, comparação dos resultados obtidos com os dois métodos mais empregues em estudos de reabilitação de superfícies arquitectónicas;

b) Colocar hipóteses para as variações das cores perceptíveis e medidas em campo, com base na natureza dos pigmentos e sua concentração nas técnicas pictóricas utilizadas e nos atributos actuais da aparência das superfícies (e.g. opacidade/transparência, irregularidades e estado de conservação).

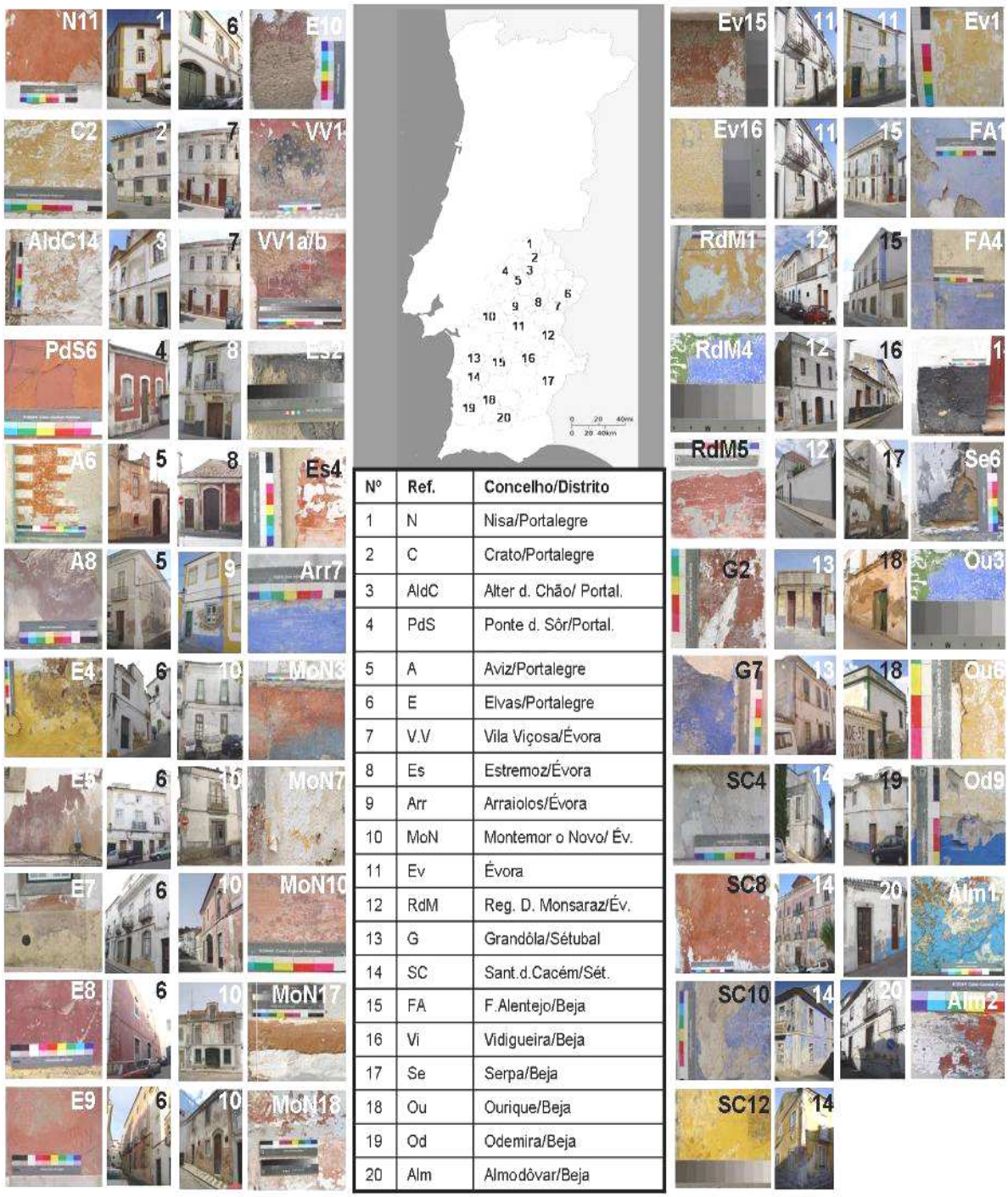
Este estudo também serviu para aprofundar a análise dos pigmentos vermelhos e amarelos à base de Fe (III) de 17 camadas cromáticas, exemplificativas de várias tonalidades observadas em campo.

6.2.2. Condições experimentais

6.2.2.1. Amostragem

As 44 camadas cromáticas foram amostradas na campanha de campo efectuada nos 4 distritos alentejanos entre 2004 e 2006 (Fig. 6.3). A sua selecção, de entre o conjunto de 326 amostras analisadas no ponto 5.1., baseou-se em 3 critérios: cor, características da superfície perceptíveis à vista desarmada (ex. lisa ou com irregularidades) e tipo de acabamento (pintura a seco, a fresco ou a *mezzofresco* e barramento) (Quadro 6.1).

Quinze pigmentos inorgânicos (naturais e sintéticos), usados tradicionalmente nas caiações tradicionais do Alentejo, e já estudados nos pontos 5.3 a 5.5, foram introduzidos no estudo como referências. A sua composição mineralógica e distribuição granulométrica estão patentes no Quadro 6.2. As terras coradas extraídas no Alentejo foram peneiradas (<125μm). Os pigmentos de origem industrial foram analisados sem preparação prévia.



Nº	Ref.	Concelho/Distrito
1	N	Nisa/Portalegre
2	C	Crato/Portalegre
3	AldC	Alter d. Chão/ Portal.
4	PdS	Ponte d. Sôr/Portal.
5	A	Aviz/Portalegre
6	E	Elvas/Portalegre
7	V.V	Vila Viçosa/Évora
8	Es	Estremoz/Évora
9	Arr	Arraiolos/Évora
10	MoN	Montemor o Novo/ Év.
11	Ev	Évora
12	RdM	Reg. D. Monsaraz/Év.
13	G	Grandôla/Sétubal
14	SC	Sant.d.Cacém/Sét.
15	FA	F.Alentejo/Beja
16	Vi	Vidigueira/Beja
17	Se	Serpa/Beja
18	Ou	Ourique/Beja
19	Od	Odemira/Beja
20	Alm	Almodôvar/Beja

Fig. 6.3: Visão geral dos edifícios e dos revestimentos cromáticos, com indicação da localização geográfica (mapa adaptado de www.guitec.pt/agueda/tb/image/mapa.jpg).

Os pigmentos de referência foram comparados isoladamente e englobados numa matriz cristalina similar aos revestimentos em estudo. Para o efeito, foram feitas pinturas a cal e barramentos com os pigmentos EVDA1, EVDA2, VV1, MON4, E8, E, S2 e G1 a 20% (em relação ao peso da cal em pasta) e ao traço 1:2 (cal: água). A cal adquirida já preparada é da marca *União de Gessos, Lda*.

Quadro 6.1: Identificação das camadas amostradas (cor, tipo de acabamento e aparência da superfície).

C.Cromática (Ref)	Nº	Cor perceptível	Tipo	Aparência	Ref.	Nº	Cor perceptível	Tipo	Aparência
G2	1	vermelho	PC	A	SC12	23	amarelo/ocre	PC	A
RdM5	2	vermelho	PC	A	C2	24	amarelo/ocre	PC	E
VV1b	3	vermelho	PC	A	RdM1	25	amarelo/ocre	F?	F
SC8	4	vermelho	PC	B	E4	26	amarelo/ocre	PC	A
A6	5	vermelho	F	E	Ev1	27	amarelo/ocre	PC	A
MoN18	6	vermelho	PC	B	MoN7	28	amarelo/ocre	PC	C
E9	7	vermelho	F?	F	Od9	29	amarelo/ocre	PC	A
Alm1	8	vermelho	PC	A	Ou6	30	amarelo/ocre	PC	B
Ev15	9	vermelho	PC	D	Ev16	31	amarelo/ocre	PC	B
N11	10	vermelho	B	F	AldC14	32	amarelo alaranjado	PC	A
Alm2	11	vermelho	PC	A	VV1	33	preto/cinzento	PC	A
E7	12	vermelho	PC	F	Se6	34	preto/cinzento	PC	A
Es4	13	vermelho alaranjado	PC	D	Vi1	35	preto	PC	F
PdS6	14	vermelho alaranjado	B	F	Es2	36	preto/cinzento	PC	B
MoN3	15	vermelho alaranjado	PC	B	SC4	37	azul acinzentado	B	F
MoN17	16	vermelho alaranjado	PC	A	SC10	38	azul	PC	C
E8	17	vermelho arroxeado	F?	F	Arr7	39	azul	PC	A
VV1a	18	vermelho arroxeado	PC	A	RdM4	40	azul	PC	B
E5	19	vermelho arroxeado	F?	F	G7	41	azul	PC	A
E10	20	roxo	F?	F	FA4	42	azul	PC	C
MoN10	21	roxo	PC	B	Ou3	43	azul	PC	C
A8	22	roxo	B	A	FA1	44	azul	PC	B
PC: pintura a cal (aplicação a seco)			A: irregular (camada cromática)					D: irregular (erosão)	
F: fresco ou *mezzofresco*			B: irregular(argamassa subjacente)					E:transparências	
B: barramento corado			C: A+B					F: lisa	

Quadro 6.2: Identificação e composição mineralógica dos pigmentos de referência: SDS: Sociedade de Drogas de Santarém; D. Sorraia: Drogas Sorraia (actual Sergipal).

Ref.	Designação comercial	Marcas comerciais	Intervalo de granulometria diametro (μm)	Goet	Hem	Mag	Quartz	Cal	Dol	Sme	Kaol	Illite/M usc	Alb	Mont	Jaro	Gra	Mull	Bar	Laz
EVDA1	oxido de ferro vermelho	Bayer ferrox	0.1-0.8	-	++++	-	-	-	-	⊙	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VV1	óxido de ferro malaga	D.Sorraia	0.1-0.7	-	++++	-	++	⊙			-	-	-	-	-	-	-	-	-
E8	almagre inglês	SDS	0.3-84	⊙	+	-	-	++++	-	-	⊙	⊙	-	-	-	-	-	-	-
ARC3	terra roxa	Augusto Gomes[1]	0.3-137	⊙	++	-	++++	+	-	-	++	++	-	-	-	-	-	++	-
FA7	roxo rei	Desconhecida	0.2-92	⊙	++++	-	+++	?	-	-	-	++	-	-	⊙	-	-	-	-
EVDA2	oxido de ferro amarelo	Bayer ferrox222	0.1-0.8	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MON4	ocre amarelo	D.Sorraia	0.4-62	+	-	-	+++	++++	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-
E	(terra rossa, Alentejo)		0.3-125	T	⊙	-	++++	⊙	-	-	⊙	-	-	⊙	-	-	-	-	-
S2	(terra rossa, Alentejo)		0.3-125	T	T	-	+++	-	-	-	⊙	++	-		-	-	-	-	-
B1	(xisto,Alentejo)		0.4-125	⊙	T	-	++	-	-	-	++	++	-	⊙	-	-	-	-	-
M4	(depósito ferrífero, Alentejo)		0.4-125	⊙	-	-	++	-	-	-	-	++	-	⊙	-	-	-	-	-
M8	(depósito ferrífero, Alentejo)		0.3-125	T	T	-	++++	-	-	-	-	⊙	-	-	-	-	-	-	-
G1	(depósito ferrífero, Alentejo)		0.4-125	⊙	⊙	-	++++	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
EvAg2	azul ultramar	Sodacasa	0.4-84	-	-	-	⊙	+	⊙	-	-	-	+	-	-	-	-	-	++++
E1	oxido de ferro preto	Bayer ferrox 318	0.1-31	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AB9	terra preta	Abilio Lopes[1]	0.1-168	-	-	-	++++	+	-	-	-	+++	-	-	-	+++	++	-	-
[1] amostras dadas pelos fabricantes			++++ fase predominante; +++ proporção relativamente elevada; ++ proporção média; + fraca proporção; ⊙ presente																
			T vestigial; ? provável; - não detectado																

6.2.2.2. Técnicas de análise

A definição e avaliação da cor foram realizadas com os padrões do Natural Color System (NCS-index, 2ª edição)[2], com componentes cromáticas do espaço CIE L*a*b* e C*, complementadas com espectrofotometria no visível .

O sistema perceptivo Natural Color System (NCS-index, 2ª edição) estrutura-se em seis cores elementares, perceptíveis pelo olho humano: duas acromáticas (o branco-W e o preto - S) e quatro cromáticas, nomeadamente o amarelo (Y), o vermelho (R), o azul (B) e o verde (G). As notações baseiam-se na semelhança para com estas cores[3]. Por exemplo, no código NCS S3040-Y90R (amostra G2, Quadro 6.3), os quatro primeiros dígitos representam a nuance da cor, isto é, o grau de semelhança para com o preto ou branco (S=30%) e para com o croma (ou saturação) (C=40%). Os restantes 30% são brancos (W) de acordo com a fórmula 100%-S%-C%=W%. Y90R representa a matiz da cor (ou tonalidade), neste caso 10% de amarelo e 90% de vermelho.

No caso da amostra Se6 do quadro 6.3, a letra N designa neutro pelo facto dos cinzentos puros não possuírem tonalidade. A letra inicial S das anotações significa apenas que é uma amostra padrão da segunda edição (de 1995) do Scandinavian Colour Institute, NCS Quality Center.

Para a análise espectro-colorimétrica, recorreu-se às curvas de reflectância na gama do visível e às coordenadas do espaço cromático CIE L* a* b* definido pela Comission Internationale d'Éclairage (CIE) em 1976, no qual o L* corresponde à luminosidade (0 a 100), o eixo –a* +a* representa a variação da cor verde até ao vermelho e o -b*+b*, o da variação azul/amarelo. O croma é fornecido pela coordenada C* do espaço CIEL* C* h* e corresponde ao grau de saturação ou pureza da cor (Christment, 1994).

Como referido no ponto 5.4, a percentagem de reflectância expressa a quantidade de energia reflectida pelos cromóforos a cada comprimento de onda. Em algumas das camadas cromáticas com maior opacidade foi calculada a segunda derivada da equação de Kubelka-Munck, cuja função matemática simplificada é $f(R)=K/S=(1-R)^2/2R$ (Johnston-Feller, 2001).

O princípio da teoria de Kubelka-Munck baseia-se na capacidade que os materiais difusores têm de interagir com a luz incidente, absorvendo e reflectindo selectivamente parte dessa radiação (Johnston-Feller, 2001; Rodriguez & Fernández, 2005). Como tal, é possível estabelecer uma relação matemática entre a reflectância produzida pelo material (neste caso

[2] Também foi experimentada a sua comparação com a escala NCS Tradition. No entanto devido ao número reduzido de equivalências obtidas, optou-se por efectuar toda a campanha com a NCS-index, 2º edição.
[3] Cfr. www.ncscolour.com (acesso 21-07-2008).

os pigmentos incorporados na matriz de carbonato de cálcio) e os denominados coeficientes de absorção e reflexão, respectivamente K e S. Estes, no caso de misturas de pigmentos, são a soma dos coeficientes de cada componente de acordo com a sua concentração na mesma $(1-R^2)/2R=(K/S)_{Mistura}= (C1.K1+C2.K2+ \ldots)/(C1\ S1+C2.S2+\ldots)$ (Johnston-Feller, 2001; Rodriguez & Fernández, 2005).

Com a segunda derivada da equação de Kubelka-Munck é possível obter picos máximos e mínimos específicos da absorção selectiva dos pigmentos presentes e cuja intensidade (a altura/área do pico) pode ser relacionada com a concentração do mesmo (Johnston-Feller, 2001; Rodriguez & Fernández, 2005). Esta teoria foi testada com sucesso na caracterização de materiais inorgânicos, tais como solos corados (Barrón & Torrent; 1986) e mais recentemente na distinção de pigmentos e suas concentrações em pinturas murais romanas (Johnston-Feller, 2001). Pretende-se agora experimentar as suas potencialidades na caracterização de acabamentos por pintura ou barramentos corados à base de cal localizados em alçados exteriores.

As medições das 44 superfícies cromáticas mate e dos 13 pigmentos de referência foram feitas com um espectrofotómetro portátil *DataColor Mercury 3000* (Eastman Kodak Company 1977), equipado com esfera integradora (Ø51mm/2in), iluminação difusa 8º (de acordo com publicação CIE No.15.2 Colorimetria), SCI, área medida: 11 mm, iluminante e observador padrão CIE:D65/10ºC (Fig. 6.4).

Os valores obtidos são a média de 9 medições equidistantes para os revestimentos de fachada e camadas cromáticas reproduzidas em laboratório com os pigmentos de referência. Nas superfícies obtidas com os pigmentos isolados foram só feitas 3 tomadas devido à menor área ($1cm^2$) (Fig. 6.4).

A análise espectro-colorimétrica dos pigmentos em pó foi feita em laboratório em condições experimentais idênticas às efectuadas no ponto 5.4., ou seja, com amostras previamente secas na estufa a 35ºC e acondicionadas em ambiente livre de humidade até ao momento das tomadas. Para se obter uma superfície plana e de espessura semelhante foram executadas pastilhas com cerca de 0,1cm de espessura, com auxílio de um porta-amostras com 1cm de diâmetro. A superfície foi de seguida aplanada exercendo uma ligeira pressão (sem aplicação de carga) com o equipamento de marca comercial *Greseby Specac* (Graseby Specar, Londres) (Fig,.6.4).

Em campo, as medições de cor foram realizadas na direcção das marcas das pinceladas (quando perceptíveis), após a remoção de sujidades superficiais com uma trincha macia e em áreas circunscritas de 41,25 cm^2 (com excepção de Es4 e AdC14, devido ao mau estado de

conservação da camada cromática) de modo a tornar o processo reprodutível. As tomadas foram realizadas em zonas de pintura cuja tonalidade fosse visualmente representativa da cor global perceptiva no pano de fachada ou no elemento arquitectónico decorativo (rodapés, molduras de portas ou janelas, cunhais e frisos). Tendo em conta os objectivos pretendidos não se revelou necessário repetir a tiragem em várias zonas das fachadas, o que só iria aumentar o número de variáveis e dificultar a interpretação dos resultados.

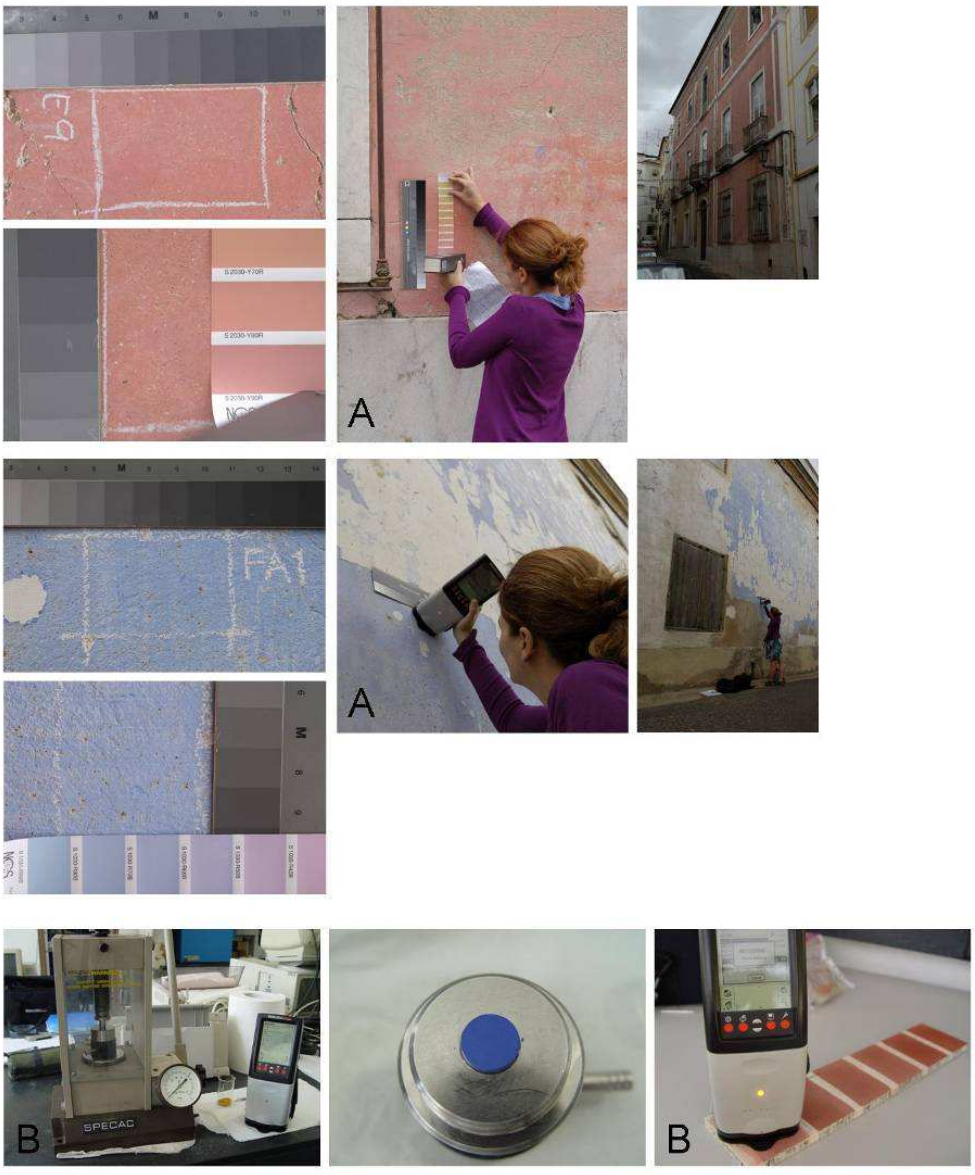


Fig. 6.4: Tomadas em campo (A) e em laboratório (B). Em baixo, pormenor das pastilhas realizadas com o pigmento de referência EVAG2 e pinturas a cal feitas com o pigmento VV1 (cl. M.Gil e M.Ribeiro 2006/07).

Desconhece-se o teor de humidade dos revestimentos à data das tomadas. Contudo, as medições foram realizadas entre 14-19 de Agosto de 2006, um mês caracterizado pelas temperaturas mínimas e máximas médias de 16 ±2ºC/ 32 ±2ºC e com teores de precipitação total de 10 mm (ou seja 1l/m^2) para o norte e centro do Alentejo e de 30 ±10 mm para algumas zonas do baixo Alentejo. No mês antecedente (Julho) as tendências tinham sido respectivamente: temperatura mínima e máxima média 16-18ºC/ 34 ±2ºC e precipitação total de 10 mm para todo o Alentejo[4]. Este valor de precipitação enquadra-se dentro dos valores médios normais das estações secas (entre os 3-9 mm) registados durante 27 anos pelas estações de Portalegre e de Beja[5].

A iluminação com luz indirecta (ou sombra) foi a condição de iluminação adoptada para se proceder às comparações com a escala visual NCS nos 44 acabamentos a cal e respectivo registo fotográfico com a escala Kodak Grey Scale 8 (Eastman Kodak Company 1977). Deste modo, conseguiu-se uma maior uniformidade em todas as situações. A comparação foi efectuada por dois observadores para assegurar uma menor arbitrariedade no processo.

As imagens digitais foram adquiridas em formato RAW e processadas com Adobe Photoshop, utilizando o espaço de cor Adobe RGB (1998). Do processamento constou a realização do balanço de brancos para a remoção das dominantes de cor no programa de tratamento de imagem *AdobePhotoshop 5.0*.

O estudo da cor foi complementado com observações em luz reflectida e luz transmitida (com nicóis cruzados) das propriedades físicas e ópticas das partículas dos pigmentos de referência e dos cromóforos e outros minerais presentes nas camadas cromáticas antes e após a extracção do ligante (carbonato de cálcio) com uma solução de ácido acético a 10%. A microscopia óptica foi realizada no microscópio óptico *LeitzDialux20* (Leica Microsystems, Wetzelar, Alemanha) nas ampliações de 65 x, 110 x e 200 x e no microscópio óptico *Nikon Eclipse E600POL* (Nikon Instruments Inc., Melville, Nova York) com as ampliações 100 x e 400 x. A documentação fotográfica foi adquirida com as câmaras digitais *Leica DC500-2002* e *Nikon DxM1200*.

Para o estudo da composição elementar de 16 amostras de camadas cromáticas, recolhidas junto às áreas avaliadas com a escala de cor NCS e por colorimetria, recorreu-se a um espectrómetro de fluorescência de raios X por dispersão em energia (tubo comercial de raios-X da OXFORD), equipado com um alvo secundário de molibdénio (Mo) e detector da *Vortex* de Si(Li) SDD. A área activa de detecção foi de 50 mm^2 e resolução de 136 eV para uma

[4]Cfr.. http: //www.meteo.pt/pt/oclima/acompanhamento (acesso 4-12-2008)
[5]Cfr. http: //www.meteo.pt/pt/colima/normais/índex.html?page=normais_ptg.xml (acesso em 15-12-2008)

energia de 5,9 keV (Mn). O espectrómetro encontra-se numa câmara de vácuo segundo uma geometria de 45º e possui um tubo policapilar que permite a "focalização" dos raios X. O vácuo de cerca de 10 mbar, proporciona uma melhor detecção dos elementos leves, já que nesta atmosfera há menor probabilidade de perdas. Na obtenção dos espectros, o tubo de raios-X funcionou a 30 kV e 0,5 mA, com um tempo de aquisição de 500s. O tratamento dos espectros foi realizado com o programa *QXAS-AXIL*.

O microscópio electrónico de varrimento *HITACHI S-2400* (Hitachi Ltd., Tóquio, Japão), equipado com microanálise de raios X por dispersão de energia da marca *Rontec*, foi utilizado para a identificação de pigmentos e averiguação da presença de cargas e de pigmentos brancos opacos em cinco amostras de camadas cromáticas. A corrente aplicada foi de 25kV. O revestimento das amostras foi feito, em vácuo, com uma fina camada de ouro.

Por último, para tentar estimar a concentração de pigmento empregue em 7 amostras de camadas cromáticas foi feita a extracção selectiva do carbonato de cálcio com ácido acético a 10%. Para tal, retiraram-se cerca de 0,01-0,5 mg de camada cromática de dois pontos da superfície da fachada, que foi seca na estufa a 35ºC até à estabilização do peso. As quantidades removidas dependeram do estado de coesão da camada cromática. A mistura resultante da adição do ácido esteve em agitação durante 24h, tendo de seguida sido filtrada com recurso a uma bomba de vácuo. O resíduo corado retido no filtro *Macherey-Nagel* MN615 foi seco na estufa a 35ºC e pesado.

6.2.3. Resultados e discussão

6.2.3.1. A aparência da superfície cromática e sua influência na avaliação da cor

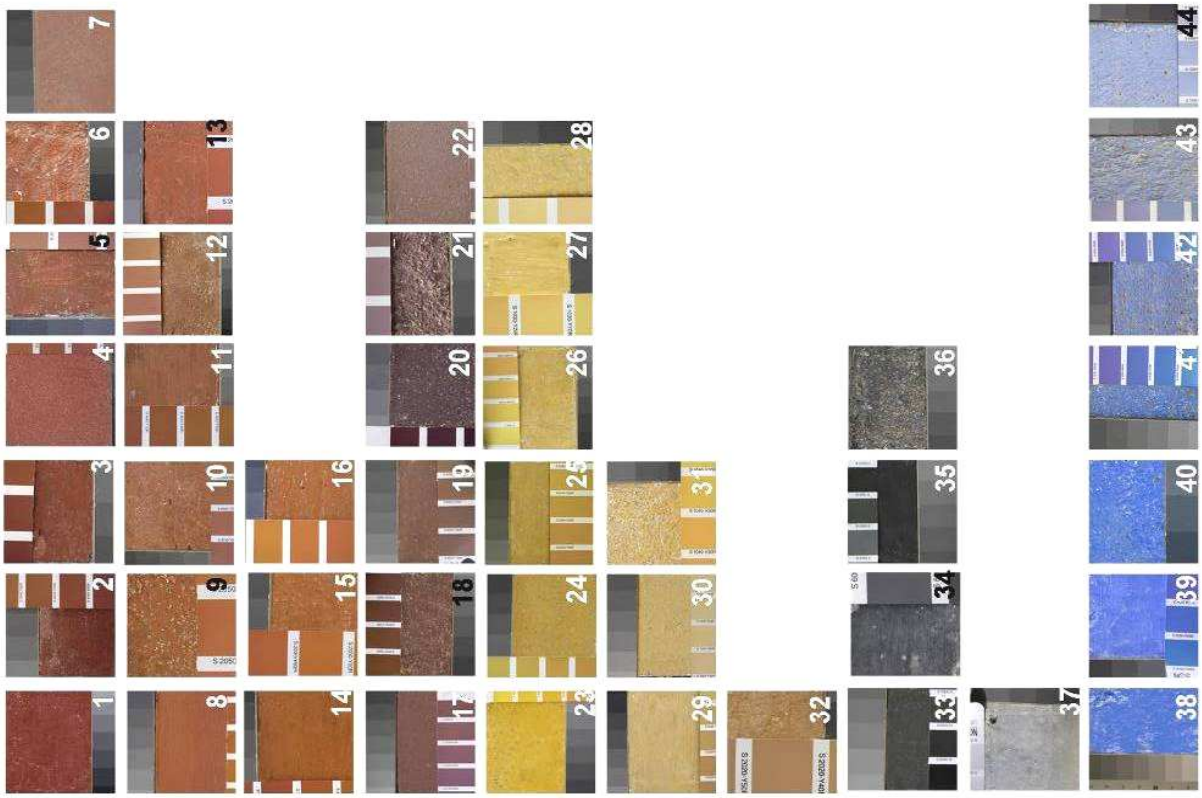
Os resultados da comparação visual e da colorimetria, patentes no quadro 6.3, revelam as limitações dos dois métodos e reforçam a necessidade de sua conjugação em estudos de camadas cromáticas.

A classificação com os padrões NCS permitiu agrupar as cores dos 44 revestimentos murais em oito matizes principais, nomeadamente: Y90R, Y80R, Y70R, R10B, Y20R, N, B e R80B (Quadro 6.3). Várias fachadas, no entanto, possuem tonalidades intermédias, ausentes na escala NCS, de que são exemplos as de A6 (Y70R/80R), Es4 (Y70/6R) ou Od9 (Y20R/30R). Este problema é ultrapassado com coordenadas CIE L*a*b* e de C* que permitiram definir com exactidão a cor de todas as camadas cromáticas e detectaram ligeiras diferenças em tonalidades, que não eram perceptíveis a olho nu - tais como as de Ev15 (9) e

N11 (10); MoN10 (21) e A8 (22); C2 (24) e RdM1 (25); Ev1(27) e MoN17 (28); Arr7 (39) e RdM4 (40) (Quadro 6.3).

As coordenadas colorimétricas podem, no entanto, ser facilmente influenciadas pela aparência da superfície e pelo seu estado de conservação, pelo que a interpretação dos resultados deve ser sempre acompanhada pela análise visual.

Quadro 6.3: Coordenadas cromáticas e anotações NCS dos 44 acabamentos murais a cal (cl. M. Ribeiro 2006).



		CIE			NCS-index, 2 Édition				
					NUANCE			MATIZ	
Ref.	Nº	L*	a*	b*	C*	S	C		
G2	1	41,79	22,81	14,21	27,00	S	30	40	Y90R
RdM5	2	36,79	23,01	15,26	27,62	S	40	40	Y90R/80R
VV1b	3	37,62	29,55	21,25	36,39	S	40	50	Y80R
SC8	4	52,19	24,65	18,91	31,07	S	20	30	Y80R
A6	5	61,70	22,13	19,71	29,64	S	30	50	Y70R/80R
MoN18	6	39,07	21,40	16,48	27,01	S	30	40	Y70R/80R
E9	7	59,97	24,44	16,20	29,32	S	20	30	Y70R/80R
Alm1	8	30,98	23,52	17,59	29,37	S	30	60	Y70R
Ev15	9	49,90	25,45	23,72	34,79	S	20	50	Y70R
N11	10	49,44	25,33	22,63	33,96	S	20	50	Y70R
Alm2	11	33,32	19,60	16,56	25,65	S	40	40	Y70R
E7	12	52,52	17,87	18,90	26,01	S	30	30	Y70R
Es4	13	47,14	33,58	30,63	45,45	S	20	60	Y70/60R
PdS6	14	44,98	27,70	30,59	41,27	S	30	50	Y70/60R
MoN3	15	38,55	22,04	25,04	33,36	S	20	50	Y60R
MoN17	16	47,64	24,37	30,31	38,89	S	20	50	Y40R/50R
E8	17	40,24	19,13	8,50	20,93	S	40	30	R
VV1a	18	35,39	17,23	11,43	20,68	S	50	30	Y90R
E5	19	35,67	14,30	12,64	19,09	S	50	20	Y70R
E10	20	34,75	8,57	4,86	9,86	S	60	20	R10B
MoN10	21	36,82	12,00	5,93	13,39	S	40	20	R10B
A8	22	50,80	10,40	5,92	11,97	S	40	20	R10B
SC12	23	61,28	14,69	53,20	56,40	S	10	60	Y10R
C2	24	65,58	13,43	38,99	41,24	S	20	40	Y20R
RdM1	25	68,47	13,49	35,05	37,56	S	20	40	Y20R
E4	26	67,31	11,19	35,58	37,30	S	10	40	Y20R
Ev1	27	70,02	10,18	32,22	33,79	S	10	30	Y20R
MoN7	28	62,17	8,86	29,86	31,14	S	10	30	Y20R
Od9	29	67,93	10,43	29,78	31,56	S	20	30	Y20R/30R
Ou6	30	66,20	9,03	29,58	30,93	S	10	20	Y20R/30R
Ev16	31	66,91	12,14	31,80	34,04	S	10	40	Y30R
AlcC14	32	53,66	11,10	19,20	22,18	S	20	20	Y50R
VV1	33	17,99	-0,24	-0,33	0,41	S	80	0	N
Se6	34	27,81	-0,75	-0,68	1,01	S	65	0	N
Vl1	35	21,26	-0,50	-0,70	0,86	S	75	2	B
Es2	36	30,73	0,30	2,51	2,53	S	65	2	B
SC4	37	71,40	-1,73	-0,29	31,75	S	10	10	R80B
SC10	38	36,71	2,31	-37,27	37,34	S	30	60	R80B
Arr7	39	55,46	3,11	-36,37	36,50	S	20	50	R80B
RdM4	40	36,30	0,01	-25,75	25,75	S	20	50	R80B
G7	41	41,63	2,74	-30,10	30,23	S	30	50	R80/70B
FA4	42	52,14	0,15	-26,96	26,96	S	20	50	R80/70B
Ou3	43	50,64	-2,09	-15,65	15,98	S	20	30	R80B
FA1	44	60,36	-2,29	-14,72	14,89	S	10	30	R80B

Como realçado no ponto 6.1, a cor perceptível de uma superfície cromática não depende somente dos pigmentos presentes. A esta, estão intimamente associados, o que, alguns autores chamam de atributos geométricos (ou apenas atributos) da aparência e que podem ser subdivididos em duas categorias principais: a *césia* e as propriedades espaciais ou espacialidade (Christment, 1994; Lozano, 2006).

Na *césia* incluem-se os fenómenos de translucidez, de transparência, de opacidade ou de brilho enquanto as propriedades espaciais se referem aos ângulos de observação e de incidência da luz, ou às texturas ou irregularidades das superfícies (Lozano, 2006). Todos eles desempenham um papel importante na avaliação da cor de uma camada cromática e, consequentemente, na escolha do tratamento cromático. Do conjunto dos revestimentos murais analisados, podem-se citar 3 exemplos que ilustram a importância dos atributos da aparência e como estes podem ter influenciado os resultados obtidos por colorimetria.

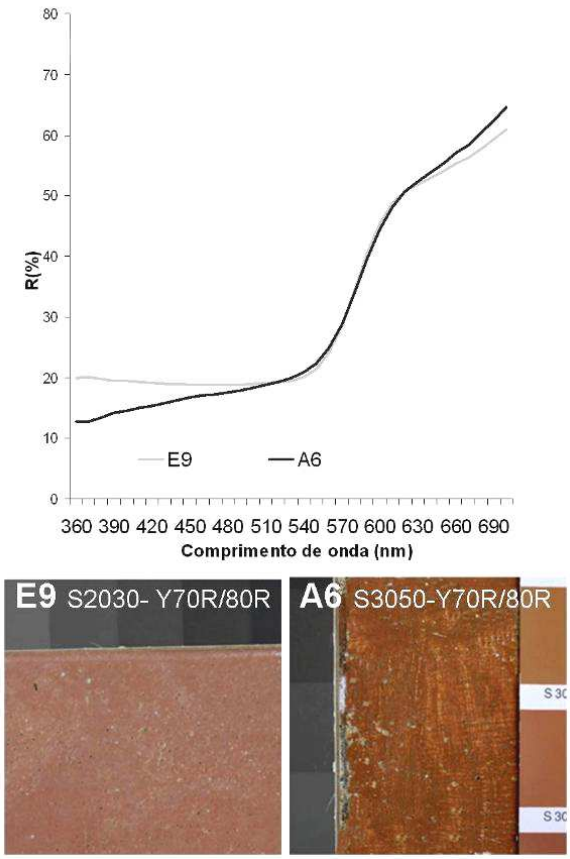


Fig. 6.5: Camadas cromáticas A6 e E9 e respectivas curvas de reflectância.

Exemplo 1

As camadas A6 e E9 correspondem a duas pinturas aplicadas a fresco ou a *mezzo-fresco*, ou seja, no início ou num estado mais avançado da carbonatação das argamassas de suporte (Nº 5 e 7, Quadro 6.3). A pintura A6 apresenta uma superfície heterogénea, na qual são visíveis as marcas das pinceladas largas e transparentes enquanto a tinta na fachada E9 foi aplicada e espalhada de forma homogénea, sendo a superfície resultante mais opaca.

As duas cores são perceptivamente distintas. A camada cromática A6 é mais escura, alaranjada e possui maior saturação que a E9, mais clara e rosada, tendo-se estes aspectos reflectido na nuance (S e C) do código NCS (Fig. 6.5). No entanto e, ao contrário do esperado, os resultados L*, a* e C* e a percentagem de reflectância (R%) entre estas duas camadas não apresentam diferenças significativas, excepto na componente amarela b* que revela um teor mais elevado em A6

(Quadro 6.3). Uma das causas mais prováveis para aproximação das coordenadas destas duas pinturas é a interferência do fundo branco que transparece em vários pontos da camada A6 devido à técnica de pintura utilizada (Fig. 6.5 e Quadro 6.3).

Exemplo 2

As camadas roxas E10 e MoN10 são outros dois exemplos que parecem demonstrar como a cor perceptiva e medida pode depender da técnica de execução, da natureza e características dos suportes subjacentes.

As tonalidades perceptíveis destas duas pinturas são semelhantes, embora E10 seja muito mais escura que MoN10 (Fig. 6.6). Visualmente, estas duas pinturas aparentam ter sido feitas com o mesmo tipo de pigmento, muito possivelmente um roxo-rei (óxido de ferro à base de hematite). Esta hipótese é corroborada pela observação do tamanho e morfologia das partículas nas duas amostras analisadas, pela comparação das curvas de refletância (R%) e sobretudo, pelos máximos e mínimos obtidos com a segunda derivada da função de Kubelka-Munck das duas camadas com os pigmentos terra roxa (Arc3), roxo-rei (FA7) e óxido de ferro vermelho escuro (EVDA1) (Fig. 6.6).

As diferenças detectadas nas coordenadas a* e C* e na composição elementar entre E10 e MoN10 podem ser devidas à influência do tipo de suporte subjacente (Quadro 6.3 e Fig. 6.6). A tinta de cal em MoN10 foi estendida sobre uma camada à base de carbonato de cálcio (um barramento ou caiação simples), o que pode justificar concentração mais elevada em cálcio e os valores superiores na componente a* e na saturação.

A camada cromática E10 encontra-se directamente sobre uma camada de reboco mais grosseiro à base de cal e areia. Nesta amostra, o teor em ferro é ligeiramente mais elevado que o de MoN10, o que poderá estar também relacionado com a presença das areias. Em E10, a tinta parece ter sido aplicada e alisada com as argamassas ainda em fase de carbonatação (a fresco ou *mezzo-fresco*), de tal forma que são visíveis grãos de areia por toda a superfície da camada cromática (Fig. 6.6). A sua presença assim como a de erosão em vários pontos podem, em parte, explicar o facto de as diferenças nos parâmetros L* medidos entre E10 (34.75) e MoN10 (36.82) não serem mais acentuadas, como seria de esperar à partida, tendo em conta a aparência destes dois revestimentos. As duas camadas são mate mas E10 apresenta uma superfície lisa enquanto MoN10 é extremamente rugosa devido ao reboco subjacente. Nesta camada, a quantidade de luz branca difundida pela superfície é superior devido às irregularidades e actualmente à erosão também presente. Factores que parecem ter contribuído para o seu aspecto visual mais esbranquiçado.

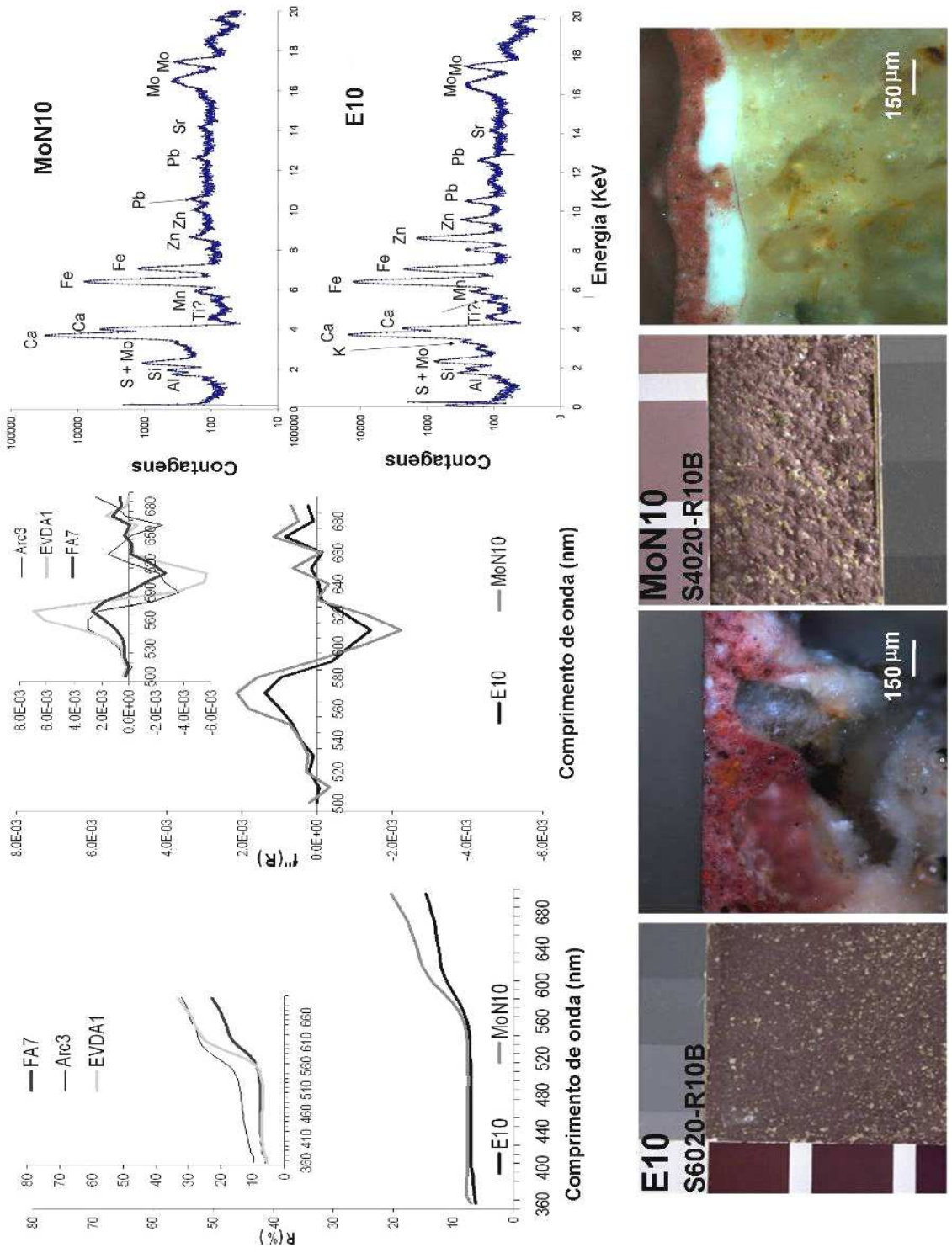


Fig. 6.6: Aspecto visual da superfície de leitura nas fachadas E10 e MoN10 e correspondentes cortes estratigráficos. Com aplicação da segunda derivada da função de Kubelka-Munck (direita) foi possível localizar com mais exactidão os máximos e mínimos característicos da absorção/reflexão dos pigmentos e confirmar a semelhança entre os dois pigmentos e o de referência FA7 (roxo-rei) (cl. M.Ribeiro, M.Gil 2008).

Exemplo 3

A espectrofotometria no visível analisa as cores mediante a capacidade de reflexão/absorção dos cromóforos do feixe de luz incidente, sendo esta característica de cada pigmento ou mistura de pigmentos.

Os 7 acabamentos de cor azul mostram uma banda alargada de absorção que atinge os máximos entre os 600-610 nm, a partir dos quais vai diminuindo progressivamente até aos 700nm (Fig. 6.6). Esta "cauda" de reflexão na região dos vermelhos do espectro é característica do azul ultramarino natural e artificial (Rodriguez & Fernández, 2005). Nestas camadas cromáticas, como o índice de refracção do mineral cromóforo (lazurite)[6] é semelhante ao do carbonato de cálcio, o número de reflexões difusas nas interfaces pigmento/ligante é menor, o que possibilita uma maior penetração e transmissão da radiação incidente no interior da camada cromática. Em função da concentração de partículas de pigmento e do traço de leite de cal utilizado, as camadas cromáticas azuis resultam com graus diferenciados de translucidez, podendo, por isso, ser mais facilmente influenciadas pelas características ópticas das camadas subjacentes. Esta poderá ser uma das causas do decréscimo da reflectância (R%), da luminosidade (L*) e do aumento da componente azul e de saturação (b* e C*) das pinturas SC10(38), RDM4(40) e G7(41) relativamente às restantes camadas azuis (Quadro 6.3 e Fig. 6.7).

A análise visual e a microscopia óptica das secções transversais de SC10, RDM4 e G7 revelam um ou mais estratos pictóricos finos com a mesma tonalidade ou mais escuros feitos com misturas de azul ultramarino e negros de carbono. É então possível que a cor perceptível e medida nestas camadas, e em particular SC10 e RDM4 possam ter sofrido a influência da coloração dos estratos subjacentes (Fig. 6.7).

As caiações Arr7, Ou3 e FA4 foram, ao contrário, directamente aplicadas sob uma camada branca de caiação simples ou de barramento. A presença deste fundo branco pode ser a causa principal do aumento de luminosidade de Arr7 em relação a SC10, RDM4 e G7, dada a sua proximidade nas restantes coordenadas cromáticas (Quadro 6.3).

Nas camadas Ou3 e FA4, as diferenças no grau de dispersão do cromóforo dentro da matriz de carbonato de cálcio e as irregularidades superficiais destes dois revestimentos devem ter contribuído para a diminuição da componente azul (b*) e da saturação (C*) relativamente a Arr7 (Fig. 6.7).

[6] lazurite, *n*=1.50, carbonato de cálcio *n*=1.486, 1.64-1.66 (Estaught, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddal, R., *Pigment Compedium, optical microscopy of historical pigments*, Elsevier/Butterworths-Heinemann, 2004, pp. 43 e 277)

Para finalizar, as distorções na curva de reflectância em SC4 são devidas muito possivelmente à presença elevada de negro animal presente no barramento azul.

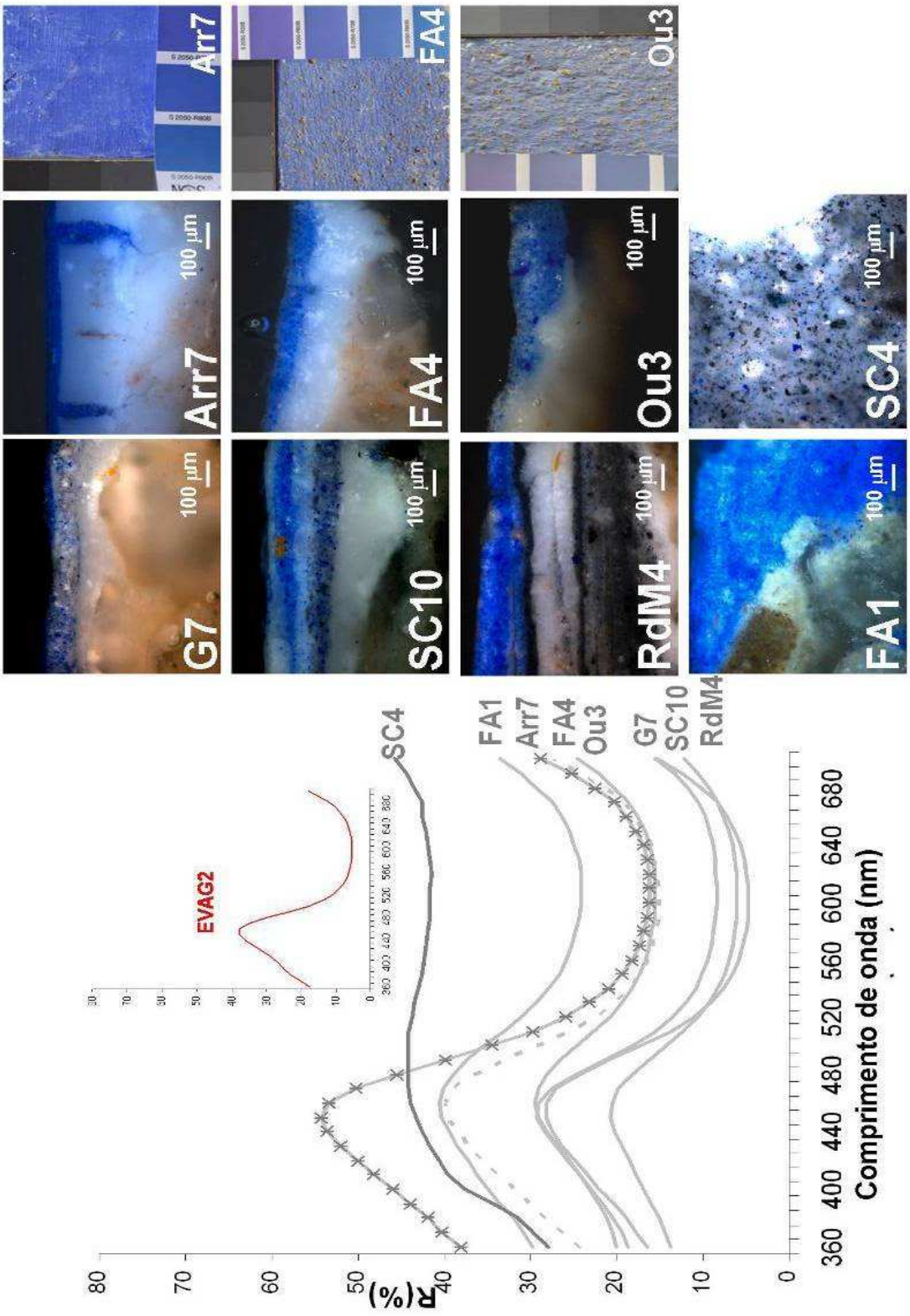


Fig. 6.7: Observação macro e microscópica dos acabamentos azuis feitos com azul ultramarino artificial e correspondentes espectros de reflectância (R%).

6.2.3.2. Natureza e concentração dos pigmentos e sua influência na avaliação da cor (camadas amarelas e vermelhas)

Óxidos de ferro sintéticos versus pigmentos naturais

Uma das contribuições das curvas de reflectância e da colorimetria relativamente às camadas cromáticas vermelhas e amarelas em análise, à base de óxidos e hidróxidos de ferro, é a de poderem fornecer pistas sobre a natureza dos pigmentos.

Os óxidos sintéticos devido à sua maior pureza de composição e granulometria abaixo de 1μm, são facilmente identificáveis pelos declives específicos da sua única fase cromófora (hematite no caso dos vermelhos e goetite nos amarelos). A esta categoria de pigmento, como será demonstrado no ponto 6.3, estão associados vulgarmente valores mais elevados de croma e de tonalidade que se reflectem em tintas com um maior poder colorante ou pigmentante. O mesmo não sucede com as realizadas com pigmentos naturais devido à sua maior diversidade mineralógica, existência de mais de um cromóforo, e irregularidade no formato e tamanho das suas partículas (Quadro 6.2 e Fig. 6.8). Quando empregues na mesma concentração e traço de leite de cal, as camadas cromáticas resultantes possuem normalmente tonalidades menos intensas e mais luminosas (ver ponto 6.3).

Nos revestimentos em estudo, a comparação das coordenadas cromáticas L*, a* e b* e das curvas de reflectância dos revestimentos e dos pigmentos de referência (Fig. 6.9) levantam a hipótese das pinturas das fachadas Ev1 e SC12, VV1b, G2, RdM5, MoN18, MoN3, Alm1, Alm2 e E9 terem sido feitas com base em óxidos de ferro sintéticos. Os restantes sete aparentam ter sido feitos com pigmentos naturais ou misturas destes com óxidos, de que são exemplo os barramentos N11 e Pds6. Contudo, há que ter em conta, nestes últimos, a influência dos agregados (ex. areias com uma certa coloração) com que se misturaram os pigmentos.

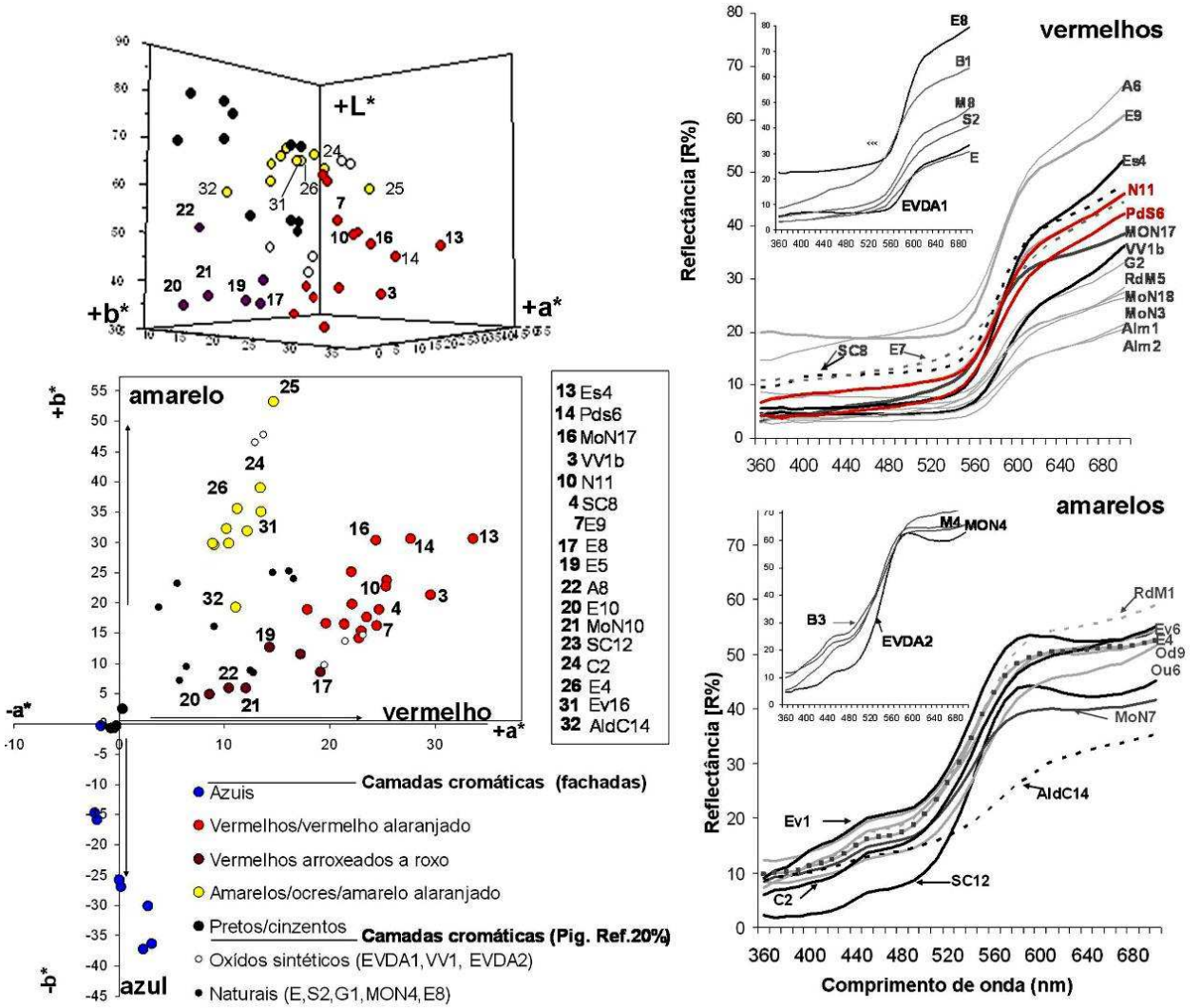


Fig. 6.8: Projecção bi e tridimensional das coordenadas L*, a* e b* dos acabamentos vermelhos e amarelos e respectivas curvas de reflectância. A comparação é feita entre as camadas cromáticas das fachadas e as realizadas com os óxidos sintéticos (EVDA1, EVDA2 e VV1), pigmentos naturais (MoN4, G1, E, S2) ou suas misturas (E8) a 20%. As curvas de reflectância das fachadas são, por sua vez, comparadas com os pigmentos de referência isolados.

