



CONSERVAÇÃO DOS AZULEJOS MODERNOS PORTUGUESES (1950-1974)

PARTE I

CATARINA FIGUEIREDO MOURA GERALDES
Mestre em Conservação e Restauro



CONSERVAÇÃO DOS AZULEJOS MODERNOS PORTUGUESES (1950-1974)

PARTE I

CATARINA FIGUEIREDO MOURA GERALDES

Mestre/Licenciada em Conservação e Restauro

Orientador: João Manuel Caldas de Oliveira Mimoso,
Investigador coordenador, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Coorientadores: Alexandre Manuel Nobre da Silva Pais,
Diretor e Investigador, Museu Nacional do Azulejo
Susana Xavier Coentro,
Investigadora Pós-doc, VICARTE, NOVA School of Science & Technology

Júri:

Presidente: Gregoire Marie Jean Bonfait,
Professor Catedrático da NOVA School of Science & Technology

Arguentes: Maria de Lurdes Moura Lopes Esteves Brito,
Técnica Superior do Museu Nacional do Azulejo
Maria do Rosário Salema Cordeiro Correia de Carvalho
Investigadora contratada do ARTIS - Instituto de História da Arte da
Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa

Orientador: João Manuel Caldas de Oliveira Mimoso,
Investigador Coordenador do Departamento de Materiais do Laboratório
Nacional de Engenharia Civil

Membros: João Pedro Botelho Veiga,
Professor Associado da NOVA School of Science & Technology
João Paulo Rosário Martins,
Professor Auxiliar da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Sílvia Raquel Morais Pereira,
Investigadora pós-doc do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

DOCTORAMENTO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO PATRIMÓNIO

NOVA University Lisbon
novembro, 2021

Conservação dos azulejos modernos Portugueses (1950-1974)

Copyright © Catarina Figueiredo Moura Geraldes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Nothing in life is to be feared, it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less.

Marie Curie

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer à coordenadora, Professora Maria João Melo, e ao Comité do Programa Doutoral CORES por me ajudarem a iniciar este trabalho e por me darem esta extraordinária oportunidade.

Logo depois, quero agradecer ao meu orientador, João Manuel Mimoso do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), que aceitou percorrer este caminho comigo. Obrigada por toda a orientação, a sua inteira disponibilidade e interesse ao longo de todo o meu trabalho. O meu sincero agradecimento por tudo o que me ensinou, pelas palavras de incentivo e conversas inspiradoras cheias de conhecimento e experiência e que me permitiram tornar uma melhor profissional. Foi um privilégio e uma honra tê-lo como mentor.

Ao meu co-orientador, Alexandre Nobre Pais do Museu Nacional do Azulejo (MNAz), muito obrigada por ter abraçado este desafio e por todos os conselhos e acompanhamento, bem como a disponibilidade e o interesse demonstrado ao longo das várias etapas deste projeto. Estou profundamente grata pelo seu apoio e ajuda inestimável.

À minha co-orientadora, Susana Coentro da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa (FCT-UNL), pela gentileza de me aconselhar e ser o meu elo com a Universidade, estou muito grata à sua bondade. Um agradecimento especial e profundamente sentido à falecida e querida Augusta Lima, com quem iniciei este caminho, aprendi muito e que me transmitiu a paixão pela investigação e, infelizmente, não poderá estar aqui hoje para ver a conclusão do meu trabalho.

Quero ainda estender os meus mais profundos agradecimentos à Sílvia Pereira do LNEC, pela gentileza de ter aceitado trabalhar comigo, por todo o apoio, orientação e inteira disponibilidade ao longo do meu trabalho, especialmente na parte relativa ao restauro, que não teria sido possível sem a sua importante e preciosa ajuda.

Agradeço à Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo financiamento da bolsa de doutoramento do Programa Doutoral CORES (referenciada PD / BD / 114408/2016) e do projeto FCT-AzuRe - Estudos no Azulejo Português para Candidatura a Património da Humanidade (PTDC/EPH-PAT/5096/2014), da qual esta dissertação faz parte. Estou também muito grata pela colaboração e interesse do MNAz, nomeadamente à Diretora do Museu, Maria Antónia Pinto de Matos, pela gentileza de ceder o acesso aos azulejos em reserva. Agradeço ao DCR/FCT-UNL e VICARTE, Unidade de Investigação "Vidro e Cerâmica para as Artes", FCT-UNL, em especial à Professora Márcia Vilarigues, diretora do DCR/FCT-UNL e VICARTE, por todo o apoio, principalmente após a partida da Augusta. À Ana Maria Martins, muito obrigada pela gentileza e disponibilidade constante.

Ao LNEC, na pessoa do Presidente do seu Conselho Diretivo, Engenheiro Carlos Pina, estou grata pelo acolhimento, interesse e todo o apoio prestado no desenvolvimento deste trabalho. Dentro do grupo de investigação que tive a sorte de integrar e com quem muito aprendi, gostaria de agradecer à Dória Costa pela enorme ajuda na realização de alguns ensaios, generosidade e sugestões. Ao Professor José Delgado Rodrigues, pelos conselhos e disponibilidade em esclarecer todas as minhas

dúvidas. À Maria Augusta, por todos os carinhos, conversas e no apoio em laboratório e preparação de amostras. À Marluce Menezes, pela troca de impressões e palavras de incentivo. À Lurdes Esteves, por toda a sua generosidade, colaboração e ensinamentos. Ao António Santos Silva e Paula Menezes, pelo apoio nas análises MEV-EDS abrigo do Projeto E-RIHS.pt, e pela simpatia e disponibilidade sempre manifestada. Ao Gil Rosa pela assistência prestada. Ao José Costa por toda a ajuda técnica e disponibilidade constante, principalmente para o corte das cerâmicas utilizadas neste trabalho. Sou eternamente grata a todos e fui uma privilegiada por poder trabalhar e conviver com uma equipa tão disponível e generosa.

Agradeço também ao laboratório HERCULES, especialmente ao Professor António Candeias, Professor José Mirão e Ana Margarida Cardoso por toda a disponibilidade na realização das análises MEV-EDS; e à TECNO EDILE TOSCANA S.r.l. por fornecer o Ledan® C30.

Às minhas amigas, Sara Sá e Rute, obrigada pelas brincadeiras, palavras e partilhas de experiências. À Isabel, pelos conselhos e apoio incondicional. Às minhas Tatiana Vitorino e Joana Loureiro, um enorme obrigada pela amizade, carinho, por acreditarem sempre em mim, e por darem os melhores conselhos nos momentos mais difíceis, sem os quais não teria sido o mesmo. Sinto-me muito abençoada por tê-las na minha vida.

À minha família, especialmente aos meus avós José e Tina, mãe, Mariana, Miguel, e ao Rui, pelo amor e apoio incondicional, por estarem sempre presentes nos melhores e nos piores momentos, dando-me forças para seguir em frente.

E, por fim, dedico esta dissertação à minha mãe, a quem devo literalmente tudo.

RESUMO

Durante mais de cinco séculos, o azulejo tem sido um material eleito para o revestimento e decoração parietal em Portugal, adquirindo uma singularidade artística única. Mas a difusão da azulejaria moderna na arquitetura do Estado Novo, o estudo da composição dos azulejos produzidos em Portugal no período 1950-1974, o entendimento das técnicas de produção, as formas e possíveis causas de degradação estão ainda, parcialmente ou integralmente por estudar, e foi neste contexto, que se desenrolou a investigação cujos resultados agora se apresentam.

A compreensão das causas da degradação requer um conhecimento das matérias-primas e técnicas de produção, o que conduziu a incluir no presente trabalho um levantamento dos processos de fabrico dos azulejos modernos, assim como uma primeira visão das suas características morfológicas e químicas. Para a sistematização das formas de degradação *in situ*, foram inspecionados 28 painéis de azulejos modernos de exterior dispersos por diferentes regiões de Portugal.

Os materiais de restauro atualmente usados para preencher lacunas em azulejos (por exemplo cal aérea ou pastas de resina orgânica) geralmente apresentam sérias desvantagens em termos de compatibilidade, eficácia e durabilidade, não protegendo totalmente os azulejos em condições adversas. Este trabalho apresenta e discute a viabilidade do uso de pastas geopoliméricas para preenchimento de lacunas de vidro, usando como comparação a nível de desempenho, duas cal hidráulicas, Ledan® C30 e NHL 3.5. Foram utilizadas várias técnicas para estudar o comportamento químico, físico e mecânico das pastas, nomeadamente FT-IR, MEV-EDS, EDXRF, condutividade elétrica, porosidade aberta, permeabilidade ao vapor de água, absorção de água por capilaridade, expansão térmica e expansão hídrica, resistência à flexão e resistência de adesão. A avaliação da sua eficácia ao longo do tempo foi realizada através de ensaios de envelhecimento acelerado que pretendiam simular em laboratório condições que podem ocorrer *in situ*, com o objetivo de tentar reproduzir uma determinada degradação física. Os geopolímeros e o Ledan® C30, são materiais promissores para o restauro de vidro em azulejos, exibindo algumas propriedades, como aderência ao substrato cerâmico, superior aos materiais inorgânicos usados hoje em dia, como pastas à base de cal aérea. Quando os azulejos da fachada apresentam deterioração, geralmente são removidos e substituídos por outros recém-fabricados. O recozimento dos azulejos de padrão pode ser uma potencial solução como método de restauro alternativo, em detrimento do uso de réplicas. Este trabalho apresenta e discute a viabilidade do método para azulejos fissurados ou com destacamento, sendo que foram utilizados azulejos modernos de três diferentes produções, Fábrica Lusitânia, Viúva Lamego e Constância. Os efeitos do recozimento foram estudados por diferentes técnicas, como observação macroscópica, MEV-EDS e através da resistência dos vidrados a um ensaio de pull-off. O comportamento a longo prazo dos vidrados sujeitos a nova cozedura foi avaliado por meio de um ensaio de envelhecimento acelerado.

A finalidade última da investigação realizada é contribuir para o entendimento estético e técnico do uso do azulejo moderno em Portugal, bem como para a conservação desse património único.

Palavras-chave: Azulejos modernos, caracterização, restauro, geopolímeros, recozimento de azulejos

ABSTRACT

For about five centuries, azulejos have been one of the favourite materials for parietal finishing and decoration in Portugal, acquiring a uniqueness of artistic aspects. The spread of the use of azulejos in the 1950-1974 Portuguese architecture, the composition of modern tiles produced in the country during that period, the understanding of production techniques, the forms and possible causes of degradation were still to be studied in some detail, and it was in this context that the investigation was carried out, the results of which are now presented.

The understanding of the causes of decay may gain from knowledge of the raw materials and production techniques, which led to a survey of how these tiles were produced, as well as a first insight into the characteristics of modern tiles. To systematise the forms of deterioration in situ, a total of 28 panels of modern exterior tiles were inspected throughout mainland Portugal.

Restoration materials currently used to fill lacunae in architectural historical azulejos (e.g., lime or organic resin pastes) usually show serious drawbacks in terms of compatibility, effectiveness and durability, while they do not fully protect azulejos in outdoor conditions. This work presents and discusses the viability of the use of geopolymeric pastes to fill lacunae in azulejos glaze, using as a comparison in terms of performance, two hydraulic pastes, Ledan® C30 and NHL 3.5. Several techniques were used to study the chemical, physical and mechanical behaviour of geopolymers, namely FT-IR, SEV-EDS, EDXRF, electrical conductivity, open porosity, water vapor permeability, capillary water absorption, thermal expansion and water expansion, flexural strength and adhesion strength. The evaluation of its effectiveness over time was carried out through accelerated aging tests that intended to simulate in the laboratory the conditions that would be found in situ, so as to try and replicate under controlled conditions the physical deterioration. Geopolymers and Ledan® C30 are promising materials for restoration of azulejos, exhibiting some properties, e.g., adhesion to the ceramic substrate, higher than inorganic materials used nowadays, such as aerial lime-based pastes. Whenever the façade tiles are decayed, they are usually removed and replaced by newly manufactured ones. The re-firing of pattern tiles can be a potential solution as an alternative restoration method, to the detriment of the use of replicas. This work presents and discusses the possibility of the method for crazed and spalled tiles, using modern tiles from three different productions, *Lusitânia*, *Viúva Lamego* and *Constância* factories. The re-firing effects were studied by different techniques, such as macroscopic observation, SEM-EDS and through the resistance of the glazes to a pull-off test. The long-term behaviour of refired glazes was evaluated through an accelerated aging test.

The ultimate goal of the research undertaken is to contribute to the aesthetic and technical understanding of the use of modern azulejos in Portugal, as well as to the conservation of this unique heritage.

Key-words: Modern tiles, characterization, restoration, geopolymers, re-firing of tiles

Agradecimentos	ix
Resumo	xi
Abstract	xiii
Índice de Figuras	xix
Índice de Tabelas	xxv
Símbolos e Abreviaturas	xxvii
Introdução	1
A importância dos azulejos como património cultural	1
Objetivos da investigação	2
Estrutura da tese	4
CAPÍTULO 1 O azulejo de revestimento e o uso moderno em Portugal	5
1.1. Tradição dos revestimentos de cerâmica vidrada na arquitetura portuguesa	5
1.2. O emergir da arquitetura moderna	7
1.2.1. Movimentos ocorridos e a sua influência	8
1.2.2. Escolas e arquitetos do movimento moderno	12
1.3. Influências da arquitetura moderna do Brasil	16
1.4. O uso do azulejo na arquitetura moderna em Portugal - anos 1950-1975	20
1.4.1. Contexto da arquitetura Portuguesa	20
1.4.2. O uso moderno do azulejo	25
CAPÍTULO 2 Levantamento e sistematização de casos	31
2.1. O crescimento e a renovação urbana em Portugal nos anos 1950-1974	31
2.2. Escopo do levantamento de casos	35
2.3. Sistematização da aplicação do azulejo moderno de exterior em Portugal	38
2.3.1. Revestimento relevante das fachadas	38
2.3.2. Revestimento ao nível do piso térreo	41
2.3.3. Revestimento decorativo	42
2.4. Levantamento de obras	43
2.4.1. Enumeração de casos encontrados em espaços públicos em Portugal	43
2.4.2. Seleção dos casos para o estudo das características e as formas de degradação	51
CAPÍTULO 3 Técnicas de produção e características dos azulejos modernos	53
3.1. Fabricantes portugueses de azulejos no período moderno	53
3.1.1. Morfologia dos azulejos modernos presentes na coleção do MNAz	59
3.2. Técnicas de produção conhecidas	60
3.3. Estudo analítico	63
3.3.1. Casos estudados e amostragem	63

3.3.2. Preparação das amostras	65
3.3.3. Técnicas analíticas utilizadas.....	65
3.3.4. Resultados e discussão	66
CAPÍTULO 4 Conservação e restauro dos azulejos modernos	85
4.1. Princípios da conservação e as suas bases teóricas.....	85
4.2. Conservação e Restauro de azulejos in situ	90
4.2. Degradação dos azulejos e suas consequências na perda do património	91
4.3. Resultados das inspeções aos painéis de azulejos modernos	95
4.3.1. Casos de estudo	95
4.3.2. Sistematização das formas de degradação encontradas	96
4.3.3. Considerações finais.....	103
4.4. Materiais de restauro	104
CAPÍTULO 5 Restauro de lacunas de vidro com materiais geopoliméricos	107
5.1. Materiais geopoliméricos	107
5.2. Geopolímeros como materiais de restauro para azulejos	108
5.3. Procedimento experimental	109
5.3.1. Materiais	109
5.3.2. Formulação e preparação das pastas de preenchimento	110
5.3.3 Técnicas analíticas.....	112
5.4. Resultados e discussão	117
5.4.1. Observação visual das pastas	117
5.4.2. Caracterização química	119
5.4.3. Caracterização física e mecânica	123
5.4.4. Ensaio de envelhecimento acelerado	131
CAPÍTULO 6 Recozimento como método alternativo de restauro	135
6.1. Recozimento de azulejos de padrão	135
6.2. Procedimento experimental	137
6.2.1. Materiais	137
6.2.2. Desenho experimental	137
6.2.3. Ciclo de cozedura	139
6.2.4. Técnicas analíticas.....	139
6.2.5. Finalidade do ensaio de envelhecimento acelerado.....	140
6.3. Resultados e discussão	141
6.3.1. Recozimento dos azulejos modernos	141
6.3.2. Testes de Aderência dos vidrados.....	144
6.3.3. Caracterização morfológica e química	144
6.3.4. Ensaio de envelhecimento acelerado	147
6.3.5. Considerações sobre o uso do recozimento como forma de restauro	149