Para um estudo mais aprofundado sobre a natureza dos pigmentos foram seleccionadas 17 amostras de camadas cromáticas representativas das variações de tonalidade e de luminosidade patentes na Fig. 6.8[7]. Como atrás se referiu, uma das formas de distinguir os óxidos de ferro sintéticos dos pigmentos naturais é através da análise da sua composição mineralógica e elementar (Quadro 6.2). Pela análise levada a cabo nos pontos 5.3 a 5.5, os pigmentos naturais são enriquecidos em alumínio, silício, potássio e cálcio sendo o titânio um

[7] Os quadros com os valores obtidos podem ser visualizados no Anexo IX.

dos elementos vitais em sedimentos. Os óxidos sintéticos são normalmente constituídos só por óxidos ou hidróxidos de ferro. A presença de carbonatos, quartzo e minerais de argila na sua composição denunciam, na maioria dos casos, adições intencionais (Quadro 6.2). O manganês encontra-se na natureza associado ao ferro ao contrário do que acontece nos óxidos, onde é, por vezes, intencionalmente adicionado em proporções variáveis para a fabricação de alguns pigmentos pretos e castanhos[8].

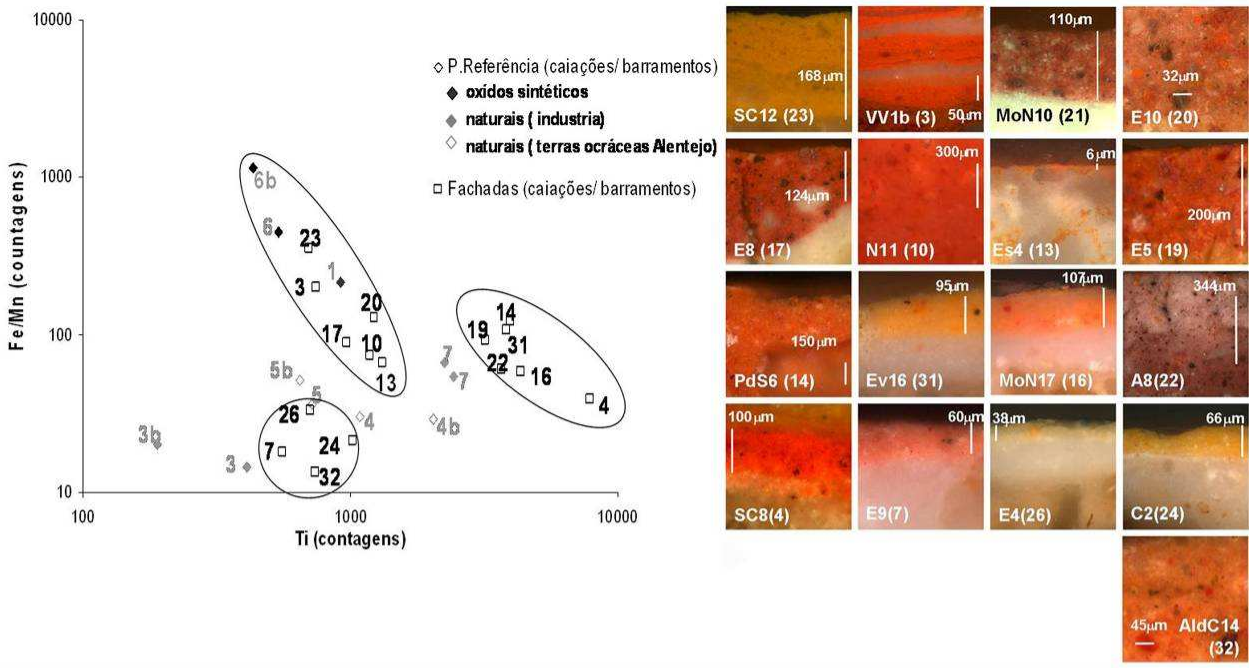
Por espectrometria de fluorescência de raios-X, todos estes elementos foram detectados nas 17 amostras talvez devido a contaminações da composição das argamassas subjacentes (sobretudo nas camadas mais finas) e dos agregados nos barramentos. Não obstante, a projecção da relação Fe/Mn versus Ti parece individualizar 3 grupos (Fig. 6.9). A sua comparação com os resultados obtidos com as camadas cromáticas de referência permite levantar algumas hipóteses (Figs. 6.8, 6.9 e 6.10).

O grupo 1 (G1) engloba os acabamentos a cal (caiações e barramentos) realizados com óxidos sintéticos puros (ex. SC12, VV1b, Es4, N11) ou misturas em que estes são, aparentemente, os pigmentos predominantes (ex. E10, MoN10, E8).

Os revestimentos SC12, VV1b e Es4 apresentam igualmente os valores mais elevados de tonalidade (a*) e de croma (C*) (Figs. 6.9 e 6.10). Por MO, são de notar igualmente as semelhanças existentes na morfologia e granulometria das partículas cromóforas de SC12 e as do óxido sintético amarelo EVDA2, entre as de N11 e ES4 e as do óxido de ferro sintético vermelho e, por último, entre as de E8 com o também óxido de ferro sintético EVDA1 (Fig. 6.10).

As fachadas compreendidas nos grupos 2 e 3 (G2 e G3), embora apresentem proporções distintas em Fe/Mn e Ti, parecem, pelo contrário, denunciar a existência de pigmentos naturais ou de misturas destes com óxidos de ferro. É possível verificar na Fig. 6.9, a maior proximidade destas camadas com os resultados obtidos com as camadas cromáticas feitas com os pigmentos naturais de referência. A mesma proximidade se verifica na morfologia das suas partículas (ex. de PdS6 e E da Fig. 6.10).

[8] Cfr. http://www.bayferrox.de/ipg/en/applications/other/plastic (acesso 22-12-2008)



		Intensidades dos picos (±10%) obtido por ED-XRF																
	C. cromáticas	Nº	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Sr	Pb	Ba
P.Referência (caiações/ barramentos)	EVDA1 (A)	1	260	620		10300	560	518060	920	1360	1615	348760						
	VV1 (B)	2	300	2080	1710	11180	8800	540045	1200	2000	1960	324430		8390		1570	2140	
	E8(A)	3				11010		712590	410	1290	735	10670		1030		660	3560	
	E (A)	4	495	2480		10560	2480	560225	1085	290	1400	42000		965		765		
	G1 (A)	5	150	3830		10370	1080	558910	720	300	580	21080				615	1320	
	EVDA2 (A)	6	395			10320	555	500420	540	1415	860	387868						
	MON4 (A)	7	890	5660		10350	2525	558710	2250	380	665	44190						
	BE8 (A)	3B		18600		10320	1470	424870	190	2730	640	12900		500		760	8760	
	BE (A)	4b	700	16040		9810	3910	359080	2040	550	3410	99820		1100		930		
	BG1 (A)	5b		19970		9960	1170	339420	650	550	655	33530					6870	
	BEVDA2 (A)	6b		23730		9460	1090	250790	434	1200	350	402490						
	BMON4 (A)	7b	520	18220		10030	1440	370300	2430	600	620	33450						
	Ca(OH)2	L	380			10660	550	582730			570	1690				1140		
	Suporte A	SA		24230		9670	850	313610	550	560	730	5600		1250		2310		
	Suporte B	SB	200	227	2914	11950	6205	734510	178	164	362	3689						
Fachadas (caiações/ barramentos)	VV1b	3	295	1540	3110	12650	3210	451850	745	440	740	149110		1820		650		
	Es4	13	400	2650	3500	12120	4770	538510	1320		720	48060	655	1300		1380	6430	1875
	SC8	4		10600		11250	2280	458930	7860	300	960	37280		3640		1730	2480	
	N11	10	250	870	3050	13180	5620	466670	1190	290	560	41500		7260		1550		
	E9	7	305	5040	3150	11430	2700	424980	560	510	1720	31220	650	9550	254	1140	2310	
	PdS6 rep	14	750	9704		13115	5820	24070	3965		1300	158780		2053		10560		1413
	MoN17	16	580	6290	3030	10880	6340	417010	4360	535	1010	59040	540	3370		6310		
	E8	17	160	4970	2130	12045	1660	286620	970	660	2300	204903	640	3300	170	1970	1210	
	E5	19		1530	2140	11460	5800	452860	3200	520	3410	315190	1030	10280		3390	2420	
	A8	22	110	770	2620	13810	1945	363230	3680	300	1180	71050	230	5650		1050	11270	
	E10	20	200	4020	2180	13070	2800	268080	1230	810	1930	249970	3300	28000	1100	680		2995
	C2	24	550	5000	3500	11840	4850	453780	1020	410	3730	79650	460	2810		4235		
	SC12	23		2290	2540	10850	1850	522725	700	845	785	275140		1300		930		
	E4	26		2447	2260	14970	5089	372680	705	480	1500	49340		1407		3796		
	EV16	31	290	2720	2980	11520	2950	447670	3830	350	555	59340		2330		2740		
	AdC14	32	320	1080	2980	11640	6460	660800	740	370	630	8510		1480		1210		

Suporte A: areia fina siliciosa + cal (1:2); Suporte B: carbonato de cálcio + cal (1:2)

Fig. 6.9: Resultados de ED-XRF e gráfico ternário Fe/Mn versus Ti das camadas cromáticas das fachadas e das de referência realizadas com pigmentos sintéticos e naturais. A letra B antes do pigmento (ex. BE8) designa um barramento.

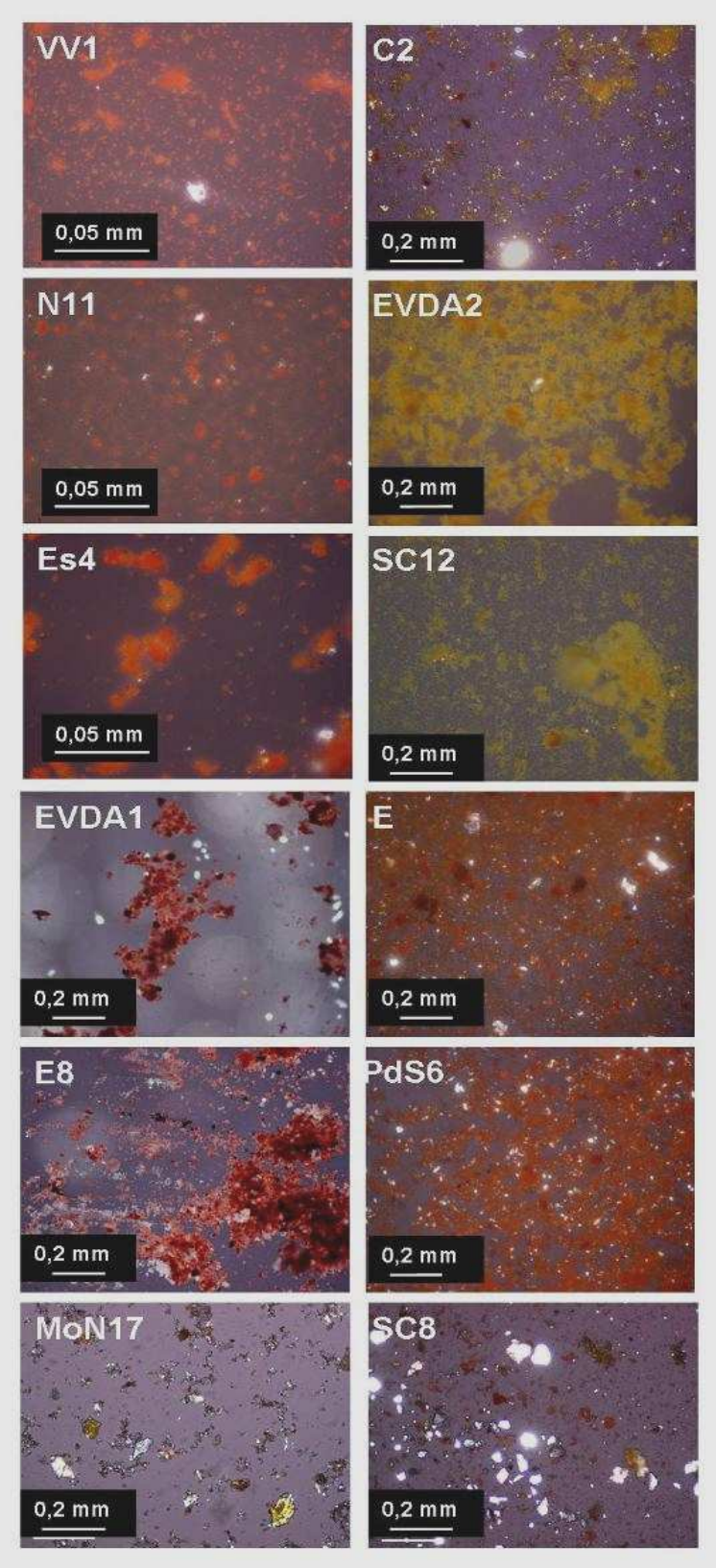


Fig. 6.10: Comparação em luz transmitida e em nicóis cruzados dos pigmentos de referência (óxidos sintéticos EVDA1,´VV1 e EVDA2 e o natural E) e dos existentes nas camadas cromáticas após remoção do $CaCO_3$.

As variações nos teores de ferro entre os grupos 2 e 3 podem ser devidas à maior concentração de pigmento ou a possíveis combinações destes com óxidos de ferro sintéticos, o que justificaria os distanciamentos verificados em algumas das camadas dos valores de a* e L* para com os dos pigmentos naturais de referência (e.g. E9 e E5, Fig. 6.8 e Fig. 6.9).

O titânio é um dos elementos identificadores da natureza terrosa dos pigmentos. Contudo, não se pode descartar a hipótese de nalgumas fachadas do grupo 3 (ex. em particular em MoN17 e SC8, Fig. 6.9), este elemento poder ter também origem em cargas adicionadas ao pigmento (ex. filosssilicatos) ou em contaminações do substrato subjacente. O seu teor mais elevado nos barramentos PdS6 (14) e A8 (22) pode ter origem no tipo de agregados presentes (Fig. 6.9).

Por MEV-EDX, foi confirmada a presença, já

detectada no ponto 5.1, de negros de carbono nos revestimentos das fachadas E8 (nº17), E9 (nº7), E10 (nº20) e nos pigmentos de referência EVDA1 e FA7, representados nas figuras 6.10 e 6.11. Negros ou pretos de carbono são intencionalmente adicionados aos pigmentos vermelhos durante o processo de manufactura, devido à sua opacidade e à sua capacidade de criar nuances escuras (Hyde & Branoon, 2006). O seu baixo custo favorece também a sua utilização relativamente a outro tipo de pigmento preto. Com esta técnica não se confirmou a presença de cargas (e.g. barite) e/ou de pigmentos opacos (e.g. litopone, branco de chumbo ou de titânio) nas amostras A8 (nº22), Es4 (nº13), SC8 (nº4), E9(nº7) e E10(nº20), em cujas, a análise por ED-XRF tinha revelado um teor mais elevado em bário, titânio, chumbo e zinco (Fig. 6.9).

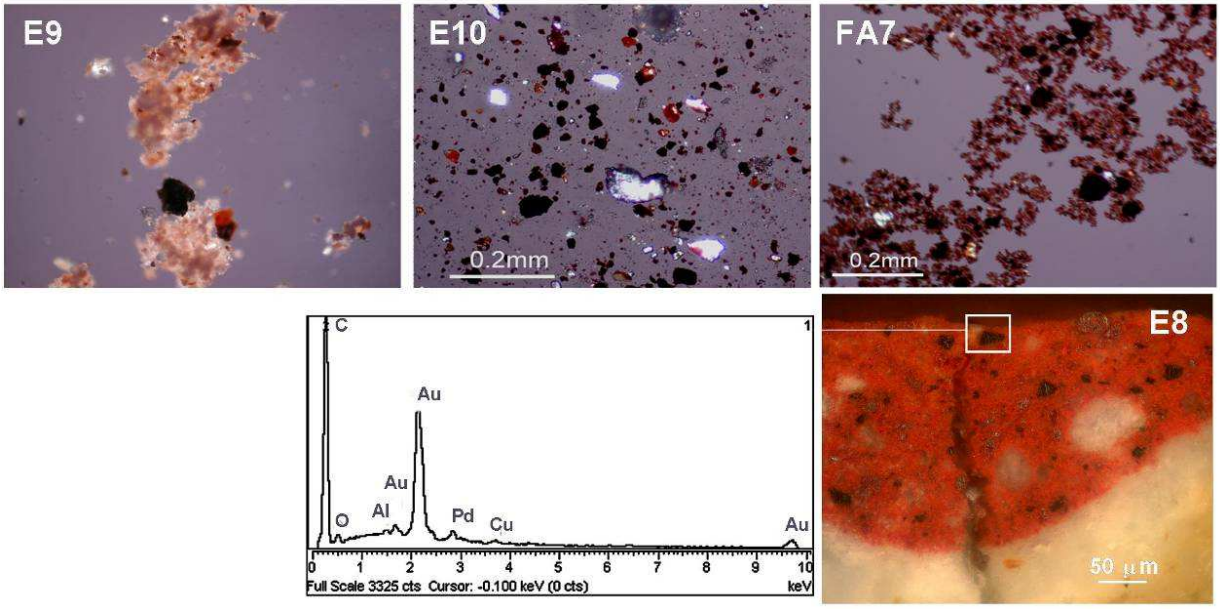


Fig. 6.11: Observação em luz transmitida, com os nicóis cruzados, de pretos de carbono presentes nas fachadas E8, E9, E10 e no pigmento roxo-rei (FA7).

Concentração de pigmentos

A concentração de pigmento é outro dos parâmetros que determinam a tonalidade de uma camada cromática. No espaço bidimensional CIE L* a* e b*, as camadas cromáticas das fachadas foram comparadas com as reproduzidas em laboratório com pigmentos a 20% (Fig. 6.8). Os resultados revelaram uma certa proximidade na componente a*, sobretudo na zona dos vermelhos a vermelhos arroxeados. No entanto, também parecem indicar que concentrações superiores possam ter sido utilizadas.

Para tentar estimar a concentração dos pigmentos em amostras recolhidas dos revestimentos nºs. 13, 14, 10, 4, 7, 17 e 22 (Fig. 6.8) correspondentes a 5 pinturas e 2 barramentos com valores de a* decrescentes, testou-se a extracção do carbonato de cálcio com uma solução de ácido acético a 10%.

Os resultados patentes no Quadro 6.4, embora meramente aproximativos, parecem reforçar a preferência que nesta região parece existir por tintas enriquecidas em cal e com concentrações elevadas em pigmentos.

As variações dos valores nas amostras E9, SC8, PdS6 e A8 prendem-se, possivelmente, com as heterogeneidades na aplicação da tinta, com o seu estado actual de conservação e com a técnica de execução (pintura a seco ou a fresco e barramento). A presença de grãos de areia em SC8 e E9 deve-se a dificuldades no processo de remoção da amostra.

Nas 7 amostras não se verifica uma relação directamente proporcional entre as concentrações e a coordenada a*. Esta tendência parece, contudo, existir nos revestimentos com matiz similar, independentemente do tipo de revestimento (pintura ou barramento).

Quadro 6.4: Resultados dos resíduos de pigmento, após a extracção do ligante com ácido acético. As percentagens foram calculadas em relação ao peso inicial da camada cromática. O exame foi repetido duas vezes em cada revestimento (caiações: nº 13-17; barramentos: nº 10 e 22).

Amostra (Ref)	Nº	Cor perceptível (Matiz NCS)	a*	Camada Cromática (g)	Pigmento (g)	%	CaCO3 (g)	%	Areias (g)	%
Es4 (1º)	13	Vermelho alaranjado (Y70R/60R)	33.58	0.0402	0.0151	38	0.0251	62.2	_	_
Es4 (2º)				0.0296	0.0117	40	0.0179	61	_	_
SC8 (1º)	4	Vermelho (Y80R)	24.65	0.0120	0.0062	52	0.0058	48.3	_	_
SC8 (2º)				0.4230	0.0086	2	0.3966	93	0.0178	4
E9 (1º)	7	Vermelho (Y70R/80R)	24.44	0.0193	0.0048	25	0.1050	54.4	0.0040	21
E9 (2º)				0.0117	0.0047	40	0.0070	60	_	_
E8 (1º)	17	Vermelho arroxeado (R)	19.13	0.0075	0.0030	40	0.0045	60	_	_
E8 (2º)				0.0468	0.0021	45	0.0257	55	_	_
PdS6 (1º)	14	Vermelho alaranjado (Y70R/60R)	27.7	0.5485	0.0821	33.3	0.1261	22	0.2397	44*
PdS6 (2º)				0.2538	0.0503	20	0.0677	27	0.1358	53
N11 (1º)	10	Vermelho (Y70R)	25.33	0.3669	0.0440	12	0.1870	51	0.1359	37
N11 (2º)				0.2291	0.0268	12	0.1976	86	0.0047	2
A8 (1º)	22	Roxo (R10B)	10.4	0.3098	0.0129	4.2	0.1505	48.5	0.1446	47.3
A8 (2º)				0.0937	0.0193	21	0.0480	51.2	0.0260	28
A8 (3º)				0.0364	0.0064	18	0.0227	62	0.0073	20

* Cerca de 15% são umas partículas com cor que não aparentam ser grãos de areia mas tijolo moído

6.2.4. Conclusão

No âmbito da conservação e restauro de superfícies cromáticas arquitectónicos, não basta analisar a cor de camadas cromáticas só com base nos sistemas visuais NCS ou na colorimetria e espectrofotometria no visível. Como os três exemplos apresentados mostram, as cores perceptíveis nos revestimentos analisados podem depender de um conjunto de

factores que se interligam, tais como a natureza dos pigmentos e concentrações utilizadas, as técnicas da sua aplicação, as características dos próprios suportes de argamassa onde são aplicados e o seu estado de conservação actual. Todos estes factores influenciam a nossa percepção e as medições da cor, pelo que o seu registo e análise são fundamentais para o planeamento de um tratamento cromático neste tipo de superfícies.

Os resultados confirmam a eficácia das curvas espectrais de reflectância e, no exemplo 3 da representação da segunda derivada da equação de Kubelka-Munck, na identificação e diferenciação dos pigmentos inorgânicos empregues nas várias camadas. Estas técnicas complementadas com ED-XRF e MO parecem indiciar nos últimos 17 revestimentos analisados (de cor vermelha a vermelha arroxeada) uma preferência pela utilização de óxidos de ferro sintéticos utilizados puros ou em misturas com naturais, assim como o emprego de traços enriquecidos em cal e com concentrações elevadas em pigmentos.

6.3. Reprodução e análise colorimétrica de pinturas tradicionais a cal e de barramentos pigmentados

M.Gil[1], J.Aguiar[2], A.I. Seruya[1,4], R.Veiga[3] , , L.Carvalho[4], H.Vargas[5] J. Mirão[6], A.Candeias[7]

[1] Dep. de Conservação e Restauro, Fac. de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

[2] Fac. De Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Rua Sá Nogueira, Pólo Universitário Alto da Ajuda,1349-055 Lisboa, Portugal.

[3] Dep. de Edifícios, Laboratório nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

[4] Centro de Física Atómica, Universidade de Lisboa, Av. Prof. Gama Pinto 2, 1649-003 Lisboa

[5] Laboratório de Conservação e restauro, Instituto dos Museus e da conservação, (IMC-LCR), R. Das Janelas verdes, 37,1249-018 Lisboa, Portugal

[6] Dep. de Geociências, Centro de Geofísica, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal.

[7] Dep. Química, Centro de Química de Évora, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59 Évora, Portugal.

Em publicação

Color Research and Application

Resumo

Uma série de ensaios de cor foram realizados em reproduções de pinturas a cal e barramentos pigmentados, feitos com base em manuais históricos e testemunhos orais da região do Alentejo.

Os objectivos principais deste estudo feito em materiais conhecidos e nas mesmas condições experimentais foram: a) a análise por colorimetria de pinturas a cal obtidas com tintas preparadas segundo quatro métodos distintos; b) a comparação das prestações cromáticas de tintas feitas com ocres vermelhos e amarelos (processados de forma caseira e de origem industrial) e com óxidos de ferro sintéticos em concentrações e traços volumétricos variáveis e c) registo da evolução das coordenadas CIEL*a*b* com o processo de carbonatação.

Os resultados mostram que a evolução dos parâmetros L*, a* e b* durante o processo de carbonatação é independente da concentração do pigmento e da espessura da camada cromática, mas dependente da composição do pigmento e da técnica (pintura ou barramento). Os resultados realçam, mais uma vez, a importância dos atributos da aparência (e.g. texturas, opacidade/transparência) e a sua influência nos parâmetros de colorimetria.

6.3.1. Introdução

Com o advento e propagação das tintas modernas no século XX, o conhecimento das técnicas de pintura tradicional a cal caiu quase no esquecimento num intervalo de 50/60 anos, sem grandes preocupações de registo para gerações futuras, especialmente das soluções mais simples realizadas pelas populações nas suas pinturas "caseiras" e nos estratagemas empregues pelos pintores profissionais da construção civil para ultrapassar determinados problemas técnicos.

Este último estudo de carácter experimental teve como objectivo principal aprofundar, em condições controladas, algumas das questões relacionadas com as técnicas pictóricas abordadas no ponto 6.2 e, simultaneamente, esclarecer algumas das dúvidas que se colocam aos conservadores-restauradores envolvidos em tratamentos cromáticos de superfícies a cal. Para tal foram realizados três séries de ensaios, em reproduções de pinturas a cal e barramentos pigmentados, com as seguintes finalidades:

a) Comparar quatro métodos diferentes de preparação de leites de cal e verificar em que medida estes podem afectar as coordenadas CIEL*a*b* e C* das camadas cromáticas resultantes;
b) Verificar a evolução das componentes L*, a* e b* durante o processo de carbonatação do hidróxido de cálcio para se ter uma percepção mais concreta do grau de atenuação da cor final;
c) Analisar a evolução das coordenadas cromáticas com o aumento concentrações de pigmentos e com a diluição progressiva do leite de cal. Neste ultimo caso, pretende-se igualmente verificar como é afectado o grau de cobertura da camada cromática resultante.

Outro dos objectivos foi comparar a cor dos revestimentos obtidos com as 3 categorias de pigmentos inorgânicos tradicionalmente utilizados na região do Alentejo e verificar as prestações cromáticas dos actualmente disponíveis no comércio local para trabalhos de conservação e restauro.

6.3.2. Condições experimentais

6.3.2.1. Descrição dos materiais (pigmentos e ligante)

Os oito pigmentos que foram utilizados nos ensaios provêm de duas fontes distintas (Quadro 6.5). Os pigmentos VV1, E8, EVDA2 e MNO4 foram adquiridos no comércio local

enquanto, os quatro restantes, são terras coradas extraídas na região do Alentejo, nomeadamente S2 (Sousel, distrito de Portalegre), Se3 (Serpa, distrito de Beja); M4 (Mértola, distrito de Beja) e Mo2 (Moura, distrito de Beja). Estes depósitos naturais eram antigos pontos de extracção de matéria-prima para as caiações caseiras (ver ponto 5.2) excepto o de M4. Esta amostra, produto da meteorização de mineralizações ricas em ferro, foi recolhida devido à sua tonalidade amarela oliváceo intensa. As quatro terras coradas amostradas foram preparadas segundo métodos artesanais, recorrendo à peneiração por via húmida (<125μm), decantação, sedimentação, secagem e desagregação das partículas de pigmento (Fig. 6.12) Os pigmentos de origem industrial não requereram preparação.

O leite de cal foi feito com cal em pasta da *União Central de Gessos, Lda.*

Os barramentos simples e os barramentos pigmentados foram preparados com pó e nata de mármore da linha de britagem da firma *MotaEngil* sita em Borba. Os agregados foram peneirados abaixo dos 500μm e misturados com a mesma pasta em cal utilizada para a feitura das tintas a cal, ao traço volumétrico 1,5 (nata de mármore): 1 (pó de mármore): 2 (cal em pasta)[9] por forma a obter uma superfície branca e lisa, semelhante às observadas em muitas das fachadas históricas (Fig. 6.12).

Quadro 6.5: Identificação dos pigmentos. SDS: Sociedade de Drogas de Santarém; D.Sorraia: Drogas Sorraia (actualmente Sergipal).

Pigment (Ref)	Tipo de pigmento	Origem geológica	Cor (Escala de cores de solos Munsell 1992)	Nome comercial	Marca
S2	Natural processado	*Terra rossa*	Vermelho escuro-vermelho (2.5YR 3/6-4/6)	_	_
Se3	Natural processado	Xistos	Amarelo avermelhado (7,5YR 5/6)	_	_
Mo2	Natural processado	Xistos	Pardo forte-Castanho (7,5YR 5/6-5/4)	_	_
M4	Natural processado	P.M.Mineralizações ricas em ferro	Amarelo oliváceo (2,5 Y 6/6)	_	_
E8	Natural processado(?)	Desconhecido	_	Almagre inglês	SDS (s/Ref.)
MON4	Natural processado	Desconhecido	_	Ocre	D.Sorraia (s/Ref.)
VV1	Óxido sintético	_	_	Óxido de ferro Malaga	D.Sorraia (s/Ref.)
EVDA2	Óxido sintético	_	_	Óxido de ferro amarelo	Bayerferrox 420

[9] Os agregados e o traço da argamassa foram determinados após ensaios preliminares (anexo X). A justificação para a escolha do suporte rígido de *aerolam* também se encontra nesse texto.

Os barramentos pigmentados foram estendidos em cima de um estrato mais grosseiro de reboco (*arricio*) feito com cal em pasta e areia de rio lavada (2 a 0.6 mm) ao traço volumétrico 1:2. Na feitura de todas as argamassas, foi adicionado 1% de resina acrílica *Acrilic AC33* para melhorar o seu poder de adesão ao suporte rígido de *aerolam*.



Fig. 6.12: Preparação de terras coradas extraídas no Alentejo para caiações e barramentos pigmentados: A) peneiração por via húmida (<125µm), decantação, sedimentação e secagem; B) amostras de pigmentos de origem industrial; C) feitura de barramentos simples com cal em pasta, nata e pó de mármore de origem local e D) barramento pigmentado colocado por cima de um estrato mais grosseiro feito com cal em pasta e areia de rio lavada (2 a 0,6 mm) ao traço volumétrico 1:2 (cl. M.Gil 2007).

Técnicas de análise

A determinação da composição elementar e mineralógica dos pigmentos e do ligante foi obtida por espectrometria de fluorescência e difractometria de raios-X. As propriedades ópticas foram observadas por microscopia óptica e os tamanhos das partículas por ganulometria a laser.

A análise elementar quantitativa foi realizada com um espectrómetro de raios-X dispersivo em comprimento de onda (WD-XRF) da marca *Bruker S4 Explorer* (Bruker AXS Inc, Madison, USA). O gerador de Raios-X funcionou a 20 kV e 50 mA para os elementos leves (Na, Mg, Al, Si, P, Cl and S) e 50 kV e 20 mA para os outros elementos. Os elementos Ba e Pb foram estudados através da análise das riscas La e Lb, enquanto todos os outros foram obtidos através das riscas Kα. Os limites de detecção para o Ba e Pb foram 30 e 15 mg/kg, respectivamente. Todas as medições foram feitas em vácuo.

Os cálculos das intensidades foram realizados utilizando o software *SpectraPlus* (Bruker/AXS). As concentrações foram obtidas através do método dos parâmetros fundamentais.

As amostras foram preparadas sem qualquer tratamento químico prévio. O pó de cada amostra era misturado com um agente ligante (Elvacite R, methyl-methacrylate, 8wt.%) previamente testado do ponto de vista de composição elementar, de modo a obter uma pastilha de 40 mm de diâmetro. As pastilhas eram colocadas numa prensa à pressão de 20 Ton/cm^2. Os resultados obtidos estão em percentagem em massa (m. %).

A composição mineralógica foi determinada por difracção de raios-X (DRX), com um difractómetro comercial *Brucker AXS-D8* (Bruker AXS Inc, Madison, USA), utilizando radiação Cu Kα, produzida por uma ampola de raios X nas seguintes condições de ensaio: varrimento entre 3-70º 2θ, velocidade de varrimento de 0,02º 2θ/s; tensão e corrente de filamento, 30 kV e 40 mA respectivamente. O software EVA foi usado para a identificação das fases cristalinas. A composição mineralógica semi-quantitativa foi obtida pela intensidade dos picos.

A visualização e os registos fotográficos em luz reflectida e transmitida com nicóis cruzados para ilustrar a variabilidade e a distribuição da composição mineralógica, foram feitos com um microscópio óptico *Lietz Dialux 20* equipado com uma câmara digital *Leica DC500-2002* (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha), na ampliação de 65x.

O tamanho e a distribuição granulométrica das partículas dos pigmentos foram determinados com o analisador de partículas a laser *Mastersizer 2000E EPA2000* (Malvern

Instruments Ltd., Worcetershire, Inglaterra). Para esta análise, cerca de 1 g de cada amostra foi previamente dispersa em 20 ml de água com 3 gotas de hexametafosfato, tendo a mistura sido colocada durante 5 minutos num banho de ultra-sons de baixa frequência (lab line *Transsonic T80/H*), por forma a garantir uma dispersão adequada das partículas de pigmento.

6.3.2.2. Descrição dos ensaios

Os ensaios foram realizados em três etapas, a fim de analisar a influência de cada uma nas coordenadas cromáticas CIE 76 (L*, a*, b* e C*) e nos atributos geométricos da aparência (e.g textura, opacidade/transparência):

1- Comparação dos métodos de preparação de leite de cal;

2- Influência do processo de carbonatação da cal;

3- Efeito da diluição do leite de cal.

Quatro métodos foram experimentados na **etapa 1**: pigmentos misturados só com água de cal (***a***), pigmentos directamente adicionados à cal em pasta e diluição da mistura resultante em água (***b***); mistura prévia do pigmento em água (1 medida) e adição da dispersão resultante à emulsão de leite de cal (1 de cal: 1 de água) para alcançar o traço volumétrico final de 1:2 (***c***). Por último, o método (***d***) consistiu na junção directa dos pigmentos à emulsão de leite de cal ao traço volumétrico[10] 1:2 (cal: água) (Fig. 6.13).

Em todos os métodos, a concentração dos pigmentos foi constante e igual a 12 % em relação ao peso da cal em pasta[11]. A tinta de cal resultante dos processos *b* e *c* foi passada por um peneiro (<125μm) para eliminar pequenas impurezas ou grumos de cal, enquanto no processo *d* essa operação foi previamente feita no leite de cal ao traço 1:2. Nos quatro processos, a tinta de cal foi estendida em duas passagens na horizontal e na mesma direcção[12]. A comparação colorimétrica foi feita com as superfícies secas, passadas 24 h.

[10] O traço volumétrico 1:2 é citado em recentes pesquisas (Tavares, 1999; Gonçalves, 1999; *Guia de reabilitação e construção: cidade de Loulé*, 2007). Outro critério tido em conta para a escolha desta proporção, foi o facto da aparência da superfície cromática (ex. textura e grau de opacidade) e a sua espessura serem, aparentemente, muito semelhantes às observadas em algumas das fachadas de edifícios antigos no Alentejo (ver pontos 5.1, 5.2 e 6.2)

[11] Cfr. *Materiais e técnicas tradicionais: rebocos e tintas a cal e outras pinturas para edifícios antigos, alguns casos de estudo*. Manual da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos, iniciativa conjunta com a câmara municipal de Beja, École de Avignon, Restauronet numa acção integrada no Programa Europeu interreg MEDOCC,s.d. e Ribeiro, A.F.G, Eusébio, M.I., 'Tintas inorgânicas: tintas a cal e de silicatos', *Cadernos Edificios*, 2, 2002, p. 127. Os autores defendem que a saturação máxima de um pigmento terra é 25% em massa (em relação ao peso da cal em pasta) diminuindo para 15% no caso dos óxidos sintéticos (cf. ponto 2.2.1.1). Visto terem sido testados os dois tipos de pigmentos, optou-se pela concentração de 12%, por se considerar a mais adequada para efectuar comparações.

[12] Ao limitar as pinceladas a uma direcção reduz-se a variabilidade na textura superficial da camada cromática.

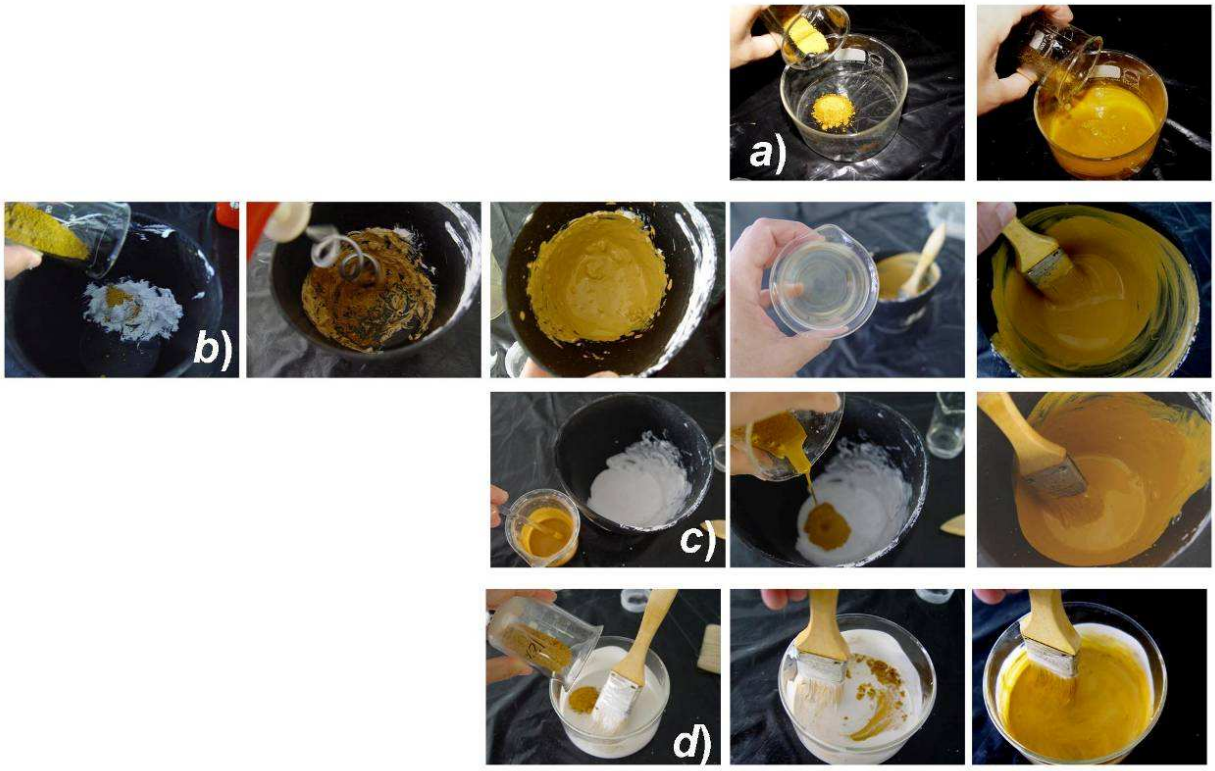


Fig. 6.13: Etapas da preparação do leite de cal segundo os 4 métodos testados.

Na **etapa 2**, analisou-se a influência do processo de carbonatação nas coordenadas cromáticas CIEL*a*b* (caiações e barramentos pigmentados).

Os nove barramentos coloridos foram aplicados numa fina camada (~ 0.1 cm) em cima do reboco mais grosseiro (*arricio*) com pigmentos a 4, 12 e 20% (em relação ao peso da cal em pasta). Estes foram adicionados directamente à cal em pasta empregue para a feitura da argamassa. A superfície barramento foi alisada com uma colher de pedreiro enquanto húmida (Fig. 6.14)

Na tentativa de perceber o comportamento dos pigmentos em barramentos com diferentes espessuras e superfícies de evaporação, foram também preparados oito barramentos idênticos aos precedentes mas com 200 mm (VV1), 150 mm (S2) e 8 mm (E8) de espessura e com duas superfícies de evaporação (Fig. 6.14).

As trinta e seis tintas a cal foram preparadas de acordo com o método ***b*** descrito na etapa 1[13] ao traço volumétrico 1:2. A concentração de pigmento empregue foi de 4, 8, 12, 16, 20 e

[13] O método de adicionar directamente o pigmento ao leite de cal está referenciado no *Novo Tratado Usual da Pintura de Edifícios e Decoração,* da autoria de Paul Fleury (1903) e é igualmente a escolha mais adoptada por

24 % em relação ao peso da cal em pasta. As tintas foram estendidas em duas demãos. Em cada demão, foram dadas duas passagens na horizontal na mesma direcção. A segunda demão só foi aplicada após a secagem da primeira à temperatura ambiente (~24º C)[14].

A influência do processo de carbonatação da cal na cor das camadas cromáticas foi monitorizada durante 4 meses.



Fig. 6.14: Feitura dos barramentos pigmentados

Na **etapa 3**, testou-se o efeito da diluição progressiva de uma tinta a cal com pigmento a 12% em massa. Os traços experimentados foram respectivamente 1:1, 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 e 1:10. O leite de cal foi preparado de acordo com o método ***b*** (etapa 1). Para medir as diferenças de colorimetria entre uma e duas demãos, a superfície foi dividida a meio. Em cada

alguns restauradores, que acreditam ser a melhor forma de obter uma distribuição homogénea e eficiente entre as partículas do pigmento e do ligante.

[14] Os ensaios foram realizados nos laboratórios de Geociências da Universidade de Évora durante os meses de Setembro e Outubro de 2007. As temperaturas médias no mês de Setembro rondaram 24º C.

demão, apenas se fez uma passagem na horizontal e na mesma direcção (Fig. 6.15). As medições de cor foram realizadas 3 meses após a sua aplicação.

A metodologia, a concentração dos pigmentos e os traços usados nestas experiências foram escolhidos com base em testemunhos orais na região do Alentejo (população em geral e antigos pintores da construção civil) e nos Manuais antigos de Pinturas e Acabamentos da Construção mencionados no capítulo 2 (Leitão, 1896; Fleury, 1903; Segurado, 1923). Os ensaios foram realizados na cidade de Évora, em condições ambiente de temperatura e humidade[10]. Os painéis com as pinturas e os barramentos coloridos foram armazenados nas mesmas condições mas ao abrigo da luz.

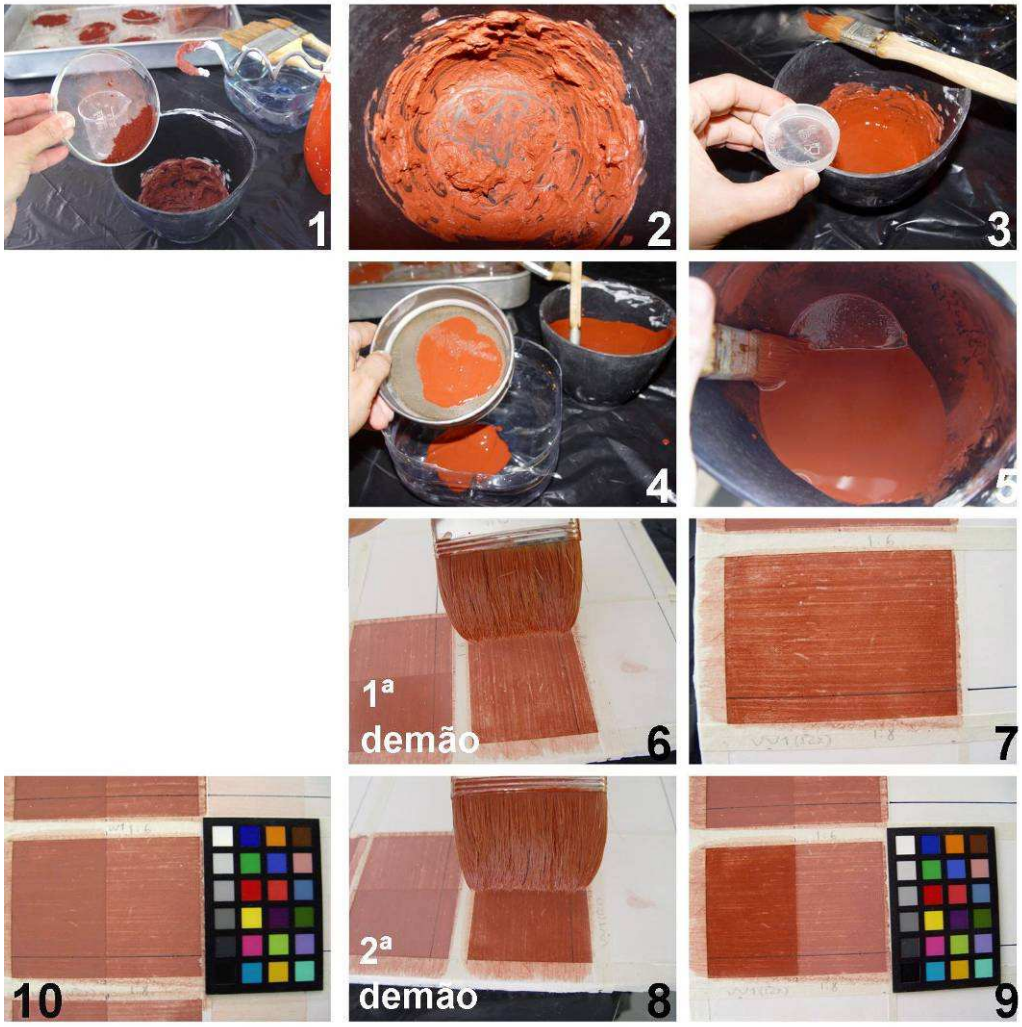


Fig. 6.15: ensaio de diluição: etapas da preparação da tinta (1-5) e da sua aplicação em duas demãos (6-10) (traço volumétrico 1:8 de cal/água).

Colorimetria

As coordenadas cromáticas CIEL*a*b* e C* foram tomadas nas superfícies mate com os espectrofotómetros portáteis *DataColor Mercury 3000* (Datacolor, New Jersey, USA) e MiniScan XE Plus (Hunter Associates laboratory Inc., Virgínia, USA)[15]. Em ambos foi utilizado o iluminante e observador padrão CIE:D65/10ºC e a área de medição de 11mm. Os valores obtidos são a média de 9 medições (3 em cada extremidade e ao centro), tomadas a distâncias equidistantes em todos os painéis (com cerca de 75 cm^2 de área), à excepção de oito barramentos de forma arredondada devido à sua menor área (3 medições em ~9,6 cm^2).

A escala *Kodak Grey Scale 8* (Eastman Kodak Company 1977) e a *Míni ColorChecker* P/N:50111 da GretagMacBeth foram igualmente usadas para a comparação visual. O registo fotográfico foi feito à luz do dia e com luz rasante com uma câmara digital *Sony DSC-F717*.

6.3.3. Resultados e discussão

6.3.3.1. Comparação de métodos de preparação de leites de cal (etapa 1)

Contrariamente ao esperado, em geral, não existem diferenças significativas na luminosidade (L*) entre as pinturas feitas com água de cal e pigmentos (método *a*) e as restantes três em que foram utilizadas leites de cal ao traço 1:2 (Fig. 6.16).

No conjunto das pinturas realizadas com o método *a*, só as efectuadas com os pigmentos EVDA2 e M4 são, em média, mais escuras (3,5-4.5 %[16]) que as obtidas com os restantes três processos. Em ***a***) as camadas cromáticas são mais transparentes e heterogéneas e o fundo branco do barramento transparece em vários pontos, influenciando, tal como no exemplo 2 do ponto 6.2, os resultados de colorimetria (Fig. 6.16 e 6.17). Esta situação é, particularmente, acentuada na terra corada Mo2, pelo facto de esta possuir na sua composição um volume mais elevado de partículas com tamanhos compreendidos entre os 3 e 25 μm (Fig. 6.17). Todos estes factores parecem contrabalançar a maior quantidade de hidróxido de cálcio presente nas camadas cromáticas ***b, c*** e ***d***.

[15] Este espectrofotómetro foi utilizado nas tomadas do 4º mês da etapa 2 nos barramentos e nas caiações devido ao envio do *Datacolor Mercury* para uma revisão de manutenção.
[16] Os quadros com os valores referentes às figuras 6.11, 6.12., 6.13, 6.15, 6.16, 6.17, 6.19, 6.20, 6.22 e 6.23 estão no anexo X.

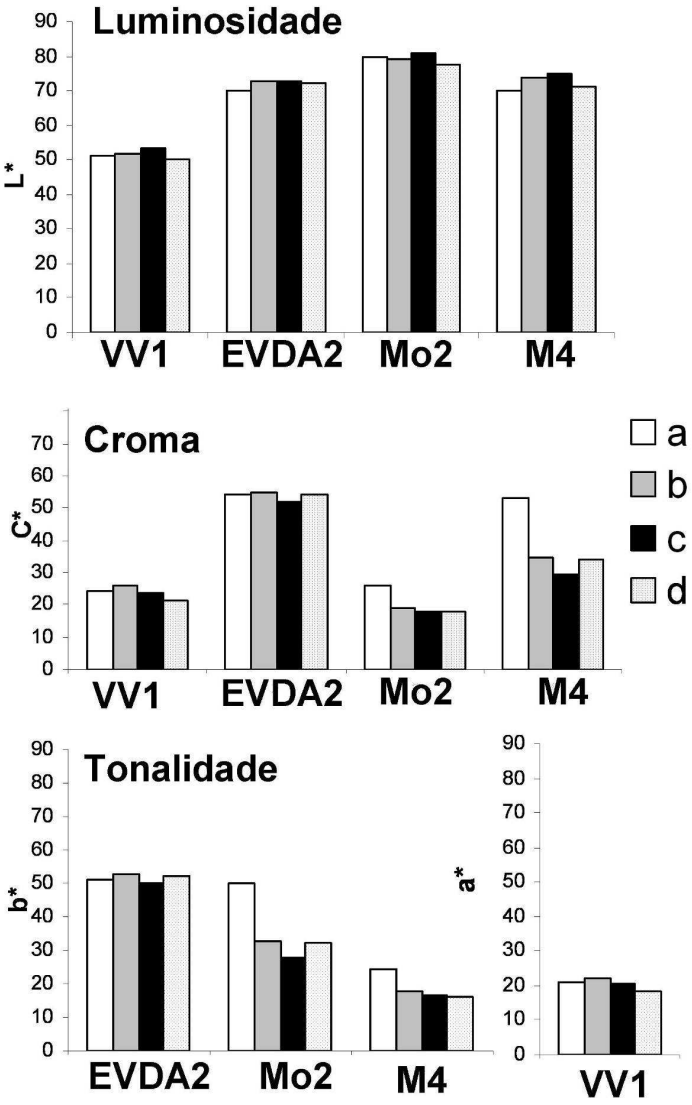


Fig. 6.16: Comparação da luminosidade, croma e tonalidade das camadas cromáticas obtidas com os quatro métodos de preparação (***a, b, c e d***) após 24h.

Por outro lado, a saturação (C*) e as componentes a* e b* nas pinturas feitas com o método ***a,*** comparadas com as obtidas com ***b, c*** e ***d,*** atingem variações na ordem dos 39% em média com os pigmentos naturais Mo2 e M4, enquanto que com os óxidos de ferro sintéticos VV1 e EVDA2 a situação é variável. Com estes dois últimos pigmentos, só as camadas ***c*** possuem valores sempre inferiores às camadas ***a*** (3%,em média) (Fig.6.16).

Os quatro pigmentos testados foram usados a 12% em massa. Contudo em VV1 e EVDA2, a pureza mineralógica, os tamanhos das partículas abaixo de 1 μm de diâmetro e a sua morfologia mais homogénea[17] traduzem-se num aumento da área superficial e numa concentração volumétrica superior em partículas cromóforas relativamente aos pigmentos naturais (Quadro 6.6 e Fig 6.17). Estas características contribuem para um maior poder de cobertura e poder colorante das camadas cromáticas resultantes, relativamente às dos pigmentos naturais, sobretudo nas que possuem um teor em hidróxido de cálcio mais elevado. Se, nas presentes condições de ensaio as camadas cromáticas efectuadas com os dois óxidos sintéticos dispersos em água de cal (método *a*) não apresentaram diferenças significativas na componente a* com os restantes métodos, o mesmo não acontece se compararmos visualmente as suas superfícies. A camada ***a*** em VV1 é, perceptivamente, mais escura que as restantes (Fig. 6.17).

[17] Conferir ponto 5.5, figura 5.43. Nesta imagem obtida por MEV pode-se ver a morfologia uniforme das partículas da hematite e da goetite obtida por síntese industrial (EVDA1 e EVDA2). As partículas do óxido de ferro vermelho VV1 são iguais às do óxido EVDA1.

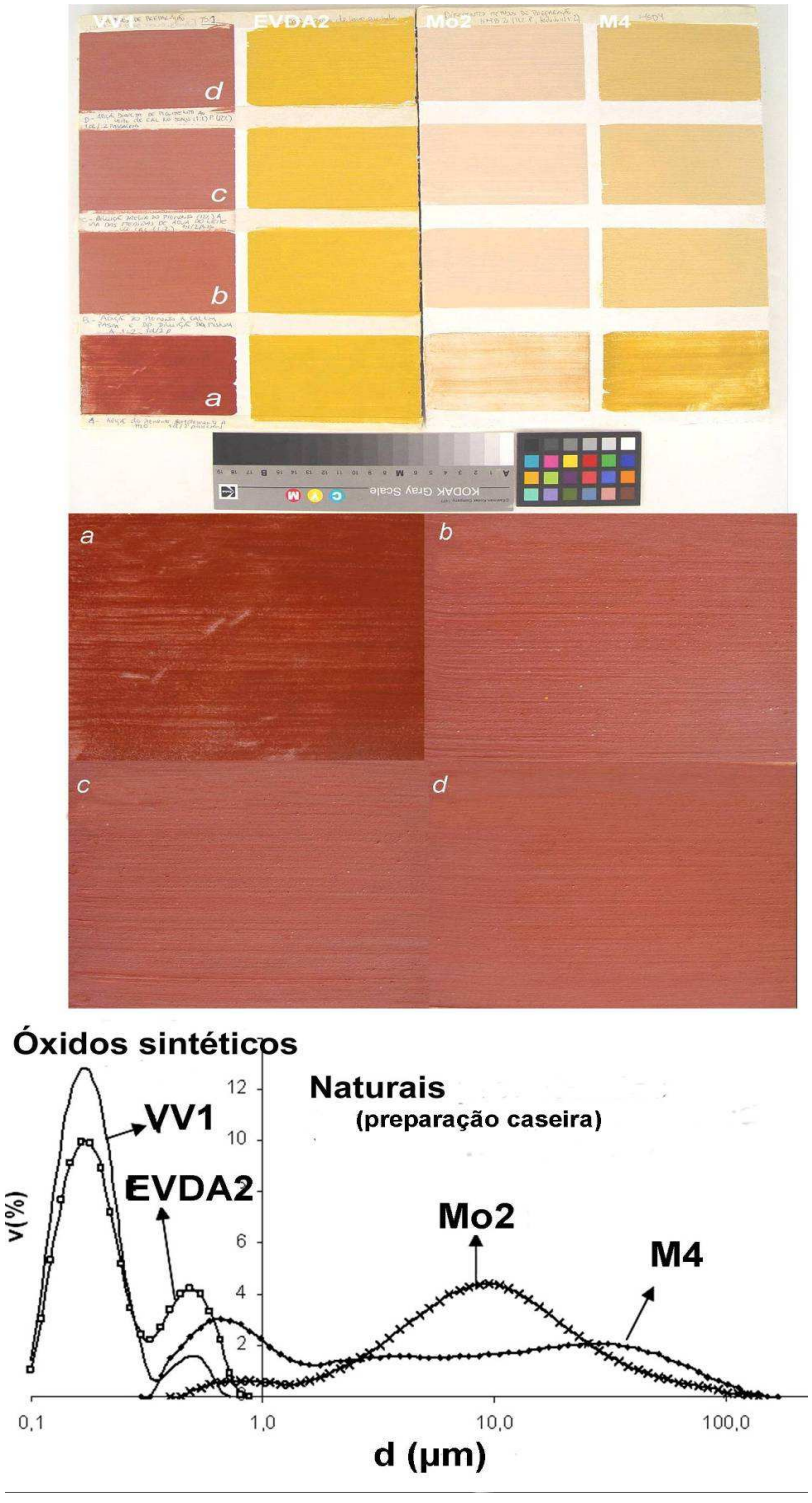


Fig. 6.17: Vista geral das superfícies pintadas (topo) e pormenor das obtidas com o óxido de ferro VV1. O fundo branco do barramento é nitidamente visível em ***a)*** e o véu branco, após a segunda passagem em ***b***), ***d***) e especialmente em ***c***). Em baixo, distribuição granulométrica dos dois tipos de pigmentos empregues (cl. M.Gil 2008).

Nos pigmentos naturais verifica-se uma maior concordância entre a análise visual das superfícies e os resultados obtidos por colorimetria entre o método ***a*** e os restantes três processos. Para tal deve ter contribuir a composição mineralógica mais diversificada, a distribuição granulométrica mais alargada e a maior heterogeneidade na morfologia das partículas constituintes[18] (Quadro 6.6 e Fig. 6.18).

Nos ensaios efectuados com os leites de cal ao traço 1:2, as camadas cromáticas ***c*** são as que tendem a ter os valores mais altos de L* e os mais baixos de C* e de b* (Fig. 6.10). Com a diluição prévia dos pigmentos, o risco de perdas de material durante o procedimento parece aumentar, comparado com a sua adição directa à cal em pasta (***b***) ou à emulsão de hidróxido de cálcio (***d***). O aparecimento de um véu branco, após a segunda passagem de tinta na superfície ***c*** com VV1, é igualmente mais pronunciado, o que implica um cuidado extra quando se queira preparar uma mistura superior em cal com pigmentos escuros (Fig. 6.18).

A aparência das camadas cromáticas feitas com o método *b* e *d* apresentam poucas diferenças (Fig. 6.17). Com o método *d*, as pinturas são com todos os pigmentos ligeiramente mais escuras (1-4%) que as ***b.*** Os valores de saturação e de tonalidade são também no geral mais baixos, mas aproximados, excepto em VV1 (Fig. 6.16).

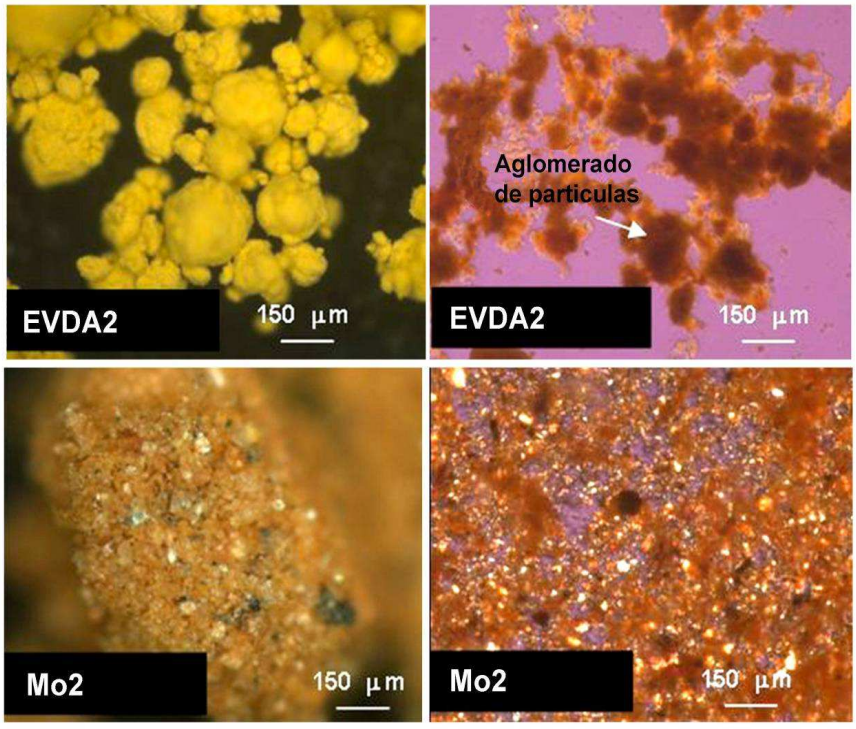


Fig. 6.18: Pormenor das partículas do óxido EVDA2 e do natural Mo2 em luz reflectida (esp.) e luz transmitida com nicóis cruzados (dir.). A variedade mineral de Mo2 é revelada pelas propriedades ópticas dos seus constituintes.

[18] A morfologia das partículas por microscopia electrónica de M4 pode ser visualizada na Fig. 5.37 (ponto 5.4). As partículas de Mo2, por sua vez, são muito semelhantes às de outra terra corada recolhida na mesma jazida (Mo4) também observadas em microscopia electrónica (Fig. 5.34, ponto 5.4).

Quadro 6.6: Composição mineralógica dos pigmentos, do suporte pictórico (argamassas dos barramentos simples) e da cal em pasta. As argamassas dos barramentos coloridos possuem uma composição idêntica à dos suportes para recepção da pintura. Goet- goetite; Hem-Hemtite, Qua-quatzo, Cal-calcite; Alb-albite, Port-portlandite; Esmt-Esmectite e Ort- Ortóclase.

Amostra	Goet	Hem	Qua	Cal	Caol	Illite/ Muscovite	Alb	Portl	Esm	Ort
VV1	-	++++	++	-	⊙	-	-	-	-	-
E8	⊙	+	-	++++	⊙	⊙	-	-	-	-
S2	T	T	+++	-	⊙	++	-	-	-	-
EVDA2	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MON4	+	-	+++	++++	++	++	-	-	-	-
Se3	⊙	T	++	-	⊙	⊙		-	-	⊙
M4	⊙	-	++	-	-	++	-	-	⊙	-
Mo2	⊙	-	++	-	-	++	++	-	++	⊙
Suporte pictórico	-	-	+	++++	-	-	-	++	-	-
$Ca(OH)_2$	-	-	-	++	-	-	-	+++	-	-

M. elevado: ++++ Elevado:+++; Abundante: ++ ;Pouco: + ; Presente: ⊙ ; Traço: :T

6.3.3.2. Influência do processo de carbonatação da cal na cor perceptível e coordenadas cromáticas (etapa 2)

Barramentos pigmentados

Durante o processo de carbonatação das argamassas, os parâmetros L* e a* evoluíram de forma semelhante nas duas categorias de pigmentos em teste, independentemente da concentração de pigmento e, aparentemente, das características do estrato poroso (espessura e superfícies de evaporação) (Fig. 6.19 e 6.21). Os resultados de quatro meses de monitorização da luminosidade mostram um pico máximo ao fim de 1 mês (720h) seguido de um decréscimo gradual até à sua estabilização, aproximadamente, aos 2-3 meses (Fig. 6.19). As únicas variações detectadas foram após 24h, em particular nos barramentos E8, nos quais L* diminui ligeiramente devido, possivelmente, a uma afluência mais acentuada de partículas de pigmento à superfície, durante o processo de evaporação da água contida nas argamassas.

A granulometria mais fina e a predominância da fase cromófora (hematite) no pigmento VV1 contribuíram para os valores mais baixos de luminosidade e mais altos na componente vermelha a* (Quadro 6.6. e Fig. 6.20).

Os barramentos com os dois pigmentos naturais são mais claros embora se esperasse que com E8, um suposto almagre de origem industrial, as superfícies fossem ligeiramente mais

escuras, devido, em princípio, ao processo de purificação mais intenso do pigmento (Fig. 6.21).

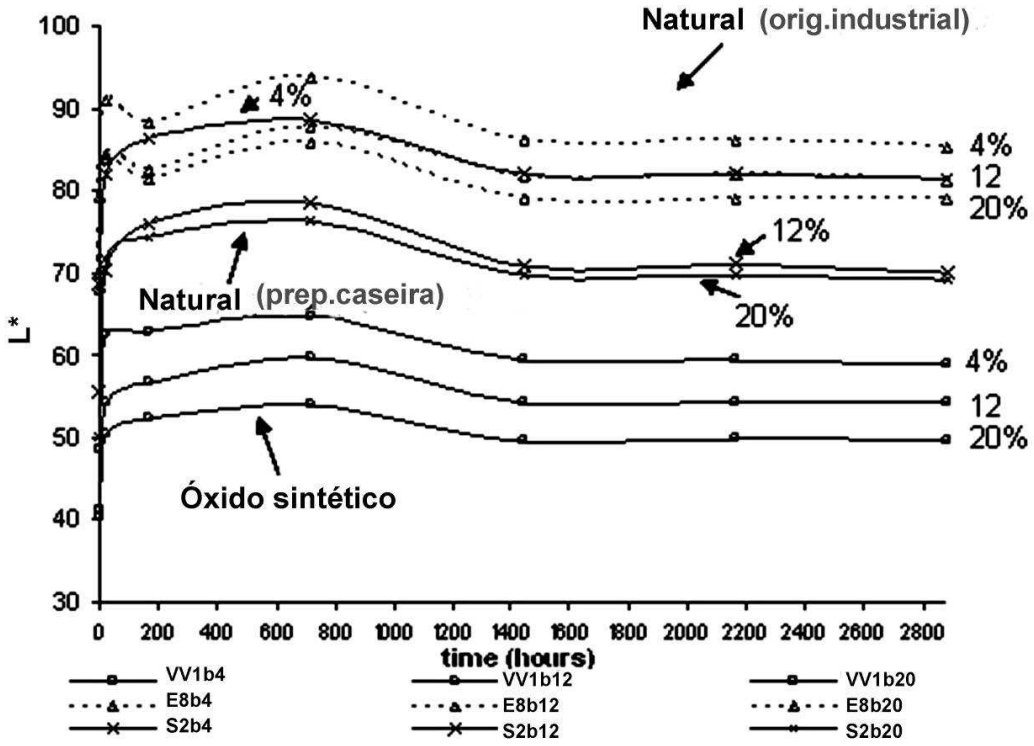


Fig. 6.19: Evolução do parâmetro L* com a secagem e processo de carbonatação das argamassas pigmentadas a 4, 12 e 20% com VV1, E8 e S2 (das 0h às 2880 h).

A elevada presença de calcite em E8, provavelmente como carga, parece ser responsável pelo aumento da luminosidade e diminuição da tonalidade (Quadro 6.6 e Fig. 6.21).

O parâmetro L* e as componentes a* e b* são inversamente proporcionais no início do processo de carbonatação em todos os barramentos com 1 ou 2 superfícies de evaporação e com diferentes espessuras (Fig. 6.21.). Com o final da reacção e a estabilização dos valores, as camadas cromáticas tornam-se, ligeiramente, mais escuras (7 a 13%), relativamente aos valores após 720 h, enquanto o grau de vermelho (a*) continuou a decrescer cerca de 1 a 15 % (Fig. 6.21).

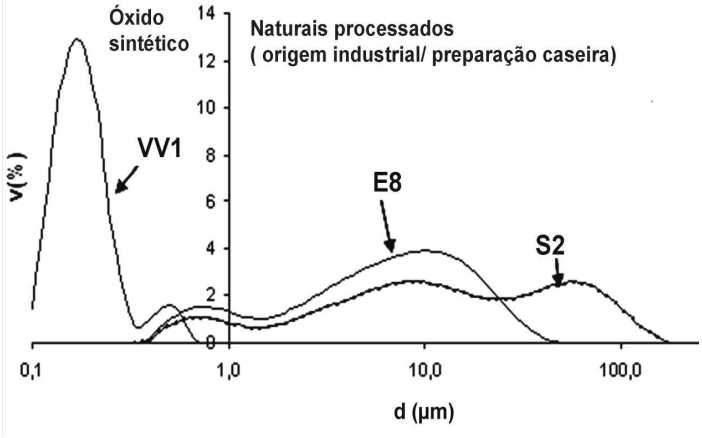


Fig. 6.20: Distribuição granulométrica dos dois tipos de pigmentos testados (naturais e óxido de ferro sintético).

Duas hipóteses podem ser apontadas: a) a incorporação das partículas de pigmento na matriz branca de carbonato de cálcio formada durante a reacção do hidróxido de cálcio com dióxido de carbono presente na atmosfera ($Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3$); b) a redistribuição de pigmento no interior do barramento que pode ser diferenciada consoante as diferenças nas características físicas e químicas dos dois tipos de pigmentos (Quadro 6.6 e 6.20).

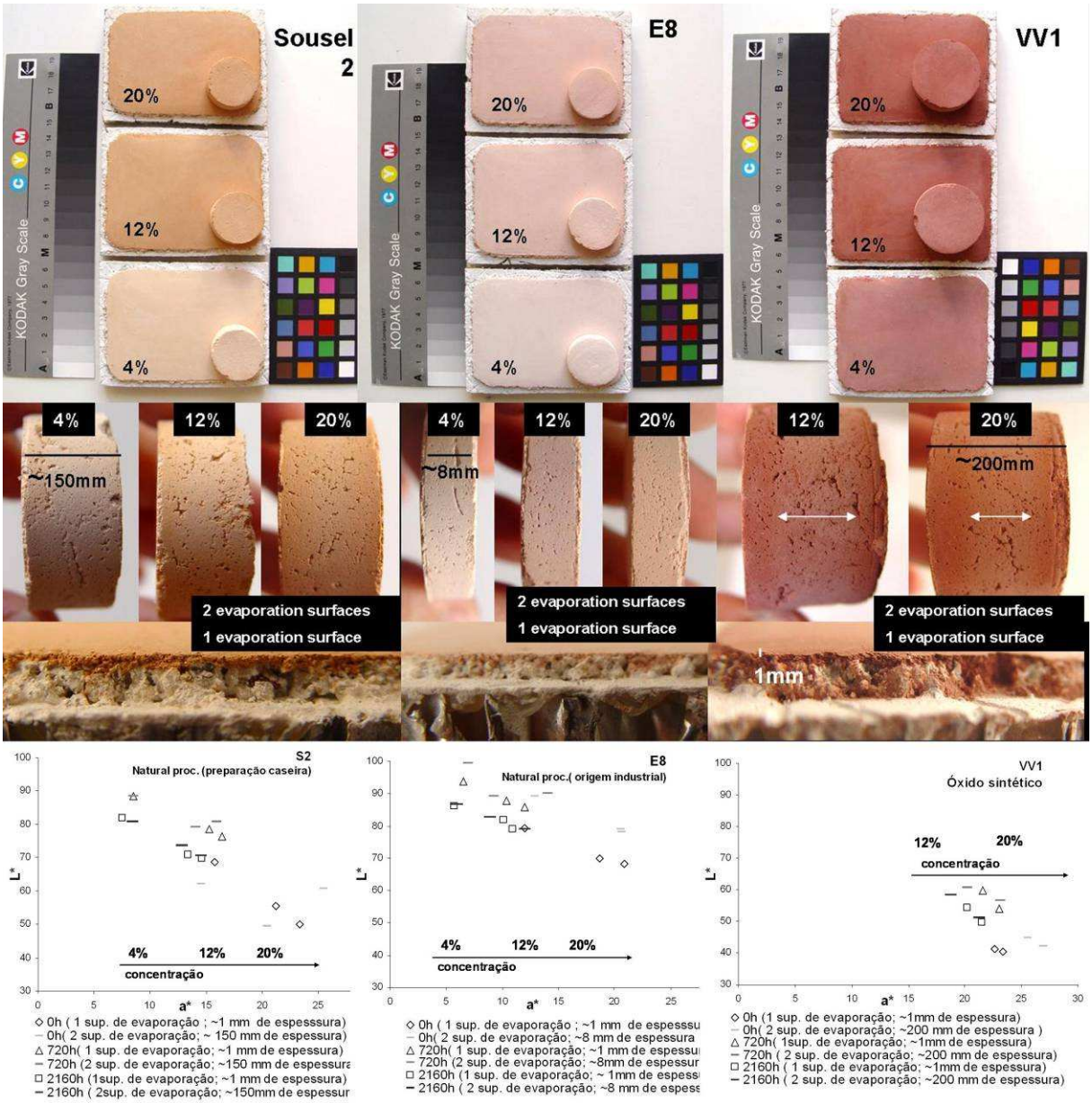


Fig. 6.21: Aparência da superfície dos barramentos (topo) e evolução dos parâmetros L* e a* com o processo de carbonatação das argamassas (em baixo). (cl. M.Gil 2008).

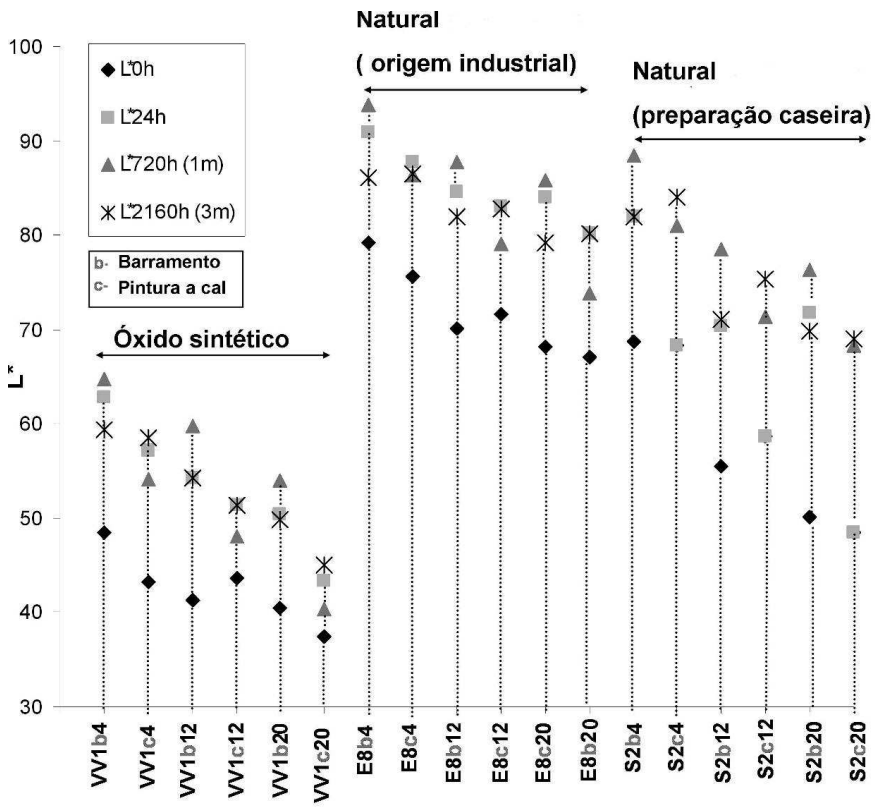


Fig. 6.22: Barramentos pigmentados (b) versus pinturas a cal (c) em três momentos do processo de carbonatação.

Barramentos pigmentados versus pinturas a cal

Como se pode verificar na Fig. 6.22, no momento 0h, os barramentos vermelhos realizados com VV1, E8 e S2 têm tendência a ser ligeiramente mais claros (1 a 12 %) que as pinturas a cal, feitas com os mesmos pigmentos, devido aos agregados brancos das argamassas (pó e nata de mármore). Contudo, dois fenómenos opostos ocorrem após três meses: a) as pinturas a cal feitas com óxidos sintéticos continuam mais escuras (1-10 %) que os barramentos análogos e b) a pintura a cal feita com os pigmentos naturais, pelo contrário, tendem a tornar-se mais claros (0.5-6 %) que os barramentos, excepto para S2c20 (Fig. 6.22 e 6.23). Duas hipóteses podem ser levantadas, actuando de forma isolada ou em conjunto. A primeira, é a diferença na dispersão do pigmento já acima mencionada (as partículas dos óxidos são significativamente mais pequenas que as dos materiais naturais); a segunda prende-se com a textura superficial da camada cromática (Fig. 6.23).

Nas pinturas a cal, as marcas das pinceladas deixadas pela brocha criam uma superfície irregular que aumenta o teor de luz branca reflectida difusamente em relação à parcela de luz colorida difundida após a absorção selectiva dos pigmentos presentes. O acto de alisar as superfícies do barramento quando as argamassas ainda estão frescas parece assim contrabalançar a maior quantidade de cargas brancas presentes na sua composição (o pó e a nata de mármore). Se nos barramentos com o óxido sintético VV1, o alisar da superficie não

influenciou as medições calorimétricas, a explicação também pode residir nos chamados detalhes técnicos que muitas vezes constituíam os " segredos" profissionais e cujo domínio pode ser crucial para o sucesso do resultado final. De facto, saber até que momento se pode alisar e "apertar" uma argamassa feita com pigmentos escuros como é o caso de VV1 (especialmente em concentrações elevadas) é bastante relevante, visto que, quando a superfície começa a ganhar coesão, o risco de surgirem véus brancos aumenta drasticamente. Isto pode explicar o que aconteceu com os barramentos S2b20 e com os VV1 a 4, 12 e 20 % (Fig. 6.23)

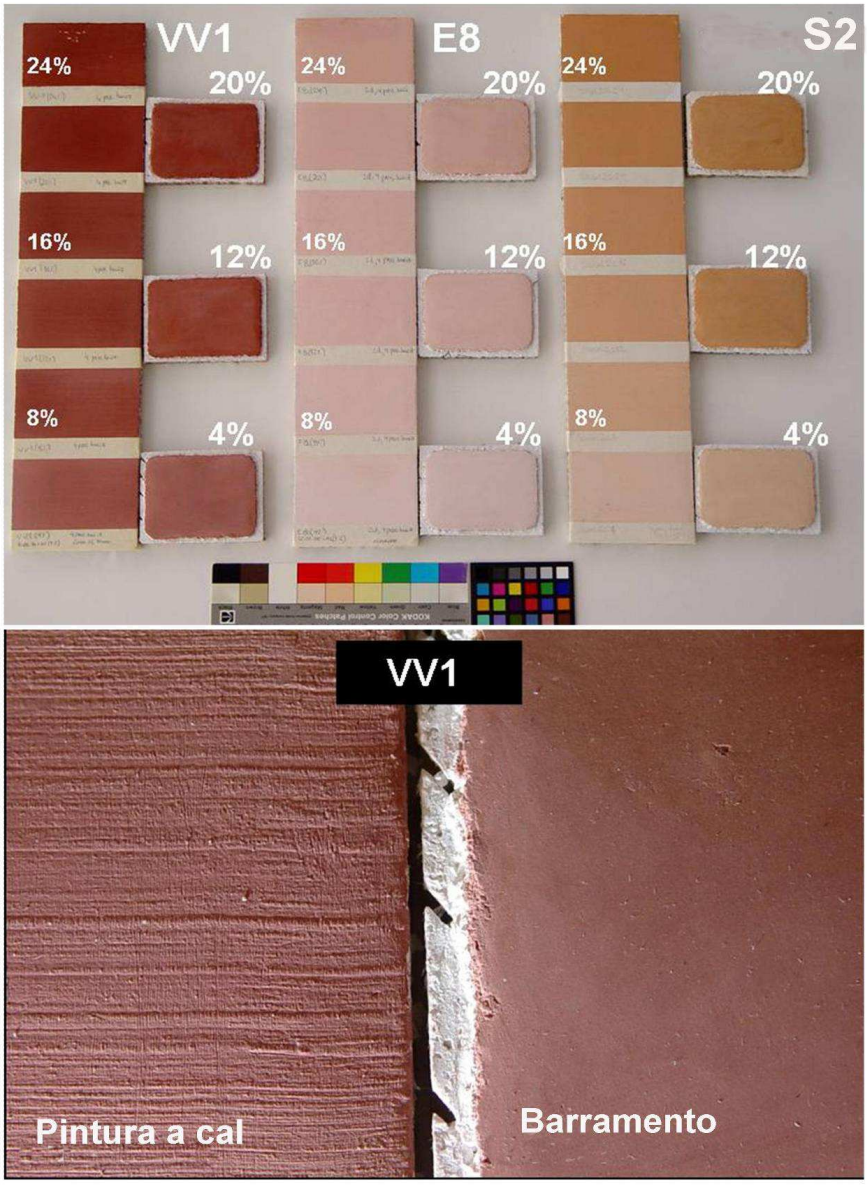


Fig. 6.23: No topo, cor e aparência das camadas cromáticas das pinturas a cal vermelhas e dos barramentos análogos. Em baixo, detalhe à luz rasante das diferenças das texturas superficiais de VV1c e VV1b (a 4%) (cl. M.Gil 2008).

Atenuação da cor devido à reacção de carbonatação da cal

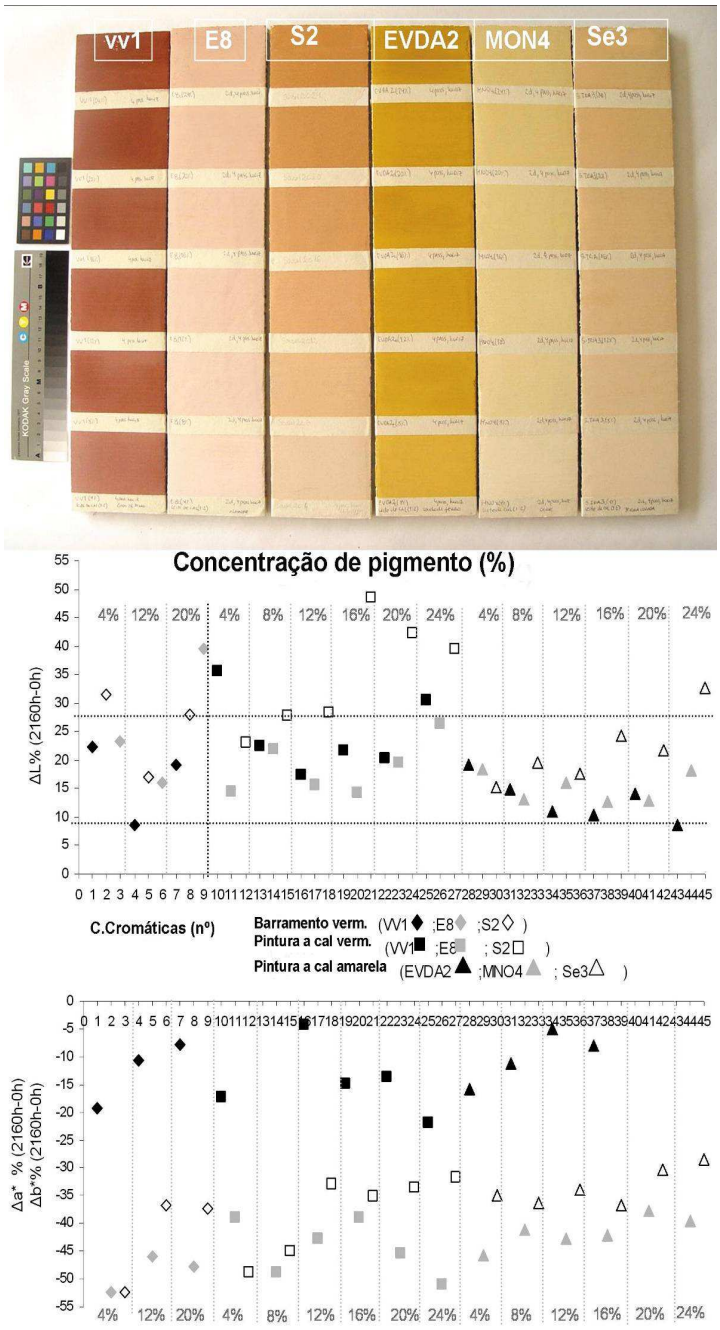


Fig. 6.24: Representação gráfica de ΔL* %(2160h-0h), Δa* e Δb* (2160h-0h). No topo, aspecto geral das camadas com os pigmentos VV1, E8, S2, EVDA2, MON4 e Se3. (cl. MGil2008).

De quanto é a atenuação da cor de uma pintura ou barramento a cal devido à reacção de carbonatação? Será metade como se afirma empiricamente?

Esta é a dúvida mais comum quando se lida com tratamentos que envolvam acabamentos a cal com cor.

Os resultados da Fig. 6.24, revelam que o aumento do "branqueamento" - traduzido pela elevação da coordenada L* - não é constante. Pode variar entre 9 e 48.5%, tendo a média das 45 camadas cromáticas sido de 21.70 %, com um desvio padrão de 9 %.

Não se verificam diferenças significativas entre as duas técnicas experimentadas (pinturas a cal e barramentos). De entre as pinturas a cal, as realizadas com os pigmentos amarelos apresentam em média, menores variações no parâmetro L* que as suas congéneres vermelhas. A explicação reside no facto da goetite (FeO(OH)), o único ou o principal cromóforo das camadas amarelas, ser naturalmente mais claro que a hematite (Fe_2O_3) e por isso, o aumento de L* aparenta notar-se menos (Quadro. 6.6). Por outro lado, dentro dos dois grupos de cores (amarelas e vermelhas), os pigmentos naturais preparados de forma caseira artesanal (S2 e Se3) tornam-se, em geral, mais luminosos

(>$\Delta L^*_{2160h-0h}$), sobretudo a 16, 20 e 24%, relativamente aos óxidos sintéticos (VV1 e EVDA2) e aos naturais de origem industrial (E8 e MON4) (Fig. 6.24). A presença na matriz de carbonato de cálcio, de partículas de minerais de diferentes tamanhos e possivelmente com diferentes índices de refracção, deve ser a justificação e, de certo modo, explica o aumento de ΔL^* nas concentrações de pigmento mais elevadas (Fig. 6.24, Fig. 6.25 e Quadro 6.6.). Nas actuais condições de ensaio utilizadas, não se encontrou uma relação proporcional entre ΔL^* e a concentração de pigmento, excepto nas pinturas a cal realizadas com Se3 (Fig.6.24).

Como esperado, a diminuição das componentes vermelha (a*) e amarela (b*) é menos pronunciada com os óxidos sintéticos (-4 a 22 %), quando comparada com os -30 a -52% das terras naturais processadas (Fig. 6.24). De entre as caiações feitas com os naturais, E8 e MON4, naturais de origem industrial, apresentam as variações mais significativas, devido ao seu enriquecimento em Ca (calcite). Este mineral adicionado muito possivelmente como carga durante o processo de manufactura, acaba por funcionar como um pigmento branco devido ao seu elevado teor na composição destes dois pigmentos (Fig. 6.25).

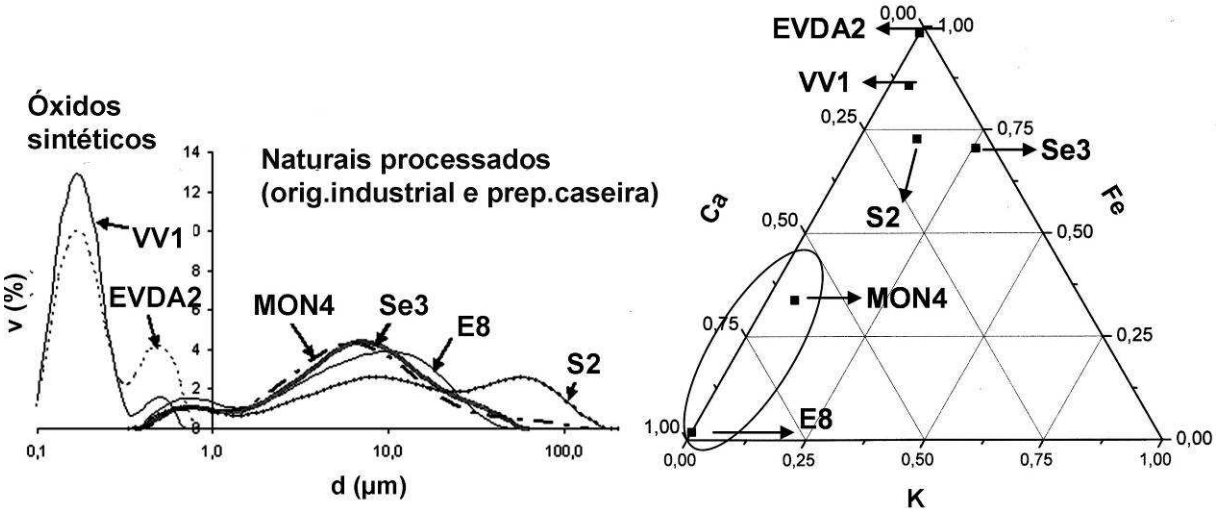


Fig. 6.25: Distribuição granulométrica e comparação dos teores em Ca, Fe e K dos dois tipos de pigmentos testados.

6.3.3.3. Efeito de diluição do leite de cal (etapa 3)

O poder de cobertura de um pigmento depende da área superficial das suas partículas, que por sua vez, depende do seu tamanho e da sua forma (Patterson, 1967). Este é um dos principais aspectos explorados pelos modernos fabricantes de pigmentos e tintas, e que opõe os óxidos sintéticos aos pigmentos naturais (Fig. 6.26).

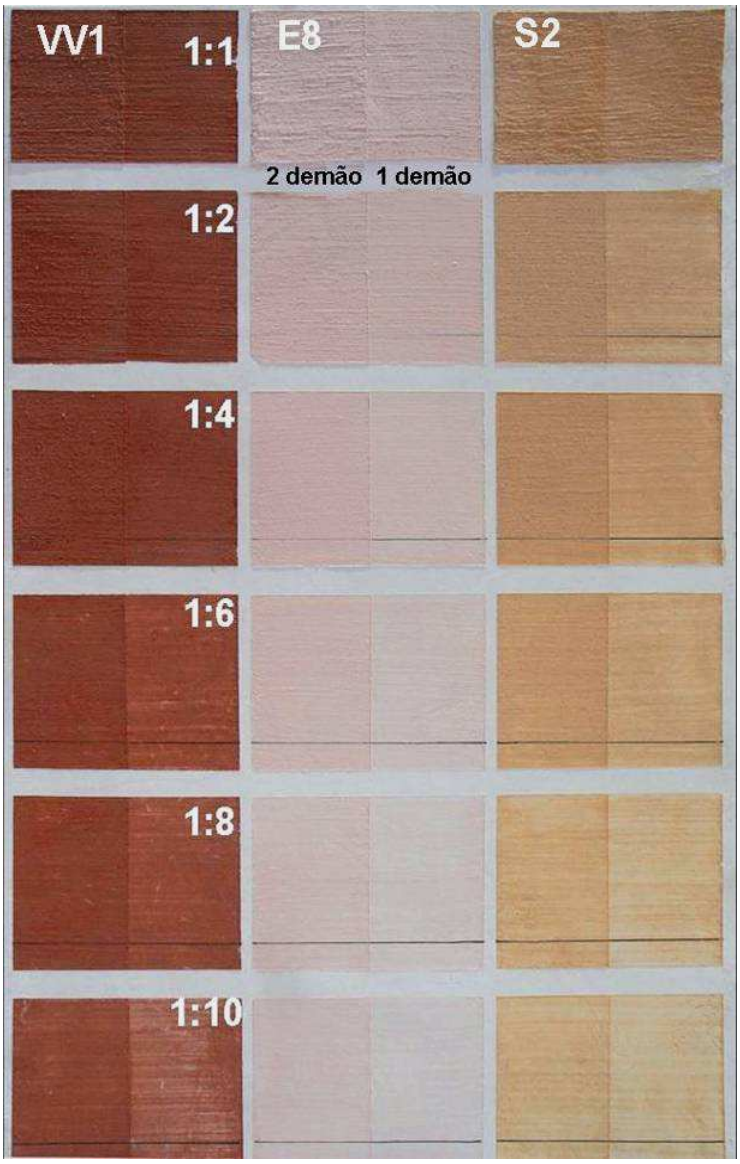


Fig. 6.26: Comparação das camadas cromáticas VV1, E8 e S2 com a diluição progressiva do leite de cal. O traço a preto revela o aumento da transparência, conhecido popularmente como o "efeito aguarela" (cl. M.Gil 2008).

Os resultados de colorimetria representados na figura 6.27 mostram duas situações diferentes. Primeiro, enquanto ao longo dos painéis com uma e duas demãos, o parâmetro L* aumenta, as componentes a*, b* e C* possuem comportamento oposto (sobretudo do traço 1:6 em diante).

O acréscimo da quantidade de água provoca um aumento do volume de tinta e consequentemente da dispersão das partículas de pigmento e de hidróxido de cálcio. A tinta torna-se mais líquida e, conforme as características dos pigmentos, o seu poder de cobertura é mais ou menos afectado (Fig. 6.26).

O grau de saturação e a componente a* das pinturas são afectados pelo fundo branco dos barramentos, à medida que aumenta o grau de transparência. Este facto é particularmente sentido com os pigmentos naturais devido ao tamanho e à forma mais irregular das suas partículas (E8 e S2) (Fig. 6.27).

Dentro de cada área de pintura com uma e duas demãos ocorre outro fenómeno. As diferenças entre a tonalidade e a saturação nas camadas entre uma e duas demãos estão, em geral, relacionadas entre si de forma directa e proporcional (Fig. 6.28). A justificação para tal, reside no aumento da concentração de pigmento com a segunda demão. Este fenómeno é mais claramente visível com os dois pigmentos naturais (Fig. 6.28). Por último, a textura da

superfície ao longo das camadas também parece afectar os as coordenadas CIE L*,a*,b* e C* visto o empastamento e a espessura da camada cromática diminuírem gradualmente com a diluição das tintas de cal (Fig. 6.26).

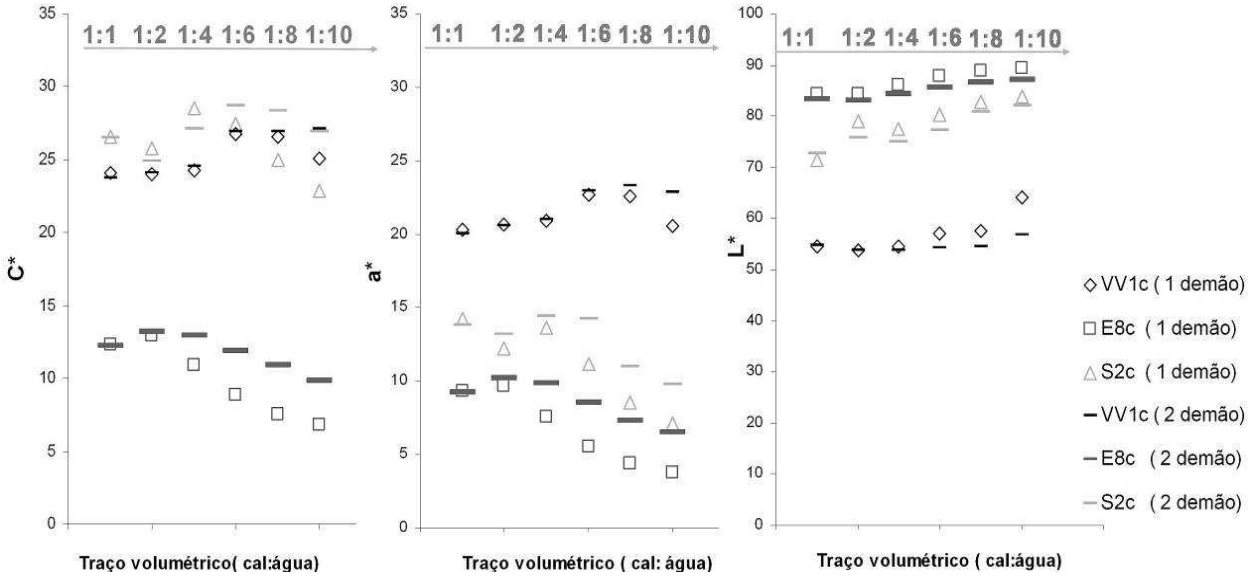


Fig. 6.27: Comportamento das coordenadas C*, a* e L* ao longo das camadas cromáticas com a diluição progressiva do leite de cal.

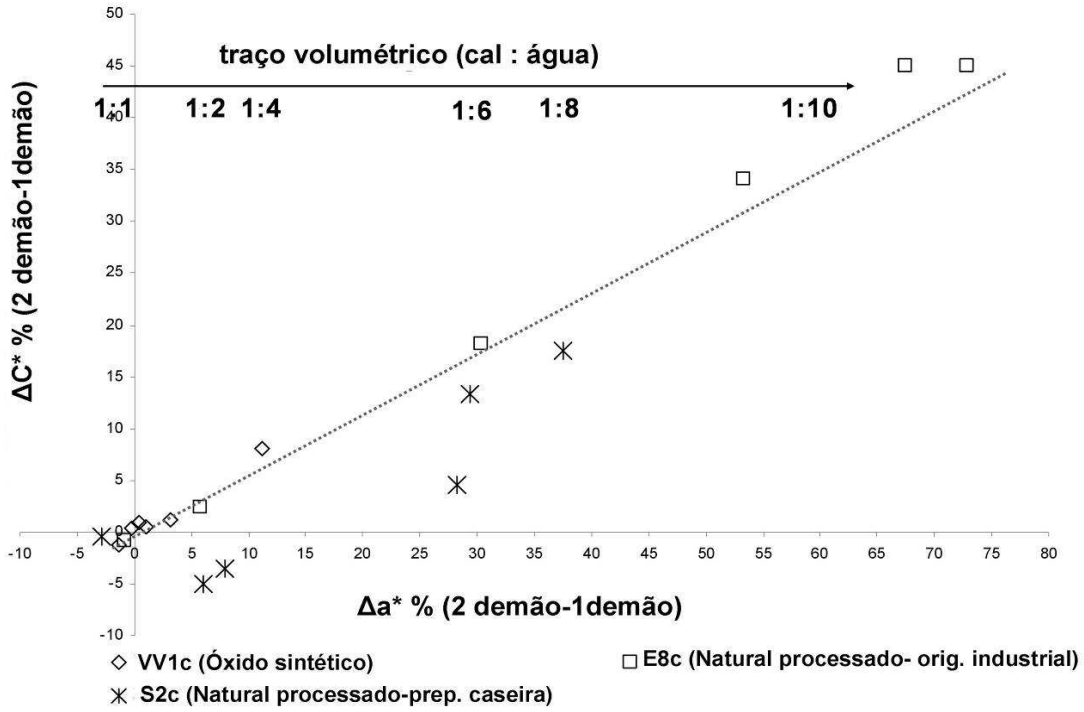


Fig. 6.28: Relação entre ΔC* e Δa* (2-1 demão).

6.3.4. Conclusões

As pinturas a cal, apesar de no passado e ainda hoje, serem consideradas, muitas vezes, "grosseiras" em comparação a outros géneros de pintura (ex. da têmpera e do óleo), não devem ser subestimadas. Os resultados dos ensaios realizados mostram que são muitas as variáveis que podem influenciar os resultados colorimétricos e que alteram algumas das ideias pré-concebidas relativamente a esta técnica pictórica, de que se realçam:

a) O acto de dispersar previamente dos pigmentos em água fria ou quente e o repouso da mistura antes de juntá-la ao leite de cal, com objectivo de promover a dispersão das partículas de pigmento e assim garantir o bom grau de homogeneização entre todos os componentes (Gonçalves &Tavares, 1999; Ribeiro & Eusébio, 2002).

   Nesta série de ensaios, este método foi o que revelou resultados mais insatisfatórios, quando comparados com a adição directa dos pigmentos ao leite de cal ou à pasta de cal. Com estes dois processos, observou-se igualmente um menor risco de perdas de material e a obtenção de uma tinta de cal igualmente homogénea.

b) A noção de que o atenuamento provocado pela carbonatação do hidróxido de cálcio seria cerca de metade da tonalidade inicial. Os resultados mostram que o grau de atenuamento pode variar entre os 9 e os 48.5 %, consoante a cor e o tipo de pigmento empregue (natural ou sintético);

c) A ideia que em condições experimentais iguais, os barramentos serão sempre mais claros que as caiações devido à maior quantidade de agregados brancos presentes (e.g. carbonato de cálcio ou pó ou nata de mármore).

   A forma e o utensílio com que se aplica a tinta são determinantes pois os sulcos deixados por pinceladas mais empastadas podem contrabalançar esta condicionante.

d) A ideia de que a diluição progressiva do leite de cal origina pinturas de tonalidades mais intensas e com maior saturação.

   Este fenómeno também nem sempre se comprova. O aumento da água em relação à cal, origina tintas mais diluídas e consequentemente mais transparentes. Dependendo do tipo e pigmento utilizado, o poder de cobertura da tinta é mais ou menos afectado e, como tal, pode sofrer mais facilmente a interferência da cor do suporte pictórico. No caso dos ensaios efectuados, a diminuição das coordenadas a* e C* e o aumento de L* podem atribuir-se ao fundo branco dos barramentos.



Capítulo 7

Conclusão



Capítulo 7

Conclusão, 305

7.1. Considerações gerais e repercussões, ***307***

7.1. Considerações gerais e repercussões

Ao longo desta pesquisa, procurou-se adquirir um conhecimento mais aprofundado sobre os pigmentos e técnicas da caiação a cores ou pintura a cal - o género de pintura mais aplicado nos alçados exteriores das edificações no Sul de Portugal, até cerca da segunda metade do século XX. Para atingir na íntegra este objectivo - proposto na especialidade de Teoria, Histórica e Técnicas da Produção Artística - foi necessária a intersecção de dados de várias disciplinas (e.g. história e geologia, química e física) que, abordados na óptica da Conservação e Restauro, permitiram traçar o percurso desde as fontes nacionais de matérias para este tipo de pintura até aos diferentes modos de preparação e de aplicação das tintas a cal nas superfícies murais.

Ao longo das 3 fases de trabalho, foram vários os aspectos apurados de que aqui se recapitulam alguns dos mais relevantes. A nível teórico, saliente-se a riqueza que Portugal possuía em fontes de matéria-prima que foram, ou que podiam ter sido, utilizadas para o fabrico de pigmentos inorgânicos, nomeadamente óxidos e hidróxidos de ferro puros, ocres e outros pigmentos terra. Potencialidades que, devido muitas vezes a razões económicas e à falta de apoios por parte de entidades governamentais, não foram exploradas na sua totalidade ou por muito tempo. É disso exemplo a pedreira de ocres e almagres de nome *Picotas* que esteve em laboração, no centro do país, entre 1947 e aproximadamente 1959.

O recurso a importações de pigmentos inorgânicos – *terras corantes*, azul ultramarino, azul de cobalto, cinzas azuis e verdes e negros de fumo e de osso - de vários países europeus, da América e pontualmente de África, pelo menos, desde 1879 parece também atestar as dificuldades com que o sector da manufactura se deparava. Através dos testemunhos dos proprietários de duas das várias indústrias de “terras corantes” que existiram, no centro e norte do país, até cerca da primeira metade do século XX – Abílio Lopes, Lda. e Augusto Gomes dos Santos - confirmou-se, no entanto, a origem portuguesa da quase totalidade das matérias coradas e cargas utilizados por estes dois fabricantes para a produção, a seco, dos pigmentos terra e óxidos de ferro e o escoamento do produto final para a região do Alentejo.

Os pigmentos de origem industrial foram utilizados nos núcleos urbanos pelos caiadores e pintores da construção civil enquanto nas caiações, ditas caseiras, feitas pela população nos meios mais rurais, foram maioritariamente empregues, até á década de sessenta do século XX, terras coradas locais - extraídas e preparadas com métodos artesanais.

No Alentejo, o uso da cal nos alçados exteriores das edificações está implementado na legislação Municipal, pelo menos desde 1728 embora a origem da sua utilização seja

atribuída, na opinião de alguns autores, a influências árabes (Lino, 1929; Margalha, 1997; Patrão, 2003). A disponibilidade em termos geológicos de carbonatos na região e a qualidade e variedade das cais obtidas justificam também a sua presença em muitos dos rebocos e guarnecimentos de edifícios localizados nos núcleos urbanos mais antigos, assim como a profusão de formas decorativas de que restam poucos exemplos integrais e inalterados (e.g. esgrafitos e trabalhos de massa).

As caiações a cores - monocromáticas ou com decoração - foram estendidas preferencialmente nos elementos decorativos das fachadas (e.g. frisos nas platibandas, molduras de portas e janelas e cunhais), embora se tenha também registado a sua presença tanto em toda a superfície dos alçados exteriores como só no da frontaria. O levantamento feito nos núcleos históricos, das 47 sedes de concelho, revelou uma riqueza e diversidade de fingidos pintados, a seco e a fresco, tais como imitações de pedras ornamentais (sobretudo mármores), azulejos, tijolos, alvenarias e janelas ou ornamentação de natureza vegetalista e geométrica. Apesar do estado fragmentário de muitas destas decorações, é possível depreender a importância que estas assumiram em todos os estratos da sociedade, dado que foram observados vestígios tanto em habitações modestas como em edifícios apalaçados. Outra das modalidades praticadas, mais frequentemente do que era esperado, foram os barramentos pigmentados, também aplicados por toda a superfície, feitos com cal e agregados finos (e.g. areias ou carbonato de cálcio). Numa região caracterizada, no geral, por baixos índices de poluição, a deterioração de muitas das pinturas e barramentos pigmentados não parecem dever-se tanto às condições atmosféricas mas, sobretudo, à incúria e mudanças de gosto ou ainda à falta de conhecimentos técnicos para a sua manutenção e restauro.

As conclusões do estudo científico e experimental, feito com base na amostragem recolhida em edifícios localizados nos núcleos históricos (camadas cromáticas), extraída na região (terras coradas) e adquirida no comércio local (pigmentos de origem industrial), foram a dois níveis:

Pigmentos

O estudo microquímico das 950 camadas cromáticas demonstrou que os pigmentos predominantemente utilizados nos edifícios analisados foram os vermelhos e amarelos à base de óxidos e hidróxidos de ferro. No caso dos amarelos, este resultado já era esperado tendo em conta que continua ainda a ser uma das cores de referência desta região. Pelo contrário, os vermelhos, de uma forma geral, não fazem parte da actual paleta de cores e, em muitos casos,

a utilização dos mesmos, nos alçados exteriores das edificações, está esquecida da própria lembrança das populações. A presença constante de ferro na composição destas camadas indica que os pigmentos empregues foram terras coradas e/ou óxidos e hidróxidos de ferro puros. Estas hipóteses foram corroboradas em 17 amostras por MO, colorimetria, espectroscopia do visível e ED-XRF, tendo esta análise indiciado uma aparente preferência, nestas fachadas, pelo emprego de óxidos de ferro sintéticos aplicados puros ou em misturas com pigmentos naturais.

O azul ultramarino artificial, um pigmento azul descoberto em 1828 em França, foi o único pigmento azul identificado, o que atesta o seu uso desde há apenas cerca de 100 anos nesta região. A sua popularidade actual, baseada, por vezes, na convicção empírica do seu emprego ancestral e na sua origem mediterrânica, não encontra eco na amostragem recolhida, o que não invalida que em tempos mais remotos possam ter sido empregues minerais azuis presentes nas minas de cobre da região (e.g. azurite), esmaltes (e.g. vidro de cobalto) ou, até mesmo, poderem ter sido feitas experiências com corantes azuis, entre os quais o anil comercializado desde 1285 na vila de Almodôvar (Coelho, 2004).

As camadas pretas foram obtidas com negros de origem animal, empregues sozinhos ou combinados com negros de fumo e negros de origem vegetal. Alguns cinzentos também parecem ter sido alcançados só com negros de fumo – conhecidos na gíria popular e no comércio como “pós de sapatos”. Em algumas amostras também foi detectada a presença de pigmentos vermelhos, amarelos e azuis, adicionados talvez com o intuito de obter “tons cinzentos mais harmónicos” ç denominação utilizada por alguns autores de manuais práticos de acabamentos do final do século XIX e início do século XX (Segurado, 1923; Correia, 1931).

As tonalidades vermelhas arroxeadas e roxos, detectadas, mais pontualmente, foram obtidas também por misturas intencionais de pigmentos vermelhos e azuis ou pela utilização de pigmentos puros - possivelmente “terra roxa” e “roxo-rei” – também à base de óxidos e hidróxidos de Fe (III).

A caracterização elementar e mineralógica, por DRX, WD-XRF e LA-ICP-MS, de terras coradas locais, recolhidas com base em tradições orais e referências bibliográficas, permitiu recolher dados sobre fontes geológicas de matéria-prima para pintura existentes na região, nomeadamente:

- *terras rossas* (produtos de meteorização de rochas carbonatadas). Estas terras apresentam teores mais elevados em cálcio e variáveis em titânio. Este ultimo é um

elemento que está associado à componente terrosa dos sedimentos, sendo a sua presença mais ou menos pronunciada em cada ocre. A hematite é o principal cromóforo mineral;

- As terras coradas derivadas da alteração de xistos são enriquecidas em potássio, rubídio e titânio. As diferenças detectadas nas cores podem explicar-se pela relativa abundância em hematite, goetite, jarosite e minerais do grupo da esmectite (e.g. montemorillonite). Foram estas as terras, maioritariamente, utilizadas como pigmentos pela população nas suas caiações caseiras.
- As terras provenientes de produtos de meteorização de mineralizações ricas em ferro, em função da contribuição terrosa do tipo de solos circundantes, possuem concentrações variáveis em potássio, rubídio e titânio. Porém, é de notar que estes materiais, por se encontrarem associados a sulfuretos, possuem um enriquecimento em elementos calcófilos, tais como cobre, zinco, arsénio e chumbo.

As amostras, independentemente da origem geológica, possuem um perfil elementar bastante semelhante, o que invalida a distinção, pela composição mineralógica, de uma terra rossa ou de um ocre (com origem num xisto) da região de Estremoz de um, de natureza semelhante, por exemplo da região de Alvito. Só nas amostras oriundas de alteração de mineralizações ricas em ferro é possível proceder a descriminações pelo tipo e proporção dos elementos calcófilos presentes. As amostras provenientes das 3 fontes geológicas, apresentam teores em ferro (catião cromóforo) entre 7,5 e 59,4 %, possuindo variações significativas dentro de uma mesma categoria.

A comparação, entre os pigmentos naturais e os sintéticos, revela diferenças significativas na composição elementar, mineralógica, nas características físicas e ópticas.

As terras coradas extraídas perto da superfície pela população, são heterogéneas. A sua composição é determinada pela geologia local, não havendo necessidade de adicionar cargas (e.g. calcite ou minerais de argila) visto estes materiais as incorporarem naturalmente. Devido ao processo de manufactura mais intenso, os naturais processados industrialmente são mais homogéneos. Os silicatos, que poderiam actuar como cargas, são substituídos por carbonatos (principalmente calcite). Os processos industriais fazem aumentar a abundância em hematite e goetite embora os valores em Fe se situem na gama dos naturais processados por métodos caseiros. Pelo contrário, nos óxidos de ferro sintéticos, os valores de Fe variam entre os 53.6 e os 68.8 %. Estes pigmentos são basicamente constituídos por óxidos e hidróxidos de ferro (hematite e goetite) e, nalguns casos, possuem igualmente minerais

cromóforos do grupo da esmectite (e.g. montmorillonite). Só em dois casos foi detectada a presença de quartzo, adicionado muito possivelmente como carga. O facto destes pigmentos serem privados da componente argilosa poderá eventualmente justificar a necessidade de se ter que adicionar sempre cal em pasta para promover a adesão da tinta à superfície, ao contrário do que acontece com algumas das terras coradas locais empregues no passado pelas populações.

Outra diferença significativa dos óxidos sintéticos para com os naturais testados é a granulometria, em geral ≤1 μm, enquanto os últimos apresentam uma distribuição granulométrica mais alargada, alcançando os 125 μm. A morfologia extremamente homogénea das partículas dos pigmentos sintéticos é outro factor diferenciador.