CAPÍTULO 7 Considerações finais	153
7.1. Revisão dos objetivos	153
7.2. Principais conclusões	155
7.2.1. Levantamento e inspeções in situ.....	155
7.2.2. Caracterização dos azulejos	156
7.2.3. Materiais e métodos de restauro.....	157
7.3. Novos conhecimentos resultantes da investigação realizada	159
7.4. Outras linhas de investigação futura	160
Referências bibliográficas.....	163
Publicações.....	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cronologia do azulejo adaptada de Az - Rede de Investigação em Azulejo (Rede de Investigação em Azulejo sem data)	5
Figura 1.2 Esquerda) Red House de 1859, Kent, Inglaterra; direita) A Casa Tassel de 1893, Bruxelas, Bélgica («Clássicos da Arquitetura: Casa Vermelha / William Morris e Philip Webb» sem data; «Casa Tassel», sem data)	10
Figura 1.3. Exemplos de arquitetura <i>Art Déco</i> : esquerda) <i>Chrysler Building</i> de 1930, Nova Iorque; direita) Teatro Eden de 1937, Lisboa (Stamp 2016; «Teatro Eden» sem data)	11
Figura 1.4 Esquerda) Fábrica das turbinas AEG em Berlim, Alemanha; direita) Edifício Bauhaus em Dessau, Alemanha	13
Figura 1.5. Esquerda) Casa Kaufmann de 1964, Pensilvânia, Estados Unidos; centro) Casa Farnsworth de 1946-1950, Illinois, Estados Unidos; direita) Villa Savoye de 1928-1931, Paris, França («Casa da Cascata / Frank Lloyd Wright» sem data; «Casa Farnsworth / Mies van der Rohe» sem data; Renato Saboya Photo sem data)	15
Figura 1.6 Esquerda) Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP) no Rio de Janeiro, concluída em 1945; direita) Igreja São Francisco de Assis da Pampulha, 1943, Belo Horizonte (Brasil). («Clássicos da Arquitetura: Ministério de Educação e Saúde / Lucio Costa e equipe» 2013; «Clássicos da Arquitetura: Igreja da Pampulha / Oscar Niemeyer» 2012).....	19
Figura 1.7 Ilustrações de Raul Lino no livro <i>Casas Portuguesas, alguns apontamentos sobre o arquitectar das casas simples</i> , esquerda) Casa na Serra do Caramulo; centro) Casa numa vila do Alentejo; direita) Casa no Sul (Lino 1992, 115)	26
Figura 2.1. Evolução das manchas edificadas. Retirado de (F. Silva, Marques, e Delgado 2012, 169)	34
Figura 2.2. O crescimento da cidade de Lisboa, extraído de (Salgueiro 2002, 9).....	35
Figura 2.3 Esquerda) Rua Luciano Cordeiro Nº 58c, Lisboa; direita) Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.....	36
Figura 2.4. Esquerda) fachada de loja na Avenida de Roma Nº 19, Lisboa; direita) pormenor das pequenas cerâmicas vidradas.....	37
Figura 2.5. Painel de mosaicos Evinel, edifício Rua Silva e Albuquerque Nº 1, Lisboa	37
Figura 2.6. Esquerda) padrão repetitivo utilizado no edifício habitacional na Avenida Rainha Dona Amélia Nº 52, Lisboa; direita) padrão não repetitivo no Centro Comercial do Restelo na Rua Duarte Pacheco Pereira Nº 5, Lisboa	39
Figura 2.7. Dois exemplos de revestimento cerâmicas vidradas: esquerda) Edifício Calouste Gulbenkian, 1960, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, Lisboa; direita) degradação presente neste tipo de revestimento. Casa da Moeda, Avenida de António José de Almeida Nº 42, Lisboa	39
Figura 2.8 Exemplos de revestimento com cerâmica vidrada monocromática: esquerda) Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, Praça de Londres Nº 2, Lisboa; direita) pormenor dos azulejos lisos	40

Figura 2.9. Exemplos de revestimento com cerâmica vidrada monocromática: conjunto habitacional “blocos amarelos”, Avenida do Brasil Nº 112-132, Lisboa; direita) pormenor azulejos simples em duas cores diferentes, amarelo e cinzento	40
Figura 2.10 Esquerda) edifício Rua Luís Pastor Macedo Nº 32, Lisboa; direita) pormenor do padrão principal em tons de verde e azul.....	41
Figura 2.11 Esquerda) loja <i>Casa Primavera</i> na Rua Miguel Bombarda Nº 4, Torres Vedras; direita) assinatura “Daciano” e data “59” num dos azulejos do painel	42
Figura 2.12 Esquerda) Rua D. João IV Nº 582, Porto; direita) Rua de Dona Estefânia Nº 40, Lisboa	43
Figura 2.13 Esquerda) Painel da autoria de Carlos Botelho e produzido na fábrica Viúva Lamego, 1958 (Henriques 2004). Avenida Infante Santo Nº 63, Lisboa; direita) Azulejo de padrão, integrado num edifício habitacional na Avenida Infante D. Henrique Nº 218 e 176, Cascais	44
Figura 2.14 Loja <i>Seaside</i> na Rua de Santa Catarina, Porto: esquerda) pormenor do desenho geométrico do painel; direita) perceção do enquadramento da Ponte de D. Luís na cidade do Porto	45
Figura 2.15 Rua da Portas de Santo Antão Nº 77, Lisboa.....	46
Figura 2.16 Esquerda) Rua das Águas Férreas Nº 9, Porto; centro) azulejos com desenho idêntico aos de Ferreira da Silva para a SECLA; direita) azulejos de padrão produzido pela Fábrica Constância de Lisboa	46
Figura 2.17 Mapa da cidade do Porto com a localização dos edifícios com azulejos modernos integrados.....	47
Figura 2.18 Esquerda) Rua da Constituição Nº 30, Porto; direita) Rua da Boavista Nº 433, Porto	48
Figura 2.19 Três geometrias de aplicação usando o mesmo padrão. Esquerda) Rua de Júlio Dinis Nº 896; centro) Avenida da Boa Vista Nº 1624; direita) Avenida da República Nº 1473 (Vila Nova de Gaia)	48
Figura 2.20 Azulejos com sinais de deterioração. Esquerda) Rua de António José da Silva Nº 60; direita) Rua 5 de Outubro Nº 139	49
Figura 2.21 Azulejos Tijomel integrados na entrada de um edifício na Rua do Visconde de Setúbal, Porto	49
Figura 2.22 Esquerda) Rua de Fernandes Tomás Nº 493, Porto; direita) Praça da República Nº 11, Ourém.....	50
Figura 2.23. Esquerda) Rua 5 de Outubro Nº 93, Porto; direita) Rua da Boa Hora Nº 2, esquina com a Rua de Santa Catarina, Porto	51
Figura 3.1 Visita realizada em 2016 às instalações da Fábrica Viúva Lamego: a) preparação das argilas no formato para azulejos; b) tardoz do azulejo com marca da fábrica; c) forno elétrico para cozedura dos azulejos; d) sala de pintura dos azulejos; e) pintura manual de azulejos e f) azulejos pintados e prontos para a cozedura do vidrado / pintura.	55
Figura 3.2 Visita às instalações da fábrica Constância em 2017. a) exterior da loja; b) vista do forno a lenha D. Fernando II e chaminé da fábrica; c) azulejos nas paredes do exterior da fábrica; d) forno elétrico para cozedura dos azulejos; e) sala de pintura dos azulejos e f) tardoz das chacotas com marca da fábrica.....	56

Figura 3.3 Visita à fábrica Tijomel em 2018. Esquerda) Edifício de entrada; centro) zona interior da entrada revestida com azulejos Tijomel; direita) edifício da fábrica	58
Figura 3.4 Áreas dos painéis de azulejos de exterior de onde foram colhidas as amostras	65
Figura 3.5 Imagens de microscopia ótica das amostras de diferentes produções.	67
Figura 3.6 Imagens MEV-EDS dos vidrados em azulejos de diferentes produções: à esquerda em ampliações de cerca de 100 x para mostrar o aspeto geral dos vidrados; à direita com ampliação de 350 x para mostrar a interface com a chacota	68
Figura 3.7 Imagens MEV-EDS dos vidrados em azulejos de diferentes produções: à esquerda em ampliações de cerca de 100 x para mostrar o aspeto geral dos vidrados; à direita com ampliação de 350 x para mostrar a interface com a chacota	70
Figura 3.8 Visão detalhada dos cristais ricos em arsénio, cálcio e chumbo (provavelmente arseniato de cálcio com chumbo integrado a partir da fritada) dentro de uma bolha no vidrado de FAZ055 e parte relevante do espectro de EDS resultante.....	72
Figura 3.9 Seleção da área do vidrado em FAZ057 e FAZ058 e parte relevante dos espectros EDS resultantes	73
Figura 3.10 Seleção de uma área de vidrado rica em partículas brancas dispersas em FAZ058 e parte relevante do espectro EDS resultante.....	74
Figura 3.11 Seleção da área com e sem partículas brancas dispersas e da inclusão branca do vidrado de FAZ059, e parte relevante dos espectros EDS resultantes	74
Figura 3.12 a) Seleção da área de vidrado superior e inferior em FAZ060, e parte relevante dos espectros EDS resultantes; b) Seleção do glóbulo do vidrado em FAZ060 e parte relevante do espectro EDS resultante.....	75
Figura 3.13 Seleção da área do vidrado superior e inferior em FAZ061, e parte relevante dos espectros EDS resultantes	76
Figura 3.14 Imagem MEV e mapas analíticos do vidrado inferior na amostra FAZ061	76
Figura 3.15 Espectros de EDFRX da cor azul dos quatro painéis analisados pelo presente estudo, FAZ053, FAZ054, FAZ057 e FAZ059	79
Figura 3.17 Espectros relevantes obtidos a partir do vidrado azul da amostra FAZ057	80
Figura 3.16 Imagem MEV-EDS do vidrado azul da amostra FAZ057	80
Figura 3.18 Imagem MEV-EDS e espectro relevante obtido a partir do vidrado colorido (azul) da amostra FAZ059.....	80
Figura 3.19 Comparação de espectros de EDFRX do vidrado negro na amostra FAZ053 (espectro preto) e FAZ056 (espectro laranja)	81
Figura 3.20 Imagem MEV-EDS e o espectro relevante obtido a partir do vidrado preto da amostra FAZ056.....	81
Figura 3.21 Comparação de espectros de EDFRX das cores bordeaux na amostra FAZ055 (espectro preto) e rosa na amostra FAZ058 (espectro rosa).....	82
Figura 4.1 Esquema gráfico de um revestimento azulejar. Figura retirada de («Método Executivo - execução de revestimentos cerâmicos para pisos e paredes» sem data)	90

Figura 4.2 a) Empolamento dos azulejos num painel da Avenida Infante Santo; b) Consequente queda e ausência dos azulejos após empolamento	93
Figura 4.3 Conjunto de azulejos da autoria de Manuel Cargaleiro e datados de 1955 / 56, inseridos no jardim Dr. Alberto Araújo em Almada	96
Figura 4.4 Algumas formas de degradação e danos por ação humana identificados nos azulejos modernos: a) colonização biológica; b) falhas de vidrado e chacota fissurada; c) fratura de azulejo; d) graffiti sobre os vidrados; e) punção de forma aleatória; f) colmatação de uma lacuna com uma pasta branca.....	97
Figura 4.5 a) perda de vidrado; b) falha de vidrado ao centro do azulejo; c) e pústula salina; d) fissuração (craquelé) muito marcada	97
Figura 4.6 Exemplos de perda de vidrado do Tipo C (sem chacota aderente): esquerda) azulejos da Fábrica Constância; centro) azulejos da Fábrica Viúva Lamego; direita) azulejos da Fábrica Estaco	98
Figura 5.1 a) ch. referência; b) FAZ052, fábrica Constância; c) FAZ055 fábrica Lusitânia; d) FAZ062, fábrica Viúva Lamego.....	110
Figura 5.2 Tipo de amostras preparadas: a) pasta aplicada na ch. referência, direita) pastas geopoliméricas com ca. 2,5 x 2,0 x 0,5 cm de tamanho	111
Figura 5.3 Exemplo das amostras das formulações estudadas no presente trabalho e usadas para os diversos testes de caracterização. Esquerda - amostra da pasta LD_1:1 de 5 x 5 x 1 cm; direita - amostra da pasta LD_1:1 de 7 x 4 x 1 cm.....	112
Figura 5.4 Ensaio de porosidade aberta realizado às pastas.....	113
Figura 5.5 Ensaio de permeabilidade ao vapor de água efetuado às pastas estudadas e chacotas modernas.....	114
Figura 5.6 Ensaio de expansibilidade hídrica realizado às pastas estudadas, chacotas e azulejos modernos.....	114
Figura 5.7 Esquerda - substrato cerâmico de referência de 5 x 5 x 1 cm com quatro rebaixas circulares de 2 cm de diâmetro e ca. 1 mm de profundidade preenchidos com pasta; direita - ensaio de pull-off realizado nas pastas estudadas	115
Figura 5.8 Procedimento de dessalinização das pastas de geopolímeros por imersão num banho estático, e medição da condutividade elétrica à temperatura ambiente após cada ciclo de dessalinização.....	116
Figura 5.9 Ensaio de envelhecimento acelerado das pastas de geopolímeros e Ledan® C30: esquerda - molhagem dos provetes; direita - secagem em estufa a 60 °C	117
Figura 5.10 Pastas dos geopolímeros com os diferentes metacaulinos e solução ativadora Na ₂ SiO ₃ + NaOH (rácios Si: Na (mol: mol)).....	118
Figura 5.11 a) Gp1000_7:1 com leve brilho na superfície da pasta; b) GpNaOH_1000 com textura granulada obtida no estudo (Geraldès et al. 2016).....	119
Figura 5.12 Espectro de FTIR do metacaulino ARGICAL-M 1000® e dos geopolímeros Gp1000_7:1 sem e com dessalinização	120
Figura 5.13 Espectro de FTIR do Ledan® C30	121

Figura 5.14 Condutividade elétrica medida durante a dessalinização das pastas de geopolímeros Gp750_7:1, Gp1000_7:1 e GpNaOH_1000	122
Figura 5.15 Curvas de absorção de água por capilaridade das pastas estudadas	124
Figura 5.16 Valores de permeabilidade ao vapor de águas nas pastas estudadas e ch. referência .	125
Figura 5.17 Coeficiente de expansibilidade hídrica das pastas estudadas vs tempo.....	126
Figura 5.18 Curva do coeficiente de expansibilidade térmica das pastas estudadas	128
Figura 5.19 Resistência à flexão das pastas estudadas após 30 dias de cura e após ensaio de expansibilidade térmica	129
Figura 5.20 Resultados da tensão de aderência das pastas estudadas aplicadas no substrato cerâmico de referência “ch. referência” após a cura de 30 dias a 20 °C.	130
Figura 5.21 Tensão aderência das pastas geopoliméricas e Ledan® C30 aplicadas no nos azulejos modernos FAZ052, FAZ055 e FAZ062, após a cura de 30 dias a 20 °C.	130
Figura 5.22 Resultados da tensão de aderência das pastas de geopolímeros e Ledan® C30, aplicadas na ch. referência após a cura de 30 dias a 20 °C e após ensaio de envelhecimento acelerado de 30 dias.	132
Figura 5.23 Pastas geopoliméricas após o envelhecimento acelerado: a) GpNaOH_1000 com presença de fissuras em FAZ055; b) Gp750_7:1 com sinais de retração em FAZ055; c) Gp1000_7:1 com presença de fissuras em FAZ052.....	132
Figura 5.24 Pastas Ledan® C30 aplicadas nos azulejos modernos pós envelhecimento: a) destacamento na interface vidro / pasta em FAZ055; b) destacamento na interface vidro / pasta em FAZ062; c) FAZ055 partido após 2 dias de ensaio.....	132
Figura 5.25 Resultados da força de aderência das pastas de geopolímeros e Ledan® C30 aplicadas nos azulejos modernos após ensaio de envelhecimento acelerado de 30 dias.	133
Figura 6.1 Fragmentos dos azulejos selecionados para o processo de recozimento. a) FAZ049-1, fábrica Lusitânia; b) FAZ050-1, fábrica Viúva Lamego; c) FAZ051-1, fábrica Constância; d) FAZ091-1, substrato cerâmico de referência com vidro branco TR81	137
Figura 6.2 Diagrama dos passos realizados para o recozimento. Cada azulejo ficou fragmentado em quatro, três para ensaios e um para referência. N°1 mantido na condição original; n°2 ensaios pós-recozimento; n°3 e n°4 ensaio de envelhecimento e testes pós-envelhecimento.	138
Figura 6.3 a) medição do brilho dos vidrados; b) ensaio de aderência (pull-off) pré-recozimento; c) aplicação do novo vidro branco TR81 para o recozimento.....	138
Figura 6.4 a) FAZ093, azulejo pertencente a conjunto azulejar com fissuras no vidro; b) fragmentos de vidro colhidos junto ao painel; c) aplicação de PB 72 e óxido de chumbo nos fragmentos de vidro	139
Figura 6.5 a) parafusos M5 (Ø 5 mm) aplicados com resina epóxi, b) equipamento pull-off para ensaio de aderência, c) sistema utilizado no ensaio de aderência dos vidrados antes a após o recozimento	140
Figura 6.6 Ensaio de envelhecimento acelerado: a) fragmentos sem e com recozimento colocados nas caixas com solução alcalina; b) vista de lado da caixa porta-amostras colocada na estufa a 60 °C.	141

Figura 6.7 Fragmentos após o recozimento: a) FAZ049-2; b) FAZ050-2; c) FAZ051-2.....	142
Figura 6.8 Azulejo FAZ093: a) antes do recozimento fissuras visíveis no vidro branco; b) após o recozimento: eliminação de fissuras no vidro branco e presença de bolhas no vidro azul; c) detalhe das bolhas do vidro azul.....	142
Figura 6.9 Azulejo FAZ049-1: a) sem recozimento; b) evidência das fissuras após o recozimento; c) imagem de microscopia ótica da fissura com preenchimento do vidro branco subjacente.....	142
Figura 6.10 Fragmentos de vidro sobre o substrato cerâmico de referência antes (fila superior de imagens) e após o recozimento (fila inferior): a) colocados apenas no substrato; b) fixos com recurso ao adesivo PB72; c) fixos com recurso a óxido de chumbo	143
Figura 6.11 Gráfico com resultados de pull-off nos vidros originais e TR81 antes e após o recozimento	144
Figura 6.12 Testes de pull-off em FAZ093: a) resultados da força final sem recozimento (kN); b) resultados da força final com recozimento (kN); c) fratura após o recozimento.....	144
Figura 6.13 Observação por microscopia ótica dos vidros sem recozimento e com recozimento e vidro TR81 adicionado (identificado entre os tracejados a amarelo).....	145
Figura 6.14 Imagens MEV-EDS dos vidros sem e com recozimento, e a micro-morfologia do vidro TR81 nas diferentes amostras	146
Figura 6.15 Espectros EDS resultantes da análise da zona de interface dos fragmentos do azulejo da fábrica Viúva Lamego: sem recozimento - FAZ050-1, com recozimento - FAZ050-2, e da zona com o novo vidro adicionado - FAZ050-2_TR81	147
Figura 6.16 Fragmentos sem e com recozimentos após o ensaio de envelhecimento alcalino acelerado.....	148
Figura 6.17 Gráfico com os resultados do ensaio pull-off após o ensaio de envelhecimento alcalino nas amostras sem e com recozimento, e do vidro TR81 adicionado	148
Figura 6.18 Fragmento de FAZ091 vidro com TR81 para ensaio de envelhecimento: a) valores de pull-off antes do envelhecimento (kN); b) valores de pull-off após o envelhecimento (kN).....	149
Figura 6.19 Fragmentos com recozimento sujeitos a envelhecimento alcalino após o ensaio de pull-off: a) FAZ049-3; b) FAZ50-3; c) FAZ051-3; d) FAZ091-2.....	149
Figura 6.20 Intervenções de restauro com recurso a réplicas ou azulejos diferentes ao dos painéis	151