As propriedades ópticas entre os naturais e óxidos de ferro são consequentemente diferenciadas. Com os naturais, e em particular com as terras extraídas, é possível obter uma gama de cores visualmente mais rica em nuances devido às diferenças no tipo, proporção e propriedades ópticas dos seus minerais constituintes. Devido à pureza na composição e granulometria muito fina, os óxidos sintéticos são opticamente pouco activos. Em luz transmitida são completamente opacos enquanto os naturais apresentam graus diferenciados de transparência e translucidez. Estas diferenças influem, de forma determinante, na capacidade colorante ou pigmentante e no poder de cobertura das tintas produzidas e como tal, o seu conhecimento é relevante para a escolha dos pigmentos a utilizar em tratamentos de conservação e restauro de superfícies cromáticas, em particular de fachadas, dada a sua extensão e impacto no meio envolvente.

A comparação por colorimetria, das duas categorias de pigmentos, demonstra que aos óxidos de ferro sintéticos estão vulgarmente associados valores mais elevados de saturação e de tonalidade relativamente aos pigmentos naturais. Quando empregues na mesma concentração e com o mesmo traço de leite de cal, as camadas cromáticas resultantes feitas com pigmentos naturais possuem tonalidade e saturação menos intensas (<a*, b* e C*) e uma maior luminosidade (>L*).

O estudo dos pigmentos também permitiu averiguar a composição dos ainda disponíveis no comércio local, a preços mais acessíveis que os normalmente adquiridos em lojas da especialidade. Estes pigmentos sempre foram os empregues pelos profissionais da construção civil. Contudo, o seu uso, no âmbito da conservação e restauro, requer uma análise prévia para detectar materiais potencialmente danosos (e.g. sulfatos de cálcio, misturas com pigmentos que reagem com a cal ou com pouca estabilidade em ambientes exteriores) ou quantidades excessivas em cargas que enfraquecem a qualidade dos pigmentos. No caso das 22 amostras

estudadas, as cargas detectadas foram o quartzo e em particular os carbonatos. Estas estão presentes em quantidades elevadas em 5 pigmentos terra e são responsáveis pelas diferenças subtis de tonalidades dos pigmentos azuis ultramarinos artificiais, vendidos sob o nome de azul gaivota, azul galo ou azul árabe. No caso destes pigmentos, e em particular nos 5 pigmentos terra acima mencionados, seria interessante, no futuro, projectar ensaios de envelhecimento em ambientes de poluição para verificar o seu comportamento a médio e longo prazo.

Técnicas de preparação e aplicação das tintas de cal

A espessura e opacidade da maioria das camadas cromáticas analisadas, indiciam o recurso a traços de leite de cal mais ricos em hidróxido de cálcio. No geral, as espessuras variam entre os 40 e 100 μm. Em menor número chegam a alcançar os 200 μm ou formam camadas com 10 a 20 μm. Não parece assim ter sido comum, pelo menos nesta região, a aplicação de tintas muito diluídas, como preconizado na literatura técnica consultada do final do século XIX e início do século XX (Fleury, 1903; Segurado, 1923; Correia, 1931). A preferência de alguns autores (Fleury, 1903; Segurado, 1923) por tintas claras e as recomendações actuais Aguiar e al, 1998; Gonçalves & Tavares, 1999) para que a concentração de pigmentos, em trabalhos novos ou de reabilitação, não ultrapasse os 5 a 6 % (em massa ou em volume) também não se reflectem na generalidade da amostragem recolhida.

Nos ensaios efectuados pela população e por dois antigos pintores da construção civil, pode-se perceber que as concentrações de pigmentos utilizados rondavam ou ultrapassavam, frequentemente, os limites de saturação de 15 e 25 % (em relação à massa de cal) tabelados em algumas publicações recentes para tintas consideradas “normais” (traços cal/água <1:4) (Aguiar, 2005; Ribeiro & Eusébio, 2002). Estas deduções, de natureza sobretudo empírica, são corroboradas por alguns dos resultados experimentais, nomeadamente:

a) pela comparação das componentes a*, b* e L* de 17 camadas cromáticas amostradas com as obtidas com pigmentos naturais e sintéticos de referência a 20% (em relação à massa de cal);
b) pela pesagem do resíduo colorido após extracção do carbonato de cálcio em 7 camadas cromáticas (caiações e barramentos pigmentados). Os resultados, embora meramente aproximativos, apontam para concentrações entre os 12 e 45% (em relação ao peso inicial da camada cromática).

A técnica do fresco ou do *mezzo-fresco* parece ter sido utilizada em algumas das decorações pintadas (e.g. marmoreados) e, pontualmente, em revestimentos monocromáticos estendidos por todo o pano de fachada, de que subsistem vários exemplos no núcleo histórico de Elvas. A contaminação em maior ou menor extensão da argamassa subjacente por partículas de pigmentos assim o parece sugerir.

A análise estratigráfica das 326 amostras, recolhidas das fachadas, revela que o primeiro estrato é maioritariamente composto por um barramento ou uma caiação simples. Poucas foram as pinturas aplicadas directamente sobre o reboco feito com agregados mais grosseiros. Caiações simples também se encontram a separar caiações de cor igual ou diferenciada embora, esta não tenha sido uma regra geral. Em várias amostras, as caiações a cores vão se sucedendo com ou sem a preocupação de aplicar um tom ligeiramente mais escuro para encobrir a tonalidade subjacente.

Nos dois últimos capítulos da tese, realçou-se a influência que o tipo de pigmento, a sua concentração, os traços de leite de cal, a metodologia de preparação dos mesmos e as técnicas de aplicação têm nos atributos da aparência de uma superfície cromática. Todos estes factores conjugados influenciam a cor perceptível. É por isso que no âmbito da conservação e restauro de superfícies arquitectónicas não basta avaliar a cor só com base nos sistemas visuais da NCS ou com base na colorimetria ou espectroscopia do visível. A interpretação das tomadas deve ser também acompanhada do registo visual das características das superfícies e do seu estado de conservação.

A pintura a cal é, ainda hoje, muitas vezes subestimada enquanto técnica. No entanto, a análise efectuada em reproduções de pinturas a cal e de barramentos pigmentados mostra que são várias as variáveis que podem influenciar as componentes cromáticas CIEL*a*b* e C* e que alteram algumas das ideias pré-concebidas, tais como:

- A recomendação de dispersar previamente os pigmentos em água fria ou quente e repousar a mistura resultante antes de a adicionar ao leite de cal. Na série de ensaios realizados, não se verificaram vantagens particulares com este método, pelo contrário, foi o que revelou os resultados mais insatisfatórios quando comparados à adição directa dos pigmentos à cal em pasta ou ao leite de cal. Com estes últimos, obtém-se uma mistura igualmente homogénea e minimiza-se o risco de perdas de material durante o procedimento;

- A noção de que o atenuamento provocado pela carbonatação do hidróxido de cálcio seria cerca de metade da tonalidade inicial. Os resultados mostram que o grau de atenuamento pode variar entre os 9 e os 48.5 %, consoante a cor e o tipo de pigmento empregue (natural ou sintético);

- A ideia que em condições experimentais iguais, os barramentos serão sempre mais claros que as caiações devido à maior quantidade de agregados brancos presentes (e.g. carbonato de cálcio ou pó ou nata de mármore). A forma e o utensílio com que se aplica a tinta são determinantes pois os sulcos deixados por pinceladas mais empastadas podem contrabalançar esta condicionante. Outro detalhe prático que merece atenção é até que ponto se pode "apertar" e alisar uma argamassa pigmentada sem correr o risco de promover o aparecimento de véus brancos na superfície. Estes dados são omissos nos manuais técnicos consultados do final do século XIX e início do século XX e em estudos mais recentes. No entanto, para um conservador-restaurador estas questões são fundamentais para o sucesso de um tratamento cromático e, por isso, devem ser mais exploradas em futuras pesquisas de índole experimental.

- A ideia de que a diluição progressiva do leite de cal origina pinturas de tonalidades mais puras e com maior saturação. Este fenómeno também nem sempre se verifica. O aumento da água em relação à cal origina tintas mais diluídas e, consequentemente, mais transparentes. Dependendo do tipo de pigmento empregue, o poder de cobertura da tinta é mais ou menos afectado e pode, mais facilmente, sofrer a interferência da cor do suporte subjacente. No caso de barramentos tradicionais, feitos com agregados brancos verificou-se uma diminuição das componentes a* e C* e o aumento de L*.

Face a estes resultados, e tendo em conta que várias caiações nos edifícios analisados também foram aplicadas directamente em cima de rebocos (com uma certa coloração) ou de camadas com outras tonalidades, era interessante averiguar noutros estudos a interferência de diferentes fundos na cor perceptível e nos parâmetros de colorimetria.

A divulgação dos conhecimentos adquiridos ao longo desta pesquisa em congressos, seminários e workshops a nível nacional e internacional (ver anexo XI) foi um dos pontos marcantes do projecto POCI/HEC/59555/2004 que apoiou esta investigação de doutoramento, que agora se constitui como mais um contributo para a salvaguarda e defesa das pinturas a cal e barramentos pigmentados existentes no património edificado português. Espera-se que os dados reunidos possam contribuir para melhorar a formação nestas matérias tanto em licenciaturas de arquitectura, engenharia, química e de conservação e restauro, disponibilizando a informação organizada numa área de conhecimento ainda fortemente carenciada. Por último, pretende-se também que os resultados deste estudo possam apoiar, tanto as instituições estatais como as privadas na formulação das especificações técnicas de cadernos de encargos por forma a adequá-los à especificidade das obras de conservação/reabilitação de acabamentos tradicionais feitos com cal.

Bibliografia

Abreu, M.M.S.N.R., *Aspectos do comportamento do ferro na crusta de meteorização: alto e baixo Alentejo*, Tese de Doutoramento. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa (1986).

Acciaiuoli, L. de Menezes, 'A Academia das Ciências e as Minas do Império até meados do século XIX', *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, Classe de Ciências, Tomo IV. Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa (1950) 303-315.

Adriano, P., Santos Silva, A., Veiga, R., Mirão, J., Cadeias, A.E. ' Microscopic Characterisation of old Mortars from the Santa Maria Church in Évora, Materials Characterisation, in press DÓI:10.1016/J.Matcher,2008-11-08.

Afonso, L.,'A pintura mural dos séculos XV-XVI na historiografia da arte portuguesa: estado da questão', *ARTIS* (1) (2002).

Aguiar, J., *Cor e a cidade histórica: estudos cromáticos e conservação do Património*, 2ª Impressão FAUP Publicações, Porto (2005).

_____(a), 'Cor e conservação de revestimentos: alguns casos de estudo em Évora', *Portefólio* (Revista da Fundação Eugénio de Almeida), (1) (2005) 40-51

_____, 'Sobre a cor escondida das cidades históricas e o caso particular do palácio de Queluz', *Cadernos edifícios*, LNEC, Lisboa, (2) (2002) 7-25

Aguiar, J., Tavares, M., Isabel Mendonça, *Fingidos de madeira e de Pedra: breve historial, técnicas de execução, de restauro e de conservação*, Manual do Formando-Beta-Programa Leonardo, CENFIC (1998).

Alguns Jazigos do Alentejo, Serviço de Fomento Mineiro, Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Ministério da Economia, **2** (1943).

Ajò, D., Casellato, U., Fiorin, E., Vigato, P.A., Áreas 'Ciro Ferri's frescoes: a study of painting materials and technique by SEM-EDS microscopy, X-ray diffraction, micro FTIR and photoluminescence spectroscopy', *Journal of Cultural Heritage* (5) (2004) 333-348.

Amendoeira, A.P.R., *Monsaraz: Análise do processo de conservação e transformação urbana no séc. XX.*, Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora (1998).

Amílcar, M. de Jesus, *Minerais de Portugal Continental*, Officinas da Secção de Publicidade do Museu Comercial, Lisboa (1928).

Andrade Melo, J. de, 'Áreas protegidas de Santa Maria', *Jornal O Baluarte*, Santa Maria (2003).

Araújo, M.E. Machado de, 'Corantes Naturais pata têxteis- da Antiguidade os tempos modernos', *Conservar Património*, (3-4)(2006), 39-51.

Arquitectura Popular em Portugal, Edição da Associação dos Arquitectos Portugueses, Lisboa (1980).

Artist's pigments, A Handbook of Their History and Characteristics, Roy Ashok editor, Oxford University Press (1993).

As matérias da imagem: os pigmentos na tratadística portuguesa entre a Idade Média e 1850 (POCI/EAT/58065/2004), Relatório final do Projecto financiado pela FCT e desenvolvido em parceria pelo Instituto de História de Arte da Faculdade de Letras e pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (2005-2009).

Azevedo, F. M., *O Engenheiro Português*, Livro VI, Tomo II, Direcção da Arma de Engenharia, Lisboa (1992) (fac-simile da edição de 1728).

Barreira, J., *Notas sobre Portugal. Exposição Universal do Rio de Janeiro em 1908 (secção Portuguesa),* Imprensa Nacional, Lisboa (1908).

Barrón V, Torrent J. 'Use of the Kubelka Munck theory to study the influence of iron oxides on soil colour', *Jornal Soil Science* (37) (1986) 499-510

Bergstrom B., 'Aspects of colour communication between different paint materials' in *AIC 2004 Color and Paints, Interim Meeting* of the International Color Association, Scandinavian Colour Institute AB, Proceeding 295.

Bernardes, A. M., Branco, M.T.P., *Estudo Cromático das fachadas da Rua 5 de Outubro,* Trabalho apresentado na Cadeira de Metodologias da Conservação Urbana, 5º Curso de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Évora (2001).

Bikiaris, D., Danilia, S., Sotiropolou S., Katsimbiri, O., Pavlidou, E., Moutsatsou, A.P., Chryssoulakis, Y., 'Ochre-differentiation throught micro-raman and micr-ftir spectrscopies: application on wall paintings at Meteora and Mount Athos, Greece', *Spectrochimica Acta,* Part A (56) (1999) 3-18.

Brandão, J., *Geologia*, Texto Editora, Lisboa (1991).

Boticelli, G., *Methodologia di Restauro delle Pitture Murali*, Ed. Centro di Firenze (1992).
Ball, P.,

Brigt earth: art and the invention of color, The University of Chicago Press, Chicago (2001).

Brilha, J., *Apontamentos da Cadeira Materiais e Recursos Geológicos*, Licenciatura em Biologia Aplicada e Licenciatura em Geografia e Planeamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (2006-2007).

Brito, A. de Campos, 'Estudo sobre a Indústria de Tintas e Vernizes' (Tecnologia e Economia Industrial), *Separata do Boletim Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I*), Ano XIII, (637 a 649) (1961) 3-76.

Bruno, C., Silva, D., Ramirez, M., Ferreira, R., *Montemor-o-Novo, Análise e caracterização de uma experiência concreta de conservação, ou de reabilitação do Património Urbano em Portugal,* Trabalho apresentado na Cadeira de Metodologias de Conservação do Património

Urbano, 4º Curso de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Évora (1999).

Cabral, J.M.P, 'História Breve dos Pigmentos: 4- Das Artes da Idade Média (2ª parte)', *Química* (104) (2007)39-50.

_____, 'História breve dos pigmentos: 4-das Artes da Idade Média (1ª parte)', *Química* (103) (2006)33-41.

_____, 'História Breve dos Pigmentos:3 - Das Artes Grega e Romana', *Química*, (82) (2001) 57-64.

Calisto, M.L.D.L., *A Caiação tradicional no Distrito de Santarém: testemunhos contemporâneos*, Dissertação de Mestrado do 2º Curso em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora (1997).

Canonge, P., Autric, F., Nourrisier, G., *Techniques et pratique de la chaux*, 2ª ed., Editions Eyrolles, Paris (1995).

Carvalho, A.F., Moura, M.F. de, *Curso elementar de Mineralogia*, 3ª ed., Livraria depositária Moura Marques & filho Propriedade e edição dos autores, Coimbra (1931).

_____, *Curso elementar de Mineralogia*, 2ª ed., Propriedade e edição dos autores, Livraria depositária Moura Marques & filho, Coimbra (1928).

Carvalho Cardoso, J.V.J. de, *Os solos de Portugal: sua classificação, caracterização e génese*, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa (1965).

Carvalho, N. M. dos Santos, *Olaria do Redondo*, Dissertação de Mestrado da Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Sociais Humanas (1990-1991).

Catalogo Oficial da Exposição Portuguesa em Sevilha, Imprensa Nacional, Lisboa (1929).

Casa Tradicional Portuguesa, Cadernos EPDRS, nº1, Associação dos Municípios do Distrito de Beja, Serpa (2000).

Champetier, G., Rabaté, H., *Physique des peintures vernis et pigments*, Dunod, Paris (1962).

Casal, M.D.G, 'Conservação de Pintura Mural: estudo e consolodação de argamassas de cal aérea com falta de coesão', Relatório de Licenciatura em Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2002).

Charrua, A.S., Braga, M.C., *Estuques e esgrafitos de Évora*, Publicação da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais (1991).

Christment, A., 'Mesurer la Couleur: la colorimetria' in *Comuniquer par la couleur*, Editions 3C, Paris (1994), 179-237.

Cid, P., *As fortificações Medievais de Castelo de Vide* (Col. Monumentos Monografias), IPPAR, Lisboa (2005).

Coelho, A.B.M., Marques, G., *Vendas Novas, História e Património*, Edição da Câmara Municipal de Vendas Novas, Vendas Novas (1991).

Coelho, J.M.A., *Foral de Almôdovar*, Edição da Câmara Municipal de Almodôvar, Almodôvar (2004).

Cohen, D.X., *Bases para orçamento*, 3ª ed., J.Rodrigues & Cª. Editores, Lisboa (1913).

Cóias, V., ' Conservação do Património Arquitectónico, Porquê uma qualificação mais especifica?, *Pedra & Cal* (39) (2008)44.

Cornell, R.M., Schwertmann, U., *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and Uses*, 2nd ed., WILEY-VCV Verlag Gmbh&Co, Weinheim (2003).

Correia, C.A., *Pinturas e fingidos*, Livraria Editora, Lisboa (1931).

Correia, J. A., *Montes e povoados no sudeste alentejano*, Dissertação do 1º Curso de Mestrado em Reabilitação da Arquitectura e Núcleos Urbanos. Universidade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa (1996).

Correia, L., *Mora e o seu concelho*, 3ª ed., Edição da Câmara Municipal de Mora, Mora (1998).~
Correia, V., *Livro do Regimentos dos Oficeaes mecânicos da mui nobre e sempre Leal Cidade de Lisboa (1572)*, Imprensa da Universidade, Coimbra (1926).

Corte Real, M.L., 'Classificação e propriedades das tintas', *Pesca e Navegação* Ano XI (109) (1991) 32-35.

_____ (a), M.L.,'Tintas (1): Constituintes e Produção', *Pesca e Navegação* Ano XI (109) (1991) 42-43.

Costa, M.L., 'Aspectos geológicos dos lateritos da Amazónia', *Revista Brasileira de Geociências* 21 (2) (1991) 146-160.

Cruz, A.J., 'Pigmentos e corantes das obras de arte em Portugal, no início do séc. XVII, segundo o tratado de Pintura de Filipe Nunes' in *Conservar Património*, (6) (2007) 39-49.

_____(a), 'A cor e a substância: sobre alguns pigmentos mencionados em antigos tratados portugueses de pintura-pigmentos amarelos', *ARTIS* (6) (2007) 139-160.

_____(b), 'Os pigmentos naturais utilizados em Pintura' in *Pigmentos & Corantes naturais: entre as Artes e as ciências.* Fundação Luís Molina, Évora (2007) 5-27.

_____, 'As Cores Vitruvianas. Os materiais da pintura mural romana segundo o tratado de Vitrúvio', *ARTIS*, (3) (2004) 67-86.

Delamare, F., Guinaud, B., *Les Materiaux de la couleur*, Editions Gallimard, Paris (1999).

Depuis, G., *Couleur de la matière picturale: caractérisation des pigments et des mélanges de pigments, effets induits par l'adjonction de liant et de charges*, Tese de Doutoramento, Université de Paris XI (2004).

Derrick, M.R., Stulik, D., Landry, J.M., *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (1999).

Dúran-Benito, A., Herrera-Quintero, L.K, Robador-Gonzalez, M.D., Pérez-Rodriguez J.L., 'Color Study of Mudajar Paintings of the Pond found in the Palace of "Reales Alcazare in Seville Paintings', *Color Research and application* **32**(6) (2007) 489-495.

Eastaugh, N., Walsh, V., Caplin, T., Siddal, R., *The Pigment Compendium, A dictionary of histórical pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, London (2004).

_____, *Pigment Compendium: Optical Microscopy of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, London (2004).

Elias, M.; Chartier, C.; Prévot, G; Garay, H., Vignaud, C.,'The Colour of ochres explained by their composition', *Matterial. Science Engeneering B*, (127) (2006) 70-80.

Faria, M. de Oliveira, *Compêndio de Mineralogia e geologia para o 2ª ciclo liceal*, 3ª ed,, Gráfica Maiadouro, Lisboa (1971).

Feliu, M.J., Edreira, M.C., Martin, J., Calleja, S., Ortega, P., 'Study of various interventions in the façades of a historical building-Methodology, Proposal, Chromatic and Material Analysis', *Color Research and application* **30**(5) (2005) 382-390.

Figueiredo, M., 'Argamassas e revestimentos tradicionais', in *Pedra & Cal* (9) (2001) 18-20.

Fleury, P., *Novo Tratado usual da Pintura de edifícios e decoração*, H.Garnier Livreiro-Editor, Paris-Rio de Janeiro (1903).

Fonseca, I. P., *Caracterização e salvaguarda da Imagem Urbana. Objecto de Estudo: Centro Histórico de Aviz*, Trabalho apresentado na Cadeira de Metodologias de Conservação do Património Urbano, 6º Curso do Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Évora (2003).

Fonseca, T., *José Varella e memória estatística acerca da notável Vila de Montemor-o-Novo*, Edições Colibri, Lisboa (1997).
Galopim de Carvalho, A.M., *Ciências naturais*, vol. II (Geologia), Editorial do Ministério da Educação, Lisboa (1979).

Genestar, C., Pons, C., 'Earth pigments in paintings: characterisation and differentiation by means of FTI spectroscopy and SEM-EDS microanalysis', *Analytical Bionalysis Chemistry* (382) (2005) 269-274.

Gil, M., Carvalho, M.L., Seruya, A., Ribeiro, I., Alves, P., Guilherme, A., Cavaco, A., Mirão, J. e Candeias, A., 'Pigment charcterization and state of Conservation of an 18th century frescoin the Convento of S. António dos Capuchos (Estremoz), *X-Ray Spectrometry* (37) (2008) 328-337.

Green, R.L., Watling, R.J., 'Trace Element Fingerprinting of Australian Ocher Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) for the Provenance Establishment and Authentication of Indigenous Art', *Jornal Forensic Science*, **52**(4) (2007) 851-859.

Gonçalves, T.D., 'Utilização de Reboco e pinturas a cal na reabilitação de um monumento', *Pedra & Cal*, Ano III, (9) (2001) 10-12.

_____, 'Rebocos, barramentos, pinturas de cal e outras pinturas para edifícios antigos' in Seminário *Cor e Conservação de Superfícies Arquitectónicas*, Lisboa, LNEC, 2 e 3 de Dezembro (1999).

Gonçalves, T.D., Tavares, M., *Estudo Experimental de caiações para paramentos exteriores de edifícios antigos*, Relatório 126/99-NCCt. LNEC, Lisboa (1999).

Gonçalves, T. D., *Guarnecimentos tradicionais para paredes exteriores de edifícios antigos*, Relatório 11/96-NCCt, LNEC, Lisboa, Janeiro (1996).

Guia Técnico de Reabilitação Habitacional, coordenação José Paiva Vasconcelos, José Aguiar e Ana Pinho, Vol. II, edição do Instituto Nacional de Habitação e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Tipografia Peres, S.A., Lisboa (2006).

Guia de Portugal II: Estremadura, Alentejo e Algarve. Fundação Calouste Gulbenkian, vol. II, 2ª reimpressão (1991) (Texto integral que reproduz a 1º edição publicada pela Biblioteca Nacional de Lisboa, em 1927).

Guia de Reabilitação e construção. Cidade de Loulé, Edição da Câmara Municipal de Loulé e FAUTL, s.l. (2007).

Hadril, D., Gryga,T., Hradilová, J., Bezdicka, ' Clay and iron oxide pigments in the history of paintings', *Applied Clay Science* (22) (2003)223-236.

Henriques, F., 'Conservação dos revestimentos exteriores do Palácio Nacional de Sintra' in *Cadernos Edifícios*, Publicações LNEC, Lisboa, (2) (2002) 27-39.

Holanda, F. de, *Da Pintura Antiga* (1548), Imprensa Nacional, Lisboa (1983).

Honrado, J. de Morais Sarmento, *A Indústria de tintas e vernizes no âmbito da reorganização industrial, s.e.*, Lisboa (1962).

Howard, H., *Pigments of English Medieval Wall Paintings*, Archetype publications, London (2003).

Hyde, D.M., Branoon, S.M., 'Investigation of infrared reflective pigmentation technologies for coatings and composite applications' in *Composites2006 Convention and Trade Show American Composites Manufacturers Association,* Saint Louis, MO USA (October 18-10 2006) 1-10.

'Indústria Química e farmacêutica', *Indústria Portuguesa* (262) (1949) 785-786.

Inventário Artístico de Portugal, distritos de Évora e Beja, Tomos I e III, Co-edição da Academia Nacional de Belas Artes e Instituto Português do Património Arquitectónico (2000) (formato digital).

Johnston-Feller, R., *Color Science in the examination of Museum Objects, Nondestructive Procedures,* The Getty Conservation Institute, Los Angeles (2001).

Lazarescu, M., 'Eclairage, Étalonnage et Restituition des couleurs dans l' étude et la restauration des polychromies architecturales' in *Couleurs&Temps*, SFIIC, Paris (2006)151-157.

LeBail, A., Duroy H., Fourquet, J.L., 'Ab-initio structure determination of LibWO6 by X-ray powder diffraction', *Mat. Res. Bull*, (23) (1988) 447.

LePierre, C., 'Estudo químico e tecnológico sobre a cerâmica português moderna', *Boletim do trabalho Industrial*, (78) (1912) 3-180.
Lide, D.R., *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 80th ed., CRC Press, Boca Raton (1999).

Lino, R., *L'Evolution de l'Architecture Domestique au Portugal (Essai),* Institut Français au Portugal, Ateliers de "Coimbra Editora, Lim.", Lisbonne (1937).

_____, *A casa Portuguesa*, Exposição portuguesa em Sevilha., Escola Tipográfica da Imprensa Nacional, Lisboa (1929).

Lozano, R.D., 'A New Approach to Appeareance Characterization', *Color Research and* Application **31**(3) (2006)164-167.

Machado Araújo, M.E., 'Corantes naturais para têxteis. Da Antiguidade aos tempos modernos', *Conservar Património* (34) (2006) 39-51.

Macieira, F.A.C., 'Produções, Exportações e importações de Substâncias minerais de Portugal Continental e Ilhas adjacentes em 1974',*Separata do Boletim de Minas*, **12** (3) (1975) 11.

Margalha, M.G, Appleton, J., Carvalho F., Veiga, R., Silva, A.S., Brito, J. de, 'Tradicional Lime kilns-Industry or archeology' in *HMC08: 1st Historical Mortars Conference*, LNEC, Lisboa (2008) (T_III30_HMC08.pdf).

Margalha, M.G, *Conservação e Recuperação de Construções em Taipa*, Acção de Formação – Taliscas – Odemira (Abril 2008).

Margalha, M.G, *O uso da cal nas argamassas no Alentejo*, Dissertação de Mestrado em Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora (1997).

Marinelly, A.M., Provenciali, B., Poggi, D., Santameria, U., 'Histoire de la fabrication et l'emploi des pigments noirs à base de carbone produits artificiellemente', *Couleur & Temps*, Editions SFIIC, Paris (2006) 104-106.

Marques Crespo, J.L.M., *Estremoz e o seu termo regional*, Tipografia Brados do Alentejo, Estremoz (1950).

Marques da Costa, A.T, *Modelação matemática dos Recurso Hídricos e subterrâneos da região de Moura*, Tese de Doutoramento pelo Instituto Superior Técnico (2008).

Martins, A., Alves, H., Costa, T., *2000 anos de Mineração em Aljustrel*, Exposição do Museu Municipal de Arqueologia de Aljustrel, Edição da Câmara Municipal de Aljustrel, Aljustrel (Maio de 2002-Julho 2003).

Materiais e técnicas tradicionais: rebocos e tintas a cal, tipos e utilizações: alguns casos de estudo, Manual da Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, Iniciativa conjunta com a Câmara Municipal de Beja, École d'Avignon, Restauro numa acção integrada no Programa Europeu interreg MEDOCC, s.d.

Matteini, M., Moles, A., *Scienza e restauro: metodi di indagine*, 6 ed., Nardini Editore, Firenze (2002).

Mateus, J.M., *As técnicas tradicionais de construção de Alvenarias: a literatura técnica de 1750 a 1900 e o seu contributo para a conservação de edifícios históricos*, Livros Horizonte, Lisboa (2002).

Mira, P., *Contributo para a conservação do Património urbano de Moura: Análise morfo-tipológica e da imagem urbana no espaço intramuros do Castelo e no bairro da Mouraria*, Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora (1999).

Mineralogia, Biblioteca do Povo e das Escolas, 2ª ed., David Corazzi Editor, Lisboa (1884)

Misset, J. C., *Techniques Picturales anciennes: peintures decoratives et artistiques*, Edition Massin (1999).

Mestre, V.,'Palácio dos Marqueses de Fronteira: Recuperação e restauro das Alas Sul e nascente (sala das Batalhas, escadaria nobre, biblioteca), capela e torrinha azul', *Pedra & Cal*, (9) (2001).

Mira, M.T. de Azevedo, 'Areias e argilas da Península de Setúbal, caracterização e interesse económico, *Geo Novas* (2) (1991) 78-85.

Moltimore, J.L., Marshall, L.J., Marshall, R., Almond. M.J., Hollins, P., Matthews, W.,' Analysis of Red and Yellow ochre samples from Clearwell Caves and Çatahoyuk by

vibrational spectroscopy and other techniques', *Spectrochimica Acta*, Part A (60) (2004) 1179-1188.

Monteiro, P., Urbano, A.L., 'Fontes para o Estudo dos pigmentos na tratadistica portuguesa: da Idade Média a 1885', *ARTIS* (6) (2007) 161-186.

Mora, P. and L., Philippot, P., *Conservation of Wall Paintings*, Butterworths, London (1993).

Moreira, J.C.B., 'Matérias primas não metálicas para o abastecimento da Industria Cerâmica', *Geo Novas* (2) (1991) 1-15.

Moura Grade, J., Casal, A., *Catálogo das argilas portuguesas utilizadas na indústria cerâmica*, Ministério da Indústria e Energia, Direcção-Geral de Geologia e Minas (Abril 1985).

_____, 'Argilas da região Aveiro-Ilhavo-Vagos, considerações sobre os pontos de vista químico-mineralógico e tecnológico', Separata de *Estudos, notas e trabalhos do serviço de fomento Mineiro*, Vol. XXV, (3-4) Porto (1983) 135-146.

Moura, M. Ferreira de, *Curso Elementar de mineralogia*, Coimbra (1930).

Moura, J. E. da Costa, Carvalho, J. L. da Silva, *Catálogo das Minas de Ferro do Continente*. Tomo II, Direcção Geral das Minas e Serviços Geológicos, s.l. (1952).

Mourato, H.C.P., *Salvaguarda da Imagem Urbana de Natureza Histórica de Évora: a praça do Geraldo*, Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico (2ª Curso), Universidade de Évora (2000).

_____, *O uso das cores na caiação tradicional*, Trabalho efectuado no Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Évora (1996).

Moutinho, M.C., *A Arquitectura Popular Portuguesa*, Editorial Estampa, Lisboa (1979).

Mutzig J. F., *Ocritudes: couleurs du bassim Aptésien*, Éditions de L'envol, Mane (1999).

Nery, E., *A Cor da Cidade*, Universidade Católica Portuguesa, Comunicação do Centro de estudos dos Povos e Culturas de Expressão Portuguesa, Lisboa (1987).

Nunes, F., *Arte da Pintura. Simetria, e perspectiva* (1615), Colecção Paisagem-Arte-2, Lisboa, Porto (1982).

Oliveira, E.V., Galhano, F., *Arquitectura tradicional portuguesa*, Publicações D. Quixote, Lisboa (1992).

Os forais Manuelinos de Alvito e Vila Nova da Baronia, Introdução, Estudo e Leitura de António João Valério, Edição da Câmara Municipal de Alvito, Alvito (1996).

Pacheco, F., *El Arte de la Pintura*, 2.ª ed, Edição de B. Bassegoda i Hugas, Ediciones Cátedra, Madrid (2001)

Paiva, J.V. (*et alt*) (coord.) *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, vol. 1, Instituto Nacional da Habitação e do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2006).

Parvaux, S., *La Ceramique Populaire du Haut Alentejo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Presses Universitaires de France, Paris (1968).

Pataca, E. M., *Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808)*, Tese de Doutoramento da Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas (2006).

Patrão, J.D.H., *Gavião: Memórias do município*, Edições Colibri, Câmara Municipal de Gavião, Lisboa (2003).

Pedreirinho, J.M., *Dicionário dos Arquitectos activos em Portugal do séc. I à actualidade*, Edições Afrontamento, Lisboa (1994).

Pereira, M., *Lisboa entre tintas*, Lisboa 94, Capital Europeia da Cultura, Eurocomp, Lda, Lisboa (1994).

Pereira, V.P., 'Recursos Nacionais em areias: Panorâmica Actual e perspectivas futuras', *Geo Novas* (2) (1991) 46-60.

Petterson, D., *Pigments: na Introduction to their physical chemistry*, Elsevier Publishing, London (1997).

Pina, F.C., *Fronteira: subsídios para uma monografia*. Edição da Câmara Municipal, Fronteira, Fronteira (2001).

Pinto, M.S, Andrade, A.S., 'Sobre o conhecimento dos recursos minerais de Portugal no séc. XVIII', *Comunicação dos serviços geológicos de Portugal*, Tomo 84, (2) (1998) 38-41.

Pinto, R., 'Solos de Portugal Continental', Apontamentos de Pedologia e Conservação do Solo, AEA, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa (1980).

Plasters, J., 'Cross-sections and chemical analysis of paint samples', *Studies in Conservation* **2**(3) (1956) 134-155.

Plinio, *Natural History*, Harvard University, Cambridge (1965).

Oliveira, J.M.S., Farinha, J., Matos, J.X., Avila; P., Rosa, C., Machado, M.J.C., Daniel, E.S, Martins, L., Leite, M.R.M., 'Diagnóstico ambiental das principais áreas mineiras degradadas do país', *Boletim de Minas*, Lisboa, **39**(2) (2002) 71-78.

Queirós, J.F.F., 'O restauro urbano integrado e a necessidade de formação superior direccionada para a salvaguarda, gestão, valorização, restauro e conservação de núcleos históricos', *Ciências Técnicas do Património (revista da Faculdade de Letra, Porto)*, I Série, **IV** (2008)169-192.

Rato, V., *Influência da microestrutura morfológica no comportamento de argamassas*, Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (2006).

Ribeiro, A., Eusébio, I., 'As Tintas inorgânicas: tintas de cal e de silicatos', *Cadernos Edifícios*, Publicações LNEC, Lisboa, (2) (2002) 117-139

Rivara, J.H. da Cunha, *Memorias da Villa de Arraiolos*, Parte II, 2ª ed, Câmara Municipal de Arraiolos, Arraiolos (1999).
Rodriguez, J.M.F., Fernández, J.A.F., 'Application of the second derivative of the Kubelka-Munck Function to the semiquantitive analysis of Roman Paintings', *Color Research and application* **30** (6) (2005) 448-456.

Rutterforth, J.G., Stout, G.L., *Painting Materials: A short encyclopaedia*, Dover Publications Inc., New York (1966).

Salema, S., Aguiar, J., 'Cor e esgrafito', *Pedra & Cal* (39) (2008) 7-10.

Santiago, M. *Mértola Islâmica*, Campo Arqueológico de Mértola, Mértola (1996).

Santos, R. dos, *A arquitectura em Portugal. Exposição Portuguesa em Sevilha*, Imprensa Nacional, Lisboa (1929).

Sato, K., Kawashita, K., ' Espectrometria de massas em geologia isotópica', *Revista do Instituto de Geociências USP* **2** (2002) 57-77.

Scarzella, P., *Sistemi di Coloritura Murale per gli Edifici Storici*. Edição do Politécnico di Torino, Departimento di Engegneria dei Sistemi Edilizi e territoriali, Torino (2005).

Scarzella, P., 'Tradicional Earth pigments and lime Wall Painting. Today problems of repainting in historical Buildings', *TERPORT* (1999), 1-6.

Scarzella, P., Natale, P., *Terre coloranti naturali e tinte murali a base di terre*, Stamperia Artistica Nazionale, Torino (1989).

Schwertman, U., Cornell, R.M., *Iron oxides in the Laboratory: preparation and characterization*, VcH, Weinheim (1991).

Segurado, J.E. dos Santos, *Acabamentos das construções, estuques, pinturas, etc.* (Biblioteca de Instrução Profissional fundada por Bordallo Pinheiro). 2ª ed., Bertrand, Lisboa (1923).

Segurado, J. E. dos Santos, *Materiais de construção* (Biblioteca de Instrução profissional), 6ª ed., Bertrand, Lisboa (1947).

Serrão, V., 'Renovar, repintar e retocar: estratégias do pintor-restaurador em Portugal desde o séc. XVI', *Conservar Património* (3-4) (2006) 53-71.

_____, 'Faltam técnicos capazes de encarar o Património como algo de vivo, integrado e interdisciplinar', *Pedra & Cal* (9) (2001) 14-16.

_____,'O Retábulo do Mosteiro dos Jerónimos (1571-1572) pelo pintor Lourenzo de Salzedo' in *História e restauro da pintura do retábulo-mor do Mosteiro dos Jerónimo*, IPPAR, Lisboa (2000) 17-77
Sousa, C. V. de, *As pinturas Murais Tardo Medievais no concelho de Belmonte*, Câmara Municipal de Belmonte, Belmonte (2003).

_____, *Roteiro Rota do Fresco*, AMCAL, Associação de Município do Alentejo, Lisboa (2003).

Technique di execuzione e materiali costitutivi. Corso sulla manutenzione di dipinti murali-mosaici-stucchi, Dimos, Parte I, Modulo I, Publicação ICR, Roma (1978).
Thompson, D.V., *The Mterials and Techniques of Medieval Paintings*, Dover Publications, New York (1956).

Santos Silva, A., 'Estudos cromáticos para o centro histórico de Sintra', Relatório/98-NA,LNEC.Lx, Dez(1998).

Silva, A.S., Paiva, J.M.R., Salta, M., Monteiro, A.M., Candeias, A.E., 'Characterisation of roman mortars from the archaeological site of Tróia (Portugal) in *MATERIAIS 2005*, Universidade de Aveiro (2005).

'Sociedade por cotas sob a denominação de Empresa de Serração e Terras corantes, Lda'(escritura) in *Livro de notas nº927-B*, Cartório do Notário da Comarca do Porto), Typografia Mendonça, Porto (1921).

Tavares, M., Aguiar, J., Veiga, R., 'Conservação e restauro de antigos revestimentos exteriores: caracterização de alguns casos', Comunicação apresentada no *VSBTA-Simpósio brasileiro de tecnologia de argamassa*, São Paulo, Brasil (2003).

Tykot, R.H., ' Scientific methods and applications to archeological provenance studies' in *International School of Physics* " Enrico Fermi", Course CLIV, Martíni, M. Milazzo and M. Piancentini (Eds), IOSPress, Amsterdam (2004).

Valadas, S., *Estudo Material dos frescos da Igreja da Misericórdia de Odemira*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora (2007).

Veiga, R., 'Os revestimentos antigos e a identidade dos edifícios', *Arquitectura Ibérica. Reabilitação* (12) (2006) (cathedral.lnec.pt/publicacoes/a1.pdf)

Veiga, M. R., Aguiar, J., Silva, António S., Carvalho, F., *Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos*, Edições do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (2004).

Veiga, R., Carvalho, F., 'Abordagem à renovação de revestimentos com base em cal: requisitos, critérios de selecção e casos de estudos' in *Seminário cor e conservação de superfícies arquitectónicas*, LNEC, Lisboa, 2 e 3 de Dezembro (1999).

Velho, J. L., *Mineralogia Industrial: princípios e aplicações*, LIDE: Edições Técnicas, Lda, Lousã (2005).

Vermelho, J., *Barros de Estremoz*, Editora Linear, Lisboa (1990).

Vitiello, M.,' From the plan of color to the plan of conservation', *Pedra & Cal* (39) (2008) 11-13.

Vouvé, F., Lalubie, L., 'Colorimétrie et couleurs anciennes de la Gare Saint-Lazare', *Couleurs&Temps*, SFIIC, Paris (2006) 202-210.

Krauss, W., Nolze G., *PowderCell for Windows*, version 2.4, Federal Institute for Material Research and Testing, Rudower Chausee 5, 12489 Berlin, Germany.

Publicações da Indústria e comércio

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 11º Ano, (523-590) 17 Setembro 1947 a 29 de Dezembro 1948.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 10º Ano, (470-522) 11 Setembro 1946 a 10 de Setembro 1947.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 9º Ano, (418-469) 12 Setembro 1943 a 4 de Setembro 1946.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 8º Ano, (366-417) 13 Setembro 1944 a 5 de Setembro 1945.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 7º Ano, (314-365) 15 Setembro 1943 a 6 de Setembro 1944.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério da Economia, 6º Ano, (262-313) 16 Setembro 1942 a 8 de Setembro 1943.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 5º Ano, (209-261) Setembro 1941 a Setembro 1942.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 4º Ano, (157-208) Setembro 1940 a Setembro 1941, pp. 468.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 3º Ano, (105-156) Setembro 1930 a Setembro 1940.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 2º Ano, (53-104) Setembro 1838 a Setembro 1939.

Boletim da Direcção Geral da Indústria. Ministério do Comércio e Indústria, 1º Ano, (1-53) 15 Setembro 1937 a 14 de Setembro 1938.

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano XIV, (679 a 730) (1962).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano XIII, (627 a 678) (1961).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano XII, (575 a 626) (1960).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano XI, (523 a 574) (1959).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano X, (470 a 522) (1958).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano XIX, (418 a 469) (1957).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano VIII, (366 a 417) (1956).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano VII, (314 a 365) (1955).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano VI, (262 a 313) (1954).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano V, (210 a 261) (1953).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano IV, (157 a 209) (1952).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano III, (105 a 156) (1951).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano II, (53 a 104) (1950).

Boletim. Direcção Geral Sistemas Industriais (D.G.S.I), Ano I, (1 a 52) (1949).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1888, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1891).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1888, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1889).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1887, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1888).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1886, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1887).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1883 a 1885, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1887).

Estatística de Portugal Commercio do Continente do Reino e ilhas adjacentes com países estrangeiros e com as provinzias portuguesas do ultramar. Anno de 1882, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1885).

Estatística Geral do Commercio de Portugal com as suas possessões ultramarinas e as nações estrangeiras durante o ano civil de 1881, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1884).

Estatística Geral do Commercio de Portugal com as suas possessões ultramarinas e as nações estrangeiras durante o ano civil de 1880, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1881).

Estatística Geral do Commercio de Portugal com as suas possessões ultramarinas e as nações estrangeiras durante o ano civil de 1879, Ministério da Fazenda, Imprensa Nacional, Lisboa (1881).

Indústrias de Portugal, Italina, Porto (1938-1939).

'Relatório da Direcção e Parecer da Comissão revisora de contas', *AIP*, Lisboa (1959).

'Relatório da Direcção e Parecer da Comissão revisora de contas', *AIP*, *Lisboa* (1958).

'Relatório da Direcção e Parecer da Comissão revisora de contas', *AIP*, Lisboa (1957).

'Relatório da Direcção da AIP', *AIP*, Lisboa (1921).

Dicionários e enciclopédias

Bívar, A., Machado, G.J., *Dicionário Geral e analógico da Língua Portuguesa*, Vol. I, Ouro, imp, Porto (1948).

Bluteau, R., *Vocabulário Portuguez & Latino, áulico, anatómico, architectonico oferecido a El-Rey Dom João V*, Officina de Pascoal da Sylva, Lisboa (1820).

Dicionário da Língua Portuguesa Contempôranea da Academia das Ciências de Lisboa, Vol.I, Academia das Ciências de Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Verbo, Lisboa (2001).

Figueiredo, C., *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, Vol. IV, Bertrand Editora, Lisboa (1996).

Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira, Vol. XIX, Editorial Enciclopédia Limitada, Lisboa, Rio de Janeiro (1945).

Leal, P., Augusto, S., *Portugal antigo e moderno, diccionario geográfico, estatístico, chorographico, heráldico, histórico, bibliográfico e etymologico de todas as cidades, villas e freguezias de Portugal e de grande numero de aldeias*, Livraria Editora de Mattos Moreira & Companhia, Lisboa (1873).

Machado, *P.* (coord), *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, Vol. VIII, Amigo dos Livros, Editores, Lisboa (1981).

Rodrigues, F. de Assis, *Diccionario Technico e histórico de pintura, esculptura, architectura e gravura,* Imprensa Nacional, Lisboa (1875).

Vieira, Fr. D., *Grande Diccionario Portuguez, Tesouro da Língua Portuguesa*, Editores Ernesto Chardron e Batholomeo H. de Moraes, Porto (1873).

Fontes

Macedo e Silva, Padre A., *Annaes do Município de Santiago do Cacém*, Imprensa Nacional, Lisboa (1869) (R.F.1546)

Bases para orçamentos, Direcção Geral de Engenharia, Lallemant Frères, Typ., Lisboa (1877).

Cabral, J.A.C das Neves, *Relatório sobre a Exposição Universal de Londres de 1862*. *Estudos geológicos, mineraes úteis e suas applicações (mettalurgia e lavra de minas),* Imprensa Nacional, Lisboa (1864).

_____, *Catalogue Descriptif de la Collection des Mineraux utiles, accompagné d'une notice sur l'industrie minerale du pays*, Exposition Universelle de Paris en 1867, Librairie Admnistrative de Paul Dupont, Paris (1867).

Catálogo da Exposição Nacional das Industrias Fabris. Vol.I , Grupo I, Lisboa (1888).

Cohen, D. X., *Bases para orçamentos, seguidas d' uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa, de um caderno geral de encargos, e de differentes posturas municipas, decretos e portarias sobre construcções e empreitadas*, Typographia de Gutierres, Lisboa (1880).

_____, *Bases para orçamentos seguidas d' uma serie de preços, muito completa, dos jornaes e materiaes em Lisboa, de um caderno geral de encargos, e de differentes posturas municipais, decretos e portarias sobre construcções e empreitadas*, José António Rodrigues Editor, Livraria Nacional e Estrangeira, Lisboa (1896).

D'Eshewege, B., *Memória sobre história moderna da admnistração das minas em Portugal.* Typographia da Academia Real das Sciencias, Lisboa (1838).

Feijó, J. Da Silva, 'Sobre a Fábrica Real do Anil da Ilha de S. Antão', *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Tomo I, Typografia do Academia, Lisboa (1790) 407-411.

Leitão, L.A., *Curso Elementar de Construções*, Imprensa Nacional, Lisboa (1896).

Liberato Telles, F. de Castro Silva, *Pintura Simples. A decoração na Construção Civil*, Tomo II, Typ. do Commercio, Lisboa (1898).

Lopes, F.L., *Breve notícia de Sines, Pátria de Vasco da Gama*, Typographia do Panorama, Lisboa (1850).

Macedo, M., *Desenho e Pintura*. Biblioteca do Povo e das Escolas. David Corazzi Editor, Lisboa (1886).

Pacheco, Frei J., *Divertimento Erudito para os curiosos de noticias Históricas, Escolásticas, Politicas, e Naturaes, Sagradas, e Profanas,* ed. lit. Publ., Oficina de António de Sousa da Sylva, Lisboa (1730-1741).

Relatório e Catalogo da Exposição Industrial Portugueza. Ministério das Obras Públicas, Commercio e Industria. Imprensa Nacional, Lisboa (1893).

Sá, J.A. de, *Compendio de observaçoes, que formão o plano da Viagem politica, e filofofica, que fe deve fazer dentro da Pátria*, Officina de Francisco Borges de Sousa, Lisboa (1783).

Sales, A. J. de, *Dicionário do Comércio*, 4 vol. (1759), m.s. (BN, Cod.13105, folio 22).

Severiano, M., Barata, J.A., *Catalogo Descriptivo da Secção de Minas (Grupo I e II)*. Associação Industrial Portuguesa, Exposição Nacional das Industrias Fabris, Imprensa Nacional, Lisboa (1889).

Vandelli, D., "Várias observações de Chimica, e Historia Natural", *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa* (desde 1780 até 1788), Tomo I, Typografia do Academia, Lisboa (1797) 259-261.

_____, "Memorias sobre algumas produções naturaes deste reino, das quaes se poderia tirar utilidade",*Memórias Economicas da Academia Real das Sciencias de Lisboa, para o adiantamento da Agricultura, das Artes, e da Indústria em Portugal e suas Conquistas*, Tomo I, Officina da Academia Real das Sciencias, Lisboa (1789) 176-186.

_____," Memoria sobre algumas producções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitão", *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa,* Tomo I, Na Officina da Academia Real das Sciencias, Lisboa (1789) 187-206.

_____, 'Sobre as producçoes naturaes do Reino, e das conquistas, primeiras materias de differentes Fabricas, ou Manufacturas', *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa,* Tomo I, Na Officina da Academia Real das Sciencias, Lisboa (1789) 223-243.

Vasconcelos, I. da Piedade, *Artefactos Symmetricos e Geométricos*, Officina Joseph António da Sylva, Lisboa (1733).

Varella, J.J., 'Memoria Estatística Acerca da notável Villa de Monte Mor o Novo' in *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Lisboa (1816).

_____, 'Introdução ao estudo das principais argillas de Portugal', *Revista das Obras Publicas e Minas* (Associação dos Engenheiros Civis Portugueses), Imprensa Nacional, Lisboa (1890) 11-60.

Sítios consultados

Adriano, P., Cruz, T., Silva, A. S., Veiga, R., Candeias, A. & Mirão, J., *Mineralogical Comparison Study of Old Mortars from Southern Portugal Cathedrals (Evora e Elvas*), http: //www. cathedral.lnec.pt/publicacoes/a3.pdf (acesso em 5-1-2008).

Adriano, P., Silva, A.S., Veiga, R., Candeias, A., Mirão, J., *Determinação da Composição de Argamassas Antigas*, htpp: // cathedral.lnec.pt/publicacoes/c10.pdf. (acesso em 5-1-2008).

Agência Portuguesa do Ambiente, http://www.qualar.org (acesso em 15-12-2008).

A Mina de ferrarias na faixa piritosa Ibérica, http:// minacovamouros.sitepac.pt/geologia.htm (acesso em 22-01-2009)

Base de dados de Pedreiras, http://e-geo.ineti.pt/bds/pedreiras/default.aspx (acesso 29-01-2009).

Brigadas de Pintura Mural,
http://www.ipcr.pt/site/ipcr_estruturaareas_01.asp?D=Y&divisao_id=1&area_id=7 (ultimo acesso em 12/10/08).

Coulter, I.L.B., *A colourful Tale- the particle size analysis of pigments*,
http://www.coulter.com/literature/bioresearch/ta-401.pdf (acesso em 3-6-2009).

Cruz, A.J., *A matéria de que é feita a cor: os pigmentos utilizados em pintura e a sua identificação e caracterização*, http://ciarte.no.sapo.pt/biblio/textos (acesso em 9-06-2009).

Freire, A. de Oliveira, *Descripçam corografica do Reyno de Portugal, que contem huma exacta relaçam de suas provincias.Lisboa Occidental,* na Off. de Miguel Rodrigues, 1739, http://purl.pt/13347 (acesso em 11-06-08).

Frutuoso, G., *Saudades da Terra*, http://www.ihit.pt/new/capitulos.php?id=38 (acesso em 22-01-2009).

'Laterito' in *Dicionário Livre de Geociências*,
http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Laterita (acesso em 2009-04-11).

Leão, D.N. de, Rodrigues, J., *Descrição do reino de Portugal per Duarte Nunez do Leão. Lisboa, por Iorge Rodriguez, 1610*, http://purl.pt/12393 (acesso em 11/06/08).

Margalha, M.G., Veiga, M.R. e Brito, J. de, *The Maturation time factor in Lime Putty quality* , http://wwww.conservarcal.lnec.pt (acesso em 11-11-2008).

_____, *Algumas vantagens do uso da cal em pasta em revestimentos*, http://www. conservarcal.lnec.pt (acesso em 11-11-2008).

_____, *Influência das areias na qualidade de argamassas de cal aérea*, http://www. conservarcal.lnec.pt (acesso em 11-11-2008).

Martins, J.G., Silma, A., *Materiais de construção: tintas, vernizes e ceras*, http:// www2.ufp.pt/~jguerra/…/tintas%20vernizes%20e%20ceras.pdf (acesso em 1-01-2009).

Mastersizer 2000: Integrated system for particle sizing, http://www.malvern.co.uk/ms2000 (acesso em 4-06-2009);

Intervenção no centro histórico de Vila Nova de Gaia, http://www. Repositorium.sdum.uminho.pt (acesso em 10-02-2009).

'Quaternário' in *Infopédia* [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2009, http://www: <URL: http://www.infopedia.pt/$quaternario (acesso em 2009-04-11).

'Terciário' in *Infopédia* [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2009, http://www.infopedia.pt/$terciario (acesso em 2009-04-11).

http:// www.ncscolour.com (acesso em 25-11-08).

http://www.meteo.pt/pt/oclima/acompanhamento (acesso em 4-12-2008).

http://www.meteo.pt/pt/oclima/normais/index.html?page=normais_ptg.xml (acesso em 15-12-2008).

http://www.bayferrox.de/ipg/en/applications/other/plastic/ (acesso em 22-12-2008).

Fonte de imagens

Images from Agricola's de re Metallica,
http://www.btinternet.com/~stephen.henley/agricola/book2.htm (acesso em 09-01-09-2008).

www.guitec.pt/photos/agueda/tb/image/mapa.jpg (acesso em 25-11-2008).

Moagem, http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/optransf/opt_moagem.htm (acesso 28-01-2009).

Os Açores na internet, www.viaoceanica.com (acesso em 22-01-2009).

Legislação

Diário do Governo

Collecção Official da legislação Portuguesa, Anno de 1852, Imprensa Nacional, Lisboa (1853).

Colleccção de Leis e outros Documentos Officiais publicados no anno de 1839, Imprensa Nacional, Lisboa (1839).

Diário do Governo (1ª Série), n.º 177 de 1 de Agosto de 1930 (art. 2.º da Secção I- Decreto-lei nº18:713).

Diário do Governo (1ª Série), nº 57, de 14 de Abril de 1917 in *Relatório da Direcção da AIP* (1916).

Decreto-Lei nº 88/90 in *Diário da República*, 1ª Série de 16 de Março de 1990, http://e-geo.ineti.pt/publicacoes/legislacao/legislacao.htm (acesso 29-01-2009)

Decreto- lei nº 13642, de 7 de Maio de 1927 in *Diario do Governo,* (1ª Série), nº103 de 20 de Maio de 1927.

Lei nº 1979, de 23 de Março de 1940.

Regulamento para o aproveitamento das substancias mineraes aprovado por Decreto de 5 de Julho de 1894, Imprensa Nacional, Lisboa (1894).

'Regulamento de Minas de 9 de Dezembro de 1853' in *Diário do Governo,* Nº 294 de 14 de Dezembro de 1853.

'Regulamento sobre a lavra de pedreiras' in *Diário do Governo,* (1ªSérie), nº 57, de 11 de Março de 1884.

Summula das Principais disposições do Decreto de 29 de Dezembro de 1898 que regula o aproveitamento das substâncias mineraes nas possessões portuguezas, com indicação das autoridades e funcionários a quem directamente respeitam as disposições dos artigos citados, Imprensa Nacional, Lisboa (1899).

Posturas Municipais

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Alcácer do Sal

Regulamento das cores a aplicar nas edificações do Município de Alcácer do Sal, Composto e impresso na Associação de Município do Distrito de Beja, Diário do Alentejo, 1982.

Regulamento de 1881 de Alcácer do Sal. (Ref. AHMAS-CMAS/B/BA/08).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Aljustrel

Código de Posturas de 1899. (Ref. CMALJ/B/A/039).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Reguengos de Borba

Livro de Vereações de 1727 a 1731, fl.19.

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Évora

Regulamento Municipal das Edificações Urbanas do concelho de Évora (1968). (Ref.2479/469.512-2v).

Ante-plano de Urbanização da cidade de Évora: regulamento das zonas, Minerva Comercial, Limitada, Évora, 1949.

Regulamento Geral da Construção Urbana para a Cidade de Évora, Gráfica Eborense, Évora (1937). (Ref.5.512/419.512-2ev).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Fronteira

Código de Posturas Municipais de 1865. (Ref. W.5).

Código de Posturas Municipais de Fronteira 1855. (Ref. W1).

Livro q Ha de seruir das Posturas deste município que foram reformadas pellos oficiais da Camrª & mais pessoas desta Vª de Fronteira esse anno de 16..., Secção B, Órgãos do Município, Série 4, Doc. 3.

Código de Posturas Municipais do Município de Évora, Edição Minerva Comercial Lda., Évora (1922).

Código de Posturas da Câmara Municipal de Évora, Typographia Gutemberg, Évora (1904).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Grândola

Código de Posturas e Regulamento para a fiscalização dos impostos municipais indirectos da Câmara Municipal de Grândola, Composto e impresso na Imprensa Académica, Coimbra (1916).

Código de Posturas de 1891. Ref. A.B.5/1.

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Montemor-o-Novo

Código de Posturas de 1929. (Ref. A3B22).

Código de Posturas de 1859, Tipografia do Governo Civil, Évora (1859). (Ref. A3B11).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Moura

Código de posturas municipais de Moura seguido d'outras publicadas anteriormente. Typographia Porvir, Beja (1923).

Código de Posturas Municipais de Moura seguido d'outras publicadas anteriormente. Typographia de Manuel Marques, Almodôvar (1911).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Odemira

Código de Posturas Municipais de Odemira [em data posterior a 1864]. (Ref. A.B. 4/5 8).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Reguengos de Monsaraz

Livro de Editais, posturas e regulamentos (1838-1840) (Ref. PT/MRM/CMRM/C-AL23/Lv.11).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Sines

Código de Posturas Municipaes do Município de Sines. 30 de Junho de 1922. (Ref. PT/CMSNS/CMSNS/FOR/H/SR1/Livro15).

Arquivo Histórico da Câmara Municipal de Viana do Alentejo

Código de Posturas Municipais, 1915, secção B, órgãos de Municípi

Posturas de 1634 (Ref. SR004/Posturas e regulamentos: CMVA/B/A/004/Lz001-1634[10]).

Anexos

Anexos

Anexo I (ponto 1.1), **339**
Inquérito drogarias no Alentejo (via telefónica Fev-Març2004), 339
Correspondência trocada, 343

Anexo II (ponto 2.2), **359**
Norma NP42-1982: Tintas e vernizes: classificação (Port. Nº397/82, de 1982-04-20), p. 1, 359
Norma EN13300:2001(E): Water-borne coatings materials and coating systems for interior walls and ceilings-Classification (p. 3), 360
Norma EN1062-1:2004:E: Paints and varnishes-Coating materials and coating systems for exterior masonry and concerte- Part 1: Classification (p. 6), 361

Anexo III (ponto 3.2), **363**
Memória descritiva anexa ao requerimento nº 1440 (Pedreira *Picotas*), 363
Anexo IV (ponto 3.3), 369
Escritura da sociedade Cardoso Lopes, Livro de notas, nº 443, fls 55, Secretaria notarial da Vila e Comarca de Torres Novas, 1952, 369

Anexo V (ponto 5.3), **373**
Classificação das terras coradas extraídas no Alentejo, 373
Composição elementar das terras coradas por WD-XRF (m.%), 374
Composição mineralógica e resultados semi-quantitativos (DRX) , 375
Secagem a 35ºC de terras coradas (Alentejo) e de pigmentos de origem industrial , 376

Anexo VI (ponto 5.4), **377**
Composição elementar (resultados de LA-ICP-MS), 377
Análise granulométrica a laser (ensaios preliminares), 378
Análise granulométrica a laser (fracção fina, terras coradas do Alentejo), 381
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm), 382

Anexo VII (ponto 5.5), ***383***
Análise granulométrica a laser (pigmentos de origem industrial), 383

Anexo VIII (ponto 6.1), ***385***
Pedra&Cal, Nº39 (2008) 14-16, 385

Anexo IX (ponto 6.2), ***389***
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm): Fachadas, 389
Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm): Pigmentos de referência, 390
Calculo da 2º derivada de Kubelka-Munck ($f(R)=K/S=(1-R)^2/2R$ *), 391

Anexo X (ponto 6.3), ***393***
Ensaios preliminares com agregados e ligantes (argamassas dos ensaios de cor), 393
Medições de cor (etapa 1): Comparação entre os métodos *a*,*b*,*c* e *d* , 402
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h - L* 2880h), 404
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h- L* 2160h/a* 0h- a* 2160h), 405
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados & pinturas a cal, 406
Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados &pinturas a cal, 407
Medições de cor (etapa 3): efeito da diluição do leite de cal, 408

Anexo XI (ponto 7.1), ***409***
Actividades desenvolvidas no âmbito da investigação de Doutoramento, 409

Anexo I (ponto 1.1)

Inquérito drogarias no Alentejo (via telefónica Fev-Març2004)

Alentejo (inquérito drogarias) Perguntas:
- vende ou vendeu pigmentos? se sim, quais? sabe qual a origem dos mesmos?

Concelho	Designação	Contacto (tel.)	Pigmentos vendidos/ ainda à venda	Proveniência (Armazenista/fabricante)
Évora	Drogaria Arco-Iris	266703906	Não vende pigmentos	
	Drogaria Bacharel (drogaria azul)	266702360	ocre (*D.Sorraia*)	Armazém de drogas *Sorraia* (Coruche-tel. 243618099)
			óxido de ferro amarelo (sintéctico, *Bayer*)	Este vai buscar a Torres Novas à Fabrica Abilio Lopes, Lda (fornece quase todo o Alentejo)
			óxido de ferro amarelo (sintéctico, *Bayer*)	
			óxido de ferro preto (sintéctico, *Bayer*)	
			azul ultramar (*SPD*)	*Sociedade Portuense de Drogas* (tel.224660600)
			terra de sienna (*D.Sorraia*)	
	Agro-quimica	266702478	amarelo metálico inox	Produtos *Sodacasa* - embalado por AMC Cunha (tel. 263851446) .
			azul ultramarino	
			pó de sapato (já não vende)	
	Drogaria do muro	266742375	amarelo metalico	Produtos *Sodacasa* - embalado por AMC Cunha (tel. 263851446) . Também já vendeu das drogas Sorraia. No passado tb vendia "pó de sapato", terra de sombra de oliveira e de siena. No caso do almagre já não se lembra muito bem quem era o fornecedor visto já ter este pigmento na drogaria desde que esta abriu (12 anos). Talvez tenha vindo da *Sociedade de Drogas Portuense* (*SDP*).
			azul ultramarino	
			óxido de ferro (malaga)	
			possui restos de almagre	
	Francisco A. Caeiro Dias	266761396	Não vende pigmentos	
	Manuel J. Ramalhinho	266744867	Não vende pigmentos	
	Agostino José Mendes	265894207	Não vende pigmentos	
Montemor-o-Novo	Drogaria Montemorense	266890363	óxido de ferro amarelo (*D.Sorraia*) amarelo metálico (*Bayer*)	Armazéns de Droga *Sorraia* *Bayer*
			azul ultramarino (*SPD*)	*Sociedade Portuense de Drogas*
	Drogaria Avenida	967267507	ocre (*D.Sorraia*) óxido de ferro malaga (*D.Sorraia*)	Drogaria quase centenária. O Sr. Francisco (neto). Falou-me das adulterações mais comuns feitas pelos armazenistas. Falou-me de uma firma *egylin* (?) que tb é armazenista. A Sociedade Portuense de drogas é aparentmente a unica que é fabricante e armazenista e é a que fornece a maioria dos armazenistas. Disse-me igualmente que a Sociedade de Drogas de Santarém durante uns anos saiu do mercado. Não sabe porqué.
	Campo e lar-Maria de Fatima Casaca Tregeira Sota	266891753	azul ultramarino (*Lacrilar*)	*Lacrilar*
			amarelo metálico (*Lacrilar*)	
	Ferragens-ferramentas e	266890363	Não vende pigmentos	
	Drogaria Leonardo	265497161	Não vende pigmentos	
Alcácer do Sal	João Teles Antunes &sobrinho Lda	265622403		
	Mendes&Palma representações	265612702	amarelo metálico	*Lacrilar* - Comercio de Artigos de limpeza (tel.219814458/fax.219812887)
			azul ultramarino	
			óxido de ferro (vermelho)	
Grandôla	João Guerreiro Vital	269442087	alvaiade	*Lacrilar*
			ocre	
			óxido de ferro vermelho	
			azul ultramarino	
	José António N.Raposo Pires	260942307	ocre	*DAYNA* (tel.212122073/fax.212124389)
			óxido de ferro verde	
			óxido de ferro vermelho	
Vendas Novas	Alvarez Luzia Lda	265892188	Não vende pigmentos	
	Drogaria Dias	265892005	amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia*
			óxido de ferro Malaga	
			azul ultramarino	
	Camponesa	265893123	Não vende pigmentos	
	Damiana J. Catarino Figueiras	265892506	Vende terras (n. especificadas)	Não quiz dizer nome do fornecedor
	Francisco Bernardo Terrajôlo	265892229	amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia* (Coruche-tel. 243618099)
			ocre	
			óxido de ferro	
	Laurentino J.C. &Filhos,Lda	265892312	amarelo metálico	Sociedade Portuense de Drogas (tel.224660600) Afirma que nada é nacional, todos os pigmentos que vendem vêm do estrangeiro
			ocre	
			óxido de ferro preto	
	A.C.D.S.D.A.-Drogas e Ferragens, Lda	265892188	óxido de ferro malaga	*Sergipal* (Antiga *D.Sorraia*)

	Raposo&Raposo	268322234	terra siena crua	Armazém de drogas *Sorraia* (Coruche-tel. 243618099)
			óxido de ferro vermelho	Sociedade de *Drogas de Santarém* (tel 243301223) Bayer318
			amarelo metálico	(óxido de ferro preto, vendido pela *SDS*)
			ocres	
			óxido de ferro preto	
			sombra de oliveira	
			Almagre inglês	
			castanho metálico	
			terra castanha	
			terra siene queimada	
			preto metálico	
			preto metálico *bayer*	
Mora	António Gonçalves Pedro Herdeiros	266403158	óxido de ferro vermelho	Sociedade de Drogas de Santarém
			amarelo metálico	
			óxido de ferro preto	
			azul ultramar	
Borba	José Manuel Pires	268801244	ocre	Armazém de drogas *Sorraia*
			vermelhão	
			azul (não especificado)	
	Abelho & Amante, Lda	268894323	amarelo metálico	*Bayer*
			azul ultramarino	
			pó de sapato (já não vende)	
Sousel	Não tem drogarias			
Fronteira	Casa das sementes	245604149	óxido de ferro vermelho	Sociedade de *Drogas de Santaré* m (tel 243301223)
			amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia* (Coruche-tel. 243618099)
			azul gato	
Monforte	Não tem drogarias			
Campo Maior	Alice T.Silva Baptista	268685151	Não vende pigmentos	
	António C. Furtado Nunes	268686279	amarelo metálico	Sociedade de *Drogas de Santarém*
	José C. Castro Costal	268687865	Não vende pigmentos	
	Requino Drogaria	268686130	óxido de ferro vermelho	*CIN*
			amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia*
			óxido de ferro preto	*TRIUNFANTE*
Arronches	Não tem drogarias			
Portalegre	Drogaria Silva	245331849	óxido de ferro vermelho	*Sociedade de Drogas de Santarém*
			amarelo metálico	
			óxido de ferro preto	
			terra de siena crua e queimada	
	João C. Tavares Saldanha	245201242	óxido de ferro vermelho	*Sociedade de Drogas de Santarém*
			amarelo metálico	
			óxido de ferro preto	
			óxido de ferro castanho	
			azul ultramar	
Avis	Rui Jorge Jesus dos Ramos	2424247	óxido de ferro vermelho	*Bayer*
			azul ultramarino	
			ocre	
			óxido de ferro preto	
			amarelo metálico	
Ponte de Sôr	Casa de ferragens	242204957	óxido de ferro vermelho	*Sociedade de Drogas de Santarém*
	Drogaria Manel Dias		amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia*
			óxido de ferro preto	*Sociedade Portuense de Drogas*
			cré	
			ocre	
	Francisco Mendes Graça	242202477	Não vende pigmentos	
	José Camelo Antunes	242206315	óxido de ferro vermelho	*Sociedade de Drogas de Santarém*
			amarelo metálico	Armazém de drogas *Sorraia*
			preto metálico	*Sociedade Portuense de Drogas*
			anilina vermelha e laranja	Sociedade de sabões
	Maria J. A. Narciso Oliveira	242983313	Não vende pigmentos	
	Adalberto&Isabel, Lda			
Alter do Chão	Drogaria Morgado	245612230	azul gato	*Sociedade de Drogas de Santarém*
Crato	Maria A. Miquelino Vinagre	245790172	óxido de ferro vermelho	*Armazém de drogas Sorraia*
			óxido de ferro amarelo (amarelo alentejano)	*Sociedade de Drogas de Santarém*
Nisa	Carlos Valentim Pestana	245412621	óxido de ferro vermelho malaga	D.Sorraia? (confirmar!) Falou-me de um azul pavão e de roxo rei
			amarelo metálico	mas já não tinha nada.
	Abilio da G. De M. Cartaxo	245413418	óxido de ferro vermelho malaga	D.Sorraia?
	Ferragens e tintas		amarelo metálico	
Marvão		245992679	óxido de ferro vermelho	*Sociedade de Drogas de Santarém*
			amarelo metálico	
	João G. Paz Sanchez	245992160	Não vende pigmentos	
Santiago do cacém	Maria F. Conceição Pires	269502353	óxido de ferro vermelho	n deu detalhes
			amarelo metálico	

	Natcom-Natural, comercialização de produtos de drogaria	265809240	não me disseram nada	
	Leonor Garcia- Drogaria e decoração Lda	266953038	Não vende pigmentos	
Viana do Alentejo	Maria Manuela Maurício	266954200	Não vende pigmentos	
Alvito	Manuel Henriques Silva	284485253	óxido de ferro vermelho azul galo ocre pó de sapato	*Sociedade de Drogas de Santarém*
Cuba	Francisco António Polvora	284412127	amarelo metálico ocre vermelho metálico óxido de ferro preto	*Sociedade de Drogas de Santarém* Todos os pigmentos que vendem vêm do estrangeiro (Espanha, China, Itália)
Vidigueira	Domingos F. Janeiro Carapeto	284434190		
	A.S.Matos Rosa&F.°,Lda	284436565	Vende: ocre oxido de ferro azul	desconhecido
Portel	Francisco A. Escolástico Correia	266647411	Não vende pigmentos	
	Loja da Esquina,A	266647477	Não vende pigmentos	
Ferreira do Alentejo	Toscano & Filhos, Materiais para construção e decoração, Lda	284732104	amarelo metálico azul ultramarino ocre terra de sene queimada . pó de sapato (já não vende) óxido de ferro preto azul ultramarino verde real . verde cal belga . verde belga . verde cal/oleo . zarcão . rosa cal . roxo rei .	*Bayer* *Sociedade de Drogas de Santarém* PROQUILAR-Produtos quimicos (tel.214784827) A partir do pigmento verde real, a proveniencia é desconhecida. São pigmentos que já lá estão há mais de anos, não possuindo qualquer referência da sua origem. Até agora, foi a loja que possui maior variedade de pigmentos.
Beja	Drogaria Castilho	284322851	Não vende pigmentos	
	António F. Rodrigues Ribeiro	284998108	Não vende pigmentos	
	Armando F.S. Espada Lda	284323832	amarelo metálico ocre oxidos de ferro sintéticos	
	Drogaria Martins	284326420	Vende terras (n.especificadas)	Não quiz dizer. Disse que ia perguntar ao viajante.
Serpa	Casa Graça	284549889		
	Malveiro Maria LGL Madeiro	284544309	amarelo metálico ocre	Sociedade de *Drogas de Santarém* (tel. 243301223)
Reguengos de Monsaraz	Viuva de António Gonçalves Cabral	284858151	Vende terras (não especificado)	Sociedade de *Drogas de Santarém* (tel. 243301223)
	Drogaria Defesa	266502503	Vende pigmentos (não especificado)	*BAYER* (Alemanha)
	Manuel Quintas Santos	266502750	azul gaivota (azul ultramarino) . verde metálico (SDS) ocre óxido de ferro (vermelho)	*Sociedade de Drogas de Santarém* (tel. 243301223) Armazém de drogas *Sorraia* (Coruch2,tel. 243618099) Marca Melro- *Fabrica A. Ferreira* (Lisboa)
Moura	Drogaria Canudo	285252599	Vende pigmentos (não especificado)	Sociedade Portuense de Drogas (tel.224660600)
	Rosália S.R. Pinto Torres	285982223	óxido de ferro vermelho amarelo metálico óxido de ferro preto	Sociedade de Drogas de Santarém (tel 243301223)
Mourão	Não tem drogarias			
Barrancos	Não tem drogarias			
Arraiolos	Joaquim António Valente, Her.^{ros}, Lda	266499137	amarelo metálico azul arábe óxido de ferro (vermelho)	A.M.C.Cunha, Lda (tel.263851446)
Alandroal	Casa Carlos	268497143	Não vende pigmentos	
Vila Viçosa	Constância Maria Dias	268989116	Não vende pigmentos	
	António Joaquim Cuco Caeiro	268999722	amarelo metálico azul galo vermelho almagre	A.M.C.cunha Lda (tel.263851446) Armazém de drogas *Sorraia* (Coruche-tel. 243618099)
Estremoz	José Manuel Pires	268801244	Não vende pigmentos	

			azul (n.especificado)	
Aljustrel	Antonio Rosa Torres	284645078	óxido de ferro vermelho	Armazém de drogas *Sorraia*
			amarelo metálico	
	Joaquim Conceição Brás		azul (n.especificado)	
		284602556	óxido de ferro vermelho	Armazém de drogas *Sorraia*
	Manuel Godinho Patinha		amarelo metálico	
		284602409	óxido de ferro vermelho	Armazém de drogas *Sorraia*
			amarelo metálico	
			azul ultramar	
Odemira	António Maria Graça	283322154	óxido de ferro vermelho	não quiz dizer o nome
			ocre	
			azul (n. especificado)	
	Agricultura e Pecuária. Lda	283926352	ocre	Armazém de drogas *Sorraia*
	Papelaria Almeida			
	Drogaria Central	283996257	Não vende pigmentos	
Ourique		286512044	óxido de ferro vermelho	*HOLIDAY*
			amarelo metálico	
			azul ultramar	
	Drogaria Soares	286512178	óxidos de ferro	Drogas *Sorraia* e *PROQUILAR*
			pó de sapato (já não vende)	
			ocre	
			terra de siena queimada	
			azul ultramarino	
Castro Verde	Drogaria M.Marçalo	286328268	Não vende pigmentos	
	António Candeias Raposo	286479151	Não vende pigmentos	
Almodôvar				
Mertôla	Residencial Beira Rio	286612340	Não vende pigmentos	
Barrancos	Não tem drogarias			
				Levantamento feito por telefone (Fev-Março2004)
				Confirmação *in loco* durante os meses de Agosto 2004 a Janeiro de 2005

Correspondência trocada

Carta enviada para as 46 Câmaras Municipais da região do Alentejo

Milene Gil Duarte Casal
Rua 1ª de Maio, nº5, 2º Dto.
Fogueteiro
2845-163 Amora
tel: 2243806/ 917354711
email: milenegil@sapo.pt

Data: 12/02/04

Exmo. Sr. Dr(a),

O meu nome é Milene Gil D. Casal e sou uma Conservadora-restauradora de pintura mural. Eu sempre me interessei por esta parcela importante do nosso património artístico, muitas vezes, esquecida ou negligenciada.

Se até há poucos anos se pensava que a pintura mural decorativa nos interiores era uma realidade artística quase inexistente em Portugal, o mesmo se passava com a pintura executada no exterior, que se reveste normalmente de um carácter mais simples. O reconhecimento de que esse parecer é de todo inexacto só no final do século passado ganhou vida.

A riqueza e a diversidade da decoração das fachadas (esgrafitos, *trompe l' oeil*, simulação de azulejos, madeiras, marmoreados e fingidos de outro tipo de pedra ornamental etc), levam-nos a reconhecer a necessidade de estudar as técnicas ancestrais já que o conhecimento de muitas delas se tem vindo a perder com a introdução de novos materiais.

Da consciência deste facto, surgiu a ideia para o doutoramento que me proponho realizar intitulado: **A conservação da pintura mural nas fachadas alentejanas, estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor.**
O doutoramento, que se enquadra no ramo de Conservação e Restauro, foi proposto à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) e tem como orientadores o Arquitecto José Aguiar, Auxiliar de investigação do laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a Prof. Dr.ª Ana Isabel Seruya, Directora do Instituto Português de Conservação e Restauro (IPCR).

Os objectivos principais deste projecto:

- Realizar um levantamento sistemático das variadas técnicas de pintura tradicional, assim como dos diferentes tipos de ligantes e de pigmentos utilizados na região do Alentejo e Estremadura;

- Caracterizar mineralogicamente as argamassas e identificar quimicamente e estratigraficamente os pigmentos e aglutinantes ainda presentes em edifícios. Comparar com os normalmente presentes na pintura mural dos interiores;

- Identificar a origem geológica das areias e de extracção de pigmentos ainda existentes no nosso país.

- Experimentação e simulação das técnicas verificadas segundo receituários antigos para a elaboração padrões de referência a partir dos pigmentos ainda comercializados ;

- Elaboração de uma base de dados que sirva de referência para trabalhos futuros no âmbito da investigação de tecnologia antiga e de recuperação dos acabamentos pintados do património edificado.

A divulgação e o estudo científico são certamente um ponto de partida para a salvaguarda e defesa das pinturas murais exteriores no Património edificado. Este projecto constituirá o ponto de partida de uma pesquisa que terá como objectivo impulsionar trabalhos futuros de modo a abranger todo o país.

Com este objectivo, gostaria de lhe pedir a sua colaboração para esta investigação, nomeadamente no que diz respeito aos processos de produção e manufactura dos pigmentos para as belas artes e construção civil, os métodos e locais de extracção. Qualquer apoio seria muito bem-vindo para esta pesquisa.

Sem outro assunto de momento, despeço-me reiterando os meus melhores cumprimentos.

Milene Gil D. Casal

S. R.

CÂMARA MUNICIPAL DE MARVÃO

Largo Santa Maria – 7330-101 Marvão – Telefs. 245 909 130 (4 linhas) – Fax 245 993 526

Exma. Sr.ª Dr.ª Milene Gil Duarte Casal
Rua 1.º de Maio, 5 – 2.º Dto.
Fogueteiro
2845-163 AMORA

Sua referência	Sua comunicação de	Nossa referência	DATA,
		704	16-02-04

ASSUNTO:

A conservação da pintura mural nas fachadas alentejanas, estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor

Sobre o assunto em epígrafe, a forma mais característica de pintura decorativa em Marvão e Castelo de Vide é o "raspadinho" feito com cal parda da Escusa incorporada no reboco e raspada à colher para imitar cantarias de granito.

Existe bibliografia sobre as caleiras de Escusa, mas não existe nenhum estudo sobre o "raspadinho", do qual há exemplos muito interessantes e em risco de desaparecimento a curto prazo, devido às obras de recuperação no edificado.

Para mais informações, pode contactar a Sr.ª Arq. Susana Bicho, Coordenadora do GTL de Marvão, telefone: 245 909 040 ou email: marvão.patr.mundial@mail.telepac.pt.
Sem outro assunto de momento, apresento os melhores cumprimentos.

O Presidente da Câmara

(Dr. Manuel Carrilho Bugalho)

Home Page www.cm-marvao.pt
e-mail marvao.patr.mundial@mail.telepac.pt

sapo.pt SAPO XL | Emprego | Acesso | Toques e Logos | Páginas Amarelas | Imobiliário | Automobilistas

Respondeu a esta mensagem em 18-02-2004 09:59:32.

milenegil@sapo.pt

Mail | Agenda | Contactos | Ajuda

| Caixa de Entrada | Escrever Mensagem | Pastas | Pesquisa | Contas | Opções |

Estado da Quota: 14.25MB / 15.00MB (94.97%) Abrir Pasta INBO

INBOX: Doutoramento -" A conservação da pintura mura... (2 de 177)

« INE

Apagar | Responder | Responder a Todos | Reenviar | Mover esta mensagem par

Reencaminhar | Código-fonte da Mensagem | Gravar como | Imprimir | Reportar com

Data: Tue, 17 Feb 2004 15:12:54 -0000 [17-02-2004 15:12:54 WET]
De: Camara Nisa <camaranisa@mail.telepac.pt>
Para: milenegil@sapo.pt
Assunto: Doutoramento -" A conservação da pintura mural nas f achadas alentejanas,....."/ Resposta ao oficio
Anexo(s): 2 Câmara Municipal de Nisa CMN.vcf [text/x-vcard] 0.51 KB

Transferir todos os anexos (em ficheir

Cabeçalhos: Mostrar todos os cabeçalhos

1 Sem nome [text/html] 2.99 KB

Em resposta ao oficio enviado por V.Ex.a, temos a informar o seguinte;
No Concelho de Nisa não existe nenhum levantamento sobre a decoração de fachada, técnicas ou qualquer documento sobre esta matéria.
De qualquer forma temos conhecimento de alguns edifícios onde são empregues algumas das técnicas referidas, nomeadamente na abóbada Igreja de São João Baptista em Amieira do Tejo - esgráfito- e de marmoreados ou simulação de azulejos em fachada e interiores de algumas casas. Temos algumas fotografias mas não existe levantamento rigoroso.
Se necessitar de mais informação ou dúvidas pode contactar-me, sou Técnica Superior de Museologia e Património.
Com os meus cumprimentos
Carla Calado

Visite www.cm-nisa.pt

MUNICÍPIO DE SINES
Câmara Municipal
Divisão de Administração Geral
Secção de Expediente e Arquivo

23 04'04 003558

Expedição

Conhecimento

Exmª. Srª.

MILENE GIL DUARTE CASAL

Rua 1ª de Maio nº 5 2º Dtº

Fogueteiro

2845 163 AMORA

S/ Ref.	S/ Comunicação	Data	N/ Ref.	N/ Comunicação	Data
					2004-04-22

ASSUNTO: CONSERVAÇÃO DA PINTURA MURAL NAS FACHADAS ALENTEJANAS, ESTUDO CIENTÍFICO DOS MATERIAIS E TECNOLOGIAS ANTIGAS DA COR

Excelentíssima Senhora:

Em referência ao assunto mencionado em epígrafe, somos a informar V. Exª., de que a CMS não dispõe de quaisquer dos dados solicitados.

O Parque Natural do sudoeste Alentejano e Costa Vicentina, organizou em tempos um curso de construção em taipa, podendo ser possível que disponha de alguns dados ou contactos.

Com os melhores cumprimentos,

O Presidente da Câmara

a) Manuel Coelho Carvalho, Dr.

LV /

> NIPC 502 563 010 ✉ LARGO RAMOS DA COSTA – 7520-159 SINES ✆ +351 - 269 630 600 FAX +351 - 269 633 02 E-MAIL: expgeral@mun-sines.pt <

Câmara Municipal de Mora

22 03 04 01356

Ex.mo Sr.
Milene Gil Duarte Casal
Rua 1° de Maio, n.° 5, 2ª Dto.
Fogueteiro
1845 - 163 Amora

Sua referência	Sua comunicação de	Nossa referência	Mora,
		Proc° 03.30 (22) Of°_____	18-03-04

Assunto:

Em resposta à V/ comunicação de 09/02/2004, venho informar que não existe neste Concelho qualquer tradição significativa na utilização de pigmentos e aglutinantes na pintura de fachadas, e que possa merecer especial atenção ou elementos para o estudo em causa.

O revestimento tradicional é a argamassa de cal e areia, com caiação, utilizando pigmentos (ocre ou azul) nos socos e alisares.

Com os melhores cumprimentos

O Presidente da Câmara

(José Manuel Manaia Sinogas)

AM/JE

Rua do Município — Telf 266 439 070 — Fax 266 403 260 — cmmora@mail.telepac.pt — 7490-243 MORA www.cm-mora.pt

MUNICÍPIO DE ODEMIRA
DIVISÃO DA EDUCAÇÃO, CULTURA E DESPORTO
Património Cultural

003675 04-02-25

Exmª Srª
Drª Milene Gil Duarte Casal
R. 1º de Maio nº5, 2º dto
Fogueteiro
2845-163 Amora

Sua referência	Sua comunicação de	Nossa referência	DATA
		004.001 82	

ASSUNTO: Pedido de informações

No seguimento do seu pedido de diversas informações relativas a conservação da pintura mural nas fachadas alentejanas, estudo científico dos materiais e tecnologias antigas da cor, lamentamos mas não temos conhecimento, na nossa região de exemplares que possam constituir testemunhos para esse seu estudo. No entanto entrámos em contacto com dois arquitectos do nosso concelho que talvez lhe possam dar algumas informações, são eles:
a Arquitecta Teresa Beirão com atelier na Rua da Alfandega, nº5 7645-216 Vila Nova de Milfontes e o arquitecto Henrique Shreck Apartado 5201 – Cravinho, 7630-587 S. Teotónio.

Os dois trabalham utilizando técnicas antigas de construção tradicional (construção em taipa) e talvez possam ser de alguma utilidade para si.

Sem mais de momento, com os melhores cumprimentos.

Por delegação de competências
O Vereador do Pelouro

(Carlos Alberto Silva Oliveira

AT//

Praça da República - 7630 Odemira
Telef. 283320900 - Telefax 283327168

CÂMARA MUNICIPAL DE REGUENGOS DE MONSARAZ
7200-3°0 REGUENGOS DE MONSARAZ – TELEFONE 266 508 040 – FAX 266 508 059

Exma. Sra.
Milene Gil Duarte Casal
Rua 1° de Maio, n° 35 – 2° Dt.
Fogueteiro
2845-163 Amora

V/Com. 02/02/04
N/Processo n° 3.3.1
DACED

Assunto : **Envio de informação**

Na sequência do V. pedido, vimos informar que existem neste concelho os seguintes artífices de construção e restauro:

- Arlinda Ribeiro Rosendo - Técnica de conservação e restauro

91 8232093/ 266 557 180

-José Mendes Massano – Construtor de abóbadas em baluarte (mestre pedreiro)

266 557 269

Com os melhores cumprimentos.

A Chefe da Divisão Cultural

Ana Paula Amendoeira

/JR

Ourique

Ex.ma Senhora

Milene Gil D. Casal
Rua 1º de Maio, n.º 5 - 2º dtº
Fogueteiro

2845-163 AMORA

Sua referência	Sua comunicação de	Nossa referência	Data
		Of. n.º190/DTOU	2004-03-05

ASSUNTO: **PEDIDO DE INFORMAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE DOUTORAMENTO NA ÁREA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO**

Pelo presente, vimos informá-la que, lamentavelmente, não possuímos qualquer referência a pessoas do concelho com conhecimentos dos métodos a que se refere o seu ofício, ou quaisquer documentos dessa mesma área.
Aproveitamos ainda para pôr ao seu dispor os Serviços da Divisão Técnica desta Câmara Municipal, podendo para o efeito, contactar a Arqtª Patrícia Costa.

Com os melhores cumprimentos

O Presidente da Câmara

José Raul Guerreiro Mendes dos Santos

C/A CÂMARA MUNICIPAL DE OURIQUE
Avenida 25 de Abril
7670-281 Ourique
Tel.: 286 510 030 Fax: 286 510 040
Email: geral@cmourique.pt

MUNICÍPIO DE MÉRTOLA
CÂMARA MUNICIPAL

MINA DE S. DOMINGOS
150 anos
de História

festival do peixe do rio

☐- Por protocolo.
☐- Por correio azul
☐- Registado com A/R
☐- Por fax

Exmº(ª) Senhor(a)
Milene Gil Duarte Casal
Rua 1º de Maio, nº 5, 2º Dtº - Fogueteiro

2845 – 163 AMORA

S/ Refª	Data	N/ Refª	Data
Proc.		Proc. 5.5.0	2004-03-02
Ofº S/nº	06/02/04	Of. 1973	

ASSUNTO: **ESTUDO SOBRE PATRIMÓNIO EDIFICADO.**

Indique sempre a refª deste documento, na resposta

Em resposta à vossa solicitação informamos que na área do Concelho de Mértola não temos conhecimento de registos que possam contribuir para o estudo que está a realizar.

Informamos no entanto que a escola Profissional Bento de Jesus Caraça (pólo de Mértola) tem alguma experiência na área de técnicas tradicionais de construção (taipa e pedra seca) podendo este contacto vir a ser-lhe útil.

Associação para o Ensino Bento de Jesus Caraça
Achada de S. Sebastião
7750 – 295 Mértola

Com os melhores cumprimentos.

Por delegação do Presidente da Câmara
O Vereador,

/João Miguel Palma Serrão Martins/

MPP/CFPBFG

CÂMARA MUNICIPAL DE MÉRTOLA * PRAÇA LUÍS DE CAMÕES * 7750-329 MÉRTOLA
Telef. 286610100 • Fax 286610101
E-mail: geral@cm-mertola.pt
PESSOA COLECTIVA: 503 279 765

CÂMARA MUNICIPAL
DE
PORTALEGRE

S. R.

Museu Municipal de Portalegre

Exma. Senhora
Dra. Milene Gil Duarte Casal
Rua 1°. de Maio, 5 – 2°.Dt°.
Fogueteiro
2845-163 AMORA

MMP/0443

Portalegre, 3 de Maio de 2004

ASSUNTO: Pintura mural

Exma. Senhora Doutora

Relativamente ao assunto em epígrafe, cumpre-me informar V. Exa. que não possuímos nenhuma da informação pretendida.

Com os melhores cumprimentos,

A Conservadora de Museus

(Sónia Alves, dra.)

MONTEMOR | O | NOVO câmara municipal

Largo dos Paços do Concelho
7050-127 Montemor-o-Novo
Tel.: 266 898 100
Fax: 266 898 190
email: cmmontemor@mail.telepac.pt
www.cm-montemornovo.pt

Exma Sr.
Dra Milene Gil Duarte Casal
Fogueteiro

2845-163 AMORA

Sua Referência: Sua Comunicação: Nossa Referência DSC-P/6/2004 Data: 16.03.2004

Assunto: **Informação sobre pintura mural nas fachadas alentejanas, Montemor-o-Novo** Of. nº: Proc. nº: 2457

Em resposta ao vosso ofício de 02/02/04, cumpre-nos informar que não dispomos na Câmara Municipal de Montemor-o-Novo de estudos sobre a conservação pintura mural nas fachadas alentejanas em Montemor-o-Novo, ainda que o centro histórico da cidade conserve interessantes exemplares na decoração das fachadas.

Junto enviamos, extracto de trabalho realizado no âmbito de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico da Universidade de Évora, sobre a reabilitação do património urbano de Montemor-o-Novo, onde se levantam alguns problemas ligados à utilização da cor nas fachadas dos edifícios.

Disponíveis para qualquer esclarecimento (pcultural@cm-montemornovo.pt).

Com os melhores cumprimentos.

O Vereador do Pelouro Sócio-Cultural

João Miguel Marques

CÂMARA MUNICIPAL DE TOMAR
2300 TOMAR
Gabinete do Presidente

Exma. Senhora
Milene Gil Duarte Casal
R. 1 de Maio nº 5, 2º Dto
Fogueteiro
2845-163 Amora

Ofício nº1840/PR/ IS

Tomar, 09 de Junho de 2004

Assunto: Pedido de documentação.

Exma. Senhora

Vimos pelo presente informar que a Biblioteca de Tomar integra vários documentos sobre pintura, embora não disponha de nenhum específico sobre a temática pretendida. No entanto, aqueles que nos parecem mais pertinentes são:
- Técnica de pintura
- A pintura maneirista em Santarém
- A pintura de tectos em perspectiva
- As pinturas murais da Charola de Tomar

Em relação ao facto de Tomar ter sido um dos pólos de exploração de terras corantes com pedreiras, barreiras de extracção de argilas e possuir regulamentação sobre pintura de edifícios, sugerimos uma consulta mais pormenorizada nos Anais do Município de Tomar e também informações junto do Departamento de Urbanística do Município.

Com os melhores cumprimentos,

O Vereador*

Ivo M. Querido dos Santos

* No uso da competência delegada
BMT/MJP

C Â M A R A M U N I C I P A

Ourém
Praça do Município
2490-499 Ourém
PORTUGAL
Tel: 249 540 900
Fax: 249 540 908/9
e-mail: geral@cm-ourem.pt
http://www.cm-ourem.pt

Ex.ma Senhora
Dr.ª Milene Gil Duarte Casal
Fogueteiro
2845 – 163 AMORA

Sua referência	Sua comunicação de	Nossa referência	DATA
Of.º P.º		Of.º P.º 6523 2[illegible]24	

ASSUNTO: ***Conservação e pintura – Informações***

Após a recepção e análise do pedido de informações alusivas a documentos da Câmara Municipal sobre alvarás para a exploração de terras corantes na região de Ourém-Fátima, dirigimo-nos a V.a Ex.a para comunicar que, infelizmente, não temos conhecimento da existência dos mesmos.

Ainda assim, sugerimos que efectue uma consulta no Arquivo Histórico desta Câmara Municipal, na expectativa de ali poder existir alguma informação pertinente com relação ao assunto em menção.

Com os meus melhores cumprimentos,

O Chefe da Divisão de Educação, Desporto e Cultura

Mário Pereira Catarino, Dr.

Plessis-Trévise

CZESTOCHOWA

Min: A. S.
Dact. A.S.

Mail enviado ao Dr. Fernando Domingues (docente da cadeira de Pigmentos Orgânicos e Inorgânicos na Universidade de Aveiro)

sapo.pt | SAPO XL | Emprego | Acesso | Toques e Logos | Páginas Amarelas | Imobiliário | Automobilistas

milenegil@sapo.pt

Mail | Agenda | Contactos | Ajuda

| Caixa de Entrada | Escrever Mensagem | Pastas | Pesquisa | Contas | Opções |

Estado da Quota: 15.00MB / 15.00MB (99.99%) Abrir Pasta INBOX

INBOX: Re: Pigmentos: apoio para pesquisa (3 de 187)

« INE

Apagar | Responder | Responder a Todos | Reenviar | Mover esta mensagem para

Reencaminhar | Código-fonte da Mensagem | Gravar como | Imprimir | Reportar como

Data: Wed, 31 Mar 2004 15:22:44 +0100 [15:22:44 WEST]
De: Fernando Domingues <fdomingues@dq.ua.pt>
Para: milenegil@sapo.pt
Assunto: Re: Pigmentos: apoio para pesquisa
Prioridade: ! 1
Cabeçalhos: Mostrar todos os cabeçalhos

Cara Drª Milene Casal

As minhas desculpas pelo atraso na resposta.
Contactei o meu colega, Dr Tito Trindade, responsável pela componente Inorgânica da disciplina, mas não temos realmente a informação que pretende. Não existe no nosso país uma indústria de pigmentos significativa, para além de algumas produções artesanais sobre as quais é difícil obter quaisquer dados. As indústrias utilizadoras de pigmentos importam-nos, na sua generalidade.
Em termos de informação bibliográfica posso indicar-lhe um bom livro sobre os pigmentos em geral, e que consta no nosso programa:

G. Buxbaum, Industrial Inorganic Pigments, Wiley-VCH

Disponha, se pudermos ser úteis de alguma forma

Cumprimentos

O SAPO já está livre de vírus com a Panda Software, fique você também!
Clique em: http://antivirus.sapo.pt

Reencaminhar | Código-fonte da Mensagem | Gravar como | Imprimir | Reportar com

Anexo II (ponto 2.2)

Norma NP42-1982: Tintas e vernizes: classificação (Port. Nº397/82, de 1982-04-20), p. 1

NORMA PORTUGUESA	**TINTAS E VERNIZES** **Classificação**	**NP-42** 1982

Peintures et vernis. Classification

1 — OBJECTIVO

A presente Norma destina-se a estabelecer a classificação fundamental dos produtos da indústria de tintas e vernizes.

2 — CAMPO DE APLICAÇÃO

A classificação indicada é aplicável às actuais condições de fabrico da indústria de tintas e vernizes.

3 — CLASSIFICAÇÃO

Esta classificação, baseada na natureza do veículo das tintas e vernizes e produtos similares, deverá fazer segundo os dois critérios indicados em 3.1 e 3.2.

3.1 — SEGUNDO A NATUREZA DO VEÍCULO VOLÁTIL

3.1.1 — O veículo volátil é a água.

3.1.1.1. — Dispersões aquosas de resinas sintéticas.

3.1.1.2 — Outros.

3.1.2 — O veículo não é a água.

3.1.3 — Sem veículo volátil.

3.1.3.1 — Líquidos.

3.1.3.2 — Pós.

3.1.3.3 — Massas.

3.2 — SEGUNDO A NATUREZA DO VEÍCULO FIXO

3.2.1 — Alcatrões-epoxídicos.

3.2.2 — Alquídica-aminas.

3.2.3 — Alquídicas, oleosas e oleorresinosas de secagem ao ar.

3.2.4 — Acrílicas e metacrílicas.

3.2.5 — Betuminosas e alcatrões.

3.2.6 — Borrachas naturais ou não, modificadas ou não.

3.2.7 — Epoxídicas.

3.2.8 — Nitrocelulósicas.

3.2.9 — Poliésteres.

3.2.10 — Polisocianatos.

3.2.11 — Silicatos.

3.2.12 — Silicones.

3.2.13 — Vinílicas.

3.2.14 — Outras.

4 — INDICE ALFABETICO EM PORTUGUES, INGLES E FRANCES

Os termos contidos em 3.2 e seus equivalentes em inglês e francês estão dispostos por ordem alfabética, numerados e seguidos de uma sigla colocada entre parêntesis que indica a língua a que pertencem: português (Pt), inglês (E) ou francês (F).

(Continua)

DIRECÇÃO-GERAL DA QUALIDADE (DGQ) — Rua de José Estêvão, 83-A — 1199 LISBOA CODEX

Port. n.º 397/82, de 1982-04-20

Ratificada pela Comissão Técnica Portuguesa de Normalização do «Tintas e Vernizes»

Norma EN13300:2001E: Water-borne coatings materials and coating systems for interior walls and ceilings-Classification (p. 3)

EN 971-1	1996	Paints and varnishes – Terms and definitions for coating materials – Part 1: General terms
EN 1062-1	1996	Paints and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete – Part 1: Classification
EN 21524		Paints and varnishes – Determination of fineness of grind (ISO 1524:1983)
EN ISO 787-18		General methods of test for pigments and extenders – Part 18: Determination of residue on sieve; Mechanical flushing procedure (ISO 787-18:1983)
EN ISO 2813		Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20°, 60° and 85° (ISO 2813:1994, including Technical Corrigendum 1:1997)
ISO 787-7		General methods of test for pigments and extenders – Part 7: Determination of residue on sieve; Water method; Manual procedure
ISO 6504-3		Paints and varnishes – Determination of hiding power – Part 3: Determination of contrast ratio (opacity) of light-coloured paints at a fixed spreading rate
ISO 11998		Paints and varnishes – Determination of wet-scrub resistance and cleanability of coatings

3 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard, the following terms and definitions apply.

3.1
coating material
product, in liquid or in paste or in powder form, that when applied to a substrate forms a film possessing protective, decorative and/or other specific properties [EN 971-1 : 1996]

3.2
coating system
total sum of the coats of coating materials which are to be applied or which have been applied to a substrate [EN 971-1 : 1996]

3.3
coating system for interior surfaces
coating system for the treatment of interior walls and ceilings

3.4
water-borne coating material
coating material, the binder of which is dispersed, dissolved or diluted in water

3.5
decoration
treatments with the primary objective to change or restore the appearance of the substrate. Functions of these treatments are colour, gloss and texture. They can also include protective functions. [EN 1062-1 : 1996]

3.6
protection
treatments with the primary objective to impart resistance to soiling, cleaning, fire, moisture, and biological, mechanical or chemical attacks. These treatments will also include decorative functions.

4 General classification

Coating materials and coating systems for interior walls and ceilings shall be classified as specified in 4.1 and 4.2.

4.1 Classification by end use

Classification by end use shall be as follows:

a) decoration;

b) special properties.

4.2 Classification by chemical type of binder

Classification by chemical type of binder shall be derived from that component of the binder which is decisive for the characteristic properties of the final coating system.

The chemical type of the binder shall be given using, for example, the following terms:

– hydraulic lime, cement, silicate;

– acrylic resin, vinyl resin, alkyd resin, epoxy resin, copolymers.

Norma EN1062-1:2004 €: Paints and varnishes-Coating materials and coating systems for exterior masonry and concerte- Part 1: Classification (p. 6)

3.2
coating system
sum total of the coats of coating materials which are to be applied or which have been applied to a substrate

[EN 971-1:1996]

3.3
coating system for masonry and concrete
coating system for the treatment of mineral substrates in order to preserve, decorate and/or protect them

3.4
decoration
treatments with the primary objective to change or restore the appearance of the substrate

NOTE Functions of these treatments are colour, gloss and texture. They can also include protective functions.

3.5
preservation
treatments with the primary objective to keep the substrate in a condition as near as possible to its original state and appearance of gloss, colour and texture

NOTE Functions of these treatments are, for example, water repellence and/or improvement of the integrity of the substrate. They can also include protective functions and may be used for pre-treatment.

3.6
protection
treatments with the primary objective to protect the substrate against one or more of the following influences: water, atmospherical, chemical, biological, mechanical or other actions

NOTE These treatments can also include decorative functions.

4 Description

4.1 Description by chemical type of binder

Description by chemical type of binder shall be derived from that component of the binder which is decisive for the characteristic properties of the final coating system.

The chemical type of the binder shall be given using, for example, the following terms for binders:

Acrylic resin, alkyd resin, bitumen, cement, chlorinated rubber, epoxy resin, hydraulic lime, oil, polyester, silicate, silicone resin, polyurethane, vinyl resin.

NOTE 1 This list of terms is not exhaustive to allow for additional binders to be described as coating technology advances.

NOTE 2 The quality of a masonry coating material is not dependent solely on the binder types used. The amount of binder(s) and/or other constituents can be of greater importance.

4.2 Description by the state of dissolution or dispersion of the binder in the coating material

Water-dilutable: binders dissolved or dispersed in water. Viscosity adjustment can be performed with water according to manufacturers recommendations

Solvent-dilutable: binders dissolved or dispersed in organic solvents. Viscosity adjustment can be performed with organic solvents according to manufacturers recommendations

Anexo III (ponto 3.2)

Memória descritiva anexa ao requerimento nº 1440 (Pedreira *Picotas*)

MEMÓRIA DESCRITIVA

A exploração da Pedreira de ocre, denominada Picotas, sita no lugar de Picotas, freguezia de Souto de Carpalhosa, concelho e distto de Leiria, vai ser iniciada numa propriedade que o senhor Joaquim Gaspar possue naquele local, por sua própria conta.

A propriedade è atravessada longitudinalmente por uma camada de ocre encaixado em terrenos argilosos, cujas características são: Direcção N 40 E, inclinação 80 NO, possança 0,80 metro. É razoavelmente servida por um caminho público que liga Ortigosa a Souto de Carpalhosa, distando delas 1 quilometro. O ocre destina-se a ser aplicado na industria de tinturaria.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
REPARTIÇÃO DE MINAS
24 DEZ 1948

PLANO DE LAVRA

O processo de Exploração, suponho, que mais se coaduna com o tipo de jazigo è o de Degraus Invertidos, com entulhamento do vazio deixado. Fundamentalmente, o campo de exploração fica por ora limitado a dois Poços, o nº. 1 e o nº. 2 com 4,00 x 2,00 metros, apetrechado com dois canais, baixada e extracção, nos quais poços se abrem 2 pisos de 25 em 25 metros, deixando macissos de protecção de 5 metros de espessura, à superficie e sob a rolagem do 1º. piso bem como de protecção aos poços e galerias, com, respectivamente, 4 e 1,5 metros. As rolagens, que são galerias em direcção da camada, terão 1,70 x 1,50. O escoamento das águas far-se-à naturalmente para os poços onde se afundarão caldeiras que as recolherão. Dada a natureza da rocha encaixante, será necessário entivar os poços e galerias bem como as chaminés de extracção. Estas, abertas nê 1º

piso de 20 em 20 metros e, no segundo, de 25 em 25, (a fim de que os seus eixos não coincidam), serão apetrechadas com 2 canais um para baixada do pessoal, outro para a saída do material. Para iniciar um desmonte, abrem-se as duas chaminés que o limitam lateralmente e, logo após ser transposto o macisso de protecção à rolagem, abre-se sobre êle (macisso) a frente de ataque. Depois, sensivelmente a meio, entre as duas chaminés, talha-se o 1º. degrau. Para tal, convém arrancar primeiro o material interessante que se envia à rolagem pelas chaminés. Em seguida extrai-se o material dos hasteais que ficará aos pés, preenchendo o vazio correspondente ao degrau entalhado. A frente do desmonte terá 1,40 metros de largura, restando-nos pois algum esteril para o enchimento que se completará com entulho vindo do exterior. As chaminés de extracção acompanharão a subida das frentes, entivando-se e mantendo o canal para baixada protegido com tábua em prancha e munido de escadas. As escadas de acesso nos poços terão no máximo 5 metros e serão dispostas paralelamente.

Évora, 16 de Dezembro de 1948

Gabriel da Fonseca Costa Lda.

Reconhecido a [redacted]

Évora, 23 de Dez. de 1948

O Ajudante da Conservatória

[redacted]

resposta ao ofício venho dizer o seguinte:

Em princípio de janeiro de 1955 recebi dessa Circunscrição um mapa estatístico em branco para o preencher, datar e assinar e mandar para essa Circunscrição, o que eu fiz, datei-o e assinei-o e apenas no mesmo escrevi nas observações:

No ano de 1954 não arranquei nenhum barro-óxido.

O dito mapa estatístico enviei-o a essa Circunscrição, registado, em 21 de janeiro de 1955.

Hoje venho confirmar o que disse nesse mapa, isto é, não arranquei nenhum barro-óxido no ano de 1954, motivo porque não enviei o relatório.

Sou de V. Exª atento e muito obrigado Joaquim Castro

Foi recebida.

28-2-55

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
REPARTIÇÃO DE MINAS
ENTRADA
28 FEV 1955
Lº 56 Fls 276 Nº 7903
Lº Fls

V. S. ff.

RELATÓRIO DO ANO DE 1958

Souto da Carpalhosa, 7 de Março de 1959

Exmº Senhor

ENGENHEIRO CHEFE DA CIRCUNSCRIÇÃO MINEIRA DO SUL

Conforme o ofício de V.Exª de 3 do corrente, referência 626/CMS, sou a informar que na minha pedreira, nº 1440, de barro-ocre, denominada "Picotas" não foram executados quaisquer trabalhos durante o ano de 1958, nem se arrancou nenhum barro-ocre.

De V.Exª
Muito atentamente e Obº

(Joaquim Gaspar)

Joaquim Gaspar

Dou entrada
Volta á sua
Proceder
9
3
59

DIRECÇÃO GERAL DE MINAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS
-9 MAR 1959

Pedreira n.º 1440

Nos termos da Lei não é permitido aumentar o número de linhas deste papel ou escrever nas suas margens.

Para ser escriturado nos termos do art.º 2.º do decreto n.º 9848 de 8 de Maio de 1924 - Nota n.º 637 L.º 10

REPARTIÇÃO DE MINAS

Defiro a baixa
O Engenheiro Director-Geral
9-4-74

Exmo. Senhor

Engenheiro Director-Geral de Minas e Serviços

Geológicos

Pedreira n.º

Maria José Fernandes, Maria Irene Fernandes Gaspar e Rui Albento Fernandes Gaspar, moradores em Souto da Carpalhosa, concelho e distrito de Leiria, únicos herdeiros de Joaquim Gaspar, explorador que foi da pedreira nº 1440 denominada Picotas, situada na freguesia de Souto da Carpalhosa, concelho e distrito de Leiria, vêm requerer a V.Exa. que seja dada baixa da referida pedreira, não juntando a este requerimento os duplicados da declaração e da planta, por se terem extraviado, comprometendo-se a entregá-los caso apareçam.

Esperam deferimento

Leiria, 14 de Dezembro de 1973

Maria José Fernandes

Maria Irene Fernandes Gaspar

Rui Alberto Fernandes Gaspar

Reconheço a(s) três assinatura(s) supra
de Maria José Fernandes
Maria Irene Fernandes
Gaspar e Rui Alberto Fernandes Gaspar
Leiria, 14 de Dezembro de 1973
O Ajudante da Secretaria Notarial,

REPARTIÇÃO DE MINAS 595

Anexo IV (ponto 3.3)

Escritura da sociedade Cardoso Lopes, Livro de notas, nº 443, fls 55, Secretaria notarial da Vila e Comarca de Torres Novas, 1952

Por escritura de 29 de Maio de 1952, lavrada a fls.55 do Lº. Nº.443 das notas do notario da Secretaria Notarial da vila e comarca de Torres Novas Dr. Matos Branco foi constituida entre Antonio Alves Cardoso;Abilio Alves Lopes e Joaquim Rodrigues da Cruz,uma sociedade por quotas de responsabilidade limitada sob a firma Cardoso,Lopes & Cruz,Limtada,com séde no lugar e freguesia de Parceiros de Egreja,concelho de Torres Novas,que se rege nos termos e sob as condições seguintes:

Iº.

Esta sociedade adopta a firma Cardoso,Lopes & Cruz,Limitada,tem a sua séde no lugar e freguesia de Parceiros de Egreja em edificio que vão adquirir para a sociedade,conta o seu inicio desde hoje e a sua duração é por tempo indeterminado.

2º.

O seu objecto é a industria da exploração de terras corantes podendo todavia exercer qualquer outro genero de comercio ou industria para o qual não seja necessario autorisação especial.

3º.

O seu capital é a quantia de sete mil e quinhentos escudos,todo já realizado em dinheiro que deu entrada na Caixa social,e corresponde á soma das quotas dos tres socios que são de dois mil e quinhentos escudos cada uma.

4º.

Não são exigiveis prestações suplementares de capital, podendo todavia qualquer dos socios fazer á Caixa Social os suprimentos de que esta carecer mediante as condições a fixar em assembleia geral.

5º.

A cessão total ou parcial das quotas fica dependente do consentimento da Sociedade a qual se reserva em todo o caso o direito de preferencia e este direito não querendo ou não podendo ela exerce-lo pertencerá aos socios individualmente ou querendo-a mais do que um pertencerá aquele que a sorte designar.

6º.

A administração e gerencia de todos os negocios da sociedade e a sua representação em juizo e fora dele, activa e passivamente, será exercida por todos os socios que ficam nomeados gerentes com dispensa de caução e sem remuneração.

7º.

Aos gerentes fica expressamente prohibido usar da firma em actos e contractos que não digam respeito aos negocios da sociedade, tais como abonações, fianças, letras de favor ou outros semelhantes, sob pena do infractor ser responsavel para com a sociedade pelos prejuizos que lhe causar com esse uso.

8º.

Os documentos de mero expediente podem ser assinados por qualquer dos socios. Aqueles, porem, que envolvam responsabilidade, deverão ser sempre assinados por dois deles.

9º.

As assembleias gerais, quando devam reunir, e a lei não prescreva outras formalidades, serão convocadas por meio de cartas registadas dirigidas aos socios, com a antecedencia minima de oito dias indicando sempre o assunto a deliberar.

IO º.