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 Levantamento dos azulejos modernos em espaços públicos em Portugal	44
Tabela 2.2 Número de casos relevantes de azulejos Tijomel identificados em cada cidade portuguesa visitada.....	50
Tabela 3.1 Lista de alguns artistas e arquitetos relevantes na produção e aplicação de azulejos exteriores nos anos 1950-1974.....	53
Tabela 3.2. Levantamento das fábricas de produção de azulejos ativas nos anos 1950-1974	54
Tabela 3.3 Compilação dos resultados do levantamento da morfologia de azulejos modernos da fábrica Viúva Lamego.....	59
Tabela 3.4 Amostras colhidas de painéis exteriores em várias regiões de Portugal.....	64
Tabela 3.5 Composição semi-quantitativa dos vidrados determinada por MEV-EDS (% em massa, oxigénio obtido por estequiometria e teores corrigidos para 100%).....	71
Tabela 3.6 Sinopse de tipos de vidrados e opacificantes detetados nos azulejos modernos analisados	77
Tabela 3.7 Composição semi-quantitativa do corpo cerâmico determinada por MEV-EDS (% em massa, oxigénio obtido por estequiometria e teores corrigidos para 100%)	78
Tabela 4.1 Listagem dos painéis e azulejos inspecionados com a respetiva associação à degradação encontrada em cada caso particular	99
Tabela 5.1 Designação das pastas de geopolímeros estudadas, rácio final $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol); $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol) usado nas formulações, e a quantidade de água final ($\text{H}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol)).	110
Tabela 5.2 Designação das pastas de cal hidráulica estudadas e o rácio de ligante: agregado (v:v) usado nas formulações.	112
Tabela 5.3 Resultados da observação visual das pastas de geopolímeros preparadas com os diferentes metacaulinos e rácios Si: Na (mol: mol).....	118
Tabela 5.4 Pesagem hidrostática e medições de saturação de vácuo das pastas estudadas	123
Tabela 5.5 Coeficiente de absorção de água por capilaridade.....	124
Tabela 5.6 Porosidade aberta, coeficiente de capilaridade e permeabilidade ao vapor de água das pastas de preenchimento estudadas.	125
Tabela 5.7 Coeficiente de expansibilidade térmica às 48 h das pastas estudadas e de azulejos modernos.....	127
Tabela 5.8 coeficiente de expansibilidade térmica das pastas estudadas e de azulejos modernos..	128
Tabela 6.1 Média de valores da medição do brilho dos vidrados antes e após o recozimento	143
Tabela 6.2 Composição semi-quantitativa dos vidrados sem e com recozimento determinada por MEV-EDS (% em peso, oxigénio e elementos principais corrigidos para 100%) Erro! Marcador não definido.	
Tabela 6.3 Vantagens e desvantagens do método de recozimento nos azulejos modernos de exterior	150

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CMA Câmara Municipal de Almada

DA Densidade Aparente

DCR Departamento de Conservação e Restauro

DRX Difração de raios X

DR Densidade Real

ε Coeficiente de expansibilidade hídrica

EDFRX Fluorescência de raios X por dispersão de energia

F Força

FAZ Azulejos de fachada

FCT Faculdade de Ciências e Tecnologia

FCT Fundação para a Ciência e Tecnologia

FTIR Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier

GPS Sistema de posicionamento global

HR Humidade Relativa

ICOMOS *International Council on Monuments and Sites* (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios)

L Comprimento inicial da amostra

L₀ Leitura inicial do transdutor

L_f leitura do transdutor

LNEC Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MESP Ministério da Educação e Saúde Pública

MEV-EDS Microscopia Eletrónica de Varrimento com Microanálise por espectrometria de raios X de energia dispersiva

MK Metacaulino

MNAz Museu Nacional do Azulejo

MO Microscopia ótica

MWU Absorção máxima de água

ND Não Detetado

NR Não realizado

P Porosidade

PB72 Paraloid® B72

PGM Planos Gerais de Melhoramentos

SECLA Sociedade de Exportação e Cerâmica SA.

σ Desvio Padrão

UNESCO Organização das Nações Unidas para Educação e Cultura

UNL Universidade NOVA de Lisboa

UV Ultravioleta

VICARTE Unidade de Investigação “Vidro e Cerâmica para as Artes”

ΔL Variação de comprimento

ξ Coeficiente de expansão térmica

INTRODUÇÃO

A IMPORTÂNCIA DOS AZULEJOS COMO PATRIMÓNIO CULTURAL

A crescente valorização nacional e internacional pelos azulejos portugueses, estimulada não só pelo reconhecimento do resultado estético da sua integração na arquitetura, como património único, mas também pela sua contínua utilização numa sucessão de estilos individualizáveis que se estende desde o século XVI até aos dias de hoje, faz com que sejam hoje objeto de interesse e de investigação. O azulejo tem ganho uma progressiva importância e um acentuado interesse histórico-cultural. Com o sucesso da anunciada candidatura à Lista do Património Material da Humanidade da UNESCO, a arquitetura azulejada poderá, também, ser um veículo do desenvolvimento económico de zonas do País ainda pouco exploradas pelo turismo cultural. Por tudo isto, é importante identificar os avatares do azulejo enquanto património cultural em Portugal e as causas das suas ascensões e declínios ao longo dos séculos, para assim fundamentar a discussão da sua preservação.

A presença do azulejo como elemento decorativo é de facto uma característica interessante da arquitetura portuguesa. Como em tantas outras artes, esta deve-se inicialmente a uma importação do estrangeiro, com as primeiras grandes encomendas adquiridas na Espanha mourisca no início do século XVI (Correia 1956; Simões 2001), mantendo-se o seu uso até hoje, integrados nos espaços urbanos das cidades. Ainda que empregue em muitos outros países, em particular pela sua profusão nos de tradição islâmica, o que caracteriza e diferencia o azulejo português, atribuindo-lhe enorme relevância patrimonial, é a sua distinta intenção decorativa e a sua aplicação quase ilimitada, o que contribuiu decisivamente para que se criasse uma expressão própria e destacada em Portugal, sendo esta uma marca de originalidade como referiu Santos Simões (2001, 53). Um outro aspeto identitário é a evolução estilística que nele se observa ao longo dos séculos, como se de uma entidade orgânica se tratasse, adaptando-se à mutação do gosto e às diversas finalidades estéticas ou utilitárias a que serviu. Como Santos Simões referiu em 1960:

“Está dito e provado à Sociedade que a azulejaria constitui a mais específica e original manifestação de arte criada em Portugal” (2001, 219)

É necessário compreender que o desvincular dos azulejos da arquitetura à qual pertencem corresponde à perda do seu valor integrado, o que limita ou impede a sua devida apreciação. Com temas tanto religiosos como profanos, narrativas, retratos ou simples ajustes às expressões de outras artes, o azulejo português conseguiu conquistar espaço nas ruas “criando no discurso urbano, uma riqueza sensorial” (Matos et al. 2015). Integrados na arquitetura, novos ou antigos, devem ser valorizados como uma marca nacional, muitas vezes negligenciados, possivelmente porque o olhar português está demasiado acomodado à sua presença.

Portugal detém um enorme património azulejar, referido por Vitor Lopes como um “museu de azulejos único” (Lopes 2001). Santos Simões menciona que há uma “aliança perfeita” entre o azulejo e a arquitetura portuguesa, contribuindo este para “portugalizar” a arquitetura do país (Simões 2001, 219). A sua integração na arquitetura moderna, contrariando a sobriedade visível naquela que se observa noutros países e especialmente quando os cânones europeus negaram, na sua maioria, a estética decorativa nos edifícios contemporâneos, aumenta o seu valor enquanto património cultural e realça a importância da sua salvaguarda.

A intenção original das aplicações azulejares pode nem sempre ter sido essa, mas em retrospectiva é assim que hoje são vistas e, de modo a manter viva e presente nas consciências atuais e futuras este magnífico património emblemático da cultura portuguesa, impõe-se a absoluta necessidade da sua salvaguarda para que novas gerações possam usufruir desta herança cultural.

OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

O azulejo pode ser analisado segundo vários aspetos e a diferentes níveis, nomeadamente histórico, técnico e estético. Diversos estudos têm vindo a ser desenvolvidos relativamente aos azulejos pré-industriais (produzidos até ao século XIX), não só a nível do entendimento da tecnologia de produção, como também sobre as suas formas de degradação e ainda os materiais e técnicas de restauro adequados (Mimoso e Pereira 2011; S. Pereira e Mimoso 2012a, 2012b; Mimoso et al. 2012; Esteves e Silva 2012; S. Pereira et al. 2015; Chaban et al. 2015; Geraldos 2016; Costa 2016; Brito 2016). No entanto, tais estudos não abrangem especificamente os azulejos modernos, essencialmente os produzidos em Portugal após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), que também devem ser entendidos e preservados, para que possam ser apreciados no seu contexto pelas gerações vindouras.

A herança de azulejaria integrada na arquitetura portuguesa é árdua de quantificar e, neste contexto, foi necessário limitar cronologicamente a presente investigação, uma vez que era extenso o espólio possível de se incluir. O trabalho apresentado foca-se na conservação dos azulejos modernos portugueses, nomeadamente os produzidos para uso exterior na arquitetura moderna dos anos 1950-74, período coincidente com o regime do Estado Novo após a Segunda Grande Guerra. A cronologia selecionada insere-se no período denominado moderno e, deste modo, definiram-se como modernos os azulejos produzidos nesta altura, tornando-se importante o seu estudo específico por ser uma das épocas com menos investigações realizadas até ao momento.

A bibliografia foca-se em especial nas obras de autor e em aplicações particularmente relevantes (Burlamaqui 1996; Saporiti 1998; Nery 2007), mas é comum os trabalhos dedicados à azulejaria de determinado local esquecerem, por exemplo, as aplicações de azulejos de padrão durante o Estado Novo (Martins 2001; Monteiro e Serrão 2015). Dois dos principais estudos que se conhecem em Portugal para este período são o de Teresa Saporiti dedicado exclusivamente às aplicações em Lisboa, e o outro é de João Castelo Branco Pereira dedicado aos azulejos do metropolitano de Lisboa (Pereira 1990; Saporiti 1992). Contudo, não se encontraram estudos especificamente dedicados às

características, degradação e conservação dos azulejos modernos de produção nacional. É curioso destacar que simples passeios pelos bairros modernos do Porto, de Lisboa ou mesmo de cidades afastadas da costa, como Beja, revelam uma profusão de fachadas total ou parcialmente revestidas a azulejos desta época que na sua generalidade passaram despercebidos, talvez preteridos na sua modernidade e ofuscados pelos revestimentos de azulejos semi-industriais de estampilha que, esses sim, têm merecidamente vindo a suscitar uma atenção acrescida (Mimoso 2016; Costa 2016; Chaban e Pereira 2016).

Não obstante exista a noção generalizada de que os azulejos no século XX foram produzidos pela técnica clássica da faiança estanífera, nem sempre é o caso. Quando de facto são produzidos seguindo as linhas gerais dessa técnica, a composição pode, no entanto, diferir consideravelmente em relação aos azulejos do século XIX e anteriores. Consequentemente, as formas de degradação que ocorrem podem ter aspetos específicos. Neste sentido, questões técnicas como o estudo da composição dos azulejos modernos, o entendimento das técnicas de produção, as formas e possíveis causas de degradação estão ainda por estudar. Foi neste contexto, de um campo por explorar e de um património cuja preservação deve ser assegurada, que se desenrolou a investigação cujos resultados agora se apresentam. Teve como objetivos principais:

- i) a investigação sobre a história do uso do azulejo moderno em Portugal durante o Estado Novo no Pós-Guerra, de modo a identificar as suas fontes e as opções estéticas que favoreceram, nessa época, o uso dos azulejos integrados no exterior das construções;
- ii) a sistematização dos estilos e aplicações em exterior, permitindo limitar o estudo a tipos e modelos considerados de maior relevância ou em maior risco;
- iii) a enumeração de um conjunto de obras em todo o País, ilustrando também o uso do azulejo moderno, tendo como objetivo aumentar substancialmente a lista de obras já conhecidas;
- iv) o levantamento dos principais produtores, bem como de quaisquer marcas externas que os identifiquem (por exemplo, impressões de fabricantes ou morfologias particulares do corpo cerâmico);
- v) o levantamento das técnicas de produção e o estudo da composição e micro-morfologia dos azulejos modernos;
- vi) a sistematização das formas de degradação encontradas em painéis de azulejos modernos;
- vii) o estudo dos materiais e técnicas de restauro existentes, assim como as eventuais consequências do seu uso, no sentido de entender se podem ser uma boa solução em futuras intervenções.

ESTRUTURA DA TESE

O trabalho de investigação foi dividido em cinco pontos principais, discutidos nos diferentes capítulos: 1) pesquisa a nível da história do uso do azulejo de exterior durante o período do Estado Novo após a Segunda Guerra Mundial, constituindo um estado da arte baseado na literatura encontrada; 2) levantamento de casos de aplicação em exterior e sua sistematização, 3) estudo dos fabricantes, das técnicas de produção e da composição dos azulejos modernos, 4) conservação e restauro dos azulejos com identificação dos fenómenos de degradação e a sua possível causa, 5) e 6) avaliação dos métodos de conservação e restauro quando aplicados a estes azulejos. O capítulo final corresponde à revisão dos resultados, conclusões e linhas para investigação futura.

O objetivo final do trabalho foca-se, particularmente, na conservação e restauro dos azulejos modernos, abordando questões do ponto de vista técnico que necessitam de um conhecimento dos materiais e técnicas de fabrico. A questão da autoria de painéis ou padrões é referida de passagem, no sentido em que pode ser um fator da apreciação crítica do valor de cada aplicação específica, mas não foi considerada determinante para este trabalho.

CAPÍTULO 1

O AZULEJO DE REVESTIMENTO E O USO MODERNO EM PORTUGAL

1.1. TRADIÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE CERÂMICA VIDRADA NA ARQUITETURA PORTUGUESA

Durante mais de cinco séculos, o azulejo tem sido um material eleito para o revestimento e decoração parietal em Portugal, adquirindo uma singularidade artística única (Burlamaqui 1996; Henriques 2004; Almeida 2009). O próprio azulejo é o resultado de uma lenta evolução técnica, devido a uma sucessiva melhoria e simplificação de processos que resultaram nos azulejos de faiança que conhecemos atualmente (Simões 2001; Amorim 2001). A integração perfeita da azulejaria portuguesa na arquitetura e a combinação com as diferentes artes, permite que o azulejo português não se apresente como obra independente e adquira o carácter único que o define (R. Amaral 2015). A Figura 1.1 resume o uso do azulejo em Portugal ao longo dos tempos.

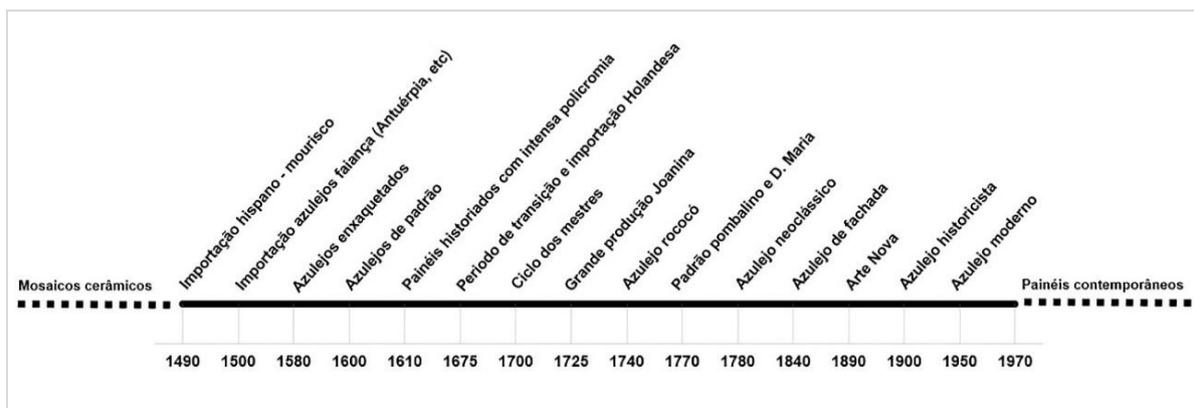


Figura 1.1 Cronologia do azulejo adaptada de Az - Rede de Investigação em Azulejo (Rede de Investigação em Azulejo sem data).

Como descrevem vários estudos (Velo e Almasqué 1991; Saporiti 1992; Pais 1998; Simões 2001; Matos et al. 2015), a decoração azulejar parietal como a conhecemos hoje foi difundida em Portugal no início do século XVI. Na sequência de uma visita do Rei D. Manuel I a Espanha, os azulejos hispano-mouriscos foram importados em grandes quantidades e utilizados no interior dos palácios e igrejas como elementos decorativos, retratando a sua origem islâmica através dos padrões (Calado 1998; Pais 1998; Simões 2001; Xavier 2020). No entanto, o uso que os portugueses fizeram do azulejo foi altamente criativo, dispondo-os muitas vezes em padrões que acompanhavam o estilo dos espaços que deviam decorar (Matos et al. 2015). Como refere Santos Simões (1907-1972), os portugueses demonstravam uma forma e intenção diferente do uso do azulejo:

“Desde o início parece ter existido um particular espírito “monumental” no uso dos azulejos” (Simões 2001, 168).

Santos Simões refere, em 1961 (2001, 253), que no século XVII estabelecem-se as características locais do uso do azulejo: a monumentalidade (os portugueses tiveram a extraordinária noção de escala deste material); a modernidade (o azulejo surgiu e desenvolveu-se paralelamente com as restantes formas de manifestação artística); a versatilidade do seu uso e, finalmente, a forma como se adaptou à arquitetura, pela sua simplicidade e, quando usado corretamente, por oferecer um acabamento elegante aos edifícios onde se inserem, sendo que a sua presença garante algum do interesse e beleza que estes possuem. A evolução da azulejaria portuguesa, em contraste com a azulejaria estilisticamente mais estática doutros países, confere-lhe valor como “obra de arte” (Simões 2001, 219).

A criação de padrões cada vez mais complexos ocorreu no século XVII, sem paralelo com o que foi produzido, mesmo até hoje, em qualquer outro país, numa demonstração de criatividade única neste campo (Matos et al. 2015). Deste modo, o azulejo foi utilizado como revestimento para o interior de igrejas, palácios e conventos, tendência que se mantém até ao final do século, existindo apenas algumas aplicações no exterior de áreas confinadas, nomeadamente em varandas, escadarias e jardins (Veloso e Alamasqué 1989; 1991).