Em trinta e um de Dezembro de cada ano será dado o balanço geral de todos os negocios sociais o qual deverá estar concluido e aprovado dentro dos noventa dias subsquentes, e os lucros liquidos nele apurados, depois de deduzida a percentagem para o fundo de reserva legal, serão divididos pelos socios na proporção da suas quotas suportando estes na mesma proporção os prejuizos se os houver.

II º.

A morte ou interdição de qualquer dos socios não implica a dissolução da sociedade a qual continuará a subsistir com os representantes ou herdeiros do socio interdicto ou falecido, podendo todavia a sociedade amortisar a respetiva quota se assim lh convier.

I2º.

A sociedade dissolve-se apenas nos casos legais e em qualquer deles a assembleia que a votar nomeará os liquidatarios e providenciará acerca da liquidação e partilhas.

I3º.

Nos casos omissos regularão as disposições da lei de onze de Abril de mil novecentos e um e mais legislação aplicavel.

Torres Novas, 3I de Maio de I952

O ajudante da Secretaria Notarial,

(Antonio da Fonseca)

Anexo V (ponto 5.3.)

Classificação das terras coradas extraídas no Alentejo

Cartas de solo de Portugal (Ministério da Agricultura e Pesca)

Amost.	Tipo de solo	Grupo	Amost.	Tipo de solo	Grupo	Cartas consultadas (Ref.):
A	Scv	1	O1	Vx+Ex	2	
E	Vcc+Arc	1	O2	Vx+Ex	2	32D:Fronteira/Sousel
S2	Vcc+Arc	1	P3	Vx	2	
V1	Vcc	1	P4	Vx	2	36B: Estremoz
Mo2	Vx	2	VV1	Px+Ex	2	36D: Redondo
Mo4	Vx	2	VV2	Px+Ex	2	40B: Reguengos
Mo5	Vx	2	VV3	Px+Ex	2	
B1	Vx	2	E1	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	40C: Viana do Alentejo/Alvito
B2	Vx	2	E3	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	
B3	Vx	2	E5	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	40D: Portel
Se1	Vx+Ex	2	E8	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	41A: Monsaraz
Se2	Vx+Ex	2	E9	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	
Se3	Vx+Ex	2	A1	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	43B: Moura/Vera Cruz (Algares)
R5	Vx+Ex	2	A2	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	
R1	Ex	2	M4	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	44B: Barrancos
R3	Ex	2	M8	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	45C: Odemira
R7	Vx+Ex	2	P1	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	
R9	Vx+Ex	2	P2	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	32 A: Ponte de Sôr
R10	Vx+Ex	2	G1	P.A.Mineralizações ricas em ferro	3	43D: Sta.Iria (Serpa)
F2b	Vx	2	T2	Sr	4	
F2c	Vx	2	MBA	Par	4	
F2e	Vx	2	S1	Pm?	4	
F2f	Vx	2	SC1	Vcc?	1?	

Scv: solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de material coluviado de solos Vcv; **Vcv**:solos mediterrâneos vermelhos e amarelos de calcários cristalinos associados a outras rochas cristaliófilicas básicas ; **Vcc**:solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de calcários cristalinos ou marmores ou rochas cristaliófilicas cálcio siliciosas ; **Arc**: Afloramento rochoso de calcários ou doolomias; **Sr**:solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de "ranãs" ou depósitos afins; **Vx**: solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de xistos ; **Ex**: litossolos esqueléticos de xistos ou grauvaques; **Px**: solos mediterraneos pardos de xistos ou grauvaques; **Par**: solos litólicos não humidos de materiais arenacáceos pouco consolidados; **Pm**: **s**olos mediterrâneos pardos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins.

Grupo 1: solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de calcários (*terras rossas*)
Grupo 2: solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos de material n ão calcário (xistos e grauvaques)
Grupo 3: produtos de alteração de mineralizações ricas em ferro
Grupo 4: outros

Composição elementar das terras coradas por WD-XRF (m.%): fr. <125µm e integral

Resultados da fluorescência de raios X por dispersão de comprimento de onda (WD-XRF) (m.%)

Ref.	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Ba	Pb	K/Ca	Cu+Zn+As+Pb
A (f.integral)	0.16	0.21	9.15	6.67	1.01	0.06	3.88	1.75	0.98		0.37	37.00	0.13	0.32	0.14	0.19	0.11	0.06		0.07	1.10	0.35
A	0.19	0.22	9.93	12.93	0.88	0.12	4.87	4.43	0.93		0.28	25.00	0.03	0.21	0.07	0.00	0.06	0.03				
E	0.10	1.06	15.18	24.02	0.06	0.03	2.02	2.12	0.49	0.01	0.34	7.52	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.95	0.06
S2	0.19	0.32	6.24	14.95	1.89	0.08	4.22	2.65	0.00	0.13	0.27	25.39	0.11	0.26	0.20	0.00	0.08	0.14	0.52		1.59	0.46
V1	0.28	0.20	7.70	13.11	0.84	0.10	2.97	9.00	1.34	0.07	0.49	23.64	0.04	0.14	0.11	0.00	0.07	0.10	0.41	0.07	0.33	0.33
Mo2	0.27	0.19	7.90	15.37	1.01	0.10	7.66	1.14	1.65		0.33	23.43	0.02	0.14	0.09	0.00	0.13	0.12	0.32		6.71	0.22
Mo4	0.45	0.26	6.76	11.00	0.97	0.12	7.37	0.86	1.66	0.07	0.18	31.75	0.00	0.20	0.10	0.00	0.15	0.11		0.37	8.60	0.67
Mo5	0.45	0.29	7.33	13.87	1.63	0.17	6.96	1.57	1.67	0.10	0.39	24.83	0.06	0.25	0.12	0.00	0.13	0.11	0.38		4.43	0.37
B1	0.36	0.12	1.61	3.48	0.66	0.06	3.98	0.86	1.55	0.12	0.07	49.94	0.09	0.30	0.10	0.00	0.56	0.35			4.65	0.40
B2	0.19	0.15	4.16	11.47	1.10	0.15	8.20	1.00	2.09	0.09	0.04	33.36	0.07	0.23	0.10	0.00	0.22	0.13			8.20	0.33
B3	0.17	0.09	4.52	12.08	1.58	0.14	7.74	1.14	2.08	0.13	0.04	31.12	0.08	0.30	0.10	0.00	0.17	0.10	0.36		6.77	0.41
Se2	0.16	0.00	13.26	10.20	2.11	0.14	10.38	1.50	2.57	0.00	0.20	18.25	0.07	0.29	0.13	0.21	0.18	0.15	0.31		6.92	0.62
Se3	0.27	0.08	3.48	7.33	1.14	0.06	12.28	0.93	3.57	0.13	0.10	34.13		0.26	0.12		0.39	0.32	0.20	0.69	13.23	0.49
R5	0.13	0.12	5.88	9.07	0.70	0.09	3.69	0.47	1.03	0.07	0.08	41.39	0.03	0.15	0.08	0.00	0.09	0.07			7.84	0.23
R7	0.34	0.19	6.34	10.53	1.14	0.07	8.47	0.86	1.80	0.09	0.03	31.82	0.03	0.22	0.09	0.00	0.22	0.16	0.29		9.88	0.30
R10	0.22	0.36	5.93	10.29	1.19	0.11	9.05	0.93	1.96	0.07	0.00	31.89	0.00	0.25	0.07	0.00	0.23	0.14		0.40	9.75	0.72
F2b	0.27	0.08	12.38	9.82	1.23	0.10	5.40	0.93	1.46	0.11	0.13	27.56	0.03	0.22	0.08	0.00	0.16	0.09	0.25		5.82	0.29
O2 (f.integral)	0.15	0.19	3.85	13.07	1.14	0.24	1.66	1.07	0.72	0.00	0.20	29.86	0.00	0.46	0.13	1.22	0.26	1.19	0.68	1.77		
O2	0.00	0.25	5.20	11.56	1.54	0.25	1.74	1.21	0.66	0.17	0.06	29.30	0.11	0.49	0.21	1.44	0.28	0.30		1.95	1.44	2.14
E1	0.07	0.11	2.19	6.11	0.62	0.92	1.30	1.59	0.63	0.00	0.04	32.77	0.01	0.13	0.03	20.14	0.02	0.05			0.82	20.30
E3	0.20	0.31	12.43	12.22	1.06	0.18	3.43	1.14	1.25		0.08	22.17	0.02	0.38	0.05	4.29	0.08	0.15			3.00	4.72
E5	0.10	0.13	4.08	13.44	1.14	0.14	4.11	1.44	1.66	0.07	0.03	27.35	0.04	0.22	0.07	7.46	0.10	0.09	0.23		2.86	7.76
E8	0.19	0.35	5.77	14.90	1.23	0.33	4.93	1.00	1.12	0.00	0.02	26.65	0.05	0.22	0.07	3.27	0.11	0.07			4.93	3.55
E9	0.24	0.28	12.27	18.99	1.41	0.48	3.60	0.86	1.19	0.07	0.09	14.69	0.01	0.19	0.04	0.99	0.03	0.03			4.20	1.22
A1	0.00	0.12	1.66	2.35	0.48	0.04	0.60	0.83	0.29	0.00	1.26	59.44	0.05	0.18	0.08	0.49	0.02	0.02	0.14		0.72	0.75
A2 (f.integral)	0.13	0.09	2.76	4.19	0.79	0.07	1.25	0.49	0.48	0.06	0.73	55.00	0.04	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00				
A2	0.11	0.14	5.25	9.12	0.79	0.08	2.13	0.57	0.64	0.06	1.12	43.14	0.03	0.14	0.04	0.00	0.03	0.00		3.73	0.19	
M4	0.38	0.17	11.54	9.02	1.41	1.32	2.70	0.86	0.72		0.07	31.40	0.04	0.23	0.10	0.00	0.03	0.06		3.15	0.34	
M8	0.00	0.10	1.82	3.90	1.01	0.17	0.49	0.63	1.81	0.06	0.02	48.05	0.06	0.25	0.09	2.43	0.00	0.06		5.20	0.78	7.97
P1	0.41	0.22	7.90	15.04	0.88	0.06	7.26	1.24	1.67	0.00	0.12	24.48	0.00	0.16	0.10	0.00	0.10	0.04		0.30	5.88	0.55
P2 (f.integral)	0.22	0.21	7.12	11.14	1.10	0.10	5.45	1.36	0.90		0.08	33.36	0.04	0.24	0.12	0.00	0.09	0.05	0.28			
P2	0.12	0.29	12.74	11.52	1.67	0.16	5.30	1.64	0.84		0.12	25.00	0.01	0.23	0.07	0.00	0.08	0.03		3.22	0.30	
G1	0.16	0.44	10.50	21.67	1.67	0.56	1.33	1.14	0.96	0.09	0.12	12.31	0.01	0.21	0.10	0.49	0.03	0.00	2.07		1.16	0.81
VV2		0.11	0.89	3.85	0.96		1.52	2.49	2.86	0.44	0.24	57.57	0.39	0.43	0.38	0.00	0.17	1.18				
F2c		0.08	0.96	4.18	1.11		0.61	1.30	3.40		0.66	56.02	0.36	0.81	1.18		0.10	0.00		0.89		
F2e		0.03	1.70	11.17	1.18	0.08	5.26	1.45	1.26	0.00	0.29	47.88	0.14	0.47	0.25	0.00	0.50	0.49	0.24	0.40		
F2f		0.05	1.70	17.54	2.07	0.10	7.70	2.29	2.22	0.00	0.10	36.48		0.89	0.48	0.00	0.81	0.70	0.21	0.00		

Composição mineralógica e resultados semi-quantitativos (DRX): terras coradas (Alentejo): fracção <125 µm

Amostra	Qua	Illite	Caol	Orto	Esme	Cal	Hem	Goet	Jaro	Qua	Illite	Caol	Orto	Esm	Cal	Hem	Goet	Jaro	(Hem/Goe)* 100 (m%)	Hem/(hem+goet)	a*
A	++	++	-	-	++	○	○	○	-	21.80	41.00			29.10	4.10	1.80	2.20		0.82	0.45	20.6
E	++++	-	-	-	○	○	○	T	-	86.45	0.00			6.96	3.84	1.89	0.85		2.22	0.69	16.44
S2	+++	++	○	-	-	-	T	T	-	61.12	28.87	9.80			0.00	0.19	0.02		9.50	0.90	23.6
V1	++++	-	○	-	-	+++	○	+	-												
Mo2	++	++	-	○	++	-	-	○	-	43.96	24.56		7.66	17.78		0.00	6.05	0.00		0.00	12.65
Mo4	++	○	○	++	++	-	○	T	○	29.02	4.01	3.90	23.59	44.42		2.42	0.54	4.48	4.48	0.82	14.05
Mo5	++	++	○	-	○	-	T	○	-	48.08	33.24	13.41				0.85	4.44		0.19	0.16	16.3
B1	++	++	++	-	-	-	T	○	-	46.74	15.94	30.09				0.66	5.76		0.11	0.10	19.83
B2	++	++	++	-	++	-	T	○	T	37.69	26.41	29.39				0.56	5.94	0.09	0.09	0.09	17.05
B3	+++	○	++	-	○	-	○	○	-	56.70	8.19	23.55		7.30		2.73	8.83		0.31	0.24	13.68
Se3	++	○	○	-	-	-	T	○	-	19.99	53.00	13.14				1.09	12.78		0.09	0.08	14.32
R5	+++	-	○	-	-	-	○	T	-												
R7	++	+++	○	-	-	-	T	○	-	28.34	56.50	4.52				0.25	10.38		0.02	0.02	15.63
R10	++	+++	○	-	-	-	T	○	-	22.20	67.50	5.54				0.47	4.28		0.11	0.10	16.46
F2b	++	++	++	-	-	-	○		-	41.22	36.03	21.01				1.74	0.00			1.00	21.33
O2	+++	-	++	-	-	-	-	○	-	53.40		43.18				0.00	3.42			0.00	11.48
E3	+++	++	-	-	-	-	○	-	-	64.76	33.45	0.00				1.80	0.00			1.00	24.34
E5	+++	○	++	-	-	-	○	-	-	53.54	8.88	34.23				3.34	0.00			1.00	22.92
E8	++	++	++	-	○	-	○	-	-	35.87	47.32	14.68				2.12	0.00			1.00	15.68
E9	++++	T	○	-	-	-	T	○	-	88.13	vst	3.27				0.01	8.59	0.00	0.00	0.00	10.1
A1	++	○	+++	-	-	-	T	○	T	17.70	9.77	60.01				1.22	11.31	0.11	0.11	0.10	18.65
A2	++++	○	○	-	-	-	T	T	T	84.03	10.66	3.98				0.18	1.15	0.16	0.16	0.14	15.53
M4	++	++	-	-	○	-	-	○	-	48.07	47.31	0.00		2.72		0.00	4.62	0.00	0.00	0.00	10.51
M8	++++	T	-	-	-	-	T	T	-	97.69	0.86	0.00				1.27	0.18		7.06	0.88	25.76
P2	++++	++	T	-	-	-	T	-	-	81.19	17.00	1.01				0.80	0.00				
G1	++++	-	-	-	-	-	○	○	++												

Qua-quartzo, Caol-caolinite; Orto-ortoclase, Esmec-esmectite, Cal.calcite; Hem-hematite; Goet-goetite; Jaro-jarosite;
Muito elevado: ++++ Elevado:+++; Abundante: ++ ; Pouco: + ; Presente: ○ ; Vestigial:T;

Secagem a 35 ºC de terras coradas (Alentejo) e de pigmentos de origem industrial

Secagem (Pigmentos de origem industrial)							Secagem (Terras coradas extraídas na região do Alentejo)													
Pig. (Ref.)	Peso inicial (g)	1h	2h	4h	6h	7h	Pig. (Ref.)	Peso inicial (g)	1h	2h	4h	6h	7h	Pig. (Ref.)	Peso inicial (g)	1h	2h	4h	6h	7h
E8	15.304	15.286	15.284	15.284	15.276	15.277	A	10.042	10.049	10.044	10.040	10.040	10.040	P4	10.065	10.063	10.063	10.064	10.064	10.064
EVDM1	15.557	15.213	15.213	15.213	15.205	15.203	E	10.551	10.547	10.549	10.549	10.548	10.548	O2	10.093	10.091	10.091	10.091	10.091	10.091
Arc3	32.817	32.814	32.814	32.813	32.783	32.783	S2	10.418	10.417	10.416	10.416	10.417	10.416	R1	10.690	10.689	10.689	10.689	10.689	10.689
E2	29.259	29.256	29.256	29.257	29.255	29.256	V1	9.997	9.997	9.996	9.997	9.996	9.996	R5	10.083	10.071	10.070	10.071	10.071	10.071
MON4	31.947	31.942	31.942	31.942	31.942	31.943	P1	9.599	9.598	9.598	9.599	9.598	9.598	R7	10.997	10.990	10.975	10.963	10.964	10.963
E9	31.082	31.079	31.079	31.078	31.080	31.079	P2	9.948	9.947	9.946	9.947	9.947	9.947	R10	10.997	10.995	10.993	10.993	10.993	10.993
E4	31.633	31.632	31.632	31.630	31.632	31.631	M4	10.088	10.087	10.087	10.087	10.087	10.087	B1	10.041	10.039	10.038	10.039	10.039	10.039
EvAg3	15.920	15.918	15.918	15.916	15.918	15.918	M8	9.905	9.904	9.903	9.904	9-904	9.904	B2	10.023	10.022	10.021	10.021	10.021	10.021
EVDA1	15.718	15.716	15.712	15.716	15.715	15.715	G1	10.088	10.086	10.085	10.086	10.086	10.086	B3	10.227	10.216	10.217	10.217	10.217	10.217
E3	15.321	15.308	15.307	15.306	15.306	15.307	E1	8.061	8.059	8.060	8.060	8.060	8.060	F2b	10.366	10.364	10.364	10.364	10.364	10.364
MoN3	15.731	14.401	14.401	14.401	14.394	14.393	E3	9.015	9.014	9.014	9.014	9.013	9.013	F2c	10.580	10.579	10.578	10.579	10.579	10.579
AldSal1	15.002	14.995	14.995	14.993	14.995	14.995	E5	9.744	9.743	9.743	9.743	9.744	9.744	F2e	10.489	10.488	10.488	10.488	10.488	10.488
EVDA2	15.526	15.525	15.525	15.523	15.525	15.525	E8	8.905	8.904	8.904	8.903	8.904	8.904	F2f	10.388	10.387	10.388	10.388	10.388	10.388
RDM1	15.036	14.815	14.817	14.815	14.810	14.811	E9	9.130	9.130	9.131	9.131	9.131	9.130							
VV3	15.833	15.717	15.717	15.715	15.708	15.708	A1	9.125	9.124	9.124	9.124	9.124	9.124							
ARR1	15.381	15.077	15.079	15.071	15.068	15.068	A2	9.020	9.019	9.018	9.019	9.019	9.019							
EvAg2	15.400	15.370	15.368	15.368	15.365	15.366	Se2	10.258	10.258	10.258	10.257	10.258	10.258							
Ab9	15.593	15.312	15.311	15.313	15.303	15.303	Se3	10.388	10.387	10.388	10.388	10.388	10.388							
Arc2	15.012	14.731	14.730	14.354	14.342	14.343	Mo2	10.851	10.851	10.850	10.850	10.851	10.851							
E1	15.027	14.571	14.573	14.571	14.563	14.562	Mo4	10.360	10.355	10.355	10.355	10.355	10.355							
EvAg4	15.703	15.692	15.691	15.690	15.691	15.690	Mo5	10.291	10.291	10.291	10.291	10.291	10.291							
VV1	15.138	15.136	15.135	15.136	15.137	15.136	VV2	10.395	10.391	10.391	10.391	10.391	10.391							

Anexo VI (ponto 5.4)

Composição elementar (resultados de LA-ICP-MS)

LA-ICP-MS /terras coradas do Alentejo)

Amostras

contagens	A	E	S2	V1	Mo2	mo4	Mo5	Se3	VV2	R5	B1	F2c	F2e	F2f	M4	M8	G1	E3	E5	A2
Ca	8.E+08	5.E+08	3.E+08	9.E+08	1.E+08	1.E+08	9.E+07	7.E+07	3.E+08	3.E+07	1.E+08	5.E+07	1.E+08	7.E+07	4.E+07	6.E+07	5.E+07	3.E+08	3.E+08	7.E+07
Sc	2.E+06	1.E+06	2.E+06	3.E+06	1.E+06	2.E+06	1.E+06	2.E+06	1.E+06	7.E+05	2.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+06	2.E+06	9.E+05	9.E+05	2.E+06
Ti	2.E+08	2.E+08	4.E+08	3.E+08	2.E+08	2.E+08	2.E+08	4.E+08	3.E+08	1.E+08	3.E+08	3.E+08	1.E+08	2.E+08	2.E+08	6.E+08	3.E+08	4.E+08	2.E+08	1.E+08
V	8.E+06	6.E+06	1.E+07	1.E+07	7.E+06	1.E+07	7.E+06	2.E+07	6.E+06	5.E+06	1.E+07	1.E+07	1.E+07	1.E+07	1.E+07	7.E+06	2.E+06	7.E+06	7.E+06	8.E+06
Cr	8.E+06	5.E+06	8.E+06	1.E+07	5.E+06	7.E+06	5.E+06	1.E+07	3.E+07	4.E+06	7.E+06	9.E+06	5.E+06	6.E+06	4.E+06	5.E+06	1.E+06	4.E+06	4.E+06	8.E+06
Mn	3.E+07	2.E+08	6.E+07	1.E+08	6.E+07	3.E+07	5.E+07	1.E+07	2.E+07	3.E+06	8.E+06	6.E+07	2.E+07	7.E+06	4.E+06	4.E+06	8.E+06	6.E+06	2.E+06	3.E+08
Fe	6.E+09	4.E+09	5.E+09	6.E+09	4.E+09	6.E+09	4.E+09	4.E+09	3.E+09	4.E+09	5.E+09	5.E+09	5.E+09	3.E+09	1.E+10	2.E+10	3.E+09	6.E+09	7.E+09	1.E+10
Co	6.E+05	6.E+05	9.E+05	2.E+06	9.E+05	9.E+05	9.E+05	6.E+05	7.E+05	2.E+05	3.E+05	1.E+06	6.E+05	4.E+05	1.E+05	1.E+05	1.E+05	3.E+05	2.E+05	3.E+05
Ni	3.E+06	2.E+06	3.E+06	2.E+06	2.E+06	2.E+06	1.E+06	2.E+06	7.E+06	9.E+05	2.E+06	1.E+07	2.E+06	2.E+06	5.E+05	4.E+05	4.E+05	1.E+06	6.E+05	8.E+05
Cu	9.E+06	1.E+06	2.E+06	2.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+06	3.E+06	2.E+06	6.E+05	2.E+06	2.E+07	5.E+06	6.E+06	7.E+06	1.E+07	2.E+07	3.E+07	3.E+06	3.E+05
Zn	3.E+06	1.E+07	6.E+06	6.E+06	2.E+06	3.E+06	2.E+06	3.E+06	5.E+06	7.E+05	1.E+06	3.E+07	3.E+06	4.E+06	3.E+06	3.E+06	3.E+07	8.E+05	8.E+05	8.E+05
Ga	4.E+06	3.E+06	7.E+06	8.E+06	7.E+06	8.E+06	6.E+06	9.E+06	3.E+06	2.E+06	5.E+06	4.E+06	5.E+06	4.E+06	5.E+06	5.E+06	2.E+06	3.E+06	4.E+06	4.E+06
Ge	4.E+05	2.E+05	3.E+05	3.E+05	3.E+05	4.E+05	2.E+05	3.E+05	3.E+05	1.E+05	2.E+05	3.E+05	3.E+05	2.E+05	1.E+05	3.E+05	4.E+05	1.E+05	1.E+05	2.E+05
As	1.E+06	4.E+05	7.E+05	3.E+05	2.E+05	2.E+05	2.E+05	6.E+05	1.E+05	4.E+05	5.E+05	2.E+06	1.E+06	2.E+06	1.E+07	2.E+08	6.E+07	1.E+08	1.E+08	2.E+06
Se	4.E+04	1.E+04	2.E+04	1.E+04	1.E+04	1.E+04	1.E+04	3.E+04	1.E+04	3.E+04	6.E+04	2.E+04	3.E+04	3.E+04	2.E+05	2.E+06	4.E+05	5.E+04	2.E+04	2.E+04
Rb	8.E+06	6.E+06	9.E+06	6.E+06	1.E+07	2.E+07	1.E+07	2.E+07	3.E+06	4.E+06	1.E+07	1.E+06	8.E+06	9.E+06	6.E+06	3.E+06	3.E+06	6.E+06	5.E+06	4.E+06
Sr	2.E+06	3.E+06	2.E+06	2.E+06	5.E+06	5.E+06	4.E+06	8.E+06	5.E+06	1.E+06	3.E+06	7.E+05	7.E+06	3.E+06	5.E+06	1.E+07	1.E+06	1.E+07	5.E+06	9.E+05
Y	6.E+06	1.E+06	9.E+05	6.E+05	4.E+05	4.E+05	4.E+05	6.E+05	1.E+06	1.E+05	7.E+05	3.E+06	2.E+06	1.E+06	8.E+05	8.E+05	3.E+06	3.E+05	5.E+05	4.E+05
Zr	5.E+06	3.E+06	4.E+06	2.E+06	4.E+06	5.E+06	4.E+06	7.E+06	1.E+07	2.E+06	8.E+06	7.E+06	6.E+06	6.E+06	4.E+06	1.E+07	4.E+07	3.E+06	4.E+06	2.E+06
Nb	6.E+05	3.E+05	6.E+05	4.E+05	5.E+05	5.E+05	5.E+05	1.E+06	7.E+05	4.E+05	7.E+05	7.E+05	3.E+05	4.E+05	3.E+05	8.E+05	1.E+06	5.E+05	5.E+05	1.E+05
Mo	4.E+04	4.E+04	3.E+05	1.E+05	3.E+04	4.E+04	5.E+04	1.E+05	2.E+04	5.E+04	2.E+05	7.E+04	2.E+05	1.E+05	1.E+05	1.E+06	5.E+05	8.E+05	1.E+05	7.E+04
Rh	6.E+02	1.E+02	2.E+02	3.E+02	1.E+02	1.E+02	9.E+01	2.E+02	2.E+02	4.E+01	1.E+02	2.E+03	3.E+02	3.E+02	5.E+02	2.E+04	1.E+04	2.E+03	3.E+02	3.E+01
In	1.E+04	9.E+03	1.E+04	1.E+04	1.E+04	2.E+04	9.E+03	2.E+04	7.E+03	6.E+03	1.E+04	6.E+03	7.E+03	8.E+03	5.E+04	3.E+05	4.E+05	2.E+04	9.E+03	6.E+04
Sn	5.E+05	3.E+05	7.E+05	5.E+05	6.E+05	8.E+05	5.E+05	8.E+05	4.E+05	4.E+05	6.E+05	5.E+05	4.E+05	5.E+05	1.E+06	4.E+07	6.E+06	7.E+05	5.E+05	4.E+05
Sb	1.E+05	8.E+04	2.E+05	2.E+05	1.E+05	1.E+05	1.E+05	2.E+05	3.E+04	3.E+04	2.E+05	2.E+05	9.E+05	4.E+05	6.E+05	7.E+07	7.E+07	3.E+06	1.E+06	1.E+05
Te	2.E+04	3.E+03	9.E+03	3.E+03	7.E+03	1.E+04	6.E+03	8.E+03	1.E+03	4.E+03	5.E+03	1.E+03	2.E+04	1.E+04	8.E+03	2.E+05	6.E+03	1.E+04	1.E+04	2.E+03
Cs	7.E+05	5.E+05	1.E+06	5.E+05	6.E+05	1.E+06	5.E+05	1.E+06	1.E+05	3.E+05	9.E+05	8.E+04	4.E+05	4.E+05	2.E+05	2.E+05	1.E+05	3.E+05	3.E+05	2.E+05
Ba	1.E+07	1.E+07	3.E+07	3.E+07	4.E+07	5.E+07	4.E+07	5.E+07	1.E+07	9.E+06	3.E+07	3.E+07	4.E+07	2.E+07	2.E+07	4.E+07	7.E+06	2.E+07	2.E+07	3.E+07
Hf	2.E+05	1.E+05	2.E+05	1.E+05	1.E+05	2.E+05	1.E+05	3.E+05	4.E+05	1.E+05	3.E+05	2.E+05	2.E+05	2.E+05	1.E+05	4.E+05	2.E+06	1.E+05	1.E+05	7.E+04
Ta	4.E+04	2.E+04	5.E+04	3.E+04	4.E+04	4.E+04	4.E+04	7.E+04	4.E+04	3.E+04	5.E+04	4.E+04	2.E+04	3.E+04	2.E+04	6.E+04	1.E+05	5.E+04	4.E+04	1.E+04
W	9.E+04	7.E+04	1.E+05	2.E+05	1.E+05	1.E+05	8.E+04	2.E+05	4.E+04	8.E+04	1.E+05	1.E+05	9.E+04	1.E+05	4.E+04	4.E+05	2.E+05	3.E+05	1.E+05	4.E+05
Hg	9.E+03	2.E+04	2.E+04	2.E+04	6.E+03	1.E+04	6.E+03	8.E+03	1.E+04	5.E+03	1.E+04	6.E+04	1.E+04	2.E+04	1.E+04	1.E+05	1.E+06	1.E+04	1.E+04	3.E+03
Tl	4.E+04	6.E+04	8.E+04	4.E+04	6.E+04	8.E+04	5.E+04	1.E+05	2.E+04	2.E+04	6.E+04	1.E+04	1.E+05	1.E+05	4.E+04	2.E+05	9.E+04	3.E+04	4.E+04	2.E+04
Pb	2.E+06	2.E+06	4.E+06	5.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+06	3.E+06	4.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+07	3.E+06	9.E+05	7.E+06	2.E+09	9.E+08	3.E+06	4.E+06	1.E+06
Bi	5.E+04	2.E+04	1.E+05	2.E+04	3.E+04	4.E+04	3.E+04	4.E+04	2.E+04	3.E+04	4.E+04	2.E+03	3.E+04	1.E+04	9.E+04	1.E+07	3.E+06	3.E+06	4.E+06	3.E+04
Th	4.E+05	4.E+05	6.E+05	3.E+05	6.E+05	7.E+05	6.E+05	6.E+05	1.E+06	5.E+05	9.E+05	7.E+05	6.E+05	5.E+05	2.E+05	3.E+05	2.E+06	3.E+05	4.E+05	7.E+04
U	6.E+04	6.E+04	2.E+05	1.E+05	1.E+05	2.E+05	1.E+05	4.E+05	3.E+05	1.E+05	3.E+05	2.E+05	2.E+05	2.E+05	1.E+05	2.E+05	1.E+06	1.E+05	1.E+05	6.E+04
REE	2.E+07	9.E+06	1.E+07	6.E+06	9.E+06	1.E+07	8.E+06	9.E+06	2.E+07	1.E+06	9.E+06	2.E+07	2.E+07	6.E+06	5.E+06	8.E+06	2.E+07	3.E+06	5.E+06	2.E+06

Análise granulométrica a laser

Objectivo dos testes preliminares:

Determinar o intervalo granulométrico de terras coradas segundo diferentes métodos de preparação (decantação, peneiração e moagem) Experimentação de metodologias para a preparação das terras no ponto 6.2

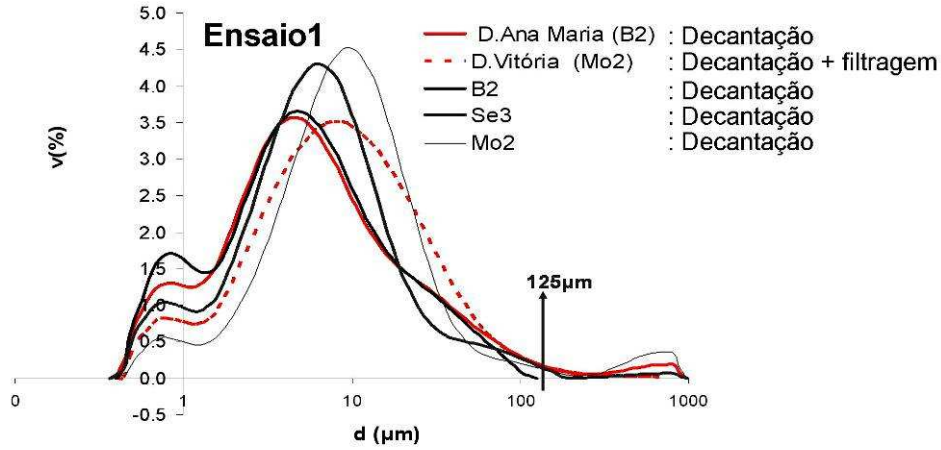
Material: 3 terras coradas utilizadas em caiações caseiras recolhidas dos concelhos de Moura, Serpa e Barrancos (Mo2, Se3 e B2).

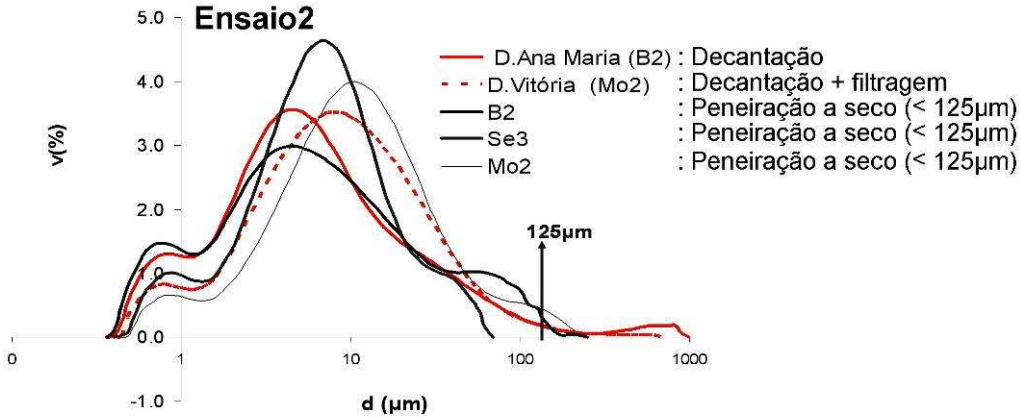
			Ensaio 1			Ensaio2			Ensaio 3		
Métodos experimentados	Decantação	Decantação + filtragem com meia de vidro	Decantação			Peneiração a seco (< 125µm)			Moagem (durante 1mn)		
	Pinturas executadas pela populaçação (método 2 e 3 da Fig. 5.22 , ponto 5.2)		Reprodução feita em laboratório			Reprodução feita em laboratório			1 g de Mo2 . Moagem realizada em laboratório por 3 executantes de sexo e idades diferenciadas		
Quantidades (terra/agua)	Quantidade aleatória de pigmento e de água		8g de terra 60ml de água	8g de terra 20ml de água	8g de terra 5ml de água	8g de terra			Fem. (33 anos)	Fem (59 anos)	Masc. (39 anos)
Terras (Ref.)	D.Ana Maria (B2)	D.Vitória (Mo2)	B2	Se3	Mo2	B2	Mo2	Se3	Pm1	P m 2	P m 3
Resultados Tamanhos (µm)											
0.24											
0.27											
0.30											
0.33											
0.36	0.00			0.00							
0.40	0.03	0.00	0.00	0.04		0.00		0.00		0.00	0.00
0.44	0.24	0.01	0.14	0.13	0.00	0.11	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
0.49	0.56	0.30	0.62	0.44	0.16	0.50	0.01	0.09	0.16	0.24	0.26
0.54	0.83	0.54	0.93	0.70	0.32	0.80	0.22	0.37	0.31	0.45	0.48
0.59	1.03	0.64	1.22	0.84	0.42	1.06	0.42	0.64	0.40	0.56	0.59
0.66	1.18	0.75	1.47	0.97	0.50	1.27	0.51	0.79	0.48	0.67	0.70
0.72	1.27	0.81	1.63	1.03	0.55	1.40	0.61	0.93	0.52	0.74	0.76
0.80	1.30	0.82	1.70	1.05	0.55	1.47	0.65	1.00	0.53	0.77	0.78
0.88	1.30	0.80	1.71	1.02	0.54	1.47	0.66	1.01	0.51	0.78	0.78
0.98	1.27	0.77	1.65	0.98	0.51	1.43	0.64	0.98	0.49	0.77	0.75
1.08	1.25	0.74	1.57	0.93	0.47	1.37	0.61	0.93	0.47	0.77	0.73
1.19	1.26	0.73	1.49	0.91	0.45	1.32	0.58	0.89	0.45	0.77	0.72
1.31	1.31	0.76	1.44	0.94	0.46	1.30	0.56	0.87	0.46	0.81	0.74
1.45	1.42	0.83	1.46	1.02	0.50	1.32	0.58	0.89	0.50	0.89	0.79
1.60	1.60	0.95	1.55	1.16	0.58	1.41	0.63	0.98	0.57	1.01	0.88
1.77	1.82	1.11	1.72	1.35	0.69	1.55	0.71	1.13	0.67	1.16	1.01
1.95	2.07	1.30	1.94	1.59	0.84	1.74	0.84	1.33	0.80	1.34	1.16
2.15	2.34	1.51	2.21	1.86	1.00	1.95	0.99	1.59	0.94	1.55	1.33
2.38	2.60	1.73	2.49	2.14	1.19	2.16	1.15	1.88	1.11	1.77	1.52
2.63	2.86	1.96	2.76	2.45	1.41	2.36	1.34	2.19	1.28	2.00	1.73
2.90	3.08	2.18	3.02	2.75	1.64	2.55	1.54	2.52	1.48	2.23	1.94
3.20	3.27	2.40	3.24	3.05	1.90	2.70	1.75	2.86	1.69	2.47	2.17
3.53	3.41	2.60	3.42	3.33	2.18	2.82	1.98	3.20	1.91	2.70	2.40
3.90	3.51	2.79	3.55	3.60	2.48	2.91	2.21	3.53	2.14	2.93	2.63
4.31	3.56	2.96	3.63	3.83	2.78	2.96	2.45	3.83	2.38	3.15	2.86
4.76	3.56	3.12	3.66	4.03	3.10	2.99	2.70	4.11	2.62	3.35	3.09
5.25	3.52	3.25	3.63	4.18	3.41	2.98	2.94	4.34	2.85	3.52	3.29

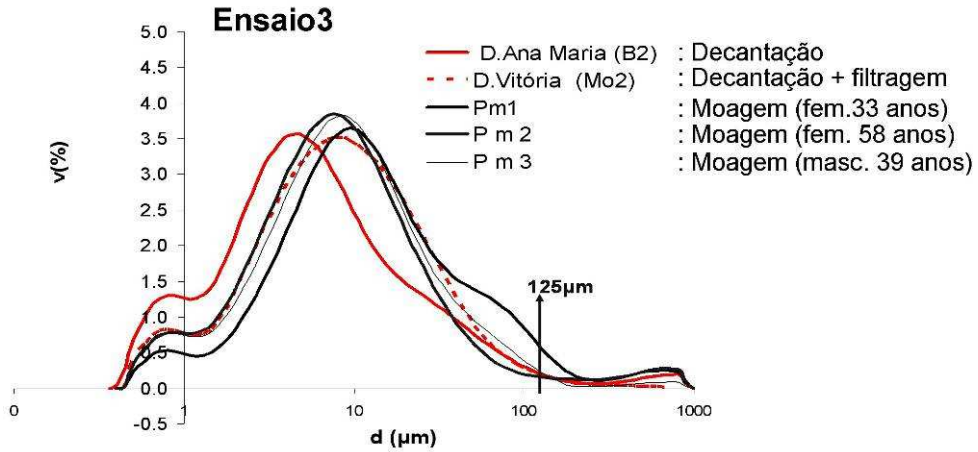
Análise granulométrica a laser (ensaios preliminares, continuação)

| | | |

Análise granulométrica a laser (ensaios preliminares, continuação)







Análise granulométrica a laser (fracção fina, terras coradas do Alentejo): fracção <125 µm.

Sample Sizes	A	E	S2	V1	P1	M4	M8	G1	MT1	E3	E5	E8	E9	A1	A2	Se2	Se3	Mo2	Mo4	Mo5	VV2	P4	O2	R5	R7	B1	B2	B3	F2c	F2e	F2f	HEM	GOET
0.10																																0.00	0.00
0.11																																1.57	1.06
0.12																																4.51	3.06
0.13																																7.55	5.32
0.15																																10.54	7.68
0.16																																12.09	9.11
0.18																																12.71	9.95
0.20																																12.41	9.89
0.22																																10.73	8.87
0.24																																7.79	7.15
0.27							0.00																									5.80	5.19
0.30	0.00	0.00					0.24								0.00																	3.08	3.43
0.33	0.10	0.01					0.91							0.00	0.02																	1.43	2.39
0.36	0.44	0.12	0.00			0.00	1.29	0.00			0.00			0.01	0.08		0.00			0.00			0.00			0.00					0.81	2.17
0.40	0.78	0.24	0.07	0.00	0.00	0.11	1.69	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.27	0.36	0.00	0.04			0.01			0.02	0.00		0.05	0.00	0.00	0.00			0.67	2.66
0.44	1.11	0.48	0.30	0.09	0.03	0.42	2.07	0.14	0.11	0.05	0.07	0.05	0.02	0.52	0.60	0.08	0.13	0.00		0.04	0.00	0.00	0.07	0.06	0.00	0.26	0.11	0.12	0.06	0.00		1.26	3.38
0.49	1.39	0.60	0.44	0.38	0.10	0.78	2.36	0.25	0.48	0.23	0.17	0.14	0.07	0.68	0.76	0.40	0.44	0.01	0.00	0.32	0.01	0.01	0.29	0.26	0.01	0.46	0.50	0.57	0.32	0.01	0.00	1.65	3.98
0.54	1.61	0.71	0.56	0.56	0.31	1.10	2.56	0.35	0.71	0.41	0.26	0.37	0.32	0.86	0.93	0.69	0.70	0.22	0.19	0.54	0.23	0.23	0.48	0.39	0.12	0.64	0.80	0.89	0.62	0.23	0.15	1.80	4.21
0.59	1.75	0.80	0.66	0.73	0.50	1.38	2.66	0.40	0.94	0.55	0.30	0.59	0.54	0.99	1.04	0.95	0.84	0.42	0.37	0.64	0.43	0.41	0.58	0.50	0.18	0.80	1.06	1.17	0.90	0.42	0.30	1.69	3.98
0.66	1.81	0.84	0.72	0.87	0.59	1.59	2.64	0.45	1.13	0.67	0.34	0.70	0.65	1.08	1.10	1.15	0.97	0.51	0.48	0.74	0.53	0.47	0.68	0.58	0.29	0.91	1.27	1.40	1.13	0.50	0.39	1.22	3.30
0.72	1.79	0.85	0.74	0.95	0.67	1.72	2.52	0.47	1.25	0.74	0.36	0.80	0.76	1.11	1.12	1.28	1.03	0.61	0.56	0.80	0.63	0.55	0.73	0.62	0.33	0.97	1.40	1.54	1.30	0.59	0.47	0.47	2.24
0.80	1.67	0.82	0.73	0.99	0.71	1.76	2.31	0.47	1.30	0.78	0.36	0.84	0.82	1.10	1.07	1.36	1.05	0.65	0.61	0.81	0.69	0.59	0.74	0.62	0.34	0.98	1.47	1.62	1.41	0.63	0.52	0.04	0.93
0.88	1.49	0.77	0.70	0.98	0.71	1.71	2.03	0.45	1.30	0.78	0.35	0.83	0.84	1.06	0.99	1.37	1.02	0.66	0.62	0.79	0.72	0.59	0.72	0.59	0.35	0.96	1.47	1.63	1.44	0.63	0.53	0.00	0.06
0.98	1.25	0.70	0.65	0.95	0.69	1.61	1.71	0.43	1.24	0.75	0.33	0.78	0.83	0.98	0.87	1.35	0.98	0.64	0.60	0.76	0.72	0.57	0.69	0.54	0.33	0.93	1.43	1.59	1.43	0.61	0.51		0.00
1.08	0.99	0.64	0.60	0.89	0.65	1.47	1.41	0.40	1.15	0.71	0.31	0.70	0.81	0.89	0.74	1.30	0.93	0.61	0.57	0.73	0.72	0.54	0.65	0.48	0.30	0.89	1.37	1.53	1.39	0.58	0.49		
1.19	0.74	0.59	0.57	0.84	0.61	1.32	1.14	0.38	1.06	0.67	0.30	0.63	0.79	0.81	0.61	1.25	0.91	0.58	0.54	0.72	0.71	0.50	0.61	0.42	0.26	0.86	1.32	1.47	1.34	0.54	0.46		
1.31	0.53	0.56	0.55	0.80	0.58	1.19	0.93	0.36	0.98	0.64	0.30	0.57	0.77	0.74	0.50	1.23	0.94	0.56	0.52	0.74	0.71	0.48	0.60	0.37	0.24	0.87	1.30	1.44	1.30	0.51	0.43		
1.45	0.38	0.57	0.56	0.80	0.57	1.10	0.81	0.36	0.92	0.64	0.31	0.54	0.78	0.71	0.43	1.25	1.02	0.58	0.53	0.81	0.74	0.48	0.62	0.34	0.24	0.91	1.32	1.47	1.31	0.50	0.43		
1.60	0.31	0.60	0.60	0.84	0.59	1.06	0.76	0.38	0.90	0.67	0.33	0.56	0.82	0.72	0.40	1.34	1.16	0.63	0.58	0.91	0.79	0.51	0.67	0.35	0.25	0.99	1.41	1.55	1.36	0.53	0.45		
1.77	0.30	0.65	0.66	0.92	0.65	1.07	0.76	0.40	0.92	0.73	0.36	0.63	0.89	0.77	0.41	1.48	1.35	0.71	0.67	1.06	0.88	0.57	0.74	0.38	0.29	1.09	1.55	1.69	1.47	0.58	0.49		
1.95	0.36	0.71	0.74	1.02	0.73	1.11	0.80	0.44	0.97	0.81	0.40	0.74	0.99	0.84	0.46	1.68	1.59	0.84	0.79	1.23	0.98	0.66	0.85	0.44	0.35	1.21	1.74	1.87	1.62	0.67	0.56		
2.15	0.45	0.78	0.83	1.15	0.83	1.17	0.85	0.48	1.04	0.92	0.44	0.89	1.11	0.93	0.53	1.90	1.86	0.99	0.94	1.42	1.10	0.77	0.97	0.52	0.42	1.33	1.95	2.07	1.80	0.77	0.65		
2.38	0.57	0.84	0.91	1.28	0.94	1.23	0.90	0.53	1.11	1.03	0.47	1.09	1.24	1.02	0.61	2.15	2.14	1.15	1.10	1.62	1.22	0.90	1.11	0.61	0.50	1.44	2.16	2.27	2.00	0.90	0.76		
2.63	0.69	0.90	1.00	1.41	1.06	1.28	0.95	0.58	1.19	1.15	0.51	1.31	1.38	1.11	0.69	2.39	2.45	1.34	1.29	1.83	1.34	1.04	1.27	0.70	0.60	1.54	2.36	2.46	2.21	1.04	0.88		
2.90	0.83	0.96	1.09	1.53	1.19	1.32	0.98	0.63	1.26	1.28	0.55	1.58	1.53	1.20	0.78	2.63	2.75	1.54	1.49	2.04	1.45	1.19	1.44	0.81	0.70	1.63	2.55	2.62	2.42	1.21	1.03		
3.20	0.96	1.01	1.18	1.65	1.33	1.35	1.00	0.69	1.33	1.42	0.59	1.88	1.69	1.28	0.87	2.85	3.05	1.75	1.71	2.25	1.56	1.35	1.63	0.92	0.81	1.69	2.70	2.75	2.64	1.40	1.21		
3.53	1.10	1.06	1.27	1.76	1.47	1.37	1.01	0.76	1.40	1.56	0.64	2.22	1.85	1.36	0.96	3.06	3.33	1.98	1.94	2.45	1.67	1.52	1.82	1.04	0.95	1.74	2.82	2.85	2.85	1.62	1.42		
3.90	1.23	1.11	1.36	1.86	1.61	1.37	1.01	0.83	1.46	1.70	0.70	2.59	2.01	1.44	1.05	3.24	3.60	2.21	2.19	2.64	1.76	1.68	2.03	1.18	1.10	1.77	2.91	2.91	3.05	1.87	1.66		
4.31	1.37	1.15	1.45	1.94	1.77	1.38	1.01	0.91	1.52	1.86	0.77	2.97	2.18	1.51	1.14	3.39	3.83	2.45	2.46	2.83	1.85	1.84	2.24	1.34	1.27	1.80	2.96	2.93	3.23	2.16	1.95		
4.76	1.50	1.20	1.53	2.02	1.93	1.38	1.02	0.99	1.58	2.02	0.86	3.37	2.34	1.58	1.24	3.51	4.03	2.70	2.74	2.99	1.94	1.99	2.44	1.51	1.47	1.82	2.99	2.93	3.41	2.47	2.28		
5.25	1.63	1.26	1.62	2.08	2.11	1.39	1.03	1.08	1.65	2.20	0.98	3.75	2.51	1.64	1.34	3.61	4.18	2.94	3.03	3.14	2.02	2.13	2.65	1.71	1.70	1.83	2.98	2.90	3.55	2.81	2.64		
5.80	1.75	1.32	1.70	2.12	2.29	1.42	1.04	1.17	1.71	2.38	1.11	4.11	2.66	1.71	1.44	3.66	4.27	3.18	3.31	3.26	2.10	2.25	2.84	1.92	1.95	1.85	2.96	2.85	3.67	3.17	3.03		
6.40	1.87	1.39	1.77	2.15	2.47	1.46	1.07	1.26	1.79	2.56	1.27	4.42	2.80	1.77	1.56	3.68	4.31	3.41	3.59	3.35	2.18	2.35	3.01	2.15	2.23	1.88	2.92	2.78	3.75	3.53	3.43		
7.07	1.98	1.47	1.83	2.16	2.66	1.51	1.10	1.34	1.86	2.75	1.45	4.67	2.93	1.83	1.67	3.65	4.27	3.61	3.85	3.40	2.25	2.43	3.16	2.40	2.52	1.91	2.86	2.70	3.78	3.88	3.83		
7.81	2.07	1.56	1.88	2.15	2.84	1.58	1.15	1.41	1.94	2.93	1.65	4.83	3.03	1.89	1.80	3.59	4.16	3.77	4.08	3.42	2.32	2.48	3.28	2.64	2.83	1.95	2.78	2.61	3.76	4.20	4.20		
8.62	2.15	1.66	1.91	2.12	3.02	1.67	1.21	1.48	2.01	3.09	1.87	4.90	3.11	1.94	1.92	3.48	3.99	3.90	4.27	3.39	2.39	2.51	3.37	2.89	3.14	2.00	2.70	2.51	3.68	4.47	4.52		
9.52	2.21	1.79	1.93	2.07	3.18	1.76	1.27	1.53	2.09	3.24	2.10	4.87	3.17	2.00	2.05	3.33	3.76	3.97	4.40	3.33	2.46	2.51	3.43	3.12	3.44	2.06	2.60	2.40	3.55	4.67	4.77		
10.51	2.25	1.93	1.94	2.01	3.32	1.86	1.35	1.58	2.16	3.36	2.33	4.75	3.19	2.06	2.18	3.14	3.48	4.00	4.47	3.24	2.52	2.49	3.46	3.34	3.72	2.13	2.50	2.29	3.36	4.79	4.93		
11.60	2.29	2.08	1.93	1.95	3.44	1.96	1.44	1.61	2.24	3.45	2.57	4.54	3.20	2.12	2.30	2.93	3.16	3.98	4.48	3.12	2.59	2.47	3.47	3.53	3.97	2.19	2.39	2.18	3.14	4.83	4.99		
12.81	2.30	2.26	1.92	1.88	3.53	2.06	1.54	1.64	2.31	3.52	2.80	4.26	3.17	2.20	2.42	2.71	2.82	3.90	4.42	2.97	2.66	2.44	3.45	3.69	4.17	2.26	2.27	2.07	2.88	4.77	4.93		
14.14	2.31	2.45	1.91	1.83	3.60	2.15	1.64	1.67	2.37	3.54	3.02	3.94	3.13	2.29	2.53	2.47	2.48	3.78	4.29	2.81	2.73	2.41	3.41	3.81	4.33	2.32	2.15	1.96	2.61	4.63	4.77		
15.61	2.31	2.65	1.91	1.79	3.63	2.23	1.74	1.69	2.43	3.53	3.22	3.59	3.07	2.39	2.64	2.23	2.15	3.62	4.09	2.64	2.81	2.39	3.36	3.90	4.43	2.37	2.03	1.85	2.33	4.40	4.50		
17.24	2.29	2.86	1.92	1.78	3.63	2.30	1.85	1.73	2.47	3.48	3.41	3.24	3.00	2.50	2.74	2.00	1.83	3.42	3.84	2.47	2.89	2.39	3.30	3.95	4.47	2.41	1.90	1.74	2.06	4.11	4.14		
19.03	2.27	3.06	1.95	1.79	3.60	2.35	1.97	1.79	2.49	3.39	3.58	2.88	2.91	2.62	2.83	1.78	1.55	3.19	3.54	2.31	2.98	2.40	3.22	3.95	4.44	2.42	1.77	1.63	1.81	3.76	3.72		
21.02	2.24	3.24	2.00	1.82	3.55	2.39	2.07	1.87	2.50	3.26	3.72	2.55	2.80	2.74	2.91	1.58	1.30	2.94	3.21	2.16	3.05	2.43	3.12	3.90	4.35	2.42	1.63	1.52	1.58	3.38	3.24		
23.20	2.21	3.40	2.09	1.88	3.47	2.41	2.18	1.99	2.48	3.10	3.84	2.23	2.69	2.84	2.97	1.40	1.09	2.68	2.84	2.02	3.12	2.46	3.01	3.81	4.20	2.40	1.50	1.41	1.38	2.97	2.74		
25.62	2.17	3.52	2.21	1.95	3.38	2.44	2.28	2.15	2.43	2.90	3.92	1.94	2.56	2.92	3.03	1.25	0.92	2.40	2.47	1.90	3.16	2.51	2.88	3.67	3.99	2.37	1.38	1.31	1.21	2.58	2.25		
28.29	2.14	3.60	2.36	2.03	3.27	2.45	2.36	2.35	2.37	2.68	3.98	1.67	2.43	2.98	3.07	1.11	0.79	2.13	2.10	1.79	3.18	2.57	2.73	3.49	3.73	2.33	1.27	1.22	1.08	2.19	1.78		
31.23	2.12	3.62	2.54	2.11	3.16	2.48	2.43	2.60	2.28	2.45	4.01	1.42	2.30	3.00	3.09	1.01	0.69	1.87	1.75	1.70	3.16	2.62	2.57	3.26	3.45	2.30	1.18	1.15	0.97	1.84	1.36		
34.48	2.11	3.60	2.74	2.17	3.03	2.50	2.49	2.88	2.19	2.22	4.01	1.18	2.17	2.98	3.10	0.93	0.62	1.63	1.41	1.62	3.10	2.67	2.38	2.99	3.14	2.28	1.10	1.10	0.89	1.52	1.00		
38.07	2.12	3.52	2.95	2.20	2.89	2.53	2.53	3.19	2.10	1.99	3.96	0.96	2.05	2.93	3.08	0.87	0.56	1.40	1.11	1.55	3.00	2.70	2.18	2.68	2.82	2.27	1.05	1.08	0.83	1.24	0.71		
42.04	2.14	3.40	3.14	2.20	2.73	2.55	2.54	3.51	2.01	1.77	3.68	0.74	1.93	2.85	3.04	0.83	0.53	1.21	0.85	1.49	2.85	2.72	1.96	2.36	2.50	2.28	1.03	1.07	0.78	1.01	0.50		
46.41	2.16	3.23	3.32	2.19	2.54	2.56	2.52	3.82	1.95	1.57	3.75	0.55	1.82	2.75	2.99	0.80	0.50	1.04	0.62	1.43	2.67	2.71	1.74	2.03	2.20	2.30	1.02	1.09	0.74	0.82	0.36		
51.24	2.19	3.04	3.44	2.15	2.30	2.56	2.48	4.09	1.91	1.40	3.58	0.37	1.71	2.61	2.91	0.78	0.48	0.90	0.45	1.37	2.44	2.67	1.52	1.72	1.91	2.32	1.02	1.11	0.70	0.67	0.29		
56.58	2.19	2.82	3.51	2.09	1.99	2.52	2.40	4.30	1.90	1.26	3.36	0.16	1.60	2.45	2.80	0.75	0.46	0.79	0.31	1.30	2.19	2.59	1.31	1.44	1.64	2.34	1.02	1.14	0.65	0.54	0.29		
62.47	2.16	2.58	3.50	2.02	1.62	2.44	2.28	4.43	1.91	1.14	3.10	0.09	1.49	2.27	2.67	0.70	0.44	0.70	0.21	1.22	1.91	2.47	1.10	1.19	1.40	2.33	1.02	1.15	0.60	0.44	0.33		
68.97	2.09	2.33	3.40	1.94	1.17	2.32	2.12	4.45	1.93	1.04	2.79	0.01	1.36	2.07	2.52	0.64	0.41	0.64	0.15	1.13	1.63	2.31	0.91	1.00	1.18	2.29	1.01	1.15	0.54	0.36	0.41		
76.15	1.97	2.08	3.22	1.84	0.60	2.14	1.93	4.35	1.95	0.96	2.46	0.00	1.21	1.86	2.33	0.56	0.38	0.60	0.11	1.02	1.36	2.10	0.73	0.85	0.98	2.20	0.98	1.12	0.47	0.29	0.53		
84.08	1.81	1.82	2.95	1.70	0.14	1.91	1.71	4.12	1.95	0.90	2.11		1.06	1.63	2.12	0.46	0.35	0.57	0.10	0.90	1.10	1.87	0.57	0.76	0.80	2.05	0.93	1.07	0.40	0.24	0.65		
92.83	1.60	1.56	2.61	1.54	0.00	1.65	1.48	3.78	1.91	0.84	1.75		0.89	1.40	1.88	0.35	0.31	0.55	0.10	0.77	0.87	1.62	0.43	0.70	0.64	1.85	0.86	0.98	0.33	0.19	0.78		
102.50	1.37	1.30	2.22	1.34		1.36	1.23	3.34	1.82	0.79	1.39		0.71	1.17	1.62	0.26	0.27	0.53	0.11	0.64	0.66	1.36	0.31	0.66	0.50	1.59	0.79	0.87	0.26	0.15	0.87		
113.17	1.14	1.06	1.80	1.12		1.07	0.98	2.83	1.68	0.74	1.06		0.54	0.95	1.06	0.14	0.22	0.50	0.13	0.51	0.49	1.11	0.22	0.63	0.37	1.31	0.71	0.75	0.20	0.12	0.93		
124.95	**0.79**	**0.72**	**0.91**	**0.79**		**0.69**	**0.65**	**2.29**	**0.67**	**0.67**	**0.77**		**0.37**	**0.44**	**0.81**	**0.05**	**0.18**	**0.47**	**0.14**	**0.38**	**0.34**	**0.88**	**0.13**	**0.59**	**0.25**	**0.71**	**0.50**	**0.33**	**0.15**	**0.10**	**0.74**		
137.96	0.75	0.61	0.90	0.66		0.56	0.54	0.05	0.26	0.60	0.50		0.24	0.25	0.62	0.01	0.13	0.42	0.15	0.27	0.23	0.68	0.09	0.55	0.17	0.73	0.46	0.20	0.11	0.09	0.70		
152.32	0.62	0.42	0.68	0.45		0.28	0.36	0.83	0.02	0.51	0.25		0.11	0.17	0.34	0.00	0.10	0.36	0.15	0.18	0.14	0.51	0.03	0.49	0.09	0.48	0.28	0.18	0.07	0.08	0.61		
168.18	0.54	0.28	0.27	0.27		0.05	0.23	0.77	0.09	0.40	0.04		0.03	0.01	0.26		0.05	0.28	0.15	0.08	0.08	0.39	0.00	0.41	0.00	0.28	0.14	0.07	0.05	0.07	0.48		
185.69	0.50	0.14	0.11	0.13		0.01	0.12	0.32	0.08	0.31	0.00		0.01	0.01	0.04		0.01	0.22	0.15	0.04	0.06	0.30		0.33		0.12	0.04	0.00	0.03	0.06	0.33			
205.02	0.49	0.03	0.00	0.05		0.00	0.04	0.01	0.01	0.19			0.00	0.00	0.00		0.01	0.12	0.16	0.00	0.06	0.26		0.26		0.01	0.03		0.01	0.03	0.28			
226.36	0.49	0.01		0.03			0.01	0.00	0.02	0.08							0.02	0.02	0.16		0.07	0.24		0.19		0.00	0.00		0.00	0.00	0.03			
249.93	0.48	0.00		0.01			0.02		0.06	0.03							0.01	0.00	0.17		0.09	0.24		0.16							0.08			
275.95	0.46			0.00			0.02		0.04	0.00							0.02		0.18		0.11	0.26		0.14							0.03			
304.67	0.42						0.02		0.03								0.02		0.19		0.12	0.27		0.15							0.00			
336.39	0.35						0.02		0.02								0.03		0.20		0.12	0.29		0.18										
371.41	0.26						0.02		0.01								0.03		0.20		0.11	0.29		0.21										
410.08	0.16						0.02		0.00								0.04		0.19		0.10	0.28		0.22										
452.77	0.09						0.02										0.05		0.18		0.07	0.25		0.22										
499.90	0.05						0.02										0.06		0.16		0.05	0.19		0.17										
551.95	0.02						0.02										0.06		0.13		0.03	0.06		0.04										
609.41	0.01						0.02										0.07		0.08		0.01	0.02		0.01										
672.85	0.03						0.02										0.07		0.05		0.00	0.00		0.00										
742.89	0.05						0.01										0.07		0.01															
820.23	0.07						0.01										0.07		0.00															
905.62	0.06						0.00										0.02																	
999.90	0.00																0.00																	

Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm): terras coradas do Alentejo (fracção<125 µm).

| | comprimento de onda (nm) | | |

Anexo VII (ponto 5.5)

Análise granulométrica a laser (pigmentos de origem industrial)

Amostra (Ref.)	E8		EVDM1	Arc3	E2		MON4	E9	E13	E14	E4		EVAG3	EVDA1	E3	MON3	AldS1	EVDA2	RDM1		VV3	ARR1	EVAG2	AB9	Arc2		E1	EVAG4
Tamanhos	Naturais (ocres e almagres)								Naturais		Oxídos de ferro vermelhos e amarelos sintéticos								Azuis ultramarinos artificiais					Pretos de natureza variada				
0.10																												
0.11											1.36	1.52	1.57	1.21	0.71	1.00	1.06							0.03			0.62	0.77
0.12											3.93	4.35	4.51	3.46	2.05	2.90	3.06							0.08			1.80	2.22
0.13											6.82	7.28	7.55	5.85	3.60	5.06	5.32							0.13			3.06	3.82
0.15											9.80	10.15	10.54	8.22	5.23	7.32	7.68							0.19			4.37	5.49
0.16											11.60	11.66	12.09	9.51	6.24	8.72	9.11							0.23			5.17	6.53
0.18											12.65	12.37	12.71	10.13	6.85	9.55	9.95							0.27			5.69	7.23
0.20											12.48	12.00	12.41	9.81	6.83	9.52	9.89							0.31			5.80	7.39
0.22									0.00		11.11	10.53	10.73	8.60	6.15	8.58	8.87							0.34			5.50	6.99
0.24									0.03	0.00	9.04	8.31	7.79	6.90	5.00	6.96	7.15							0.37			4.90	6.20
0.27									0.15	0.07	5.63	5.83	5.80	4.58	3.72	5.11	5.19							0.39			4.21	5.27
0.30									0.85	0.55	3.35	3.59	3.08	3.04	2.67	3.48	3.43							0.41			3.61	4.46
0.33	0.00			0.00	0.00				1.47	0.96	1.68	2.05	1.43	2.08	2.22	2.54	2.39					0.00		0.42			3.30	4.01
0.36	0.02			0.01	0.03				2.01	1.32	0.49	1.32	0.81	1.61	2.46	2.40	2.17		0.00			0.01		0.43	0.00		3.29	3.95
0.40	0.20	0.00		0.29	0.77	0.00	0.00		2.62	1.72	0.63	1.28	0.87	1.95	3.26	2.94	2.66		0.05	0.00		0.14	0.00	0.43	0.11		3.50	4.18
0.44	0.63	0.04		0.67	1.50	0.05	0.05		3.17	2.09	1.17	1.52	1.26	2.47	4.24	3.69	3.38		0.17	0.05		0.32	0.04	0.43	0.37		3.76	4.41
0.49	0.91	0.23		1.04	2.02	0.27	0.14		3.62	2.40	1.71	1.74	1.65	2.87	5.10	4.28	3.98		0.42	0.21		0.47	0.18	0.44	0.68		3.90	4.46
0.54	1.17	0.48		1.39	2.55	0.52	0.40		3.98	2.64	2.05	1.76	1.80	3.01	5.59	4.49	4.21		0.55	0.30		0.60	0.30	0.44	0.96		3.86	4.24
0.59	1.38	0.70		1.69	2.96	0.74	0.63		4.21	2.80	2.06	1.56	1.69	2.83	5.64	4.23	3.98		0.66	0.39		0.72	0.41	0.44	1.22		3.63	3.74
0.66	1.51	0.88		1.90	3.21	0.92	0.75		4.29	2.86	1.60	1.01	1.22	2.34	5.19	3.51	3.30		0.76	0.46		0.80	0.50	0.44	1.42		3.23	3.03
0.72	1.56	1.01		2.02	3.33	1.03	0.87		4.22	2.83	0.73	0.20	0.47	1.60	4.27	2.41	2.24		0.81	0.51		0.86	0.56	0.45	1.57		2.71	2.18
0.80	1.54	1.08		2.05	3.30	1.08	0.94		4.00	2.70	0.09	0.00	0.04	0.80	3.18	1.11	0.93		0.84	0.53		0.90	0.60	0.46	1.66		2.18	1.38
0.88	1.46	1.09		2.00	3.14	1.08	0.96		3.65	2.49	0.00		0.00	0.22	2.09	0.18	0.06		0.86	0.55		0.93	0.62	0.47	1.69		1.76	0.78
0.98	1.34	1.06		1.90	2.88	1.03	0.96		3.22	2.23				0.00	1.17	0.00	0.00		0.87	0.57		0.97	0.62	0.49	1.68		1.50	0.47
1.08	1.22	1.01		1.77	2.56	0.96	0.93		2.74	1.94					0.71				0.91	0.61		1.03	0.62	0.52	1.64		1.42	0.43
1.19	1.12	0.96		1.66	2.23	0.89	0.90		2.27	1.67					0.57				1.00	0.70		1.14	0.61	0.54	1.61		1.44	0.55
1.31	1.06	0.91		1.58	1.94	0.84	0.88		1.84	1.42					0.49				1.16	0.84		1.30	0.61	0.58	1.60		1.50	0.72
1.45	1.05	0.90		1.56	1.73	0.84	0.87		1.49	1.24					0.48				1.39	1.07		1.55	0.63	0.61	1.62		1.52	0.85
1.60	1.10	0.91		1.60	1.62	0.88	0.89		1.25	1.12					0.50				1.72	1.40		1.87	0.66	0.65	1.68		1.50	0.93
1.77	1.19	0.95		1.70	1.60	0.99	0.94		1.10	1.07					0.52				2.13	1.83		2.25	0.72	0.68	1.77		1.44	0.95
1.95	1.33	1.01		1.84	1.65	1.14	1.00		1.02	1.06					0.53				2.60	2.35		2.69	0.79	0.71	1.87		1.34	0.88
2.15	1.50	1.07		1.99	1.74	1.34	1.08		0.98	1.07					0.53				3.10	2.95		3.14	0.88	0.73	1.97		1.20	0.73
2.38	1.69	1.12		2.12	1.84	1.56	1.16		0.96	1.08					0.50				3.60	3.57		3.57	0.98	0.75	2.02		1.05	0.57
2.63	1.90	1.16		2.22	1.93	1.80	1.24		0.94	1.08					0.45				4.05	4.17		3.95	1.08	0.76	2.04		0.88	0.18
2.90	2.11	1.20		2.29	1.98	2.07	1.32		0.91	1.06					0.37				4.43	4.71		4.26	1.20	0.76	2.01		0.72	0.00
3.20	2.32	1.23		2.33	2.01	2.35	1.39		0.88	1.04					0.29				4.71	5.13		4.46	1.31	0.77	1.93		0.58	
3.53	2.53	1.26		2.34	1.99	2.63	1.47		0.84	1.00					0.23				4.86	5.42		4.55	1.44	0.78	1.81		0.46	
3.90	2.73	1.30		2.32	1.93	2.93	1.54		0.79	0.95					0.16				4.89	5.54		4.53	1.58	0.80	1.67		0.37	
4.31	2.93	1.37		2.30	1.84	3.22	1.61		0.74	0.91					0.11				4.79	5.50		4.40	1.72	0.83	1.51		0.31	
4.76	3.11	1.46		2.29	1.72	3.51	1.69		0.70	0.86					0.08				4.59	5.31		4.18	1.89	0.87	1.35		0.26	
5.25	3.28	1.59		2.28	1.58	3.78	1.78		0.67	0.83					0.04				4.30	4.99		3.90	2.07	0.93	1.21		0.23	
5.80	3.43	1.76		2.30	1.43	4.02	1.88		0.65	0.82					0.01				3.94	4.57		3.56	2.28	1.01	1.10		0.22	
6.40	3.58	1.97		2.35	1.27	4.21	1.98		0.65	0.82					0.00				3.54	4.08		3.20	2.50	1.10	1.02		0.21	
7.07	3.70	2.21		2.42	1.12	4.34	2.10		0.67	0.85									3.13	3.57		2.85	2.75	1.20	0.98		0.20	
7.81	3.80	2.47		2.52	0.98	4.39	2.23		0.71	0.90									2.74	3.07		2.52	3.01	1.32	0.99		0.19	
8.62	3.88	2.74		2.63	0.86	4.36	2.36		0.77	0.97									2.37	2.60		2.23	3.28	1.44	1.04		0.17	
9.52	3.92	3.00		2.75	0.77	4.26	2.51		0.85	1.06									2.06	2.19		1.99	3.55	1.58	1.15		0.16	
10.51	3.92	3.24		2.87	0.71	4.08	2.66		0.94	1.17									1.82	1.86		1.82	3.82	1.72	1.30		0.15	
11.60	3.88	3.43		2.97	0.71	3.83	2.82		1.05	1.28									1.65	1.62		1.71	4.06	1.86	1.51		0.15	
12.81	3.78	3.57		3.04	0.75	3.55	2.97		1.17	1.40									1.54	1.45		1.66	4.28	2.00	1.74		0.14	
14.14	3.62	3.65		3.07	0.85	3.25	3.13		1.29	1.51									1.50	1.36		1.66	4.45	2.15	2.01		0.15	
15.61	3.40	3.66		3.05	0.99	2.94	3.28		1.40	1.60									1.51	1.33		1.70	4.56	2.31	2.28		0.15	
17.24	3.11	3.61		2.96	1.17	2.64	3.42		1.50	1.67									1.55	1.33		1.75	4.60	2.47	2.54		0.14	
19.03	2.78	3.52		2.82	1.35	2.36	3.53		1.56	1.71									1.60	1.36		1.79	4.56	2.63	2.77		0.14	
21.02	2.40	3.39		2.60	1.54	2.11	3.62		1.59	1.71									1.65	1.38		1.81	4.43	2.81	2.95		0.11	
23.20	2.00	3.24		2.34	1.70	1.89	3.66		1.57	1.66									1.66	1.39		1.79	4.22	2.98	3.08		0.07	
25.62	1.60	3.08		2.03	1.81	1.69	3.66		1.50	1.56									1.63	1.36		1.72	3.92	3.16	3.14		0.05	
28.29	1.22	2.92		1.70	1.87	1.52	3.60		1.37	1.43									1.55	1.30		1.60	3.55	3.34	3.12		0.03	
31.23	0.88	2.76		1.37	1.86	1.37	3.49		1.18	1.25									1.40	1.19		1.43	3.13	3.50	3.04		0.00	
34.48	0.59	2.62		1.06	1.79	1.21	3.32		0.95	1.05									1.18	1.05		1.23	2.67	3.64	2.90			
38.07	0.37	2.48		0.79	1.64	1.06	3.10		0.68	0.85									0.91	0.87		0.99	2.21	3.74	2.70			
42.04	0.18	2.33		0.58	1.44	0.89	2.83		0.38	0.67									0.63	0.66		0.74	1.75	3.81	2.46			
46.41	0.08	2.18		0.41	1.21	0.70	2.53		0.13	0.55									0.20	0.47		0.49	1.33	3.82	2.19			
51.24	0.02	2.01		0.30	0.96	0.50	2.21		0.00	0.49									0.00	0.26		0.25	0.97	3.76	1.90			
56.58	0.00	1.82		0.24	0.74	0.31	1.87		0.00	0.53										0.02		0.02	0.66	3.64	1.61			
62.47		1.62		0.21	0.58	0.10	1.54		0.00	0.68													0.42	3.46	1.32			
68.97		1.39		0.21	0.50	0.00	1.23		0.00	0.94													0.25	3.21	1.06			
76.15		1.14		0.21	0.51		0.94		0.01	1.29													0.11	2.89	0.83			
84.08		0.89		0.22	0.62		0.68		0.08	1.69													0.06	2.53	0.63			
92.83		0.64		0.21	0.81		0.41		0.23	2.09													0.00	2.13	0.48			
102.50		0.44		0.20	1.03		0.06		0.51	2.43														1.72	0.37			
113.17		0.20		0.17	1.24		0.00		0.95	2.66														1.31	0.29			
124.95		**0.03**		**0.13**	**1.42**				**1.58**	**2.75**														**0.90**	0.23			
137.96		0.01		0.07	1.52				2.27	2.67														0.43	0.19			
152.32		0.00		0.04	1.50				2.80	2.44														0.08	0.15			
168.18				0.00	1.35				2.92	2.08															0.10			
185.69					1.17				2.44	1.64															0.05			
205.02					0.65				1.51	1.17																		
226.36					0.02				0.50	0.72																		
249.93					0.00				0.03	0.20																		
275.95									0.00	0.00																		
304.67																												
336.39																												
371.41																												
410.08																												
452.77																												
499.90																												
551.95																												
609.41																												
672.85																												
742.89																												
820.23																												
905.62																												
999.90																												

Anexo VIII (ponto 6.1)

Pedra&Cal, (39) (2008) 14-16

As potencialidades da fotografia digital na reprodução da cor de pinturas a cal

A identificação, a medição e a reprodutibilidade correcta da cor começou a ser uma preocupação constante a partir do momento que as sociedades foram alertadas para a destruição, intencional ou não, dos testemunhos coloridos de uma determinada cultura ou momento da civilização[2]. Portugal não é excepção, e tem-se tornado progressivamente mais consciente deste facto. Para tal, utilizam-se vários processos visuais (escalas / catálogos de cor), associados ou não a medidas colorimétricas e a análises científicas. A fotografia digital oferece novas potencialidades para a produção de referências cromáticas mais fiáveis. Contudo, o consenso não é fácil e várias dúvidas se levantam.

ESCALAS DE COR E COORDENADAS COLORIMÉTRICAS: VANTAGENS E LIMITAÇÕES

Lidar com a cor é sempre um assunto complexo, pois ela pode ser influenciada por muitos factores [1,3,4,5]. Na prática da descrição da cor em Arquitectura, os sistemas padronizados, como o atlas de Munsell ou, em especial, o sistema de Cor Natural (NCS) [2,5,6] continuam a ser os eleitos. Na conservação de pintura mural artística, a escala de cor Kodak é o sistema mais utilizado para referência de cor na documentação fotográfica. Todos estes sistemas visuais, especialmente o NCS, constituem, sem dúvida, ferramentas úteis e imprescindíveis. Contudo, o seu uso exclusivo não é suficiente pois como qualquer sistema perceptivo apresenta limitações. Um dos problemas mais sentidos é o facto da cor que uma fachada apresenta ser altamente dependente do contexto envolvente, que se altera continuamente com a luz, distância, fundo e observador [3,4]. A luz produz uma intensidade de cor e sombras, que mudam rapidamente com a incidência solar, criando outras nuances da mesma tonalidade. Todos estes factores interagem em conjunto com outros atributos visuais como o brilho, a profundidade ou a transparência. O aspecto da superfície também se altera com as diferenças de textura das argamassas antigas, com a humidade das paredes e com o próprio envelhecimento dos materiais. Por fim, a estabilidade cromática dos padrões utilizados para comparação não é também de desprezar. Em muitos casos, a comparação das cores pode tornar-se uma tarefa difícil, mesmo quando se tenta minimizar os factores externos, tirando várias medidas durante o dia, períodos de tempo ou criando condições de luz difusa. Estas dificuldades aumentam quando se lida com uma caiação pigmentada ou pintura a cal visto o resultado estético final não ser uma superfície homogénea nem de tonalidades fortes, caracteristicas das actuais tintas modernas porque, no passado, era impossível de alcançar com os meios disponíveis, nomeadamente com os pigmentos terra [7]. Nas pinturas a cal, por vezes de acentuada transparência, o aspecto da superfície (e consequentmente da cor) é também influenciada pela forma como a tinta foi aplicada (espessura da tinta e direcção das pinceladas) e a presença eventual de restos de camadas pictóricas anteriores.



Figs. 1a, 1b, 1c – Tratamento digital passo a passo

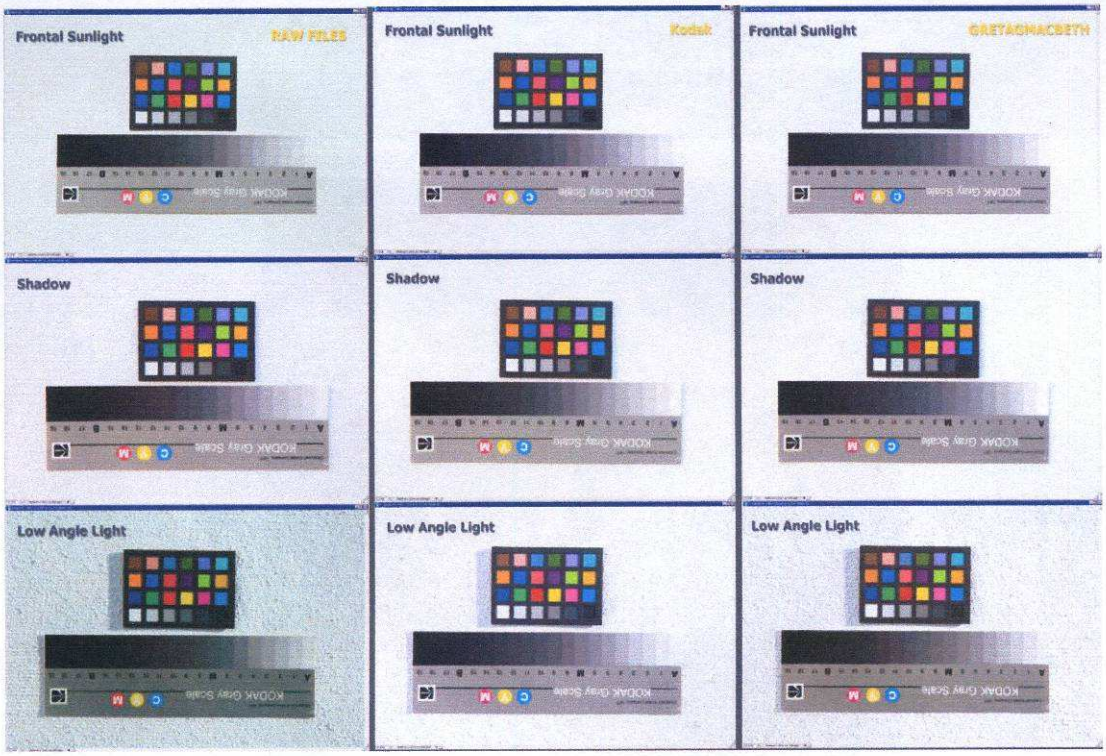


Fig. 2 - Comparação entre ficheiros RAW não processados e processados

Os "*match*" obtidos neste tipo de pinturas são, muitas vezes, meras aproximações. Na prática, para ultrapassar estas dificuldades e conseguir uma reprodução mais fiável das cores perceptidas, alguns restauradores criam a sua própria paleta, baseada nas cores e materiais originais observados e estudados com ou sem a ajuda de exames científicos.

O restauro de esquemas de pintura históricos inseridos em planos de cor urbanos é uma das áreas em que a ciência da cor aplicada é também utilizada [1, 6]. O espaço de cor CIE 1976 L*a*b* e as coordenadas CIE X,Y,Z são ainda os parâmetros mais utilizados para a medida e definição da cor. Por outro lado, as análises das curvas de refletância e transmitância obtidas com os colorímetros ou espectrofotómetros e a aplicação da segunda derivada da equação de Kubelka-Munck possibilitam uma primeira identificação dos pigmentos garantindo uma maior objectividade dos parâmetros colorimétricos medidos [3, 6]. Contudo, por si só este método é também duvidoso, especialmente no caso das pinturas a cal, pois é impossível definir ou reproduzir com precisão uma cor através das suas coordenadas cromáticas apenas, pois elas não dão nenhuma informação sobre a aparência da cor [1].

POTENCIALIDADES DA FOTOGRAFIA DIGITAL

Além dos métodos de avaliação de cores, mencionados acima, há uma outra abordagem que pode ser usada em circunstâncias controladas ou em trabalho de campo. A metodologia é baseada em fotografias digitais no formato RAW (não processadas pelo software interno da câmara) tomadas com escalas de referência Kodak Gray Scale [8] e/ou GretagMacbeth Colorchecker [9] e processadas com Adobe Photoshop e Adobe Camera Raw [10] utilizando o espaço de cor Adobe RGB (1998). A primeira etapa do processamento é fazer o balanço de brancos da foto, para remover dominantes de cor. Para obter resultados mais exactos, uma parte significativa de cada um dos patchs que vão de branco ao preto na escala deve ser seleccionada e aplicado o filtro 'Average'(fig. 1a).

Em seguida, usando o eyedropper 'Set Gray Point' em 'Curves' (ou 'Levels') no quarto patch cinzento executa o balanço de brancos (fig. 1b). A última etapa é restituir a gama tonal da escala baseado em valores conhecidos de RGB [11] para cada patch da escala usando a ferramenta 'Curves'. Em resumo, corrigindo o valor tonal da escala corrigirá toda a foto (fig. 1c). Para averiguar

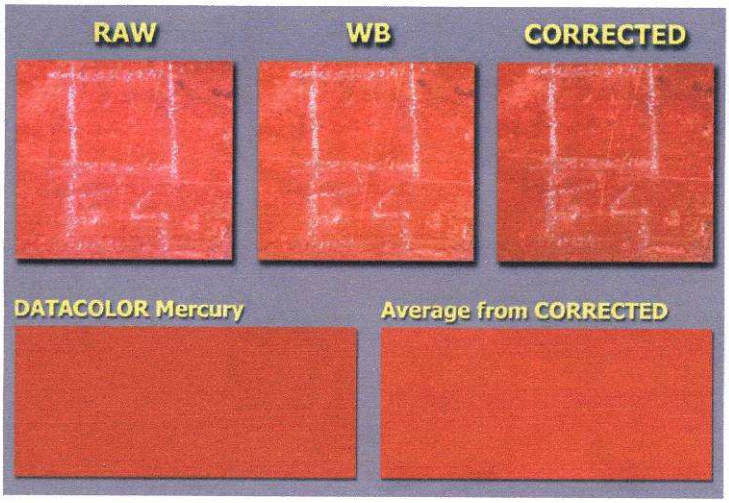


Fig. 3 - Sequência do processamento, comparação com as leituras do datacolour e aplicação do filtro average

as potencialidades do método, um primeiro teste (fig. 2) foi feito com 3 fotos tiradas no mesmo dia e na mesma parede, cada uma em condições de iluminação comuns em trabalho de campo: luz solar frontal, sombra e luz rasante.

Foram usadas escalas da Kodak e da GretagMacbeth para poder comparar sua precisão. Os resultados mostram que a escala de GretagMacbeth dá resultados mais consistentes devido ao seu revestimento superficial mate. A sombra parece ser a condição de iluminação mais 'neutra' para avaliar a cor usando este método. A luz rasante introduz uma grande quantidade de sombras em superfícies muito texturadas. Finalmente, um exemplo prático foi feito (fig. 3): a foto não processada (RAW) apresenta uma clara dominante azul, depois do balanço de branco (WB) a cor correta é restituída e finalmente, depois de aplicada a curva de tonalidade (baseado nos valores da escala) a gama tonal correcta é igualmente restaurada.

Finalmente mostramos os valores convertidos de CIELAB para RGB [12] dados pelo espectrocolorímetro Datacolor Mercury (s.n. 1633) com o resultado da aplicação do filtro 'Average' sobre a área em estudo (quadrado branco a giz na foto).

CONCLUSÃO

Hoje em dia, a interdisciplinaridade entre os métodos visuais e colorimétricos complementados pela análise científica é crucial se quisermos abordar a problemática da cor porque todos os métodos têm vantagens e limitações. Todos os sistemas visuais são perceptivos e baseados em conceitos mais ou menos subjectivos dado que podem facilmente ser influenciados por muitos factores. Obter uma mediação exacta da aparência da cor é, até este momento, também um problema não resolvido da ciência de cor. A exploração das potencialidades da fotografia digital, dentro de limites, é encorajador visto permitir uma combinação crescente entre os factores subjectivos (percepção) e os objectivos (medições).

AGRADECIMENTOS

À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através da bolsa de Doutoramento-SFRH/BD/1263/2003 e do projecto POCI/HEC/59555/2004, financiado pela FCT e pelo programa operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI2010) comparticipado pelo fundo comunitário FEDER.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AGUIAR. J., *Cor e a cidade histórica: estudos cromáticos e conservação do património* (FAUP Publicações, Porto, 2.ª impressão, 2005).

[2] M. J. Feliu; M. C. Edreira; J. Martin; S. Calleja; P. Ortega, *Study of various interventions in the façades of a historical building - Methodology, Proposal, Chromatic and Material Analysis*, In Color Research and application. Vol. 30, Number 5, October 2005, pp. 332-390.

[3] O. Ingolf Jensen, *Colouring materials and paints*. ASC-Lecture notes. ICCROM.

[4] BERGSTRÖM. B, *Aspects of colour communication between different paint materials*. Scandinavian Colour Institute AB, *AIC 2004 Color and Paints, Interim Meeting of the International Color Association, Proceedings* 295.

[5] AGUIAR. J., *Sobre a cor escondida das cidades históricas e o caso particular do palácio de Queluz* in Cadernos Edifícios (LNEC), n.º 2, Outubro de 2002, pp. 7-26.

[6] Relatório/98-NA, LNEC, Lx, Dez. 1998 - Estudos cromáticos para o centro histórico de Sintra.

[7] SCARZELLA. P., *Traditional Earth pigments and lime Wall Painting. Today problems of repainting in historical Buildings*, In TERPORT 30/11/99, pp.1-6.

[8] Information on http://www.kodak.com

[9] Information on http://www.gretagmacbeth.com

[10] Information on http://www.adobe.com

[11] Information on http://www.babelcolor.com

[12] Information on http://www.easyrgb.com

M. GIL D. CASAL F. A. I. SERUYA,
Departamento de Conservação e Restauro, Fac. Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, milenegil@gmail.com, anaseruya@gmail.com
J. AGUIAR,
Fac. de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, jaguiar@fautl.com
M.RIBEIRO,
Fotografo Profissional, mr@mrfotoson-line.com

Anexo IX (ponto 6.2)

Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm): acabamentos a cal de fachadas

Curvas de refletância de pinturas e barramentos a cal de fachadas alentejanas (360-700nm)

C.Cromática	Nº	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700
G7	1	18.73	19.45	20.59	21.60	23.02	24.28	25.59	27.15	28.50	29.21	29.02	27.46	24.71	21.39	18.14	15.49	13.42	11.95	10.88	10.05	9.51	9.08	8.78	8.56	8.42	8.41	8.46	8.59	8.86	9.25	9.79	10.53	11.72	13.34	15.60
SC10	2	16.47	17.75	18.90	20.29	21.98	23.36	24.77	26.29	27.51	28.20	28.20	26.95	24.42	20.98	17.21	13.82	11.04	9.03	7.58	6.54	5.84	5.35	5.04	4.84	4.75	4.78	4.92	5.20	5.63	6.26	7.16	8.38	10.14	12.42	15.25
Ou3	3	20.01	20.49	21.25	22.12	23.31	24.31	25.43	26.80	28.11	29.06	29.42	29.13	28.13	26.66	24.64	22.71	20.82	19.33	18.18	17.30	16.68	16.17	15.89	15.64	15.49	15.51	15.58	15.78	16.19	16.77	17.62	18.62	20.20	22.14	24.50
FA1	4	29.68	30.80	32.04	33.54	34.85	36.22	37.19	38.44	39.53	40.32	40.56	40.11	39.07	37.42	35.33	33.17	31.02	29.32	27.85	26.70	25.90	25.17	24.73	24.38	24.17	24.16	24.21	24.43	24.91	25.50	26.46	27.60	29.24	31.16	33.56
FA4	5	24.10	26.25	28.20	30.08	31.83	33.67	35.24	37.07	38.61	39.69	39.88	38.78	36.40	32.98	29.10	25.50	22.39	20.14	18.46	17.26	16.44	15.82	15.44	15.19	15.08	15.10	15.24	15.52	16.05	16.73	17.80	19.19	21.27	23.88	27.35
RdM4	6	13.74	14.34	14.99	16.00	16.86	17.74	18.52	19.46	20.25	20.65	20.56	19.76	18.24	16.32	14.26	12.31	10.60	9.27	8.26	7.48	6.96	6.56	6.28	6.10	6.00	5.99	6.06	6.24	6.52	6.92	7.55	8.30	9.35	10.67	12.24
Arr7	7	38.19	40.38	41.92	43.92	46.08	48.17	49.96	52.04	53.69	54.23	53.31	50.35	45.55	39.91	34.40	29.74	25.95	23.14	20.99	19.39	18.24	17.36	16.80	16.39	16.14	16.13	16.23	16.47	16.99	17.77	18.91	20.33	22.49	25.25	28.76
SC4	8	27.87	29.64	31.55	34.27	37.56	39.63	40.67	41.73	42.60	43.33	43.84	44.10	44.24	44.28	44.19	44.10	43.75	43.45	43.02	42.63	42.40	42.08	41.97	41.78	41.60	41.62	41.57	41.61	41.88	42.10	42.50	42.65	43.39	44.45	45.69
C2	9	8.81	8.46	8.30	8.16	8.27	8.09	7.98	7.93	7.84	7.76	7.73	7.68	7.67	7.67	7.69	7.73	7.77	7.92	8.19	8.72	9.90	11.99	15.05	18.47	21.47	23.72	25.10	26.04	26.88	27.69	28.58	29.38	30.56	31.78	33.13
SC8	10	9.67	9.68	10.17	10.80	11.62	11.81	11.83	11.86	11.87	11.93	12.04	12.12	12.23	12.35	12.47	12.66	12.83	13.17	13.76	14.91	17.16	20.87	25.80	30.76	34.72	37.52	39.12	40.10	41.10	42.02	43.00	43.76	45.09	46.37	47.74
Alm1	11	3.04	2.75	2.93	3.13	2.96	3.07	3.12	3.16	3.18	3.19	3.19	3.20	3.23	3.26	3.29	3.37	3.45	3.56	3.75	4.13	4.90	6.31	8.46	10.97	13.16	14.71	15.68	16.35	16.95	17.53	18.19	18.92	19.65	20.46	21.39
RdM5	12	4.42	4.92	5.41	5.54	5.49	5.51	5.43	5.41	5.41	5.42	5.44	5.43	5.42	5.46	5.52	5.55	5.57	5.68	5.92	6.37	7.28	8.92	11.46	14.40	17.08	19.14	20.49	21.41	22.24	22.94	23.79	24.64	25.84	27.07	28.47
E9	13	19.87	20.05	19.75	19.42	19.42	19.24	19.06	19.00	18.89	18.83	18.86	18.84	18.85	18.87	18.94	19.09	19.21	19.51	20.07	21.33	23.99	28.50	34.54	40.65	45.49	48.77	50.69	51.86	52.98	54.10	55.35	56.28	57.76	59.24	60.81
VV1b	14	4.61	4.69	4.92	4.65	4.72	4.59	4.59	4.55	4.53	4.50	4.48	4.46	4.48	4.54	4.62	4.71	4.86	5.13	5.73	6.99	9.26	12.59	16.46	20.07	22.93	24.92	26.30	27.50	28.68	29.95	31.11	32.73	34.43	36.30
MoN17	15	3.10	3.88	4.26	4.28	4.53	4.80	5.10	5.46	5.95	6.31	6.52	6.69	6.95	7.29	7.79	8.40	8.98	9.74	10.80	12.39	14.97	18.78	23.20	27.15	29.95	31.81	32.81	33.43	34.11	34.73	35.41	35.90	36.73	37.51	38.35
MON3	16	2.95	3.52	3.54	3.38	3.35	3.45	3.57	3.68	3.87	4.05	4.22	4.41	4.61	4.79	5.02	5.30	5.54	5.93	6.60	7.66	9.34	11.62	14.23	16.71	18.78	20.42	21.49	22.23	22.98	23.57	24.19	24.64	25.28	25.88	26.45
MON18	17	4.42	5.28	5.52	5.49	5.66	5.83	5.88	5.91	5.97	6.02	6.06	6.12	6.20	6.26	6.36	6.49	6.55	6.71	7.03	7.62	8.78	10.77	13.51	16.39	18.83	20.60	21.59	22.20	22.88	23.45	24.12	24.72	25.61	26.50	27.48
Ev15	19	6.73	7.63	7.71	7.76	7.93	8.16	8.32	8.54	8.84	9.07	9.24	9.42	9.63	9.86	10.17	10.55	10.85	11.31	12.04	13.31	15.56	19.19	23.90	28.68	32.56	35.35	36.97	38.02	39.04	39.99	41.05	41.91	43.28	44.57	45.94
A6	20	12.73	12.80	13.46	14.12	14.51	14.98	15.32	15.77	16.23	16.66	16.99	17.24	17.49	17.82	18.25	18.76	19.24	19.93	20.86	22.35	24.91	28.81	34.08	39.62	44.45	48.19	50.63	52.33	53.93	55.35	57.04	58.37	60.35	62.34	64.52
Alm2	21	3.75	3.58	3.57	3.84	3.70	3.78	3.80	3.86	3.92	3.99	4.05	4.13	4.22	4.28	4.34	4.45	4.55	4.71	4.99	5.50	6.42	7.87	9.82	11.90	13.64	14.91	15.73	16.30	16.83	17.33	17.89	18.39	19.13	19.83	20.62
Es4	22	5.63	5.66	5.85	5.46	5.62	5.56	5.63	5.70	5.77	5.89	6.06	6.20	6.35	6.53	6.76	7.01	7.27	7.65	8.31	9.59	12.11	16.38	22.20	28.37	33.49	37.10	39.32	40.76	42.09	43.43	44.96	46.34	48.28	50.26	52.42
E7	23	10.91	10.99	11.09	10.90	11.02	11.11	11.28	11.53	11.82	12.13	12.45	12.71	12.97	13.27	13.66	14.14	14.61	15.28	16.19	17.54	19.51	22.02	24.87	27.76	30.45	32.86	34.81	36.39	37.83	39.16	40.41	41.30	42.49	43.51	44.57
PdS6	24	4.26	4.23	3.90	4.19	4.14	4.26	4.40	4.59	4.83	5.10	5.38	5.61	5.84	6.11	6.41	6.75	7.16	7.72	8.63	10.11	12.49	15.82	19.93	24.02	27.50	30.32	32.26	33.71	35.02	36.22	37.38	38.34	39.72	41.03	42.32
N11	25	6.80	7.40	7.67	8.13	8.36	8.54	8.60	8.74	8.91	9.09	9.29	9.48	9.71	9.94	10.16	10.44	10.72	11.14	11.80	13.02	15.21	18.65	23.07	27.61	31.48	34.44	36.35	37.66	38.86	39.97	41.11	42.02	43.34	44.65	45.94
E5	26	4.76	4.81	4.99	4.88	5.11	5.12	5.25	5.34	5.45	5.57	5.69	5.76	5.85	5.95	6.08	6.21	6.35	6.54	6.81	7.26	7.97	9.01	10.39	11.98	13.44	14.60	15.41	15.91	16.40	16.86	17.39	17.85	18.58	19.31	20.20
E8	27	9.06	9.30	9.46	9.19	9.26	9.14	9.02	8.94	8.82	8.69	8.56	8.41	8.30	8.21	8.14	8.10	8.06	8.08	8.17	8.45	9.18	10.64	13.01	15.82	18.36	20.21	21.34	22.01	22.58	23.18	23.91	24.59	25.64	26.72	27.99
E10	28	6.32	6.44	6.74	6.69	6.97	6.99	7.01	7.03	7.06	7.07	7.08	7.05	7.04	7.03	7.06	7.09	7.11	7.17	7.25	7.42	7.72	8.22	9.00	9.97	10.86	11.57	11.99	12.25	12.49	12.72	12.98	13.21	13.61	14.03	14.50
MoN10	29	7.09	7.87	7.84	7.69	7.74	7.82	7.77	7.76	7.77	7.73	7.68	7.65	7.65	7.61	7.62	7.67	7.65	7.69	7.78	7.96	8.29	8.99	10.12	11.57	13.04	14.27	15.05	15.56	16.07	16.52	17.10	17.66	18.45	19.34	20.37
A8	30	13.83	14.18	14.29	15.06	15.56	15.94	16.09	16.24	16.30	16.33	16.38	16.35	16.34	16.35	16.37	16.45	16.48	16.59	16.72	17.00	17.63	18.70	20.49	22.56	24.45	25.86	26.65	27.14	27.65	28.15	28.73	29.28	30.21	31.21	32.36
VV1a	31	4.99	5.23	5.57	5.37	5.54	5.56	5.65	5.71	5.73	5.75	5.77	5.76	5.76	5.85	5.92	5.99	6.11	6.28	6.62	7.27	8.43	10.13	12.17	14.09	15.52	16.44	17.01	17.53	18.06	18.68	19.28	20.19	21.18	22.31
SC12	32	2.27	1.77	1.90	2.02	2.48	2.74	3.17	3.95	5.21	6.28	6.77	7.13	7.66	8.58	10.13	12.57	15.94	20.63	26.45	32.57	37.94	41.63	43.70	44.12	43.85	43.44	42.85	42.35	42.26	42.26	42.50	42.58	43.25	44.02	44.97
Od9	33	12.25	12.16	12.44	12.95	13.90	14.59	15.35	16.54	18.13	19.37	19.90	20.17	20.62	21.55	23.03	25.17	27.86	31.30	35.25	39.32	43.14	46.06	48.21	49.28	49.68	50.02	50.02	49.98	50.20	50.42	50.79	50.84	51.47	52.09	52.83
Ou6	34	8.35	8.17	8.24	8.48	9.06	9.38	9.86	10.63	11.69	12.60	13.06	13.33	13.74	14.47	15.65	17.41	19.70	22.78	26.64	30.90	35.19	38.83	41.76	43.56	44.64	45.44	45.83	46.13	46.65	47.20	47.88	48.23	49.24	50.26	51.33
RdM1	35	7.26	8.25	9.16	10.27	11.42	12.27	12.99	14.28	15.98	17.36	17.87	18.10	18.62	19.78	21.60	24.02	26.87	30.46	34.72	39.31	43.69	47.45	50.56	52.39	53.43	54.25	54.59	54.82	55.29	55.63	56.19	56.51	57.37	58.02	58.86
E4	36	9.66	9.80	10.14	10.43	11.11	11.62	12.25	13.35	14.88	16.10	16.54	16.80	17.37	18.62	20.63	23.28	26.39	30.19	34.53	38.92	42.92	45.93	48.07	49.26	49.84	50.26	50.40	50.44	50.66	50.89	51.19	51.13	51.52	51.81	52.30
MoN7	37	8.42	9.31	9.47	9.72	10.24	10.83	11.38	12.29	13.65	14.71	15.18	15.52	15.99	16.75	18.06	19.98	22.33	25.44	29.05	32.58	35.60	37.69	39.00	39.57	39.76	39.91	39.83	39.75	39.89	40.01	40.29	40.31	40.71	41.11	41.60
Ev1	38	9.08	10.35	11.04	12.48	14.13	15.22	15.92	17.05	18.69	19.98	20.45	20.77	21.24	22.06	23.62	26.01	29.12	33.33	38.39	43.54	47.96	51.03	52.78	53.32	53.24	53.12	52.69	52.29	52.26	52.26	52.49	52.44	52.96	53.48	54.20
Ev16	39	7.35	8.42	9.14	10.23	11.43	12.42	13.25	14.54	16.22	17.52	18.07	18.45	19.10	20.24	22.02	24.24	26.66	29.56	32.94	36.59	40.39	43.87	46.80	48.71	49.76	50.55	50.85	51.01	51.38	51.74	52.21	52.32	53.01	53.60	54.26
AldC14	40	8.60	9.11	9.40	9.89	10.15	10.56	10.91	11.54	12.31	12.93	13.33	13.63	14.00	14.47	15.11	15.91	16.77	17.80	19.00	20.44	22.24	24.16	26.12	27.79	29.09	30.23	30.98	31.58	32.22	32.80	33.38	33.73	34.30	34.80	35.30
C2	41	5.91	6.76	7.02	7.54	8.04	8.66	9.34	10.56	12.19	13.54	14.13	14.50	15.12	16.17	17.91	20.37	23.42	27.28	31.69	36.17	40.39	43.74	46.27	47.88	48.86	49.67	50.09	50.46	50.99	51.56	52.27	52.59	53.36	54.14	54.92
Vi1	42	2.99	3.31	3.73	3.58	3.53	3.54	3.46	3.44	3.44	3.42	3.42	3.40	3.38	3.39	3.41	3.39	3.34	3.33	3.34	3.36	3.36	3.30	3.26	3.24	3.21	3.20	3.17	3.18	3.19	3.15	3.13	3.07	3.05	3.07	3.14
Se6	43	4.31	4.96	5.38	5.45	5.49	5.57	5.52	5.51	5.54	5.55	5.55	5.54	5.51	5.52	5.52	5.51	5.45	5.44	5.43	5.45	5.44	5.37	5.32	5.28	5.22	5.19	5.15	5.12	5.10	5.04	4.99	4.91	4.88	4.87	4.94
VV1	44	2.48	2.62	2.77	2.46	2.67	2.60	2.60	2.57	2.56	2.58	2.56	2.54	2.53	2.52	2.54	2.55	2.54	2.54	2.52	2.53	2.53	2.53	2.51	2.50	2.47	2.46	2.46	2.45	2.46	2.43	2.42	2.40	2.41	2.39	2.38
Es2	45	4.76	5.09	5.44	5.36	5.54	5.57	5.70	5.79	5.88	5.96	6.03	6.05	6.09	6.15	6.23	6.32	6.39	6.46	6.50	6.58	6.66	6.70	6.75	6.77	6.77	6.79	6.80	6.80	6.83	6.80	6.80	6.76	6.80	6.80	6.80

Espectrofotometria no visível (comprimentos de onda 360-700 nm): Pigmentos de referência

| Curvas de refletância de pigmentos de referência(360-700nm) | | |

Calculo da 2º derivada de Kubelka-Munck ($f(R)=K/S=(1-R)^2/2R$ *)

	f(R)=K/S=(1-R)2 /2R *)					f'(R)=K/S=(1-R)2 /2R *)				
	C.Cromáticas (fachadas)		Pigmentos Referência			C.Cromáticas (fachadas)		Pigmentos Referência		
Comprimento de onda (nm)	E10	MoN10	FA7	Arc3	EVDA1	E10	MoN10	FA7	Arc3	EVDA1
360	2.24E+00	2.62E+00	1.92E+00	3.69E+00	2.33E+00					
370	2.30E+00	3.00E+00	2.01E+00	3.78E+00	2.48E+00	8.80E-04	3.98E-03	2.73E-03	3.61E-03	-9.28E-04
380	2.44E+00	2.98E+00	2.37E+00	4.23E+00	2.55E+00	-1.71E-03	-5.90E-04	-2.68E-03	-2.57E-03	1.91E-03
390	2.42E+00	2.91E+00	2.46E+00	4.43E+00	2.80E+00	1.61E-03	9.83E-04	-4.78E-05	-3.96E-04	-1.91E-03
400	2.56E+00	2.93E+00	2.55E+00	4.58E+00	2.87E+00	-1.27E-03	1.48E-04	3.44E-04	2.98E-04	-1.96E-04
410	2.57E+00	2.97E+00	2.67E+00	4.76E+00	2.91E+00	1.17E-08	-6.39E-04	-1.03E-03	-4.46E-04	1.48E-04
420	2.58E+00	2.95E+00	2.69E+00	4.90E+00	2.97E+00	1.16E-08	1.97E-04	-4.90E-05	2.49E-04	-5.90E-04
430	2.59E+00	2.94E+00	2.71E+00	5.07E+00	2.97E+00	4.90E-05	9.83E-05	2.33E-08	1.00E-04	-4.92E-04
440	2.60E+00	2.95E+00	2.72E+00	5.24E+00	2.92E+00	-9.80E-05	-2.46E-04	2.45E-04	-1.48E-04	1.97E-04
450	2.61E+00	2.93E+00	2.76E+00	5.40E+00	2.89E+00	2.83E-09	-4.91E-05	-3.93E-04	-6.95E-04	-1.47E-04
460	2.61E+00	2.91E+00	2.76E+00	5.49E+00	2.85E+00	-1.96E-04	9.83E-05	-4.91E-05	-2.48E-04	-4.89E-05
470	2.60E+00	2.89E+00	2.76E+00	5.55E+00	2.80E+00	9.80E-05	1.47E-04	2.49E-09	9.95E-05	2.95E-04
480	2.59E+00	2.89E+00	2.75E+00	5.63E+00	2.78E+00	2.87E-09	-1.97E-04	2.50E-09	1.49E-04	1.47E-04
490	2.59E+00	2.87E+00	2.75E+00	5.72E+00	2.77E+00	1.96E-04	2.46E-04	1.47E-04	1.99E-04	2.46E-09
500	2.60E+00	2.88E+00	2.76E+00	5.83E+00	2.77E+00	2.56E-08	1.97E-04	2.45E-04	3.48E-04	3.93E-04
510	2.62E+00	2.90E+00	2.79E+00	5.97E+00	2.80E+00	-4.90E-05	-3.44E-04	1.19E-07	-2.48E-04	1.47E-04
520	2.63E+00	2.89E+00	2.83E+00	6.09E+00	2.85E+00	1.96E-04	2.95E-04	2.95E-04	5.97E-04	4.92E-04
530	2.65E+00	2.91E+00	2.89E+00	6.27E+00	2.95E+00	9.82E-05	2.46E-04	2.95E-04	7.47E-04	4.93E-04
540	2.69E+00	2.95E+00	2.98E+00	6.52E+00	3.10E+00	4.42E-04	4.43E-04	4.93E-04	1.69E-03	1.48E-03
550	2.78E+00	3.04E+00	3.13E+00	6.95E+00	3.39E+00	6.40E-04	7.40E-04	9.38E-04	3.04E-03	3.57E-03
560	2.92E+00	3.21E+00	3.36E+00	7.67E+00	4.05E+00	9.87E-04	1.83E-03	1.78E-03	3.00E-03	6.17E-03
570	3.17E+00	3.55E+00	3.78E+00	8.70E+00	5.31E+00	1.39E-03	2.13E-03	2.68E-03	2.25E-03	6.96E-03
580	3.56E+00	4.11E+00	4.46E+00	9.95E+00	7.28E+00	9.49E-04	1.60E-03	1.75E-03	-1.79E-03	2.08E-03
590	4.04E+00	4.83E+00	5.32E+00	1.10E+01	9.45E+00	-3.87E-04	1.13E-04	1.54E-05	-3.69E-03	-3.37E-03
600	4.48E+00	5.56E+00	6.18E+00	1.17E+01	1.13E+01	-8.87E-04	-1.18E-03	-1.23E-03	-2.60E-03	-5.53E-03
610	4.83E+00	6.17E+00	6.92E+00	1.22E+01	1.26E+01	-1.44E-03	-2.24E-03	-2.68E-03	-2.20E-03	-5.69E-03
620	5.04E+00	6.56E+00	7.38E+00	1.24E+01	1.33E+01	-7.94E-04	-1.34E-03	-1.54E-03	-9.98E-05	-2.70E-03
630	5.17E+00	6.81E+00	7.70E+00	1.26E+01	1.37E+01	-9.90E-05	6.91E-07	-1.49E-04	1.50E-03	-2.99E-04
640	5.29E+00	7.07E+00	8.00E+00	1.30E+01	1.41E+01	-4.94E-05	-2.98E-04	-1.99E-04	5.50E-04	-2.49E-04
650	5.40E+00	7.29E+00	8.28E+00	1.34E+01	1.45E+01	1.49E-04	6.48E-04	3.50E-04	-1.99E-04	3.00E-04
660	5.53E+00	7.58E+00	8.59E+00	1.38E+01	1.50E+01	-1.49E-04	-9.90E-05	-9.92E-05	-2.45E-03	-6.49E-04
670	5.64E+00	7.86E+00	8.90E+00	1.40E+01	1.53E+01	8.46E-04	1.15E-03	1.20E-03	2.50E-04	1.70E-03
680	5.84E+00	8.25E+00	9.32E+00	1.41E+01	1.58E+01	1.00E-04	5.00E-04	5.50E-04	9.49E-04	1.50E-04
690	6.05E+00	8.70E+00	9.80E+00	1.44E+01	1.64E+01	2.49E-04	6.99E-04	6.50E-04	2.50E-03	2.79E-07
700	6.28E+00	9.21E+00	1.03E+01	1.49E+01	1.69E+01					

* Rodriguez J.M.F, Fernández, J.A.F, Application of the second derivative of the kubelka-Munck function to the Semiquantitative Analysis of Roman Paintings, Color Research and Application 30 (6) (2005)448-456

Anexo X (ponto 6.3)

Ensaios preliminares com agregados e ligantes (argamassas dos ensaios de cor)

Suporte das argamassas

As argamassas foram aplicadas em suportes rígidos (conhecidos comercialmente por *aerolam*) compostos por três estratos: um estrato central que consiste numa folha de alumínio em forma de favo de mel, delimitado nas duas faces por uma fina camada de resina epóxida.

O conjunto forma um suporte leve e resistente a factores mecânicos, químico e físicos de deterioração. O facto de limitar a superfície de evaporação da argamassa aplicar a um lado, não constitui uma desvantagem pelo facto de diminuir o número de variáveis que podiam interferir no entendimento dos fenómenos a analisar.

A evaporação e migração de pigmentos no interior de suportes porosos, se recorrêssemos a uma alvenaria ou a um material cerâmico como suporte, seria mais difícil de analisar devido às diferenças que podem ocorrer naturalmente na composição destes materiais. Com a utilização das placas de *aerolam* como suporte, assume-se que se cria uma situação que se pode afastar mais da realidade (embora nesta o grau de variabilidade também pode ser elevado dependendo dos agregados e ligantes utilizados) mas que permite, numa primeira abordagem, compreender melhor os fenómenos de secagem de uma pintura e de um barramento a cal. Outro factor determinante na escolha do suporte foi o facto de se pretender suportes que fossem facilmente transportáveis para fins de divulgação e demonstração.

A adequabilidade dos painéis de *aerolam* para a recepção de estratos de argamassa é atestado pela sua utilização como suporte em tratamentos de Conservação e restauro de pinturas murais em estado fragmentário e de azulejos.

Barramentos simples para recepção de pintura a cal

Com base na bibliografia consultada no Capitulo 2, foram preliminarmente realizados nove barramentos, com agregados e traços volumétricos diferenciados. Os objectivos foram a averiguação da trabalhabilidade das várias argamassas, análise do comportamento mecânico durante a secagem (fendilhação), da cor e textura superficial resultantes.

O Quadro X.1 apresenta os materiais utilizados e sua origem enquanto no Quadro X.2 é feito um resumo das experiências realizadas e dos resultados obtidos.