O século XVIII traz consigo uma alteração no entendimento do uso do azulejo em Portugal. A possibilidade da sua aplicação no revestimento total das superfícies, conduz a que os padrões sejam preteridos e o azulejo se torne um suporte da descrição de narrativas, com a paleta reduzida ao azul sobre a superfície branca. A monumentalidade é agora perceptível, uma vez que os revestimentos são um verdadeiro jogo de ilusões onde a arquitetura pode ser simulada, evidenciando uma interação com a envolvente. A qualidade da pintura, a adaptação ao espaço, a exploração da narratividade, contribuíram para a individualização desta época e para a designação de *Ciclo dos Mestres*, que se caracteriza por uma pintura mais erudita, com painéis de grande qualidade e assinados como verdadeiras obras de autor (Nery 2007, 56; Matos et al. 2015; Carvalho 2012). Neste período de auge, praticamente apenas se utiliza o azulejo produzido em Portugal que, desde então, adquire um carácter ainda mais específico e definido (Veloso e Alamasqué 1989; Simões 2001; Amorim 2001). Poderá dizer-se que os azulejos se tornaram a solução portuguesa para a decoração, cumprindo a função que, por exemplo, em países como a Itália ou, a França, foi conseguida com as pinturas murais ou, as tapeçarias (Simões 2001).

Na primeira metade do século XIX reconheceu-se-lhes uma funcionalidade única, ocupando o exterior dos edifícios, recobrando inteiramente as fachadas urbanas. Simultaneamente, foi adotado pelos *torna-viagem*, antigos emigrantes no Brasil ora regressados a Portugal, como forma de evidenciar a sua prosperidade através do azulejar das suas casas (Pais e Campelo 2012). É deste modo e também devido à industrialização, que, no século XIX, o panorama se altera e o uso do azulejo se renova, adquirindo maior visibilidade na arquitetura urbana portuguesa, dando origem a uma nova fase de expansão e prosperidade, que se prolongou até aos dias de hoje (Veloso e Alamasqué 1991; Pais e Campelo 2012). Conquistando o espaço urbano, atinge novamente um auge no século XX, com o conceito de Arte Pública e estatuto de obra de autor. Neles é projetada uma interpretação

pessoal do espaço urbano onde os painéis estão inseridos, marcando os edifícios portugueses e a paisagem urbana (R. Amaral 2015; Matos et al. 2015).

O gosto e a persistência do uso do azulejo em Portugal ao longo do tempo, enriquece cultural e artisticamente o país. Reflete não só o desejo dos artistas e arquitetos em utilizá-los, bem como a ligação da comunidade com os mesmos, assumindo-os como portadores de uma característica única. Estes valores são determinantes e contribuem para enaltecer a relevância do azulejo como património cultural e, conseqüentemente, para uma maior consciência da sua salvaguarda.

1.2. O EMERGIR DA ARQUITETURA MODERNA

A formação histórica do moderno é definida através da série de movimentos ocorridos em meados do século XIX como, por exemplo, o movimento *Art & Crafts* (Artes e Ofícios). É através do seu discurso social que o movimento moderno alcança a sua força e se torna revolucionário, pois liberta-se dos estilos e símbolos das elites, e estabelece uma nova estética inspirada na racionalidade industrial. A arquitetura moderna, inserida no contexto artístico e cultural do modernismo, surge através de um conjunto de movimentos e escolas arquitetónicas que caracterizaram a produção durante grande parte do século XX, essencialmente nas décadas de 20 a 60 (Tietz 2000; Malard 2003; Coelho e Odebrecht 2007). Para Bruno Zevi (1918-2000) a compreensão da arquitetura moderna passa pelo conhecimento profundo dos seus precedentes:

“A linguagem moderna nasce e amadurece sobre as bases dum compromisso simultaneamente criativo e crítico que reivindica, por um lado, o direito a outra maneira de falar a arquitetura e, por outro, investiga as suas raízes no passado.” (Zevi 1984, 97)

Durante séculos as cidades permaneceram dominadas por edifícios em pedra ornamentados em estilo gótico ou clássico, reproduzidos sempre da mesma forma, levando, no final do século XIX, a uma desilusão relativamente a essa arquitetura passadista que não acompanhava a evolução social. A rejeição geral das formas arquitetónicas tradicionais que sobreviviam ainda no século XIX, acabou por ser o ponto de partida para a procura de novas possibilidades, a busca de um novo estilo (Tietz 2000).

A arquitetura moderna pode considerar-se assentar sobre três pilares evolutivos principais. O primeiro é o projeto da modernidade, em particular a visão iluminista do mundo, localizando o momento com as inovações tecnológicas obtidas através da revolução industrial e com as diversas propostas urbanísticas e sociais. Neste sentido, o estético torna-se secundário, ou seja, o moderno identifica-se com uma causa social e não com uma causa estética. O segundo aspeto é a definição e teorização da arte e o seu papel na sociedade, que ocorre em diversos momentos do século XIX. Esta interpretação destaca os movimentos *Arts & Crafts* e *Arte Nova*, considerados ainda fixos às formas e conceitos do passado, como movimentos que propunham novos caminhos para a estética futura. O terceiro pilar evolutivo, e normalmente compreendido como sendo a base do modernismo, é a criação do movimento moderno, através das profundas transformações estéticas propostas pelas vanguardas

artísticas das primeiras décadas do século XX (anos 10 e 20), em especial o Cubismo, o Abstracionismo e o Construtivismo (Khan 1999; Coelho e Odebrecht 2007).

Para alguns autores (Habermas 1984 op. Cit. Malard 2003, 5), a arquitetura moderna conseguiu criar os seus próprios modelos e estabelecer os fundamentos de uma nova tradição que ultrapassou todas as fronteiras, o chamado *International Style*.¹ As suas particularidades surgem através de diferentes influências, nomeadamente com Frank Lloyd Wright (1867-1959) nos EUA, com a *Staatliches Bauhaus* na Alemanha (escola de design, artes plásticas e arquitetura dos anos 1919-1933) e com Le Corbusier (1887-1965) em França. As duas grandes vertentes geralmente referidas são a Arquitetura Orgânica, de origem americana e que segundo Bruno Zevi (Zevi 1984, 218) integra a “quadridimensionalidade cubista”, e o Estilo Internacional de origem europeia, relativo à arquitetura racionalista-funcionalista que conquistou, nos anos até à segunda Guerra mundial, praticamente o mundo inteiro (Tietz 2000; Malard 2003; Coelho e Odebrecht 2007).

As transformações na construção do século XX resultam essencialmente da influência do progresso técnico, não só dos materiais de construção como também do aperfeiçoamento dos sistemas. De forma a responder aos desafios colocados pela modernidade, a arquitetura do movimento moderno com a sua formação ao longo dos anos 20 e afirmação após a II Guerra Mundial, viria a incorporar os novos sistemas e utilizar novos materiais (Monteiro 2012; Tostões, sem data). Estes últimos seguem três padrões: primeiro o processo de industrialização aplicado a materiais como o tijolo, o cimento, a madeira ou o vidro, sem alterar a sua natureza, potenciou o seu acesso ao mercado e uma surpreendente eficácia na sua utilização. Em segundo, a crescente utilização do tijolo e mais tarde do betão, permitiu a rápida substituição dos materiais tradicionais. Por último, a maior influência surge através dos materiais estruturais, como o ferro, o aço e o betão armado, que vieram permitir o desenvolvimento de novas formas de edificação em resposta às novas necessidades de um mundo em renovação (Tostões, sem data).

O otimismo que marcou, com hiatos, as décadas de 1925-1965 do século XX, de que as novas tecnologias da industrialização, difundidas por ideias racionais aplicadas na arquitetura e urbanismo viriam, a originar um mundo qualitativamente melhor, e o “Projeto de Modernidade” preocupavam-se em simultâneo com o programa social e com a forma (Khan 1999).

1.2.1. MOVIMENTOS OCORRIDOS E A SUA INFLUÊNCIA

A revolução industrial ocorrida na 2ª metade do século XIX veio possibilitar a criação de mercados maiores e colocar artigos de uso comum diante de novas exigências. Neste contexto, surgem os produtos resultantes da produção industrial que não tendo uma estética própria, recorrem a uma decoração sem fundamento artístico, limitando-se a copiar elementos decorativos (Monteiro 2012). Uma nova era na história da construção surge com a formação especializada do engenheiro, que procura o desenvolvimento e utilização de novos materiais. Estes passam a ser considerados de um

¹ Expressão utilizada por Henry-Russel Hitchcock e Philip Johnson em 1932 numa exposição promovida no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (Tietz 2000).

modo abstrato, ou seja, a arquitetura oitocentista assente na preferência da composição, vê-se agora substituída por uma conceção estrutural determinada pela matéria e pela finalidade. As primeiras obras com ferro, realizadas por engenheiros, influenciaram de modo profundo o desenvolvimento da arquitetura moderna, alargando-se então na construção a opção por diversos materiais com possibilidades até então irrealizáveis (Tostões sem data).

O movimento sustentado na revalorização do artesanato e no modelo de organização da atividade dos artesãos, o chamado *Arts and Crafts*, viria contestar a civilização industrial e a mecanização do trabalho do homem, recuperando a dimensão estética dos objetos produzidos industrialmente para uso quotidiano. Durou relativamente pouco tempo, mas é considerado por diversos historiadores como uma das raízes do modernismo do design gráfico e da arquitetura. O movimento seria teorizado por Viollet-le-Duc (1814-1879) em França e pelo britânico John Ruskin (1819-1900), crítico de arte que tentam combinar o esteticismo e a reforma social, relacionando a arte com a vida diária da sociedade, ideias fundamentais para a consolidação teórica do movimento. O designer, empreendedor, poeta e filósofo social William Morris (1834-1896) acreditava que a expansão da arte a todas as vertentes da sociedade era uma forma de permitir que esta pudesse ser incorporada nos objetos de uso corrente, transformando assim ambientes e vivências (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007; Monteiro 2012). Deste modo, é admitida a introdução das artes ditas *menores* como o artesanato, pela “porta das artes maiores e até a incorporação de umas nas outras” (Monteiro 2012, 32).

William Morris defendeu uma profunda reforma social através da arte. Porém, o processo de produção artesanal e os materiais de qualidade que utilizava, tornavam os objetos demasiado caros e inacessíveis para a generalidade da população, excluindo assim aqueles que seriam, para ele, os principais utilizadores. O esforço de Morris não teve o alcance que desejava, mas as suas ideias reformistas tiveram um impacto fundamental para o desenvolvimento do movimento moderno. Um exemplo da aplicação das ideias das *Arts and Crafts* é a *Red House* de 1859 (figura 1.2), construída em tijolo vermelho e desenhada por William Morris e pelo arquiteto Philip Webb (1831-1915). Morris pretendia demonstrar que, sem recorrer ao uso da máquina, era possível produzir objetos necessários à vida quotidiana (Monteiro 2012, 32).

Com princípios herdados das *Arts and Crafts*, surge o movimento Arte Nova como a união das artes maiores com as artes menores. Era o princípio da arte participante do ambiente humano, a valorização da qualidade dos materiais e a reprovação de imitações, materializada pelo arquiteto belga Henry Van de Velde (1863-1957), entre outros, que defendia a união entre a indústria e a arte. A *Casa Tassel* (Figura 1.2) do arquiteto Victor Horta (1861-1947) situada em Bruxelas, com a sua construção baseada em ferro, pedra e vidro, é o produto de uma época caracterizada pelo progresso económico da burguesia, aliando tradições artesanais aos materiais produzidos pela indústria, e é para Arte Nova, o que a *Red House* é para o *Arts and Crafts*. Com este movimento surgem novas soluções face aos materiais já existentes, com os princípios estéticos materializados a nível da decoração, com o ornamento em pormenores específicos, desde trabalhos nas cantarias de portas e janelas, escadas, portões etc. A sua grande preocupação era a inter-relação entre a dimensão

emotiva e a parte racional, o elemento decorativo e o elemento funcional (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007; L. Pereira 2011; J. P. Monteiro 2012).



Figura 1.2 Esquerda) Red House de 1859, Kent, Inglaterra; direita) A Casa Tassel de 1893, Bruxelas, Bélgica («Clássicos da Arquitetura: Casa Vermelha / William Morris e Philip Webb» sem data; «Casa Tassel», sem data).

O desenvolvimento de materiais como o ferro e o cimento, assim como o aperfeiçoamento da maquinaria de obra, produzem uma transformação profunda nas técnicas de construção. A transformação do uso da cal para o cimento e a incorporação de armaduras metálicas, primeiro em ferro, e depois em aço, vão originar as construções em betão armado. Decorrentes destas evoluções técnicas, os métodos de construção começam, de forma progressiva, a dar resposta à procura das populações desejosas de atingir um conforto real. É com a primeira fase de betão armado, iniciada em meados de 1920, que surge uma importante rutura relativamente ao ciclo oitocentista e aos seus prolongamentos pelo século XX, uma vez que este material vem oferecer novas possibilidades técnicas e estruturais, bem como permite explorar novas linguagens visuais (Tostões sem data; Monteiro 2012).

Em paralelo com o que se vivia na Europa, também a arquitetura americana seguia os passos da modernização. Após o Grande Incêndio de Chicago, de 1871, que reduziu 10 km² da cidade a cinzas, iniciou-se a reconstrução de uma nova e moderna cidade, na qual se erguem os arranha-céus que se tornaram a marca principal das grandes cidades americanas. A arquitetura americana, essencialmente a produzida naquela cidade, viria a adquirir um estilo apontado como *Escola de Chicago*, que envolvia um grupo de arquitetos ativos na transição do século XIX para o XX. Pioneiros em promover novas tecnologias de construção baseadas em estruturas em aço, os arquitetos americanos afastavam-se dos debates que tinham lugar na Europa sobre a reforma da arquitetura, por os considerarem como uma simples questão intelectual. Neste contexto, entre 1900 e 1925, o desenvolvimento na arquitetura americana seguiu, com algumas exceções, o seu próprio caminho, recusando as referências dos movimentos modernos europeus. Os arranha-céus, tão inovadores do ponto de vista técnico de construção, eram revestidos com fachadas historicistas, onde os arquitetos misturavam elementos da Arte Nova com outros neoclássicos, neo-românticos e, sobretudo, com uma linguagem formal neo-gótica (Tietz 2000).

O arquiteto Louis Sullivan (1856-1924) viria a ser o protagonista da cultura dos edifícios desta época e representante da Escola de Chicago. Embora tenha na transição para o século XX decorado parcialmente as suas obras, viria a formular as fachadas dos seus edifícios segundo uma quadrícula rigorosa, um dos traços fundamentais da arquitetura moderna. Porém, é só nos anos 1920 com Raymond Hood (1881-1934) que existe uma reação à arquitetura moderna europeia, onde o próprio deixa de utilizar nos seus projetos uma linguagem formal neo-gótica. Ainda por esta altura, surgem dois jovens emigrantes austríacos, Rudolph Schindler (1887-1953) e Richard Neutra (1892-1970), que tornaram os responsáveis pelo lento estabelecimento do modernismo na América (Tietz 2000).

O panorama artístico viria a alterar-se com a *Exposition Internationale des Arts Décoratifs et Industriels Modernes* em 1925, mostra internacional que reuniu vários dos desenvolvimentos contemporâneos associados às artes e ofícios, do design e arquitetura. A influência global que produziu na arte e no *design* das décadas seguintes justificaria, muito mais tarde, que se chamasse a esta importante tendência *Art Déco*, que, na arquitetura, emerge com base na combinação da linguagem geométrica aliada à utilização do aço e do betão armado. Com ela viria a estabelecer-se uma mudança no uso da decoração, ao evidenciar as relações volumétricas e estruturais, através da simplificação das formas decorativas. O movimento *Déco* assumiu-se numa época em que o racionalismo e o funcionalismo era já adotado internacionalmente, onde o ornamento era desvalorizado, embora nunca tivesse chegado a ser negado. No cariz ornamental, nunca chegou ao exagero da Arte Nova, tendo-se tornado, tal como esta, um estilo global, utilizado nas diversas variantes artísticas desde a arquitetura, às artes aplicadas, ao design industrial, à ilustração e até na moda (Tietz 2000; L. Pereira 2011). Sucessor da Arte Nova, este movimento conseguiu deixar uma impressão duradoura na arquitetura de diversas cidades do mundo, como a fachada do *Chrysler Building* de 1930 (Figura 1.3) na cidade de Nova York, do arquiteto William van Alen (1883-1954). Em Portugal o Teatro Eden de 1937, na cidade de Lisboa (figura 1.3), do arquiteto Cassiano Branco (1897-1970), é um dos exemplos da representação física do período *Art Déco* no país (Silva 1992).



Figura 1.3. Exemplos de arquitetura *Art Déco*: esquerda) *Chrysler Building* de 1930, Nova Iorque; direita) Teatro Eden de 1937, Lisboa (Stamp 2016; «Teatro Eden» sem data).

A difusão industrial em conjunto com um progressivo desenvolvimento tecnológico, remeteu este estilo para segundo plano, até o levar ao esquecimento, o que veio possibilitar o despertar, em combinação com a racionalidade da construção, de um novo vocabulário de valores e processos que se enquadram no pensamento moderno (L. Pereira 2011). A sistematização da construção do discurso racional e funcional, sustentada por ideias internacionais, está presente na maioria dos movimentos modernos. Arquitetos e designers da década de 1920 assumiram a noção de responsabilidade social e de que a arquitetura associada à tecnologia podia melhorar a vida humana. É importante salientar as duas linhas que sustentaram o pensamento do período moderno: a icónica frase “*Form follows function*” de Louis Sullivan, mas atribuída por ele próprio a Vitruvius, e a frase de Mies Van der Rohe “*Less is more*” (Coelho e Odebrecht 2007).

1.2.2. ESCOLAS E ARQUITETOS DO MOVIMENTO MODERNO

Alguns princípios manifestados no modernismo foram seguidos por arquitetos das diferentes escolas. Um dos princípios básicos assenta na renovação da arquitetura, de modo a rejeitar a anterior ao movimento. Este princípio opõe-se ao repertório formal do passado e à ideia de *estilo* e, juntamente com as vanguardas artísticas que se manifestavam durante a formação do moderno (1920 - 30), existia um sentimento de construção que levaria à criação de espaços abstratos, geométricos e minimalistas. O ornamento, elemento característico dos estilos históricos, deveria ser combatido, ou seja, a arquitetura sem ornamentos tornou-se um desafio constante para os arquitetos modernos. As ideias da industrialização, economia e a recente descoberta do design, são outras características presentes no pensamento moderno. O arquiteto era considerado o profissional responsável pela construção de forma correta e socialmente justa, que deveria projetar edifícios económicos, limpos e com utilidade (Coelho e Odebrecht 2007).

Ainda na primeira década do século XX surge na Alemanha a *Deutscher Werkbund*,² fundada por um grupo de designers e arquitetos empenhados em unir a arte e a indústria, forma de conseguir um bom nível de qualidade na produção em série de objetos e elementos construtivos. A *Werkbund* receberia influências inglesas da *Arts and Crafts*, mas com a importante diferença de não se opor aos métodos de trabalho em série da produção corrente. Com o objetivo de reformar as artes e ofícios na Alemanha, entre os seus membros fundadores destacam-se arquitetos como Henry Van de Velde (1863-1957), Josef Hoffmann (1870-1956) e Peter Behrens (1868-1940). Este último seria convidado a projetar os edifícios de uma das mais importantes companhias de eletricidade na Alemanha, a A.E.G (figura 1.4), sendo a fábrica das turbinas, de 1909, considerada a primeira obra de arquitetura onde o uso do vidro e do ferro conferem ao edifício o seu caráter formal (Tietz 2000; Malard 2003; Monteiro 2012).

² Associação Alemã de Artesãos fundada em 1907 (Monteiro 2012, 38).

Em 1919 surge a *Staatliches Bauhaus*, uma escola de design, artes plásticas e arquitetura de vanguarda, que funcionou na Alemanha até 1933 (Figura 1.4). Criada e dirigida pelo arquiteto Walter Gropius (1883-1969), foi uma das maiores e mais importantes expressões do que é chamado modernismo no design e na arquitetura, sendo uma das primeiras escolas de design do mundo. Gropius pensava a arquitetura como indissociável das artes e do design, e foi essa perspectiva que procurou implementar. Pretendia unir artes, artesanato e tecnologia, e valorizava a máquina, a produção industrial, tendo o desenho dos produtos lugar de destaque (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007; Monteiro 2012). A criação da *Bauhaus* surge durante a República de Weimar, onde se desenvolveu uma cultura artística própria com um sentido de liberdade e de mobilidade, inexistente nos anos precedentes e que proporcionou o despertar de grandes inovações.

Após mudanças governativas, a *Bauhaus* transfere-se para Dessau, em 1925 e a partir de 1928 passa a ser dirigida por Hannes Meyer (1889-1954), sendo mais tarde, em 1930, dirigida por Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969). Acabaria por fechar em 1933 com a chegada dos nazis ao poder na Alemanha, pois o seu programa era pouco tolerado pelo regime então implementado, sendo visto como demasiado assente na livre expressão e criatividade individual. Na visão de Gropius e dos restantes criadores da Bauhaus, o arquiteto tinha a responsabilidade de proporcionar a todos o acesso a objetos e espaços onde a adequada funcionalidade e harmonia estética fossem os princípios dominantes, o que só seria alcançável através de uma conceção geral de todos os elementos que compõem um ambiente arquitetónico (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007; Monteiro 2012).



Figura 1.4 Esquerda) Fábrica das turbinas AEG em Berlim, Alemanha; direita) Edifício Bauhaus em Dessau, Alemanha

Além dos nomes já citados, surgem outros grandes de referência quando se escreve sobre a arquitetura moderna internacional. O arquiteto austríaco Otto Wagner (1841-1918) é considerado dos primeiros a ter plena consciência da modernidade da centúria. Foi professor da Academia de Viena e Mestre da Escola Vienense, e embora tenha aplicado alguma ornamentação nas suas obras, a maioria distinguia-se por uma linguagem formal mais serena e geométrica. Na sua obra *Moderne Architektur* (Arquitetura Moderna) defende o uso das lajes, dos planos livres e das superfícies nuas (Tietz 2000; Toussaint 2009; Monteiro 2012).

Auguste Perret (1874-1954), arquiteto francês que fez parte da *Ecole des Beaux-Arts* de Paris³ e de onde recebeu os conceitos do racionalismo do séc. XX, e foi um dos pioneiros do modernismo na arquitetura, destacando-se o uso do betão armado nas suas obras. Precursor na utilização da luz como instrumento arquitetónico, viria a tornar-se uma referência para Le Corbusier, que trabalhou inicialmente com ele e com quem aprendeu as potencialidades da utilização do betão armado. No entanto, é com o arquiteto americano Louis Sullivan (1856-1924) e com a sua icónica frase “a forma segue a função” (Khan 1999, 17), que o conceito de funcionalismo (que viria a ser usado na arquitetura da primeira metade do século XX) surge na arquitetura moderna, sobretudo aliado ao grande crescimento populacional, ao contexto social do pós-Primeira Guerra e ao rápido desenvolvimento industrial, onde o ornamento tende a ser desprezado (Monteiro 2012).

O americano Frank Lloyd Wright, considerado um dos mais marcantes arquitetos do século XX, é figura principal da arquitetura Orgânica, que se contrapunha ao Estilo Internacional europeu. No início da sua carreira trabalhou com Louis Sullivan, um dos pioneiros em arranha-céus da Escola de Chicago, e passou a defender que o projeto deve ser individual, de acordo com sua localização e finalidade. A *Casa Kaufmann* (Casa da Cascata) de 1964 (figura 1.5) e a sede do Museu Solomon R. Guggenheim de 1959 (Nova Iorque), são as suas obras mais conhecidas (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007; Toussaint 2009). Porém, é com o arquiteto checo Adolf Loos (1870-1933), considerado o protagonista do racionalismo funcional, que emerge a batalha contra a ornamentação na arquitetura moderna. Loos, assimilou as ideias americanas da Escola de Chicago de Louis Sullivan e Frank Lloyd Wright, onde passou três anos, interpretando-as na Europa e influenciando o modernismo no continente (Tietz 2000; Toussaint 2009; Monteiro 2012). Segundo Bruno Zevi:

“O que distingue Loos de todos os outros arquitectos europeus da sua época é a sua concepção espacial. Em nome dessa concepção, ele tinha razão ao sacrificar a decoração, sacrificio que era culturalmente útil, mas não obrigatório para um artista”. (Zevi 1973 op. cit. Monteiro 2012, 38)

Loos viria a manifestar uma necessidade de individualizar a beleza na forma funcional, deixando de a fazer depender da decoração, e refere na sua obra *Ornamento e Crime* que a arquitetura moderna deverá basear-se tanto na qualidade técnica do edifício, quanto na forma funcional, onde os materiais nobres podem substituir a falta de decoração, pois o conhecimento do objeto só é possível com a simplicidade formal e com a valorização dos bons materiais. Também o arquiteto Otto Wagne já teria questionado o sentido do ornamento na sociedade moderna, tendo progressivamente abandonado os elementos decorativos declarando "que existe beleza em tudo o que é prático e útil." (Zevi 1973 op. cit. Monteiro 2012, 35).

³ “A *École Nationale Supérieure des Beaux-Arts de Paris* foi criada em 1816 na sequência da instauração da monarquia constitucional, reunindo numa só instituição o ensino da Arquitetura, da Pintura e da Escultura” (Moniz 2011, 83)

Com o arquiteto alemão Mies Van der Rohe (1886-1969), um dos formadores do conhecido Estilo Internacional, fica a marca de uma arquitetura que se evidencia pela clareza e aparente simplicidade, com obras em betão, aço e vidro que unificaram a imagem das cidades. A linguagem arquitetónica de Mies Van der Rohe assenta numa abordagem racional do projeto de arquitetura, e a sua perspetiva e conceito para os espaços envolvia uma profunda “limpeza” da forma, direcionada sempre para as necessidades impostas pelo lugar, segundo o princípio do minimalismo: “less is more” (menos é mais). Os edifícios por ele pensados fazem uso de materiais representativos da era industrial, como o aço e o vidro, e as grandes referências da sua arquitetura são a *Casa Farnsworth* de 1950 (figura 1.5) e o Pavilhão de Barcelona de 1929 (Tietz 2000; Coelho e Odebrecht 2007).

Juntamente com Wright e Mies van der Rohe, o suíço (depois francês) Charles Édouard Jeanneret, mais conhecido por Le Corbusier, é considerado um dos mais importantes arquitetos do século XX. Defendia que todos os edifícios deviam ser brancos ou com ausência de decoração, criticando qualquer esforço de ornamentação. A sua influência estendeu-se ao urbanismo, pois para ele a cidade do futuro devia consistir em grandes blocos de apartamentos assentes sobre *pilotis*,⁴ de forma a deixar o terreno sob a construção fluir, permitindo criar zonas de passagem e parques de estacionamento. A *Villa Savoye* de 1921 (figura 1.5) e as Unidades de Habitação em Berlim de 1952, são as suas principais obras (Coelho e Odebrecht 2007).



Figura 1.5. Esquerda) Casa Kaufmann de 1964, Pensilvânia, Estados Unidos; **centro)** Casa Farnsworth de 1946-1950, Illinois, Estados Unidos; **direita)** Villa Savoye de 1928-1931, Paris, França («Casa da Cascata / Frank Lloyd Wright» sem data; «Casa Farnsworth / Mies van der Rohe» sem data; Renato Saboya Photo sem data).

Le Corbusier manifestava uma enorme admiração pela engenharia e é com a sua icónica afirmação “a casa é uma máquina de habitar” (Le Corbusier 1923 op. cit. Tostões sem data, 3) que reconhece a fundamental integração dos sistemas na construção moderna, desde a canalização, à eletricidade, da iluminação ao aquecimento, lâmpadas, tomadas etc., que foram essencialmente assumidos como protagonistas de uma estética moderna (Tostões, sem data). A preocupação da organização do espaço urbano seria constante nesta época, resultante da concentração e do crescimento exponencial das populações nas cidades a ritmos intensos (Monteiro 2012).

⁴ Pilares que sustentam uma construção. “Uma fileira de pilotis estende-se inteiramente (ou quase) sobre o solo. Estes pilotis sustentam no ar os imóveis dos escritórios, que só começam no primeiro andar. Circula-se livremente na parte de baixo, ao ar livre [...]” (Corbusier, sem data, 57). Le Corbusier viria a criar o princípio dos “cinco pontos da nova arquitetura”, entre eles está o pilotis (que substituíra uma parede).

1.3. INFLUÊNCIAS DA ARQUITETURA MODERNA DO BRASIL

Portugal transmitiu a arte dos azulejos integrados na arquitetura para a maioria dos países sob o seu domínio, entre eles o Brasil, que foi criado como a Nova Lusitânia. Durante o final do século XVII e início do século XVIII, coincidindo com uma fase de evolução dos azulejos em Portugal, juntamente com uma arquitetura barroca regional, o uso do azulejo integrado atingiu o seu auge. Embora no Brasil o uso dos azulejos raramente tenha atingido a monumentalidade de exemplos portugueses, podem, no entanto, ser encontradas grandes obras nas cidades de Bahia, Pernambuco, Maranhão e em muitos outros estados (Pais e Campelo 2012). Com o século XIX, surge uma mudança de mentalidade que permitiu a deslocação da azulejaria para o exterior dos edifícios. Neste contexto, o azulejo adquire um novo conceito no Brasil expandindo-se para uma arte nacional que passa a revestir fachadas inteiras na arquitetura (Silveira 2008; C. Santos 2014). O país manteve a continuidade da azulejaria portuguesa e com os emigrantes designados de “brasileiros”, devolve a Portugal a moda do uso do azulejo (C. Santos 2014). O sucesso do uso particular deste material, quer em Portugal quer no Brasil, deve-se ao facto do mesmo ter extrapolado os limites da própria peça para se apresentar integrado, permanentemente, à arquitetura e ao urbanismo (Silveira 2008).

O Brasil teve uma situação muito específica durante a II Guerra Mundial, ao contrário da Europa, atingida por uma destruição sem paralelo. Construíam-se no país diversas obras de carácter moderno e inspiração europeia que começavam a ser conhecidos no mundo, devido à quantidade de intelectuais europeus que lá se refugiaram. A imensidão de território parecia estar à espera da intervenção dos arquitetos modernos, como se viria a confirmar com a cidade de Brasília, a nova capital criada em 1957 e que se tornou uma cidade idealizada contruída no puro e abstrato espírito moderno (Tostões 1997).

No início do movimento da arquitetura moderna do Brasil surgem incontornavelmente dois nomes que exercem uma influência decisiva na sua formação. Lúcio Costa (1902-1998), arquiteto brasileiro e fundador do movimento moderno no Brasil, e o já mencionado arquiteto franco-suíço Le Corbusier, grande referência da arquitetura moderna (Burlamaqui 1996; E. M. de Vasconcellos 2005; Silveira 2008). No campo da arquitetura brasileira, ocorrem em 1922 dois eventos que se tornaram impulsionadores na afirmação de uma nova percepção da arte e arquitetura no Brasil. A Exposição Internacional Comemorativa do Centenário da Independência, no Rio de Janeiro e a Semana de Arte Moderna, em São Paulo. Ambas tiveram, de modo díspar, o objetivo de renovar a arquitetura brasileira e as artes do Brasil, no entanto, a diferença assenta na interpretação desse desejo pelo moderno e na arquitetura proposta. No primeiro evento, a renovação arquitetónica oscila em torno do ideal de afirmação do arquiteto e da discussão por um estilo nacional. No segundo, esse impulso surge com a “destruição” de todos os valores existentes para se estabelecer conceitos novos e “livres do passado” (R. Queiroz e Freiras 2012, 96).

Para Mário de Andrade (1893-1945),⁵ um dos principais impulsionadores do movimento moderno brasileiro, a Semana de Arte Moderna contribuiu para o início de uma nova fase no Brasil, permitindo reunir, principalmente, arquitetos imigrantes, que traziam da Europa e dos Estados Unidos práticas arquitetônicas e novos ideais, aumentando o desejo pela modernidade já presente no meio intelectual das cidades brasileiras (R. Queiroz e Freiras 2012). Este evento marca o início de uma primeira fase do modernismo no Brasil, que se estende até 1930, data em que se dá a revolução e surge o Governo de Getúlio Vargas, tornando o período de 1930-60 o segundo momento do modernismo no Brasil, assinalado pela relação do Estado com os artistas brasileiros (Silveira 2008).

A revolução de 1930, com a centralização do poder, a crise mundial e o nazi-fascismo na Europa, estimularam o debate sobre o futuro do país. O Brasil ansiava por criar bases que fossem essenciais para a sua construção como nação, bem como para o seu crescimento e afirmação perante o mundo. Neste contexto, o moderno começava a ser reconhecido como projeto de vida, auxiliado não só pela vida urbana, como também pela industrialização e modernização da sociedade. A arte moderna torna-se, deste modo, a representação de um futuro (Wanderley 2006; Silveira 2008), sendo que o projeto de construção no Brasil procurava a integração funcional da arte na sociedade, no sentido de educar esteticamente as massas e o ambiente social (Wanderley 2006). Contudo, talvez num processo de recusa aos elementos que se referiam à história colonial brasileira, os arquitetos brasileiros interromperam o uso dos azulejos como principal característica visível da arquitetura local. No final da década de 1930, o azulejo fora relegado ao esquecimento tanto no Brasil como, aliás, em Portugal, e o modernismo não assimilou de imediato o seu uso em nenhum dos países. Durante esta época, o Brasil vivia num período de modernização e debate sobre a identidade nacional, visando afirmar-se como uma nação independente, não só politicamente, mas também culturalmente (Wanderley 2006; Silveira 2008).

Neste contexto, é essencial perceber a posição e importância do arquiteto Lúcio Costa como responsável pela afirmação da arquitetura moderna no Brasil (E. M. de Vasconcellos 2005). Historicamente, foi o primeiro dos arquitetos brasileiros a atribuir importância aos aspetos funcionais da arquitetura colonial (Wanderley 2006; Blömker 2016). Descreveu ainda, que Le Corbusier, numa das suas visitas ao Brasil, ficou impressionado pela integração colonial e pós-colonial dos azulejos nas construções brasileiras e, deste modo, sugeriu o uso deste material em fachadas dos edifícios modernos brasileiros. É ainda mais extraordinário perceber que Le Corbusier era quem tinha defendido, tempos antes, que "*modern decoration has no decoration*" (a decoração moderna não tem decoração) («Le Corbusier - *Decorative Art Today* (1925)» sem data). Deste ponto de vista, a sugestão ter vindo precisamente de quem considerava a decoração algo dispensável na arquitetura do seu tempo, é excepcionalmente interessante.

A carreira de Lúcio Costa iniciou-se com a produção de alguns projetos com características neoclássicas e, em 1920, já teorizava sobre o programa residencial, defendendo que a casa deveria ser sinónimo de conforto. A partir do início da década de 1930, o seu pensamento arquitetónico transforma-se e direciona-se no sentido da resolução do conflito entre as inovações tecnológicas e a

⁵ Andrade, 1922, op. cit. R. Queiroz e Freitas 2012.

tradição. Deste modo, procura relacionar o que é nacional e a construção de um futuro nos moldes da estética moderna do estilo internacional (Blömker 2016). Costa manifestou sempre o seu compromisso com a identidade cultural brasileira e sabe-se que as origens do seu discurso teórico na arquitetura, encontram-se ligadas à corrente do pensamento de Le Corbusier. Porém, no início, o arquiteto não encontrou muitas razões para se vincular ao movimento moderno, pois acreditava que seria um modismo passageiro dos anos loucos Europeus. No entanto, este seu pensamento rapidamente se dissipou e juntamente com Carlos Leão⁶ estudou atentamente a obra dos vanguardistas, tendo encontrado em Le Corbusier uma abordagem menos fria em relação à arquitetura (E. M. de Vasconcellos 2005).

É importante mencionar a relação entre a produção do arquiteto brasileiro e os princípios da arquitetura moderna sugeridos por Le Corbusier. A apropriação e utilização de um vocabulário formal, correspondente aos princípios corbusianos, são visíveis na produção de Lúcio Costa, pois o próprio manifesta nos seus textos o estudo que fez sobre o mestre e a aproximação ao pensamento do mesmo:

“E estudei a fundo as propostas e obras dos criadores, Gropius Mies van der Rohe, Le Corbusier, - sobretudo este, porque abordava a questão no eu tríplice aspeto: o social, o tecnológico e o artístico, ou seja, o plástico na sua ampla abrangência.” Costa 1995, op. cit. (Blömker 2016, 3).