Quadro X.1: Natureza e origem dos materiais constituintes das argamassas dos testes preliminares

Constituintes	**Descrição**	**Massa volumica aparente (g/l)**
Cal aérea em pó	Cal aérea hidratada em pó (*Lusical*)	432.8
Cal aérea em pasta	Cal aérea hidratada em pasta (União Central de gessos)	1478
Resina acrílica	Adjuvante constituído por uma resina acrílica (*Acrilic AC33*)	-
Carbonato de cálcio	Carbonato de cálcio tipo III (*Areipor*) da zona de Rio Maior	1250.6
Areia AP8	Areia fina siliciosa (*Areipor*) da zona de Rio maior	1473.4
Pó de mármore	O pó de mármore fornecido pela linha de britagem *MotaEngil*, Vila Viçosa. O pó de mármore foi seco na estufa a 35 ºC e posteriormente peneirado (< 500μm).	1495
Nata de mármore	A nata de mármore foi fornecida por uma pedreira de mármore em Barro Branco. A nata de mármore foi seca na estufa a 40º C, destorroada e peneirada (< 500μm)	1071

Na feitura de todas as argamassas, foi acrescentada 4 ml de resina acrílica (*Acrilic AC33*) (proporção volumétrica de 0.8% em relação a cada 0,5 L de cal aérea em pasta da mistura) destinada a melhorar a adesão ao suporte rígido.

O procedimento de preparação das argamassas foi idêntico em todos os ensaios para se poder proceder a comparações. Este consistiu na colocação prévia e gradual de cada componente num cilindro normalizado de 0,5 l que serviu como medida volumétrica. De seguida, agregados e cal foram misturados com o batedor normalizado (norma francesa NF P 15-411) durante 5 minutos na velocidade 1. Os três minutos convencionais não foram suficientes para se obter uma argamassa homogénea (Fig.X1).

As argamassas foram estendidas nos suportes de *aerolam* com auxílio de colheres de pedreiro e talocha. A secagem dos painéis foi efectuada numa sala acondicionada (23 ± 2°C e 60 ± 5%HR). Os ensaios de cor só foram realizados após um período de repouso de quatro meses.

Quadro X.2: Ensaios realizados para a feitura de barramentos tradicionais

Ensaio (Ref.)	Materiais/traços volumétricos	Secagem (resultado)[1]	Textura superficial[2]	Cor perceptiva[3]
A	1 Carbonato de cálcio + 1 cal em pó	Fissuração muito elevada	Lisa	Branco
B	1 Carbonato de cálcio + 1 cal aérea em pasta	Fissuração média a elevada	Lisa	Branco
C	2 Carbonato de cálcio +1 cal aérea em pasta	Fissuração média	Lisa	Branco
D	2 Areia fina siliciosa (AP8) + 1 de cal aérea em pasta	Ausência de fissuração	Ligeiramente irregular	Branco acizentado
E	1,5 Areia fina siliciosa (AP8) + 1 de carbonato de cálcio + 1 de cal aérea em pasta	Fissuração mínima	Lisa	branco acinzentado
F	1 Pó de mármore +1 cal aérea em pasta	Ausência de fissuração	Ligeiramente irregular	Branco rosado
G	1 Pó de mármore +2 nata de mármore + 2 de cal aérea em pasta	Fissuração mínima a média	Lisa	Branco
H	1 Nata de mármore + 1 de cal aérea em pasta	Fissuração média a elevada	Lisa	Branco
I	1,5 Pó de mármore + 1 nata de mármore + 2 de cal aérea em pasta	Fissuração mínima a ausente	Lisa	Branco

[1] Para uma melhor compreensão do fenómeno, adoptou-se por designar fissuração muito elevada quando, visualmente, e de forma aproximada, 80-100% da área total da superfície do painel foi afectada; fissuração elevada: acima dos 50%; fissuração média: abaixo dos 50%; fissuração mínima: abaixo dos 5 %.
[2] O estado da superfície foi observado à luz rasante. Em várias amostras são visíveis as marcas deixadas pela colher de pedreiro ou pela talocha.
[3] A cor dos painéis foi verificada à luz do dia.

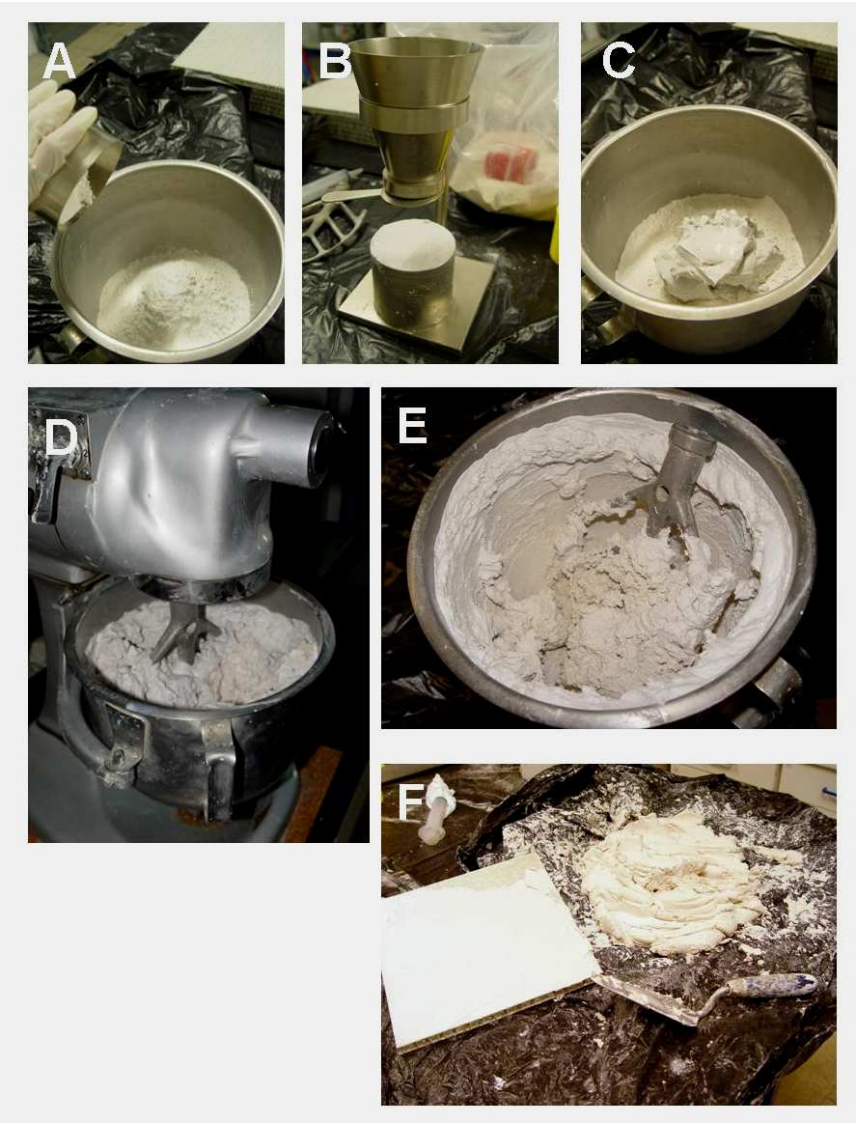


Fig.X 1: Etapas da feitura do barramento I: A-C mistura dois dois agregados (pó e nata de mármore) e cal em pasta ao traço ao traço 1,5:1:2; D e E) Amassadura com o batedor normalizado (LNEC) e F) amassadura final manual e coloracação nos suportes de *aerolam.*

Resultados e discussão

A utilização da cal em pó não foi eficaz. A mistura resultou heterogénea e com muitos grumos. Durante a secagem, foi a argamassa que teve o maior grau de fendilhação (Fig. X2).

De um modo geral, o traço volumétrico 1 (cal em pasta): 2 (agregados) origina uma argamassa muito seca, o que obriga à junção adicional de água à mistura durante a amassadura enquanto, no traço 1:1, a argamassa resultante é demasiado fluida. Neste ultimo caso, apesar de facilitar o espalhamento na superfície, verifica-se uma maior tendência para a fendilhação durante o processo de secagem visto toda a água em excesso, ao evaporar, provocar a retracção e enfraquecimento da argamassa.

O traço intermédio 1:1,5 foi o que revelou melhores resultados em termos de plasticidade, não tendo sido necessário adicionar mais água à amassadura, para além da já contida na cal em pasta[4].

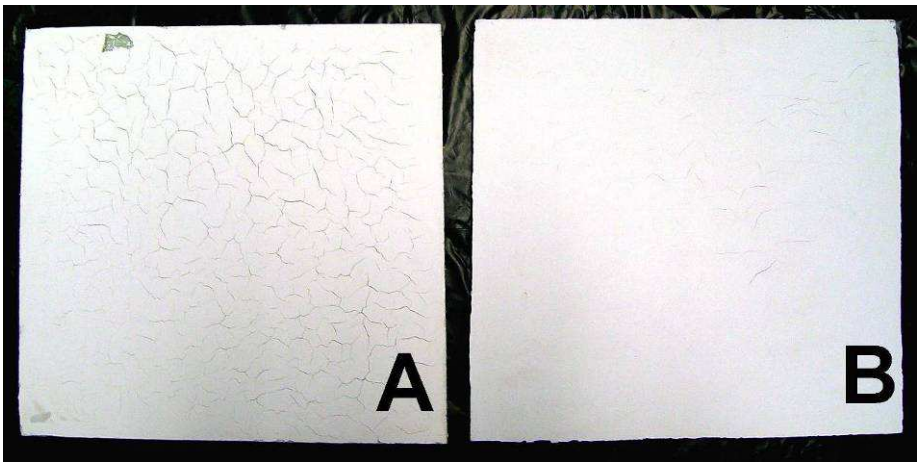


Fig.X 2: Aspecto das argamassas A e B após 24 horas.

Dos agregados testados, o que revelou pior comportamento mecânico nas primeiras 24h foi o carbonato de cálcio enquanto os que revelaram melhores desempenhos foram a areia fina siliciosa e o pó de mármore, muito possivelmente devido à maior variabilidade na distribuição granulométrica e na morfologia dos grãos. Contudo, estes agregados, quando empregues sozinhos, possuem a desvantagem de conferirem uma coloração ligeiramente acinzentada ou rosada à argamassa final, por causa da presença de impurezas na sua composição (Quadro X.2). Outro ponto a assinalar, é o facto de a superfície possuir uma certa rugosidade, ao contrário da obtida com os outros dois agregados com maior percentagem de finos (ex. carbonato de cálcio e nata de mármore). A nata de mármore, tal como o carbonato de cálcio, quando utilizada isolada tem uma maior tendência a fissurar (Fig, X2). Quando misturada ao pó de mármore, este efeito é atenuado permitindo a obtenção de uma superfície branca e mais lisa à luz rasante.

No geral, a presença de fissuração parece ser um problema difícil de contornar de modo que se admitiu, como aceitável, quando o fenómeno atinge menos de 10% da área total dos painéis.

Tendo em conta os resultados obtidos e a provável proveniência local dos materiais empregues nos guarnecimentos alentejanos, escolheu-se o pó de mármore e a nata de mármore da região de Borba e Vila Viçosa para a feitura dos barramentos simples e

[4] Para averiguar a quantidade de água contida na cal em pasta utilizada, secou-se 0,5 L na estufa a 35ºC até à estabilização do peso. A diferença entre o peso inicial e final, correspondeu à perda de água contida na composição. O ensaio foi repetido 3 vezes para garantir uma certa representatividade. Os resultados demonstraram um teor em água na ordem dos 40%.

barramentos pigmentados. O traço seleccionado foi: 1,5 (pó de mármore) + 1 (nata de mármore) + 2 (de cal em pasta) (Ensaio I)

Dificuldades encontradas na metodologia

A amassadura, realizada com misturador de laboratório normalizado, e com base na norma francesa NF P 15-411, demonstrou ser insuficiente para desagregar e homogeneizar a mistura entre os agregados finos e a cal aérea em pasta. No geral, a argamassa resultante possui uma viscosidade elevada, sobretudo ao traço 1:1, aderindo às espátulas do misturador e não permitindo um eficaz desempenho do equipamento (Fig.X1). O processo, que teve uma duração total de 5 minutos, teve que ser complementado com uma amassadura manual (10 a 15 mn) por forma a alcançar uma uniformização adequada dos agregados e aumentar a plasticidade e a trabalhabilidade da argamassa.

Para a obtenção de superfícies lisas, utilizou-se a talocha e a colher de pedreiro. Para um maior controlo, esta operação foi realizada com o auxílio de luz rasante. A superfície mantém sempre uma ligeira irregularidade que se aproxima da realidade observada nos edifícios estudados.

A colocação imediata dos provetes com as argamassas húmidas na sala acondicionada (23 ± 2°C e 60 ± 5% HR) apresentou desvantagens. Na generalidade, o estrato com cerca de 1 mm de espessura secava demasiado depressa, verificando-se uma maior tendência para a fissuração nas primeiras 24h, sobretudo nas argamassas realizadas com os agregados mais finos - eg. nata de mármore e carbonato de cálcio. Nos restantes quatro meses em que os painéis estiveram acondicionados para garantir uma secagem adequada das argamassas, não se observou um aumento ou aparecimento de novas fissuras.

Os ensaios preliminares e posteriormente os painéis com a argamassa I foram realizados no Departamento de Edifícios, Núcleo de Revestimentos e Isolamentos, sob a responsabilidade da Engenheira Rosário Veiga. Os ensaios decorreram entre 1 de Março e Julho de 2008.

Caracterização da argamassa I

1) Distribuição granulométrica e composição mineralógica

A combinação da nata e do pó de mármore permitiu obter uma mistura de partículas com tamanhos e morfologia variada que contrabalançou os inconvenientes da utilização dos dois agregados quando isolados (Fig. X3).

O tamanho e a distribuição granulométrica das partículas, presentes na fracção das terras em análise (<125μm), foram determinados com o analisador a laser *Mastersizer 2000E EPA2000* (Malvern Instruments Ltd., Worcetershire, Inglaterra), equipado com sistema acessório *Hydro 2000MU* (A)[5].

A composição mineralógica foi determinada por A composição mineralógica dos pigmentos terra foi determinada por difracção de raios-X (DRX) com o difractómetro comercial *Bruker AXS-D8 Advance* (Bruker AXS Inc, Madison, USA), utilizando radiação Cu Kα, produzida por uma ampola de raios-X nas seguintes condições de ensaio: varrimento entre 2-70 º (2θ), velocidade de varrimento de 0,02 º (2θ)/s; tensão e corrente de filamento, respectivamente de 30kV e 40mA. O software EVA foi usado para a identificação das fases cristalinas[6].

Este exame permitiu apurar que a argamassa I é essencialmente um carbonato de cálcio dolomítico.

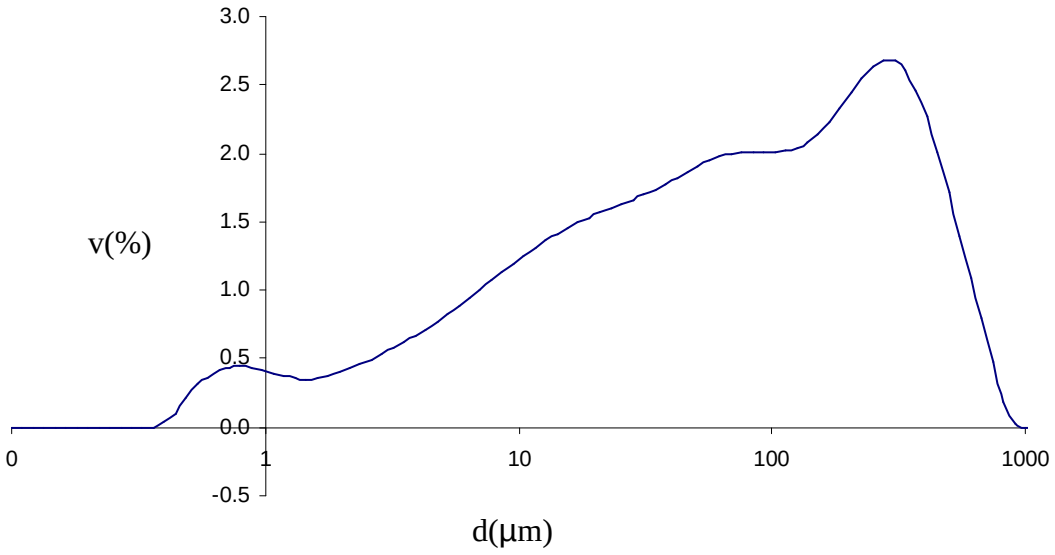


Fig.X 3: Distribuição granulométrica da argamassa I

[5] Análise realizada no laboratório de Solos da Faculdade de Ciências de Lisboa (C1), com o apoio técnico de Sandra Gomes.
[6] Análise realizada nos laboratórios de Química da Universidade de Évora, pelo Dr. António Candeias.

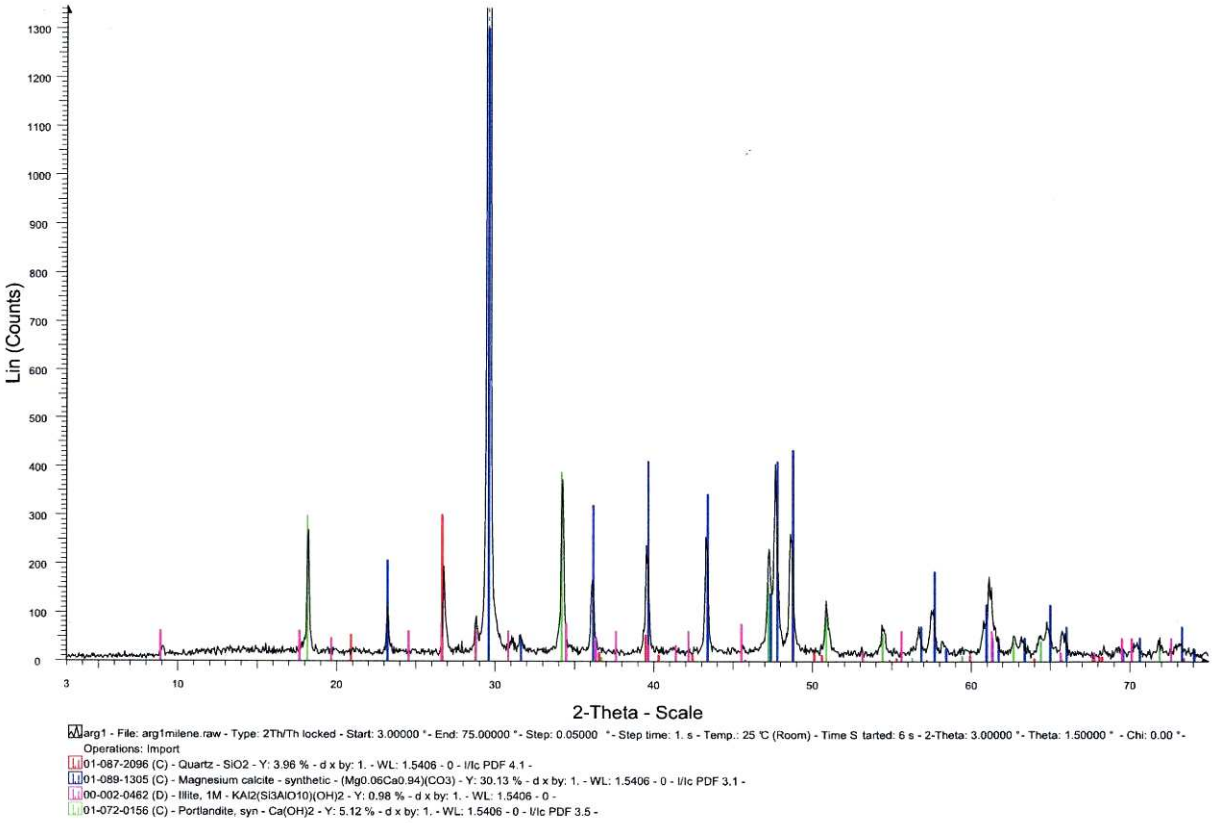


Fig.X 4: Difratograma da argamassa I

2) Ensaio de espalhamento e determinação da massa volúmica aparente

O ensaio de espalhamento é normalmente realizado para averiguar a trabalhabilidade de uma argamassa. Para a generalidade das argamassas, a trabalhabilidade pode ser entendida como a facilidade de aplicação da massa na parede e realização do seu acabamento (Gonçalves, T.D, 1996). A trabalhabilidade depende, portanto, da aderência da massa ao suporte e, sobretudo, da mobilidade da massa fresca (na altura em que é confeccionada) e do seu poder de retenção de água. Estes dois factores são determinantes para a obtenção de um bom acabamento da superfície, especialmente, no caso de barramentos que exigem algum tempo, de manuseamento e de "aperto", para os resultados serem satisfatórios.

a) Ensaio de espalhamento

Procedimento:

- Coloca-se a argamassa no molde tronco cónico, sem fazer pressão com auxílio de um bastonete de ferro (Fig.5a-c). De seguida, coloca-se a outra metade e volta-se pressionar. O excesso de argamassa é retirado com uma espátula (Fig. X5d);

- Retira-se molde e roda-se plataforma giratória 25 vezes (25 batidas) (Fig. X5e);
- Para finalizar mede-se os 2 lados da argamassa e obtém-se a média do diâmetro espalhado nas duas direcções. Para esta argamassa a média do espalhamento é de 124,5 (Fig. X5f e g).

	Diâmetro (cm)	
	Vertical	Horizontal
1º Ensaio de espalhamento	124	123
2º Ensaio de espalhamento	127	124

Quadro X.3: Resultados do ensaio de espallhamento.

Os valores obtidos são mais elevados dos normalmente relatados para argamassas de cal aérea que normalmente se traduzem em pastas mais fluidas (Gonçalves, T.D. & Tavares, M., 1999; Gonçalves, T.D, 1996). Contudo, neste caso, a consistência da argamassa I revelou ser a mais eficiente ao nível do espalhamento, do aperto e alisamento final da superfície.

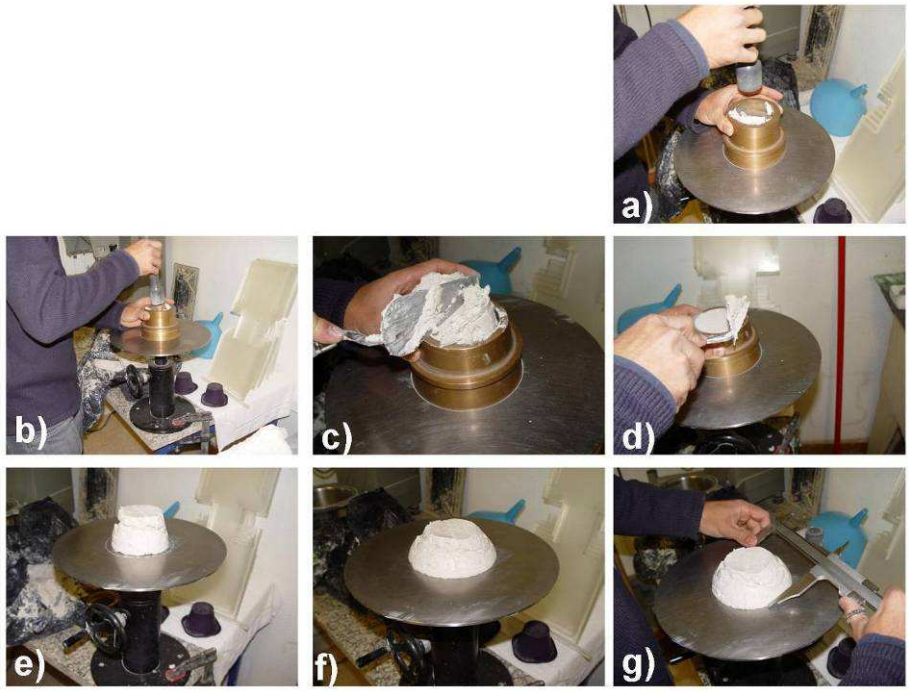


Fig.X 5: Ensaio de espalhamento.

b) Massa Volúmica Aparente

Coloca-se a pasta até metade num cilindro de alumínio, com a capacidade de 0,5 L. De seguida, bate-se ligeiramente o recipiente em cima da mesa para eliminação dos espaços vazios. Preenche-se, então, o resto do volume com argamassa, batendo também ligeiramente para proporcionar a compactação. Para finalizar, retira-se o excesso com uma espátula e pesa-se numa balança de precisão.

O ensaio foi repetido três vezes.

As argamassas I possuem uma massa volúmica média de 473.65 g /l[7]

3) Ensaio de absorção e evaporação de água

Para testar a capacidade de absorção e evaporação de água pelas argamassas I, os painéis foram pesados e colocados com a camada fina de barramento num tina estriada com água até tocar a superfície do barramento. Durante o processo de absorção os provetes foram pesados ao fim de 5 e 10 mn[8], tendo-se verificado que a partir de então se iniciou o processo de evaporação de água. Os resultados estabilizaram, em média, ao final das 4 horas.

Quadro X.4: Resultados da absorção/evaporação de água dos painéis 18,41,42,43,47 e 48.

Ensaio de absorção e evaporação de água													
Painéis (Ref.)	P.inicial	5min	10min	15min	20min	30min	45min	1h	2h	3h	4h	5h	6h
47	173.59	181.39	181.87	181.23	181.30	181.27	181.23	181.28	175.95	174.58	173.83	173.72	173.76
42	362.72	380.26	380.92	380.59	380.80	380.71	380.77	380.79	370.43	367.47	358.75	364.19	363.34
41	166.91	173.60	173.62	173.67	173.91	173.84	173.71	173.80	167.80	166.90	166.86	166.95	166.90
48	163.93	170.67	170.71	170.65	170.49	170.38	170.45	170.87	164.79	163.98	163.95	164.01	164.09
43	186.50	194.42	194.63	194.83	194.86	194.32	194.90	195.00	188.60	187.89	186.54	186.90	186.70
18	466.46	495.54	495.50	495.27	495.46	495.96	495.84	494.90	487.43	475.44	469.35	467.85	467.00



Fig.X 6: Ensaio de absorção e evaporação de água

Medições de cor (etapa 1): Comparação entre os métodos *a,b,c* e *d*

[7] A determinações da massa volúmica e da consistência *Baronnie* das pastas foram realizadas com base nas técnicas descritas no " Cahier 2669-4 do CSTB e na ficha de ensaios de LNEC FE Oa10,.

[8] O procedimento e os tempos escolhidos basearam-se num ensaio efectuado em amostras de argamassas de cal aérea e areia (Casal, 2002).

Métodos	*a*	*b*	*c*	*d*										
C.Crom.	**Parametro L***				**(*b* x100)/*a***	**(*c* x100)/*a***	**(*d* x100)/*a***	**(*b* x100)/*d***	***a-b (%)***	***a-c(%)***	***a-d(%)***	**Média**	**D.Padrão**	***d-b(%)***
VV1	50.99	51.92	53.46	50.30	101.82	104.84	98.65	103.22	-1.82	-4.84	1.35			-3.22
EVDA2	70.09	72.64	72.93	72.00	103.64	104.05	102.73	100.89	-3.64	-4.05	-2.73	-3.47	0.68	-0.89
Mo2	79.92	79.46	80.57	77.58	99.42	100.81	97.07	102.42	0.58	-0.81	2.93			-2.42
M4	70.15	73.84	74.94	71.06	105.26	106.83	101.30	103.91	-5.26	-6.83	-1.30	-4.46	2.85	-3.91
	Parametro C*													
VV1	24.15	26.22	23.37	21.42	108.57	96.77	88.70	122.41	-8.57	3.23	11.30			-22.41
EVDA2	54.00	54.72	52.10	54.38	101.33	96.48	100.70	100.63	-1.33	3.52	-0.70			-0.63
Mo2	25.83	19.07	17.87	17.84	73.83	69.18	69.07	106.89	26.17	30.82	30.93	29.31	2.72	-6.89
M4	53.09	34.41	29.40	33.98	64.81	55.38	64.00	101.27	35.19	44.62	36.00	38.60	5.23	-1.27
	Parametro a*													
VV1	21.02	22.10	20.26	18.33	105.14	96.38	87.20	120.57	-5.14	3.62	12.80			-20.57
	Parametro b*													
EVDA2	51.26	52.52	49.99	52.12	102.46	97.52	101.68	100.77	-2.46	2.48	-1.68			-0.77
Mo2	50.05	32.95	27.80	32.16	65.83	55.54	64.26	102.46	34.17	44.46	35.74	38.12	5.54	-2.46
M4	24.70	17.82	16.39	16.32	72.15	66.36	66.07	109.19	27.85	33.64	33.93	31.81	3.43	-9.19

Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h - L* 2880h)

Medições de cor (Barramentos coloridos)
0h-2880h (4meses)

C.Cromática	Horas	L*	C.Cromática	L*	C.Cromática	L*
VV1b4	0	48.52	S2b4	68.76	E8b4	79.21
VV1b424	24	62.76	S2b424	82.00	E8b424	90.90
VV1b41s	168	63.00	S2b41s	86.44	E8b41s	88.35
VV1b41m	720	64.73	S2b41m	88.48	E8b41m	93.85
VV1b42m	1440	59.30	S2b42m	82.04	E8b42m	86.02
VV1b43m	2160	59.30	S2b43m	82.00	E8b43m	86.10
VV1b44m	2880	59.00	S2b44m	81.36	E8b44m	85.40
VV1b12	0	41.25	S2b12	55.49	E8b12	70.03
VV1b1224	24	54.32	S2b1224	70.44	E8b1224	84.61
VV1b12s	168	56.69	S2b121s	76.12	E8b121s	82.45
VV1b121m	720	59.80	S2b121m	78.46	E8b121m	87.69
VV1b122m	1440	54.22	S2b122m	70.88	E8b122m	81.74
VV1b123m	2160	54.22	S2b123m	71.03	E8b123m	81.90
VV1b124m	2880	54.19	S2b124m	70.00	E8b124m	81.20
VV1b20	0	40.41	S2b20	50.06	E8b20	68.21
VV1b2024	24	50.44	S2b2024	71.69	E8b2024	83.96
VV1b20s	168	52.41	S2b20s	74.31	E8b20s	81.46
VV1b201m	720	53.99	S2b201m	76.35	E8b201m	85.76
VV1b202m	1440	49.64	S2b202m	69.75	E8b202m	79.02
VV1b203m	2160	49.80	S2b203m	69.86	E8b203m	79.16
VV1b204m	2880	49.60	S2b204m	69.30	E8b204m	79.00

Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados (L* 0h- L* 2160h/a* 0h- a* 2160h)

Medições de cor (Barramentos coloridos com 1 e 2 sup. de evaporação)																				
			L								a*									
C.Cromática (ref)	Pigm. (%)	Caracteristicas (sup. evaporação/espessura)	0h	720h (1m)	2160h (3m)	720h-0h	%	2160h-0h	%	2160h-720h	%	0h	720h (1m)	2160h (3m)	720h-0h	%	2160h-0h	%	2160h-720h	%
Vv1b4	4	1 sup.evap/~1mm	48.52	64.73	59.30	16.21	33.41	10.78	22.22	-5.43	-8.39	20.77	18.01	16.77	-2.76	-13.29	-4.00	-19.2	-1.24	-6.87
Vv1b12	12	1 sup.evap/~1mm	41.25	59.80	54.22	18.55	44.97	12.97	31.45	-5.58	-9.33	22.65	21.58	20.25	-1.07	-4.72	-2.40	-10.6	-1.33	-6.16
Vv1b12pa	12	2 sup.evap/~200mm	44.74	60.62	58.27	15.88	35.49	13.53	30.24	-2.35	-3.88	25.58	20.22	18.77	-5.36	-20.95	-6.81	-26.6	-1.45	-7.19
Vv1b120	20	1 sup.evap/~1mm	40.41	53.99	49.80	13.58	33.61	9.39	23.23	-4.19	-7.77	23.34	23.01	21.49	-0.33	-1.41	-1.85	-7.93	-1.52	-6.61
Vv1b20pa	20	2 sup.evap/~200mm	42.23	56.53	51.20	14.30	33.86	8.97	21.24	-5.33	-9.43	26.90	23.16	21.26	-3.74	-13.90	-5.64	-21	-1.90	-8.20
S2b4	4	1 sup.evap/~1mm	68.76	88.48	82.00	19.72	28.68	13.24	19.26	-6.48	-7.32	15.80	8.53	7.51	-7.27	-46.01	-8.29	-52.5	-1.02	-11.96
S2b4pa	4	2 sup.evap/~150mm	62.01	88.48	80.87	26.47	42.69	18.86	30.41	-7.61	-8.60	14.51	8.53	8.46	-5.98	-41.21	-6.05	-41.7	-0.07	-0.86
S2b12	12	1 sup.evap/~1mm	55.49	78.46	71.03	22.97	41.39	15.54	28.01	-7.43	-9.47	21.23	15.26	13.44	-5.97	-28.12	-7.79	-36.7	-1.82	-11.93
S2b12pa	12	2 sup.evap/~150mm	49.52	79.27	73.78	29.75	60.08	24.26	49	-5.49	-6.92	20.42	14.09	12.84	-6.33	-31.00	-7.58	-37.1	-1.25	-8.85
S2b20	20	1 sup.evap/~1mm	50.06	76.35	69.86	26.29	52.52	19.80	39.55	-6.49	-8.50	23.35	16.44	14.65	-6.91	-29.59	-8.70	-37.3	-1.79	-10.91
S2b20pa	20	2 sup.evap/~150mm	60.72	80.66	70.54	19.94	32.84	9.82	16.17	-10.12	-12.55	25.52	15.96	14.56	-9.56	-37.46	-10.96	-43	-1.40	-8.79
E8b4	4	1 sup.evap/~1mm	79.21	93.85	86.10	14.64	18.48	6.89	8.698	-7.75	-8.26	11.96	6.55	5.68	-5.41	-45.23	-6.28	-52.5	-0.87	-13.23
E8b4pa	4	2 sup.evap/~8mm	89.22	99.52	86.55	10.30	11.54	-2.67	-2.99	-12.97	-13.03	12.89	6.97	5.95	-5.92	-45.93	-6.94	-53.9	-1.02	-14.68
E8b12	12	1 sup.evap/~1mm	70.03	87.69	81.90	17.66	25.22	11.87	16.95	-5.79	-6.61	18.67	10.37	10.09	-8.30	-44.46	-8.58	-46	-0.28	-2.73
E8b12pa	12	2 sup.evap/~8mm	79.08	89.10	82.85	10.02	12.67	3.77	4.763	-6.25	-7.02	20.56	9.23	8.85	-11.33	-55.11	-11.71	-56.9	-0.38	-4.08
E8b20	20	1 sup.evap/~1mm	68.21	85.76	79.16	17.55	25.73	10.95	16.05	-6.60	-7.70	20.88	11.99	10.92	-8.89	-42.58	-9.96	-47.7	-1.07	-8.92
E8b20pa	20	2 sup.evap/~8mm	78.22	90.18	79.00	11.96	15.29	0.78	1.001	-11.18	-12.39	20.66	14.02	11.97	-6.64	-32.14	-8.69	-42.1	-2.05	-14.65

Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados & pinturas a cal

Medições de cor: barramentos coloridos e pinturas a cal														
C.Cromática (Ref)	L*0h	L*24h (1m)	L*720h (2m)	L*1440 h (3m)	L*2160h (4m)	L*2880h	L*0h	b-c	%	L*2160h (3m)	b-c	%		
VV1b4	48.52	62.76	64.73	59.30	59.32	59.00	48.52			59.32				
VV1c4	43.17	57.09	54.10	56.53	58.55	58.20	43.17	5.35	12.39	58.55	-0.77	-1.29		
VV1b12	41.25	54.32	59.80	54.22	54.22	54.19	41.25			54.22				
VV1c12	43.71	51.42	48.00	49.73	51.32	51.09	43.71	-2.46	-5.63	51.32	-2.91	-5.66		
VV1b20	40.41	50.44	53.99	49.64	49.80	49.60	40.41			49.80				
VV1c20	37.40	43.32	40.40	42.07	45.00	45.00	37.40	3.01	8.05	45.00	-4.80	-9.63		
E8b4	79.21	90.90	93.85	86.02	86.11	85.40	79.21			86.11				
E8c4	75.55	87.72	86.37	86.80	86.55	86.63	75.55	3.66	4.84	86.55	0.44	0.51		
E8b12	70.03	84.61	87.69	81.74	81.90	81.20	70.03			81.90				
E8c12	71.56	83.04	79.00	82.45	82.82	82.71	71.56	-1.53	-2.14	82.82	0.92	1.13		
E8b20	68.21	83.96	85.76	79.02	79.16	79.00	68.21			79.16				
E8c20	67.03	80.21	73.83	80.49	80.15	80.05	67.03	1.18	1.76	80.15	0.99	1.25		
S2b4	68.76	82.00	88.48	82.04	82.00	81.36	68.76			82.00				
S2c4	68.27	68.27	80.98	83.03	84.00	83.00	68.27	0.49	0.72	84.00	2.00	2.44		
S2b12	55.49	70.44	78.46	70.88	71.03	70.00	55.49			71.03				
S2c12	58.63	58.63	71.33	74.80	75.28	75.10	58.63	-3.14	-5.36	75.28	4.25	5.98		
S2b20	50.06	71.69	76.35	69.75	69.86	69.30	50.06			69.86				
S2c20	48.53	48.53	68.30	68.52	69.00	69.00	48.53	1.53	3.15	69.00	-0.86	-1.23		

Medições de cor (etapa 2): barramentos pigmentados &pinturas a cal

Medições de cor em barramentos coloridos e pinturas a cal

C.Cromática (Ref.)	Nº	L* 0h	L*1260	ΔL* (2160h-0h)	ΔL* (%)	a*0h (Nº1-27) b*0h (Nº28-45)	a*2160h (Nº1-27) b*2160h (Nº28-45)	Δa* (Nº1-27) Δ b*(Nº28-45) (2160h -0h)	Δa* e Δb* (%)
VV1b4	1	48.52	59.32	10.80	22.26	20.77	16.77	-4.00	-19.24
E8b4	2	79.21	86.11	6.90	31.45	11.96	5.68	-6.28	-52.48
S2b4	3	68.76	82.00	13.24	23.23	15.80	7.51	-8.29	-52.47
VV1b12	4	41.25	54.22	12.97	8.71	22.65	20.25	-2.40	-10.60
E8b12	5	70.03	81.90	11.87	16.95	18.67	10.09	-8.58	-45.97
S2b12	6	55.49	71.03	15.54	16.05	21.23	13.44	-7.79	-36.69
VV1b20	7	40.41	49.80	9.39	19.26	23.34	21.49	-1.85	-7.93
E8b20	8	68.21	79.16	10.95	28.01	20.88	10.92	-9.96	-47.70
S2b20	9	50.06	69.86	19.80	39.55	23.35	14.65	-8.70	-37.27
VV1c4	10	43.17	58.55	15.38	35.63	22.03	18.24	-3.79	-17.19
E8c4	11	75.55	86.55	11.00	14.56	11.11	6.79	-4.32	-38.91
S2c4	12	68.27	84.00	15.73	23.04	13.69	7.02	-6.67	-48.70
VV1c8	13	43.02	52.72	9.70	22.55	20.00	20.31	0.31	1.55
E8c8	14	69.10	84.24	15.14	21.91	17.07	8.76	-8.31	-48.68
S2c8	15	62.21	79.55	17.34	27.88	19.09	10.49	-8.60	-45.05
VV1c12	16	43.71	51.32	7.61	17.40	21.73	20.82	-0.91	-4.19
E8c12	17	71.56	82.82	11.26	15.74	18.14	10.37	-7.77	-42.82
S2c12	18	58.63	75.28	16.65	28.40	19.81	13.30	-6.51	-32.88
VV1c16	19	40.61	49.45	8.84	21.76	24.71	21.03	-3.68	-14.91
E8c16	20	71.17	81.30	10.13	14.24	18.28	11.16	-7.12	-38.95
S2c16	21	48.56	72.13	23.57	48.54	23.02	14.94	-8.08	-35.10
VV1c20	22	37.40	45.00	7.60	20.32	26.71	23.06	-3.65	-13.67
E8c20	23	67.03	80.15	13.12	19.57	21.17	11.55	-9.62	-45.43
S2c20	24	48.53	69.00	20.47	42.18	24.28	16.15	-8.13	-33.48
VV1c24	25	34.99	45.67	10.68	30.52	30.19	23.61	-6.58	-21.78
E8c24	26	61.83	78.11	16.28	26.33	24.82	12.17	-12.65	-50.98
S2c24	27	48.64	67.92	19.28	39.63	24.89	16.98	-7.91	-31.77
EVDA2c4	28	65.04	77.53	12.49	19.20	49.16	41.38	-7.78	-15.83
MON4c4	29	75.81	89.82	14.01	18.48	24.66	13.37	-11.29	-45.78
Se3c4	30	75.49	87.00	11.51	15.25	20.05	13.03	-7.02	-35.00
EVDA2c8	31	63.43	72.90	9.47	14.94	53.69	47.62	-6.07	-11.31
MON4c8	32	76.60	86.59	9.99	13.04	30.79	18.12	-12.67	-41.16
Se3c8	33	69.76	83.40	13.64	19.56	26.23	16.69	-9.54	-36.37
EVDA2c12	34	63.77	70.76	6.99	10.96	51.13	48.54	-2.59	-5.07
MON4c12	35	73.82	85.63	11.81	16.00	36.21	20.70	-15.51	-42.82
Se3c12	36	69.81	82.12	12.31	17.63	26.87	17.78	-9.09	-33.83
EVDA2c16	37	62.76	69.29	6.53	10.40	45.71	42.04	-3.67	-8.04
MON4c16	38	74.91	84.49	9.58	12.79	40.30	23.29	-17.01	-42.20
Se3c16	39	64.87	80.58	15.71	24.22	28.84	18.26	-10.58	-36.70
EVDA2c20	40	61.52	70.21	8.69	14.13	49.36	51.59	2.23	4.52
MON4c20	41	73.89	83.44	9.55	12.92	40.07	24.92	-15.15	-37.80
Se3c20	42	65.12	79.31	14.19	21.80	29.65	20.69	-8.96	-30.22
EVD2c24	43	62.63	68.02	5.39	8.61	50.78	51.87	1.09	2.15
MON4c24	44	69.89	82.64	12.75	18.24	41.46	25.03	-16.43	-39.63
Se3c24	45	59.62	79.05	19.43	32.60	29.41	21.01	-8.40	-28.57
Média					21.70				-30.15
D.Padrão					9.06				16.24

Medições de cor (etapa 3): efeito da diluição do leite de cal

		Medições de cor: efeito da diluição do leite de cal (pinturas a cal)											
C. Cromáticas (Ref.)	Traço volumétrico (calem pasta:água)	L*2160h (2d)	L*2160h (1d)	ΔL* (2d-1d)	ΔL (%)	a*2160h (2d)	a*2160 h (1d)	Δa* (2d-1d)	Δa* (%)	C*2160h (2d)	C*2160 h (1d)	ΔC* (2d-1d)	ΔC* (%)
	1:1	54.53	54.76	0.23	0.42	20.33	20.07	-0.26	-1.30	24.09	23.79	-0.30	-1.22
	1:2	53.89	53.86	-0.02	-0.05	20.66	20.61	-0.05	-0.24	24.02	24.10	0.08	0.33
VV1c	1:4	54.63	53.72	-0.91	-1.67	20.90	20.99	0.09	0.45	24.32	24.53	0.21	0.86
(12% em massa)	1:6	57.04	54.32	-2.73	-4.78	22.73	22.97	0.24	1.06	26.79	26.91	0.13	0.47
	1:8	57.61	54.56	-3.06	-5.30	22.62	23.33	0.71	3.14	26.60	26.90	0.31	1.15
	1:10	64.16	56.75	-7.42	-11.56	20.55	22.85	2.30	11.19	25.08	27.11	2.03	8.07
	1:1	84.27	83.37	-0.91	-1.07	9.30	9.22	-0.08	-0.86	12.31	12.21	-0.11	-0.85
	1:2	84.29	83.20	-1.10	-1.30	9.66	10.22	0.56	5.80	12.92	13.24	0.32	2.44
E8c	1:4	86.21	84.23	-1.97	-2.29	7.56	9.86	2.30	30.36	10.93	12.92	1.99	18.16
(12% em massa)	1:6	87.77	85.62	-2.15	-2.45	5.58	8.55	2.97	53.27	8.87	11.89	3.03	34.12
	1:8	88.99	86.56	-2.43	-2.73	4.38	7.34	2.96	67.47	7.50	10.88	3.38	45.00
	1:10	89.30	87.06	-2.24	-2.51	3.77	6.51	2.75	72.91	6.80	9.87	3.07	45.07
	1:1	71.48	72.63	1.15	1.60	14.25	13.84	-0.41	-2.91	26.61	26.50	-0.11	-0.41
	1:2	78.98	75.75	-3.23	-4.09	12.20	13.16	0.96	7.87	25.78	24.86	-0.92	-3.57
S2c	1:4	77.64	74.90	-2.74	-3.53	13.62	14.43	0.82	5.99	28.55	27.11	-1.44	-5.04
(12% em massa)	1:6	80.42	77.30	-3.12	-3.88	11.13	14.28	3.15	28.26	27.45	28.72	1.27	4.63
	1:8	82.81	80.81	-2.00	-2.41	8.53	11.03	2.50	29.33	25.02	28.37	3.35	13.37
	1:10	83.93	82.00	-1.93	-2.29	7.09	9.75	2.66	37.54	22.91	26.92	4.01	17.51

Anexo XI (ponto 7.1)

Actividades desenvolvidas no âmbito da investigação de Doutoramento

1. Realização de workshops

Conservação de Revestimentos e superfícies arquitectónicas. Secção Regional do Norte da Ordem dos Arquitectos. Acção integrada no ciclo 3R, 25 de Novembro de 2008.

Demonstração da preparação de pigmentos "terra" e tintas de cal na Oficina " Técnicas tradicionais de revestimentos - da teoria às práticas de conservação. Câmara Municipal de Beja, 9 de Setembro 2007.

Modulo prático de pigmentos naturais para caiação na Acção de Educação Patrimonial: "Da Natureza nascem as casas - um contributo para a educação Patrimonial. Paderne, 16/30 e 31 de 2007 (uma iniciativa da Câmara Municipal de Albufeira).

Módulo prático de Preparação de pigmentos naturais e execução de pintura a cal integrado no Workshop da Cor. Casa da Cerca, Almada, 12 de Maio de 2007.
Módulo prático sobre técnicas de pintura a cal, integrado no seminário sobre Reabilitação Urbana - Práticas concertadas. Câmara Municipal de Mértola, 5-9 de Março 2007

Preparação de terras ocráceas para pintura a cal - 1º Encontro sobre as cores do Alentejo. Évora, Universidade de Évora, 28 de Março de 2007.

2. Publicações

a) Artigos em revistas de circulação internacional/nacional com arbitragem científica

. M. Gil, A.I. Seruya, J. Aguiar, A. Candeias, J. Carlos, S. Valadas, P. Alves, I. Ribeiro, ` A cor de fachadas históricas no Alentejo, Parte 1: identificação dos pigmentos e análise estratigráfica (realidade analisada em 2004-2006) (submetida para publicação na revista *Conservar Património*)

. M. Gil, J. Aguiar, A. Seruya, R. veiga, L. Carvallho, H. Vargas, J. Mirão, A.Candeias, 'Colour essays: an inside look into Alentejo tradicional limewash paintings and colored lime mortars' *Colour Research and Application* (aceite para publicação a 10 de Maio de 2009).

. M. Gil, R. Green, M.L. Carvalho, A. Seruya, I. Queralt, A. Candeias, J. Mirão, 'Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishement and characterization by LA-ICP-MS and spectra-colorimetric analysis', *Applied Physics, A Materials Science&Processing* **96** (4) (2009) 997-1008 (DOI 10.1007/s00339-009-5134-)

. M.Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, A. Candeias, J.Mirão, I, Queralt, 'Yellow and red ochres from southern Portugal: elemental composition and characterization by WDXRF and XRD' *Applied Physics.A,* (90) (2008) 49-50

. M. Gil1, M. L. Carvalho, A. Seruya, I. Ribeiro, P. Alves, A. Guilherme, A. Cavaco, J. Mirão, A. Candeias, 'Pigments characterization and state of conservation of an 18th century fresco in the Convent of S. António dos Capuchos (Estremoz)' in *X-Ray Spectrometry*, 37 (2008) 328-337.

. M.Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, I. Ribeiro,I.Queralt, A. Candeias, J.Mirão, 'Limewashing Paintings in Alentejo Urban Heritage: Pigments characterization and differentiation by WDXRF and DRX In Nuclear Instruments and Methods' in *Physics Research A*. (580) (2007) 780-731.

. A. Estêvão Candeias, P. Nogueira & J. Mirão, A. Santos Silva & R. Veiga, M. Gil Casal, I. Ribeiro & A.I. Seruya,'Characterization of ancient mortars: present methodology and future perspectives' in www.eu-artech.org/foles/Ext_ab/candeias.pdf.

b) Publicações em actas de encontros

. Gil, Milene; Seruya, Ana.I; Aguiar, José; Ribeiro, 'Les couleurs de L' Alentejo: un voyage entre la science et la tradition in Proceedings of Mediterra 2009: 1st Mediterranean Conference on Earth Architecture, Cagliari, Sardinia Itália, 13-16 Março 2009 (CD).

. CASAL, Milene Gil D., 'Consolidação de argamassas de cal aérea com silicatos de etilo e resina acrílica' in *3º ENCORE*, Encontro sobre conservação e reabilitação de edifícios. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Actas Vol. 2, Lisboa 26 a 30 de Maio de 2003, pp.365 -375.

c) Outras publicações

. M. Gil D. Casal, A.I. Seruya, J. Aguiar, M. Ribeiro, 'As potencialidades da fotografia digital na reprodução da cor de pinturas a cal' in *Pedra&Cal*, **39** (2008) 14-16.

. CASAL, Milene Gil Duarte, 'Terras corantes: o que são e para servem' In *Pigmentos e corantes naturais: entre as artes e a ciência*, Edições F. Molina, Évora (2007) 73-82.

3. Documentários

. As cores do Alentejo: uma viagem entre a ciência e a tradição (2007). Autoria e apresentação, Milene Gil; Realização e edição Manuel Ribeiro (fornecido com a tese).

4. Organização de congressos

Comissão de organização do Congresso Internacional Colours 2008: Bridging Science with art, Évora, 10-12 de Julho.

Comissão de organização local do Congresso Internacional Technart 2007, Lisboa, 25-28 Abril.

5. Comunicações orais

2008, 31 de Maio
1as Jornadas ARP: Investigações de Mestrados e Doutoramentos.
Auditório do Museu Nacional de Arte Antiga.
Comunicação (co-autora): M. Gil, J. Aguiar, Estudo dos Materiais e tecnologias da pintura mural nas fachadas do Alentejo, Cor e conservação de superfícies arquitectónicas.

2008, 28 Março
Worhshop- Os revestimentos e as cores da cidade histórica
Fundação Eugénio de Almeida
Título da comunicação: As cores do Património Edificado Alentejano: da Fonte à Preparação e Pintura

2007, 6-7 Decembro
INCOMAM'07 - XLII Congress of the Portuguese Microscopy Society, Coimbra, 6-7 Dezembro2007.
Comunicação (co-autora): António Candeias, Sara Valadas, Milene Gil, Luisa de Carvalho, António Santos Silva, Rolf Simon, José Mirão- Study of the blue from Portuguese mural apintings by SEM-EDX and confocal Syncotron μ-XRF.

2007, 24-26 Outubro
Ripam2: II Recontre Internationale sur le Patrimoine Architectural Mediterannéen. Marrakesh, Faculté Semlalia, 24-26 Outubro de 2007.
Título da comunicação: Terres colorantes au Sud de Portugal (Alentejo): origine et ses aplications en Peinture Murale. Co-autores: Seruya, A. e Aguiar, J.

2007, 8-14 Outubro
Valencias of Roamnian Restoration Within Eurpean Context. County History Museum. Icom Romania, County History Museum Craiova and County History Museum Brasov. Roménia, 8-14 Outubro 2007.
Título da comunicação: Terres colorantes au Sud de Portugal (Alentejo): origine et ses aplications en Peinture Murale

2007, 28 Abril
Universidade de Evora, Iº Enconto sobre as cores do Alentejo
Título da comunicação: As terras ocráceas no Alentejo na pintura mural Alentejana

2007, 30 Abril
2005, 28 Abril
2003, 19 Maio
Universidade de Évora, ciclo de Palestras sobre Química na Arte
Título da comunicação: Olhar a Pintura Mural: Técnicas e causas de degradação

2005, 12 Maio
Escola Profissional de Arqueologia, Jornadas do Património
Título da comunicação: Pintura mural: materiais constituintes e factores de degradação

2005, 5 Março
Universidade de Evora, Worshop sobre Pigmentos e corantes naturais: entre as artes e as ciências

Título da comunicação: Os pigmentos naturais utilizados em pintura mural

2003, 28 Maio
Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa, 3º ENCORE: Encontro sobre Conservação e Reabilitação de edifícios
Título da comunicação: Consolidação de argamassas de cal aérea e areia com silicatos de etilo e resina acrílica: Conservação e restauro de Pintura Mural.

6. Comunicações em painel

2008
M. Gil, R. Green, M.L. Carvalho, A. Seruya, I. Queralt, A. Candeias, J. Mirão, Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishement and characterization by LA-ICP-MS and spectra-colorimetric analysis.
Painel apresentado em Sr2a: Synchrtron Radiation in Art and Archeology, 22-24 Outubro 2008.

M. Gil, J. Aguiar, A. Seruya, R. veiga, L. Carvallho, H. Vargas, J. Mirão, A.Candeias, Colour essays: an inside look into Alentejo tradicional limewash paintings and colored lime mortars.
Painel apresentado em HMC08: Historical Mortars Conference, LNEC, 24-26 Setembro 2008.

M. Gil, A.I. Seruya, A bibliographic survey on pigments portuguese sources (18th-20th cantrury): from earth pigments to malaquite/azurite.
Painel apresentado em Colours 2008: bridging science with art, Anfiteatro do Colégio Espírito Santo em Évora, 10-12 Julho.

M. Gil, J.Aguiar, Posturas and Municipal regulatons from 18th to20th century: its influence in the chromatic palette of Alentejo Urban Heritage.
Painel apresentado em Colours 2008: bridging science with art, Anfiteatro do Colégio Espírito Santo em Évora, 10-12 Julho.

2007
M. Gil D. Casal, M.Ribeiro, A. Seruya, J. Aguiar, A. Candeias, A. Carvalho-Colour studies in Conservation of Architectural heritage: Possibilities and difficulties of visual and colorimetric measurements and photographic reproduction.
Painel apresentado em Materiais 2007. Porto, 1-4 de Abril.

M. Gil1, M. L. Carvalho, A. Seruya, I. Ribeiro, P. Alves, A. Guilherme, A. Cavaco, J. Mirão, A. Candeias- Pigments characterization and state of conservation of an 18th century fresco in the Convent of S. António dos Capuchos (Estremoz)
Painel apresentado em Technart2007. Lisboa, 25-28 Abril.

2006
G.D.Casal, Milene; Seruya,.A. Isabel, Aguiar, José- Terres colorantes au Portugal: Histoire, nature et usage.
Painel apresentado em Couleur &Temps: La couleur dans la conservation et restauration. Paris, Institut National du Patrimoine. França, 21-23 Junho de 2006

M.Gil, M.L Carvalho, A. Seruya - Lime Pigments at Alentejo: Characterization and differentiation by EDXRF

Painel apresentado em Iber 2006. 8th Iberian Joint Meeting on Atomic and Molecular Physics. Aranguez, Espanha, 31 Agosto - 4 Setembro.

M.Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, I. Ribeiro,I.Queralt, A. Candeias, J.Mirão- Limewashing Paintings in Alentejo Urban Heritage: Pigments characterization and differentiation by WDXRF and DRX
Painel apresentado em Syncontron Radiation in Art and archaeology. 27-29 September, 2006. Berlim, Alemanha

M.Gil, M. L.Carvalho, A.Seruya, J.Aguiar, I. Ribeiro- Identificação e diferenciação dos pigmentos tradicionalmente empregue por EDXRF
Painel apresentado em Física 2006. Aveiro, 4-7 de Setembro.

M.Gil, M.L. Carvalho, A. Seruya, A. Candeias, J.Mirão, I, Queralt - Yellow and red ochres from southern Portugal: elemental composition and characterization by WDXRF and XRD
Painel apresentado em 10^{Th} International Symposium on Radiation Physics. 17-22 Setembro, 2006, Coimbra.