Ao estudar atentamente a obra do arquiteto francês, encontrou um racionalismo formal e uma arquitetura menos fria, comparando com os restantes vanguardistas europeus. Uma arquitetura mais alegre na sua essência e mais parecida com a brasileira, o que fez Costa tornar-se defensor do discurso “corbusiano” mantendo sempre o seu diálogo entre a inovação e o avanço tecnológico, entre a sensibilidade brasileira e a sua realidade sociocultural e económica. Era fundamental para o arquiteto brasileiro manter uma relação de harmonia entre a arquitetura produzida no Brasil até à data, ou seja, a de influência colonial, e a nova arquitetura de estilo internacional (Blömker 2016).

Durante o seu percurso foi convidado, em 1931, a dirigir a Escola Nacional de Belas-Artes no Rio de Janeiro e trouxe consigo uma enorme renovação de ideias, com os arquitetos que aí se formavam aderiram desde início à arquitetura moderna, acabando por romper com os anos de tradição académica. Neste contexto, os elementos considerados tradicionais, como a herança da arquitetura colonial portuguesa, como o azulejo, foram pouco preferidos nas novas construções no Brasil (Burlamaqui 1996; Silveira 2008). Consciente do atraso industrial do país, que na segunda década do século XX tinha ainda uma economia baseada na produção agrícola, Lúcio Costa antecipou as possibilidades de adaptação das tecnologias tradicionais de construção, capazes de responder às exigências da arquitetura moderna, como estratégia que, utilizada na produção dos edifícios modernos garantiria a originalidade da arquitetura do país (E. M. de Vasconcellos 2005; Blömker 2016). A sua maneira de associar o tradicional e o novo permitiu que a nova e moderna arquitetura mantivesse orgulhosamente a sua independência da escola internacional, adquirindo assim uma identidade nacional (E. M. de Vasconcellos 2005).

⁶ Carlos Azevedo Leão, 1906-1983. Arquiteto, pintor, aguarelista e desenhador brasileiro («Carlos Leão» sem data).

Atento aos materiais locais, viria a aceitar a sugestão dada pelo arquiteto francês em integrar o património tradicional português na arquitetura brasileira do período. É na icónica obra do Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP) no Rio de Janeiro concluída em 1945 (Figura 1.5), que Costa materializa o uso do azulejo na nova e moderna arquitetura. O artista responsável pelos azulejos integrados foi Cândido Portinari (1903-1962) que criou composições de azulejo parietal nas quais incorporou elementos marinhos em tons de azul e branco, lembrando o barroco português (Silveira 2008; Almeida 2012). Anos mais tarde, Lúcio Costa assegurou que a sugestão veio de facto de Le Corbusier, tendo concluído que o consentimento ocorreu pela razão de que "os azulejos eram uma tradição" (Costa 1995, op. cit., Silveira 2008, 8). Explicou ainda o motivo da sugestão ter sido dada por um estrangeiro e não por um brasileiro:

"(...) quem vem de fora é sempre mais sensível e repara. Nós não estávamos pensando nisso, aquilo era tão só um revestimento que existia ali." (Costa 1995, op. cit., Silveira 2008, 8).

Deste modo, o azulejo criou uma ligação entre o novo e o histórico, sendo o seu uso depois disso alargado a vários edifícios no Brasil, com a mais famosa e conhecida obra, a Igreja de São Francisco, em Pampulha, Belo Horizonte (Figura 1.6) e ainda os edifícios administrativos em Brasília.



Figura 1.6 Esquerda) Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP) no Rio de Janeiro, concluída em 1945; direita) Igreja São Francisco de Assis da Pampulha, 1943, Belo Horizonte (Brasil). («Clássicos da Arquitetura: Ministério de Educação e Saúde / Lucio Costa e equipe» 2013; «Clássicos da Arquitetura: Igreja da Pampulha / Oscar Niemeyer» 2012).

É também fundamental compreender a influência que Le Corbusier exerceu, além de Lúcio Costa, sobre os arquitetos brasileiros. As suas ideias foram difundidas pelo Brasil no início dos anos 1920 pela revista *L'Esprit Nouveau*, sendo o arquiteto franco-suíço descrito como o responsável pela difusão das ideias modernas da Europa no Brasil (Moimas 2014). A sua viagem ao país ocorreu pela primeira vez em 1929 e, se o impacto da primeira visita acaba por se dissolver entre as conferências e propostas urbanísticas para as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, o mesmo não se pode afirmar em relação à sua segunda passagem, em 1936. Nesse ano, permaneceu na cidade do Rio de Janeiro durante um mês, a convite do Ministro da Educação da altura, Gustavo Capanema, por influência de Lúcio Costa (Burlamaqui 1996; R. Queiroz e Freiras 2012), que defendeu a sua vinda como forma de auxiliar no progresso estético, cultural, social e técnico para a renovação da arquitetura moderna no País (Queiroz e Luiza 2012). Le Corbusier viria a difundir pelos arquitetos

brasileiros o texto *L'architecture et les Arts Majeurs* (C. Santos 2014) onde descreve a situação da arquitetura racionalista na Europa e o papel que as artes plásticas têm na produção da mesma. Expõe ideias sobre a possibilidade de uma relação concreta entre as três artes maiores, a arquitetura, a escultura e a pintura, bem como a relação dessas artes com outros meios de expressão (F. Fernandes, sem data; C. Santos 2014).

O arquiteto francês trabalhou ainda como consultor do projeto da nova sede do Ministério da Educação e Saúde Pública atual Palácio Capanema, liderado por Lúcio Costa e composto ainda por outros arquitetos, nomeadamente Carlos Leão (1906-1983), Oscar Niemeyer (1907-2012), Affonso Eduardo Reidy (1909-1964), Ernâni Vasconcellos (1912-1989) e Jorge Machado Moreira (1904-1992). Este projeto inaugura, através da temática das obras de arte articuladas no mesmo, como a utilização dos tradicionais painéis de azulejos, o diálogo entre as várias expressões de arte (R. Queiroz e Freiras 2012; C. Santos 2014). Em suma, o discurso arquitetónico brasileiro interligou a tradição à modernidade e fez dos materiais nacionais e tradicionais uma ponte entre a história e a vanguarda, utilizando assim o azulejo para a conceção de uma identidade brasileira (Wanderley 2006; Silveira 2008).

1.4. O USO DO AZULEJO NA ARQUITETURA MODERNA EM PORTUGAL - ANOS 1950-1975

1.4.1. CONTEXTO DA ARQUITETURA PORTUGUESA

A situação da arquitetura Portuguesa desenvolveu-se num contexto particular em relação ao panorama Europeu, com razões muito próprias associadas à força da tradição, com a cultura do espaço (país no extremo ocidental da Europa), a disponibilidade de materiais, o seu desenvolvimento tecnológico e com a sua capacidade criativa, integradora e tradicionalista (Tostões 1997).

Na transição do século XVIII para o XIX, embora Portugal se fosse aproximando progressivamente aos estilos de vida e ideias do exterior, o contexto social no país era marcado pela frágil situação económica e insegurança política, que se refletia na produção artística. A situação estabilizou-se a partir da Regeneração (1851), mas nos finais de oitocentos a arquitetura no país seria ainda marcada pelo revivalismo e por um ecletismo de inspiração romântica, refletindo um desejo de enaltecer as tradições passadas. Desta forma, expressões de gosto neogótico, neo-renascentista, neo-manuelino, ou neo-árabe marcam muitos dos edifícios nessa época. Para os arquitetos do período, existia uma dissociação entre construção e fachada, como se o interior e a aparência exterior pudessem constituir partes separadas, e recorriam moderadamente aos processos tradicionais de construção usando paredes em alvenaria de pedra irregular e pavimentos sobre travejamento em madeira, podendo o uso destes sistemas dever-se ao atraso e debilidade da industrialização no país. Contudo, este revivalismo do passado romântico convivia com um desejo de modernização, que encarava com otimismo as possibilidades da máquina e da produção industrial (Tostões, sem data; Monteiro 2012).

No início do século XX a produção artística e arquitetónica em Portugal é marcada pelas tendências internacionais, embora com as características próprias da evolução e do contexto nacional. As primeiras décadas trazem consigo instabilidade económica e insegurança (instauração da República, participação na Grande Guerra, finanças públicas muito deficitárias) que marcam o contexto político e económico no país, que viria a estabilizar num regime autoritário, inicialmente bem recebido pelas populações ansiosas por ultrapassar a situação de fragilidade em que se encontravam. É neste contexto que surgem, no campo cultural, figuras e iniciativas mensageiras de um modernismo contestatário e, embora tenham tido dificuldade em afirmar-se devido a uma mentalidade predominantemente conservadora, apresentaram ideias e propostas que renovaram culturalmente o panorama português da época (Monteiro 2012).

Do ponto de vista da teorização e debate de ideias, a questão da *Casa Portuguesa* é o tema lançado à discussão entre arquitetos, críticos de arte e intelectuais, essencialmente a partir da publicação em 1918 do texto escrito por Raul Lino⁷ *A Nossa Casa*, obra que pode ser considerada, nas palavras do autor, como uma “reação contra o estrangeirismo”. Teve uma grande difusão em Portugal e seria, segundo Raul Lino, a “revelação de um forte anseio por estabelecer a perdida harmonia no mundo da nossa arquitetura” (Lino 1992, 110). Contudo, o exemplo da *Casa Portuguesa* iria desenvolver-se num sentido cada vez mais conservador e com fortes ligações ao nacionalismo, dominante do regime do Estado Novo que se implementaria em Portugal a partir de 1933 (Tostões 1997; Monteiro 2012). Embora com uma formação no âmbito internacional, Lino evolui para um conservadorismo de horizontes que contrasta com a frescura das suas produções iniciais, e desvaloriza as vanguardas culturais defendendo modelos e princípios de uma arquitetura doméstica portuguesa, mantendo a recusa pela habitação coletiva ou pela cidade moderna, facto que o distanciou inevitavelmente do Movimento Moderno (Tostões sem data; Toussaint 2009), Raul Lino considerava:

“ser lógico que se construa no estilo da região. É natural que se respeitem as tradições locais, que adoptemos processos de mão-de-obra experimentados, que nos sirvamos dos materiais circunjacentes.” (Lino, sem data op. cit., Toussaint, 2009, 217).

Esta afirmação sugere o afastamento dos sistemas de construção e dos recentes materiais resultantes do progresso, e Lino afirmaria mesmo que “é simplista ou infantil supor-se que só os materiais novos e processos recentes de construir é que hão-de condicionar a arquitetura da actualidade (...)” (Lino 1992, 105). Viria também a demonstrar pouca simpatia pelas ideias difundidas por Le Corbusier, a que chamou “tentativas Corbusierescas” e que para ele tinham significado de “feira oportunista” (Lino 1992, 106). O arquiteto era defensor da casa unifamiliar e terá sido uma relevante influência no resultado da política de habitação do regime do Estado Novo, essencialmente na década de 1930 e primeira metade da década seguinte. Embora a opção por este tipo de habitação nos muitos regimes conservadores e autoritários da Europa tenha sido crucial, para as escolhas do Estado Novo, a capacidade de comunicação e propaganda de Raul Lino, fez com que este tipo de habitação se tornasse o ideal para o país (Toussaint 2009). Ao tornar-se uma figura incontornável junto do regime em relação a poder de decisão, o seu conservadorismo viria a ser

⁷ Raul Lino da Silva (1879-1974), arquiteto português.

desfavorável para o trabalho desenvolvido por alguns arquitetos portugueses da época. Enquanto membro da Comissão Municipal de Arte e Arqueologia que supervisionava a estética cidadina, exerceu durante anos uma censura a todas as obras de arte na cidade de Lisboa. Defendia o figurativo na arte em detrimento do abstrato e do simbólico, tendo vindo a inviabilizar a colaboração de artistas como Almada Negreiros, em obras de Porfírio Pardal Monteiro (Monteiro 2012).

A arquitetura moderna que se viria a desenvolver no país nas décadas de 1920 e 1930, tem uma expressão marcada pela renovação linguística, ainda que a nova geração de arquitetos não tenha integrado os princípios ideológicos do movimento moderno internacional, que se preocupava com o problema da habitação, questões urbanas e, essencialmente, com o entendimento da arquitetura com visão social. O trabalho destes arquitetos desenvolvia-se num registo estritamente formal, aplicando tanto uma expressão moderna e internacional, como eclética-historicista e regionalista. A utilização de uma nova linguagem decorrente de uma nova maneira de construir, que integrava uma conceção funcionalista e racionalista da arquitetura, terá sido absorvida apenas como mais um estilo disponível (Tostões, sem data).

Com a transição para o Estado Novo (balizado formalmente entre 1933-1974 e que politicamente sobrevive à Segunda Guerra Mundial), a tendência autoritária do regime acentua-se e consolida-se com o tempo, com Salazar a rejeitar os conceitos de liberdade individual e a proibir a organização partidária e sindical independente. O regime vai implementando uma mentalidade que valorizava a contenção e a humildade como valores, e culturalmente instalou-se uma tendência para o racionalismo procurando as raízes de um Portugal rural, em reação ao realismo cosmopolita que dominava nos finais do século XIX (Monteiro 2012). Surge assim um número significativo de obras marcantes projetadas pela geração de arquitetos então formados ou que iniciaram a sua vida profissional por volta dos anos 1920, na qual se incluíam Porfírio Pardal Monteiro (1897-1957), Carlos Ramos (1897-1969), Cassiano Branco (1897-1970), Jorge Segurado (1898-1990), entre outros, sendo duas obras de Pardal Monteiro aquelas que marcam a moderna Lisboa, nomeadamente o Instituto Superior Técnico (1927-30) e a Igreja de Fátima de 1934-38 (Monteiro 2012; Brites 2017; Tostões, sem data).

É também nas primeiras décadas do século XX que surgem os Congressos Internacionais da Arquitetura Moderna organizados pelos principais nomes da arquitetura moderna internacional e com eles, ergue-se a discussão sobre o caminho a seguir nos vários domínios da arquitetura (paisagismo, urbanismo, exteriores, entre outros). No Congresso de 1933, com o tema *A Cidade Funcional* é produzida a *Carta de Atenas* (publicada em 1935) que resultou no manifesto de uma programação urbana em oposição ao caos da *Cidade Industrial*. A Carta definiu o urbanismo moderno e forneceu diretrizes e fórmulas referentes às quatro funções da cidade: habitação, recreio, trabalho e circulação que, de acordo com os seus autores, são aplicáveis internacionalmente. O interesse privado deveria submeter-se ao interesse público e o património passa a ser tratado como uma realidade menor, que deveria ser salvaguardado apenas se fosse evidente o seu valor ou expressão de uma cultura (Gravato 2004).

Apesar das inúmeras cartas e documentos sobre a preservação do património construído, que surgiram ao longo do século XX, Portugal permaneceu muito tempo desfasado do contexto internacional, sobretudo na época do Estado Novo. Nesta altura, a Europa debatia-se com questões relacionadas com a *Carta de Veneza* e com as teorias e técnicas de salvaguarda do património construído que estiveram na sua base. Pelo contrário, e devido ao regime político em vigor, Portugal opôs-se claramente a alguns princípios e orientações internacionais. Através da Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, verificou-se um interesse crescente pela teoria do restauro estilístico desenvolvida por Viollet-le-Duc⁸ e também pelo restauro histórico de Luca Beltrami,⁹ procurando-se soluções nos modelos desatualizados do século XIX com o objetivo de restaurar os elementos mais representativos da identidade nacional (Balsinha 2014).

A existência, ou não, de uma arquitetura fascista em Portugal pode ser questionável, com o aperto ideológico do regime de Salazar a sentir-se mais seriamente a partir de finais da década de 1930. Porém, é evidente que os arquitetos desta geração, fossem ou não adeptos da ideologia salazarista, viram no regime uma oportunidade de executar obras que não teriam conseguido se assumissem uma clara oposição aos princípios e valores do Estado Novo. O regime, por sua vez, estava mais interessado em deixar para a posterioridade obras marcantes e que afirmassem a sua capacidade de realização, assim como os jovens arquitetos desejavam poder explorar os princípios contemporâneos deixando exemplos que afirmassem uma clara diferença dos formalismos nos quais tinham sido formados (Tostões 1997; Monteiro 2012; Tostões, sem data).

É a partir de 1963 que Salazar inicia o *Plano de Reconstituição Económica* com o intuito de responder às necessidades do país em termos de equipamentos e infraestruturas, a nível da rede ferroviária, de equipamentos portuários, rede hidráulica e escolar, entre outros. Colocou o engenheiro Duarte Pacheco (1900-1943), que desempenharia um papel determinante como ministro das Obras Públicas, Comércio e Indústria, e figura chave do regime, no centro de uma reorganização total do território e dos seus equipamentos públicos. A planificação, implementação e monitorização, ficaria a cargo de um grupo socioprofissional dos engenheiros, composta em larga escala por agentes responsáveis pela teorização e condução da modernização. Duarte Pacheco tinha uma enorme capacidade de visão e destacou sempre o papel fundamental e a importância dos engenheiros e arquitetos como os profissionais mais habilitados para presidir e dirigir os processos de obra (Monteiro 2012; Brites 2017). Durante os anos 1930-40, os arquitetos viriam a projetar obras mais conservadoras e outras já mais próximas da vanguarda moderna:

“[...] podemos afirmar que a situação e evolução da cultura arquitectónica em Portugal, nas décadas de 1930-40, sofreu claramente as influências internacionais do seu tempo, existindo um debate e uma tensão constante entre tendências modernas e antimodernas. Portugal, governado por uma autocracia politicamente conotada e simpatizante com o "Eixo", soube porém, manter uma neutralidade política, e uma duplicidade de acções na esfera cultural e urbana” (Fernandes 2005 op. cit. Monteiro 2012, p.49)

⁸ Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879), arquiteto e restaurador francês que influenciou as ideias ocidentais acerca do restauro no século XIX (Luso 2004).

⁹ Luca Beltrami (1854-1933), arquiteto, restaurador, histórico e crítico de arte italiano (Idem).

No final dos anos 1940, surge uma nova geração de arquitetos descontentes e insatisfeitos em relação ao afastamento do que, para eles, eram os princípios e práticas da arquitetura moderna. É neste contexto, que entre maio e junho de 1948 é organizado o I Congresso Nacional dos Arquitetos que constitui um facto fundamental para a compreensão da evolução da arquitetura do século XX em Portugal (Tostões 1997; Monteiro 2012). José-Augusto França fez uma leitura política e cultural dos acontecimentos afirmando:

“o tratamento dos temas redundou numa entusiástica manifestação cultural e profissional da maior importância, a partir da qual pode considerar-se definido um segundo período da arquitetura moderna em Portugal, após a breve fase dos pioneiros da ‘primeira geração’” (França 1984 op. cit., Tostões 1997, 33).

A geração dos pioneiros modernistas, a dos mais velhos como Pardal Monteiro, Jorge Segurado entre outros, apresentaria um desfasamento ideológico em relação às seguintes gerações, tirando alguns casos como, por exemplo Segurado, que foi revelando uma maior preocupação teórica e um interesse por estudos de história da arquitetura, que o viria a distinguir dos restantes. São os arquitetos da geração recente que têm um papel determinante na forma geral do congresso, com um desejo profundo de mutação defendido por Francisco Keil do Amaral (1910-1975), João Simões (1908-1994) Viana de Lima (1913-1990) e outros. A situação do pós-guerra que se conjugava com o peso democrático que ideologicamente envolvia a arquitetura moderna, lançou a questão da “Utopia da arquitetura transformadora da vida e da sociedade” (Tostões 1997). Jorge Segurado foi defensor da arquitetura como condensador social, demonstrando as vantagens da “Unidade de Habitação”, que tem todas as estruturas essenciais à vida moderna. Ligado à questão da transformação da sociedade, acreditava-se na ideia da máquina, na necessidade de produzir em grande escala para satisfazer as novas exigências. O arquiteto António Lobão Vital (1911-1978) afirmava ainda que os arquitetos:

“têm a sagrada missão de construir racionalmente casas no sentido de manter o equilíbrio da sociedade, por isso a forma radiosa proposta pela Carta de Atenas é a única forma de dar aos homens alegria e optimismo.” (Vital 1928 op. cit. Tostões 1997, 36)

Assim, pela primeira vez, os arquitetos portugueses juntaram-se para discutir o significado do seu trabalho e as condições da sua produção. Citou-se a *Carta de Atenas*, numa postura política de resistência, como forma de situar a urgência de uma nova racionalidade urbanística e arquitetónica para o país. O congresso marca assim o início de um novo período da arquitetura moderna em Portugal, sendo concluído que a arquitetura deveria exprimir uma linguagem internacional e que a mesma, assim como o urbanismo moderno, eram a solução para o sério problema da habitação.

1.4.2. O USO MODERNO DO AZULEJO

No século XIX desenvolveu-se uma nova aplicação da azulejaria como revestimento exterior dos edifícios, essencialmente em prédios de arrendamento de uma burguesia que ganhava importância na organização social portuguesa. Importa considerar o papel desempenhado pelos designados “torna-viagem”,¹⁰ emigrantes portugueses que foram para o Brasil e que a partir dos anos 40 do século XIX, retornaram à pátria trazendo novos hábitos e gostos. Estes contribuíram para a expansão do azulejar das fachadas, evidenciando a sua riqueza, e o seu regresso pode, assim, ter tido um papel decisivo na difusão deste gosto (Pais e Campelo 2012; Matos et al. 2015).

Raul Lino, que reconhecia o encanto das aplicações azulejares, tanto as mudéjares, as de figuração em azul ou as de padrão, viria a questionar os processos mecanizados da então produção corrente que, na sua opinião, retiravam “sentimento” ao azulejo e defendia, que o mesmo só era conseguido pelo trabalho do artífice:

“Nós hoje cremos ingenuamente que mandando estampilhar (processo quase maquinal) qualquer padrão antigo, temos logo conquistado o mesmo efeito artístico que naquele nos seduziu. (...) Ao nosso azulejo de hoje falta-lhe o melhor – aquele prazer do artista, ou mesmo do artífice (...), sem o qual não há decoração propriamente dita (...)” (Lino 1992, p.93).

Chega por vezes a referir que, por não ser um material barato, o resultado artístico obtido pelo seu emprego muitas vezes não corresponde aos gastos que se teve, podendo mesmo ser negativo, argumentando ser preferível o uso da “cal branca da parede a certos azulejos, muito perfeitos quanto à sua técnica, mas sem vislumbre de interesse de ordem sentimental.” (Lino 1992, p.94). Porém, defendia que belos resultados podiam ser conseguidos apenas pelo uso do azulejo branco da faiança mais ordinária, com a diversidade de tons dada pelo fogo da cozedura, que produzia “um efeito rico de opala” (Lino 1992).¹¹ Lino valorizava as pequenas variações de tom numa só qualidade de material e que, nestes, é à irregularidade que se deve parte do encanto dos monumentos e objetos antigos. Muito possivelmente foi graças à *Casa Portuguesa* de Raul Lino que o uso do azulejo na arquitetura portuguesa se manteve, mesmo que em menor escala, durante as décadas de penúria em que a produção foi muito reduzida. A figura 1.7 reproduz três ilustrações do autor onde se pode observar as casas por ele idealizadas com aplicações de azulejos nas fachadas e alpendres, em painéis ligando as janelas, ou mesmo em torno dos vãos das portas.

¹⁰ Termo associado aos barris de vinho enviados no porão dos navios portugueses que por vezes não eram vendidos e voltavam à origem- o vinho era chamado de “torna-viagem”. O termo é igualmente utilizado para os emigrantes portugueses que foram para o Brasil e regressaram mais tarde a Portugal.

¹¹ Esta afirmação pode ser comprovada, por exemplo, através dos revestimentos das cozinhas do Palácio Nacional de Sintra e do Mosteiro de Alcobaça.

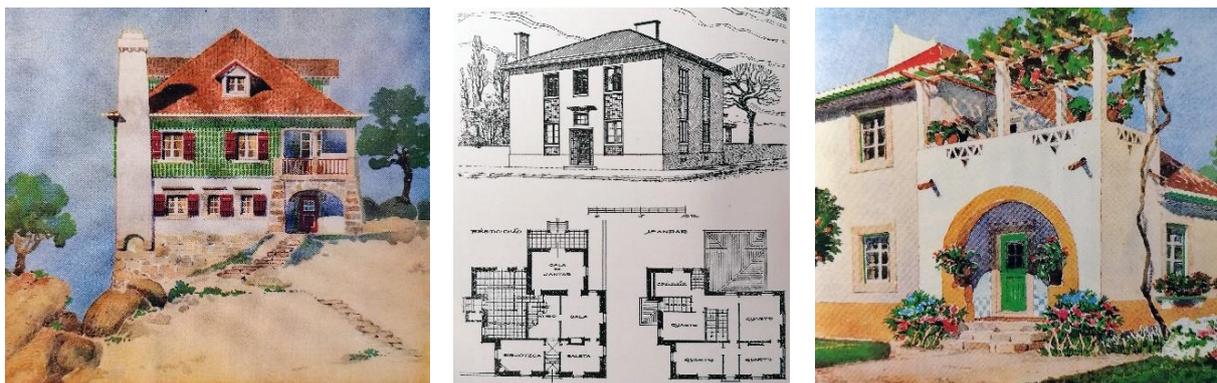


Figura 1.7 Ilustrações de Raul Lino no livro *Casas Portuguesas, alguns apontamentos sobre o architectar das casas simples*, esquerda) Casa na Serra do Caramulo; centro) Casa numa vila do Alentejo; direita) Casa no Sul (Lino 1992, 115).

Durante as primeiras décadas do século XX o azulejo em exteriores acabaria por ser praticamente abandonado, não só devido à situação económica e instabilidade política que conduziram à implantação do regime do Estado Novo, como também devido a uma tendência ideológica da arquitetura italiana fascista que servia de modelo ao regime português (Henriques 2004; Pais e Campelo 2012; Almeida 2012). Neste período, propôs-se um estilo oficial e nacionalista para criar uma imagem moderna do País, adequada às políticas do Estado Novo (Burlamaqui 1996; Henriques 2004; H. Santos 2009; Mantas 2012). Embora com uma grande tradição em Portugal, o azulejo não foi inicialmente considerado um material de eleição para integrar nos primeiros anos a arquitetura do regime, onde o aspeto clássico conferido pela pedra ou pela marmorite, materiais mais baratos, associado à monumentalidade e sobriedade consideradas desejáveis, foi favorecido (Henriques 2004; R. Amaral 2015).

Através da influência de Le Corbusier, como referido anteriormente, os azulejos recuperaram a sua importância na arquitetura brasileira, agora como uma marca de modernidade que incorporava as suas raízes. Este novo conceito de arquitetura moderna onde prevalecia a integração dos azulejos, começou a ser conhecido em Portugal durante a década de 1940 através de várias vertentes. Uma delas foi o catálogo da exposição *Brazil Builds, Architecture New and Old*, realizada em 1943 no *Museum of Modern Art* em Nova Iorque, que apresentou reflexões sobre a arquitetura brasileira, incluindo a obra azulejar de Cândido Portinari (Milheiro e Ferreira 2009; Almeida 2012). Mais tarde, com o I Congresso Nacional de Arquitetos, em 1948, onde os princípios urbanísticos da tradição e do nacionalismo foram discutidos, surge em oposição a ideia de um novo conceito de cidade, exposta pelos arquitetos Viana de Lima (1913-1991), Arménio Taveira Losa (1908-1988) e Lobão Vital, que se destacaram pela defesa da *Cidade Radiosa* e da *Carta de Atenas*. A visão funcionalista e prática destacava-se das ideias assimiladas da *Cidade Jardim* de baixa densidade, com edifícios de pouca altura e moradias geminadas. Esta contrastava com a defesa da construção em altura como forma de resolução do problema de habitação, num espírito cooperativista de reforma social, demonstrando as vantagens económicas, assim como melhores condições de habitabilidade, e, conseqüentemente, uma vida melhor para as pessoas (Gravato 2004).

Em 1953 realizou-se em Lisboa o III Congresso da União Internacional de Arquitetos, onde estiveram reunidos 600 participantes de 35 delegações mundiais, o evento assinalou um sentido diferente da propaganda do regime num quadro de uma política capitalista e de maior abertura ao exterior, no desejo de se integrar internacionalmente. É principalmente neste congresso que os jovens arquitetos portugueses descobrem, através da exposição de Arquitetura Contemporânea Brasileira que consagra Lúcio Costa e as suas obras, o uso moderno que os brasileiros deram ao azulejo, material praticamente em desuso em Portugal nessa altura (Tostões 1997). Neste sentido, os arquitetos portugueses são diretamente inspirados através da introdução do azulejo na construção do Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP) em 1945 no Brasil, o que promoveu novas perspectivas de colaboração entre os arquitetos e os artistas modernos em Portugal.

Através de uma via marcadamente brasileira, surge um universo novo de formas que traduzem a vontade de construir um novo mundo no pós-guerra. Os materiais serão o veículo para a afirmação dessa vontade, articulando-se num mesmo espaço a moderna chapa ondulada para o lambril, a pedra para a parede, a cortiça para o teto e o azulejo de padrão ou em painéis decorativos. Este é o resultado da desejada integração das três artes, onde todas, arquitetura, escultura e pintura, contribuíram com a sua especificidade para a formalização da obra final. A colaboração entre arquitetos e artistas vai assim aumentando nomeadamente nos painéis cerâmicos, que passam a ser pensados como uma obra de arte integrada na arquitetura, assinalando-se a contribuição de artistas como: Almada Negreiros (1893-1970), Maria Keil (1914-2012), Querubim Lapa (1925-2016), Júlio Pomar (1926-2018) entre outros, na renovação das potencialidades plásticas e funcionais deste material. O arquiteto Francisco Keil do Amaral (1910-1975) é considerado o pioneiro desta ideia, ao integrar painéis cerâmicos e peças escultóricas de artistas portugueses em jardins que projeta no final dos anos 40 para a cidade de Lisboa (Tostões 1997; Henriques 2004; Mantas 2012; Almeida 2012; R. Amaral 2015).

Este movimento viria a assinalar-se através de uma profusão de decorações em azulejos desenhados por diversos artistas numa retoma ao revestimento tradicional com fortes raízes na cultura e arte decorativa em Portugal, entendido como um desejo de recuperar os valores da tradição de uma forma agora atual, uma vez que os arquitetos desta época alcançaram um sentido para o uso dos azulejos nas suas obras. São disto exemplo o Centro Comercial do Restelo do arquiteto Chorão Ramalho, onde Querubim Lapa desenha uma série de azulejos de padrão para o revestimento exterior, ou mesmo os interiores das estações do metropolitano de Lisboa, onde Maria Keil cria diversas composições consoante o lugar, ou o trabalho feito nos muros de suporte onde assentam os blocos habitacionais da Avenida Infante Santo em Lisboa, onde se integraram painéis de azulejos junto às escadas de acesso aos edifícios. Esta estreita colaboração foi assim determinante no campo dos azulejos modernos e resultou em benefícios apreciáveis, tendo certamente contribuído para o ressurgimento de uma indústria artística que estava em declínio antes da II Guerra Mundial (Tostões 1997; Almeida 2012; R. Amaral 2015).

A integração dos azulejos portugueses na arquitetura e a sua combinação com as diferentes artes, trouxeram à luz o seu carácter único (R. Amaral 2015). Keil do Amaral referiu a importância dos azulejos como a expressão portuguesa mais característica no embelezar dos edifícios (F. K. Amaral 1969, 169). O seu uso nas fachadas das edificações contribui para uma clara valorização da arquitetura civil em Portugal, que, na sua opinião, era em geral fraca. A noção do valor acrescentado da sua integração parece clara para Keil do Amaral, uma vez que afirma que as cidades portuguesas devem aos azulejos o que têm de mais representativo e sedutor como, por exemplo, as decorações murais que dão valor ao Palácio dos Marqueses de Fronteira, à Capela de Santo Amaro em Alcântara, ao Hospital de São José, à Quinta dos Azulejos, ao Palácio Galveias, aos Conventos da Madre de Deus ou de São Vicente de Fora, ou ainda, datados de épocas mais recentes, às fachadas dos edifícios de vários bairros lisboetas (F. K. Amaral 1969, 170). O arquiteto refere ainda a influência que os arquitetos portugueses receberam do Brasil para o uso moderno do azulejo:

“Olhávamos os azulejos como curiosidades de um passado morto e não ocorria à imaginação dos arquitectos portugueses que pudessem prestar-se à valorização da arquitectura moderna. Essa ideia, porém, seduziu os brasileiros, que logo a exploraram com êxito, num momento em que as suas obras chamavam as atenções do mundo (...) E nós que não as soubemos explorar, passamos a copiar os Brasileiros (...) deslumbrados com a sua modernidade (...).” (F. K. Amaral 1969, 171).

O uso dos azulejos tornou-se normal na arquitetura portuguesa valorizando cada construção onde estão integrados. Maria Keil refere a tradição do uso deste material e de como caracterizou as edificações do país nos últimos séculos. Contudo, como quase foram perdidos, defende que são os arquitetos que têm a tarefa de os devolver às paisagens urbanas:

“Poucas artes aplicadas têm tradições tão portuguesas como a dos azulejos de revestimento e pouquíssimas contribuíram tanto para o que há de característico nas nossas edificações dos últimos séculos. E, no entanto, mercê de circunstâncias mal definidas, essa tradição magnífica quase se perdeu (...). Parece-me que vale a pena, a vários títulos, insuflar vida nessa tradição decadente e que aos arquitectos cabe, necessariamente, um papel importante nessa tarefa: porque se não derem guarida aos azulejos nas suas obras, nada feito. Mas a nós, pintores e decoradores, cumpre fornecer aos arquitectos azulejos adequados para os edifícios e as soluções de hoje (...).” (Maria Keil op. cit. Mantas 2012, p. 274).

Integrados, novos ou antigos, os azulejos devem ser valorizados como um marco nacional, muitas vezes esquecido, possivelmente porque a sua presença já nos é habitual. É importante referir que as construções modernas com azulejos integrados estão muitas vezes em risco, essencialmente por presenciarmos a valorização dos espaços nas zonas mais antigas das cidades. Um exemplo disso é o edifício moderno da Praça Raphael Bordallo Pinheiro em Lisboa, erguido no início dos anos 1970 com 33 painéis de azulejos integrados na fachada que foi adquirido para transformação num hotel de cinco estrelas de estética pombalina, com alteração da fachada que exigiu a remoção dos azulejos.¹²

¹² Segundo notícia publicada no Público a 21 de Maio de 2019 (Pincha 2019), os painéis de azulejos, desenhados por António Vasconcelos Lapa, foram destruídos o que conduziu ao embargo da obra pela Câmara Municipal de Lisboa. A obra permanece parada à data em que esta dissertação é escrita.

Casos como este, muito alimentados pelo crescimento do turismo, tendem a negar que o uso do azulejo na arquitetura moderna em Portugal seja também um valor para o próprio turismo, visto que a sua singularidade, bem como a maneira como foi interpretado pelos arquitetos e artistas locais, pode ser explorada através de rotas culturais.

A par apenas do Brasil, a integração do azulejo na arquitetura moderna em Portugal é única na Europa e tornou-se uma importante característica que marca a paisagem urbana do país, essencialmente quando os cânones europeus negaram, na sua maioria, a estética decorativa na arquitetura. Esta integração veio contrariar a sobriedade visível na arquitetura moderna de outros países, aumentando o seu valor enquanto património cultural o que realça a importância da sua salvaguarda.

É curioso notar como o uso do azulejo “viajou” de Portugal para o Brasil e aí ganhou raízes e floresceu num uso autóctone que inspirou um renascimento no país de origem, onde quase fora abandonado qual torna-viagem que regressa à pátria. A arquitetura do período moderno em Portugal reavivou o uso tradicional do azulejo e desta vez com traço característico da cultura portuguesa, que floresceu novamente até aos dias de hoje.

CAPÍTULO 2

LEVANTAMENTO E SISTEMATIZAÇÃO DE CASOS

2.1. O CRESCIMENTO E A RENOVAÇÃO URBANA EM PORTUGAL NOS ANOS 1950-1974

Entender o crescimento e renovação urbana em Portugal nos anos 1950-74, pode permitir relacionar determinadas aplicações azulejares encontradas na arquitetura do período em diferentes cidades do País. A referida renovação pode ter proporcionado uma expansão de integrações azulejares no edificado para zonas ditas “menos atraentes” como por exemplo, áreas habitacionais situadas nas periferias das cidades, onde se pode considerar que os azulejos integrados contribuem para um enriquecimento dos edifícios e valorização das próprias zonas. Segundo Pedro Costa:

“O conceito de urbanização não é pacífico: este processo é diferenciado no espaço (e tempo), fruto de condições históricas, económicas, sociais, culturais, etc., específicas, que determinam a sua maior ou menor ligação a determinados fatores particulares.”
(Costa 2011, 3)

Com a industrialização no século XIX, as cidades adquiriram novas formas. A chamada cidade industrial esteve sujeita a um novo conjunto de influências, essencialmente devido ao aumento demográfico e desenvolvimento dos transportes. Contudo, esta nova cidade representou também drásticas alterações sociais, com um aumento da riqueza, mas também da pobreza, criando disparidade social entre classes, que se veio a refletir na tendência para a separação espacial (M. Rodrigues 2009). É igualmente neste século que se verifica uma dinâmica de intervenções no tecido urbano, com a aplicação de planos, eliminação dos limites muralhados das cidades e a uniformização de traçados hierarquizados (Gravato 2004).

O fenómeno de expansão das áreas edificadas surge em quase todo o mundo no pós-Guerra Mundial com um processo de expansão urbana na Europa particularmente rápido e intenso, e um crescimento e densificação dos centros das cidades até os anos 1950-60, seguido de um movimento de desconcentração e urbanização das periferias, alargando geograficamente as cidades (F. Silva, Marques, e Delgado 2012; Delgado 2010; M. Rodrigues 2009). O conceito e a imagem das cidades foi-se alterando a partir dos anos 1940 até aos anos 1950, devido às muitas transformações tecnológicas, sociais e culturais, que provocaram fortes mudanças nos estilos de vida, o que favoreceu também novas atitudes face ao território. Gerou-se também um rápido crescimento demográfico, proporcionado igualmente pela melhoria substancial da qualidade de vida, especialmente nas cidades (Delgado 2010). Luís Mendes (L. Mendes 2013) define a renovação urbana como:

“uma ação que implica a demolição das estruturas morfológicas e tipológicas existentes numa área urbana degradada e a sua consequente substituição por um novo padrão urbano, como novas edificações. Por conseguinte, essas intervenções de urbana desenvolvem-se sobre tecidos urbanos degradados, aos quais não se reconhece valor como património arquitetónico e histórico.” (L. Mendes 2013, 35).

Na Europa, o século XX foi, do ponto de vista da forma das cidades, o período das destruições e reconstruções, com o seu auge no pós-2ª Guerra e na década seguinte. Neste sentido, surge a oportunidade de mudar morfológicamente muitas cidades embora, por vezes, se tenha favorecido a reconstrução segundo a mesma malha, ao invés de se modernizar, ressuscitando a mesma arquitetura e permitindo a muitas cidades o prevalecer do legado histórico (M. Rodrigues 2009).

Não se pretende, nem seria possível, discutir termos ou aprofundar a questão do crescimento e renovação urbana em Portugal, até porque sairia do foco principal da investigação. Apresenta-se somente, mesmo que de forma sintética, o sistema urbano que funcionou em Portugal nos anos que compreende o presente estudo, essencialmente em torno das cidades de Lisboa e Porto, aquelas com maior número de casos de azulejos modernos integrados. O objetivo da análise da evolução urbana no País, prende-se ainda com o facto de se tentar relacionar a expansão ocorrida com as integrações dos azulejos modernos na arquitetura do período.

Portugal no início do século XX e em evidente contraste e afastamento do contexto europeu, era mais um país de vilas e aldeias do que de cidades, muito menos de grandes cidades. Os centros urbanos de média dimensão eram escassos e só um décimo da população vivia em núcleos com funções urbanas (T. Rodrigues e Pinto 1997). O planeamento urbano no país inicia-se somente durante o século XIX, com a publicação do diploma que regulamentou os planos gerais de melhoramentos, sendo a sua evolução estruturada em três períodos, segunda metade do século XIX, Estado Novo (1928-1970) e pós-1971 (Guedes 2015). Segundo Manuel Lobo (Lobo 2011, 6) “A evolução da política de planeamento urbanístico extensiva no nosso país inicia-se de forma concreta nos anos 30 do século XX”, embora tenham existido dificuldades em aplica-la com rapidez, devido à falta de plantas topográficas atualizadas (Lobo 2011). Com o intuito de resolver problemas específicos, surgem as primeiras experiências ao nível do planeamento urbano, nomeadamente com o Governo a criar e decretar a realização dos Planos Gerais de Melhoramentos (PGM) para as cidades de Lisboa e Porto (EGEO, sem data), que segundo Martins 1998 op. cit. EGEO sem data, 5:

“tinham como principais preocupações a circulação, a melhoria das condições de salubridade dos aglomerados urbanos e o planeamento do forte crescimento que então se verificava nas cidades de Lisboa e Porto.”¹³

Poucos anos após o início do Estado Novo, o ministro Duarte Pacheco inicia uma campanha de conservação do património cultural e de promoção de arquitetos e engenheiros portugueses, e com ele surge a primeira abordagem de planeamento urbanístico extensivo a todo o território, com o Decreto-Lei n.º 24802, de 21 de Dezembro de 1934 que tornou obrigatório o levantamento de plantas topográficas e a elaboração de planos gerais de urbanização por parte dos municípios. O

¹³ Idem

regulamento foi considerado um notável avanço em relação à forma como se entendia a planificação urbanística no País por introduzir o princípio de obrigação da planificação das obras de urbanização e expansão dos aglomerados urbanos sendo que os PGM passam a dar lugar ao Plano Geral de Urbanização (Rocha 2009; Lobo 2011; Guedes 2015). Emerge assim o urbanismo no país com o início do plano de urbanização de Lisboa, o plano de melhoramentos do Porto e, em simultâneo, são criados regimes especiais de expropriações para ambas as cidades, de modo a concretizar os planos e realizar grandes obras públicas (Lobo 2011). Segundo Filipe Silva:

“Em Portugal, o que se tem produzido sobre expansão urbana ou está limitado pela reduzida escala ou pela reduzida extensão (estudo de áreas restritas ou de cidades isoladamente).” (F. Silva, Marques, e Delgado 2012, 162)

O fenómeno de urbanização em grande escala em Portugal é recente, e está estreitamente relacionado com o processo de industrialização no pós-guerra (P. Costa 2011). Portugal, país periférico, tinha uma população a viver maioritariamente da agricultura na década de 1930 (L. Pereira 2011). A expansão da mancha edificada deveu-se ao crescimento económico e demográfico que potenciou o desenvolvimento de extensas zonas urbanizadas, permitindo a consolidação das áreas metropolitanas, o que determinou fortes mudanças na paisagem (F. Silva, Marques, e Delgado 2012). A urbanização do território português assumiu ritmos diferentes, com a progressiva concentração de população e atividades económicas ao longo da linha costeira e em torno das duas principais cidades, Lisboa e Porto, o que acentuou uma tendência histórica para o desenvolvimento das mesmas, pois centradas nos dois maiores portos nacionais, usufruíram das melhores condições naturais e acessibilidade do país (Lisboa muito marcada e desenvolvida pelo processo de expansão ultramarina, e o Porto, relacionado com a ascensão da burguesia comercial e industrial, e ainda com o comércio do Vinho do Porto) (P. Costa 2011).

No entanto, as estruturas urbanas não estavam preparadas para suportar o crescimento demográfico pós-industrialização, o que levou à necessidade de refletir a forma de alojamento (Delgado 2010; L. Pereira 2011; F. Silva, Marques, e Delgado 2012). Como resposta à massiva movimentação do campo para a cidade nos anos 50-60 do século XX, os governos atuaram em duas frentes o ordenamento do território e o planeamento urbano, criando um desenvolvimento regional e uma forma de combater a saída dos meios rurais, urbanizando as cidades para receber os novos habitantes (L. Mendes 2013). A elaboração de Planos Diretores tinha como objetivo resolver os problemas da aceleração dos índices demográficos, o crescimento do volume de fluxo de trânsito, o desaparecimento de espaços verdes, a implementação de zonas industriais, a habitação degradada e mais tarde, a necessidade de proteção do espólio Histórico e Arqueológico (Gravato 2004). É nos anos 1960 que as preocupações recaem sobre a definição de um esquema de ordenamento geral do território, equilibrando a distribuição da população, do emprego e das atividades económicas e desenvolvendo as regiões (EGEO, sem data).

Como já referido, o urbanismo intensificou-se e tornou-se crucial na evolução e organização da expansão urbana, nomeadamente da cidade do Porto (N. Ferreira, sem data). Filipe Silva et al. (2012) prepararam uma base cartográfica multi-temporal do edificado em Portugal, com o estudo da área à

volta da cidade do Porto, identificando três momentos cartográficos distintos: 1950, 1975 e 2000 (figura 2.1). Segundo os autores, os resultados obtidos denotam um crescimento significativo das áreas edificadas e ritmos de crescimento diferenciados no tempo: moderados no período 1950-1975 e mais acentuados no período 1975-2000.

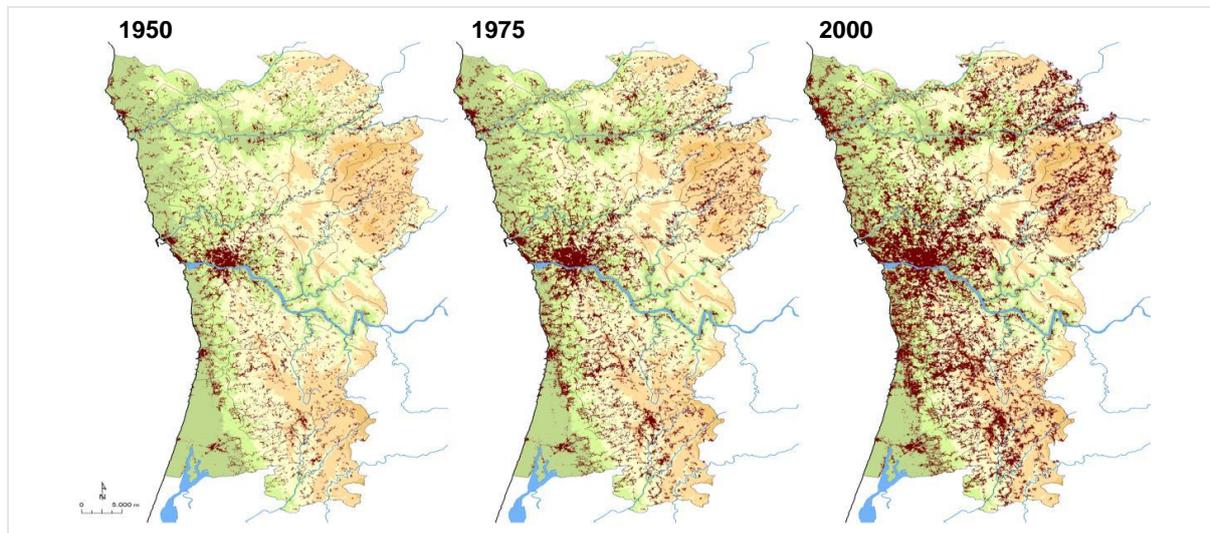


Figura 2.1. Evolução das manchas edificadas. Retirado de (F. Silva, Marques, e Delgado 2012, 169).

Demonstra ainda como os ritmos de crescimento foram diferenciados no espaço com o Porto, centro da aglomeração, a crescer sobretudo no período 1950-1975. Já os restantes concelhos cresceram sobretudo no período 1975-2000. Este crescimento, essencialmente para a periferia, pode explicar a extensa lista de casos de integrações azulejares em edifícios da época encontrados fora da zona do centro histórico da cidade (Geraldès, Mimoso, e Pais 2018b).

Em Lisboa, a cidade do século XVI tinha uma forma retangular alongada no sentido do rio com expansão para ocidente. Nos finais do século XIX esta direção tradicional de crescimento será abandonada em favor da expansão para Norte, e no último quartel do mesmo século, inicia-se um processo de expansão realizado em várias etapas, começando pela abertura das avenidas da Liberdade (1879-1886) e Almirante Reis (1898), onde o traçado das mesmas segue os dois vales principais que convergem na Baixa, duplicando os antigos caminhos rurais de entrada na cidade por terra e, mais tarde, a criação das Avenidas Novas (Salgueiro 2002; R. Silva 2006).

O crescimento e renovação das cidades foi determinado por migrantes provenientes das áreas rurais. No caso de Lisboa, este processo acelerou-se particularmente depois da Segunda Guerra Mundial, com a mancha do edificado significativamente ampliada (Figura 2.2), embora continuasse a existir durante alguns anos extensões de terrenos sem construção. São esses terrenos, propriedade do município ou da Igreja, que serviram de suporte à proliferação de bairros de barracas nos anos 1950 e 1960 (Salgueiro 2002). É nestes anos que se desencadeia uma grande explosão de loteamentos e construções “clandestinas”, ou seja, à margem da Lei, fazendo com que o Estado abdique da sua função exclusiva de urbanizador das novas expansões e passe a aceitar loteamentos de iniciativa privada (Lobo 2011).

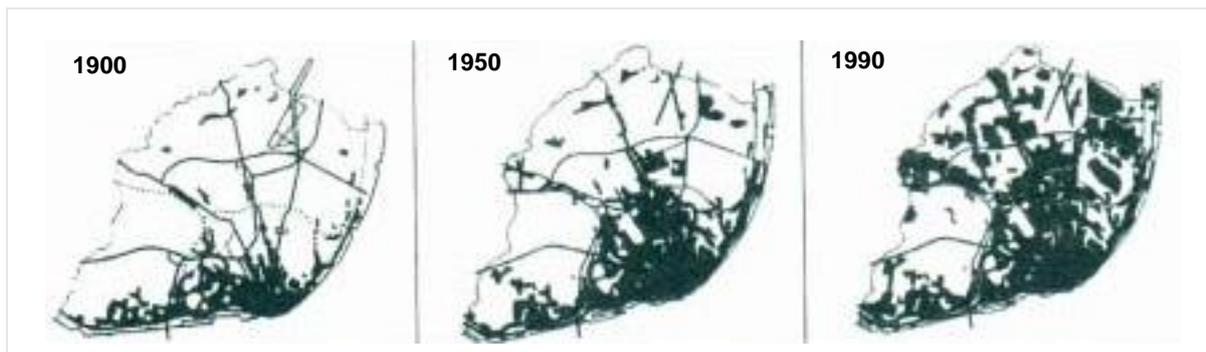


Figura 2.2. O crescimento da cidade de Lisboa, extraído de (Salgueiro 2002, 9).

O desenvolvimento dos transportes rodoviários para as principais portas da cidade, cria a ligação centro-periferia e explica o desenvolvimento precoce de certas zonas, como Algés ou Moscavide (Salgueiro 2002), esta última com aplicações azulejares do período moderno bastante interessantes. Também o comboio proporcionou um crescimento suburbano com os núcleos formados em torno das estações e ao longo das linhas na margem Norte do Tejo. Já na margem Sul do rio, criam-se núcleos em torno dos cais fluviais que asseguram as ligações a Lisboa (Cacilhas, Trafaria, Barreiro, Seixal), como são desenvolvidos polos de indústrias igualmente dependentes de transporte aquático (Seixal, Barreiro, Montijo) e linha férrea. O crescimento tardio da urbanização nesta margem deve-se ao facto da travessia do Tejo implicar, no mínimo, o uso de dois meios de transporte, embora após a inauguração da ponte, em 1966, se tenha registado um aumento demográfico bastante significativo na zona (Salgueiro 2002). Este fator pode explicar a razão pela qual a cidade mais perto da capital, da qual se tem um extenso levantamento de integrações de azulejos modernos na arquitetura do período, não tenha igualmente uma extensa aplicação destes revestimentos.

Portugal, no século XX, vê o seu crescimento e renovação urbana surgir com a concentração de população em torno das cidades, em contraste com o que ocorria no século passado, onde a cidade tinha o centro como importância crucial. É já nos anos 1920 e seguintes do século XX, a par do investimento nos transportes públicos que fazem a ligação ao centro, que a urbanização das periferias ocorre sendo o ponto fulcral a renovação urbana no país. É talvez por isto que a maioria dos casos de aplicações de azulejos modernos tenha sido encontrada nas periferias, essencialmente nas cidades de Lisboa e Porto, e não tanto nas suas zonas centrais ou históricas.

2.2. ESCOPO DO LEVANTAMENTO DE CASOS

Os objetos cerâmicos vidrados para revestimento arquitetónico estabelecem uma ligação com a superfície onde estão integrados, proporcionando uma experiência estética. O azulejo enquanto objeto artístico assume nos dias de hoje diversas formas, pelo que a discussão sobre o que é, ou não, considerado azulejo torna-se difícil, pois não se deve limitar a uma questão de morfologia ou de limites dimensionais rígidos. O trabalho agora apresentado aborda particularmente a conservação dos azulejos modernos e por se tratar de uma questão técnica, considerou-se mais relevante o material e não o artista / autor responsável pela obra em si. Diversos livros apresentam e discutem o

uso de azulejos decorados na arquitetura moderna portuguesa (Burlamaqui 1996; Saporiti 1992, 1998; Henriques 2004; Nery 2007). No entanto, muitas vezes, omitem o uso de outras cerâmicas vidradas no mesmo contexto. Possivelmente porque se trata de azulejos sem decoração, ou porque não considerem as cerâmicas vidradas em causa como azulejos propriamente ditos, ou ainda porque a sua importância, em termos de percentagem de área que revestem, é pequena.

Tendo em conta o objetivo do trabalho, foram incluídos no levantamento somente os azulejos com padrão que se considerou moderno, excluindo-se assim os padrões como o ilustrado à esquerda na Figura 2.3. Embora sejam revestimentos aplicados na arquitetura moderna, os padrões são classicizantes ou mesmo revivalistas e não se enquadram, portanto, no entendimento de *azulejo moderno*, foco da presente investigação. Ligeiramente diferentes são os revestimentos com cerâmica vidrada numa só cor, pois têm efetivamente uma extensa aplicação na arquitetura moderna cuja estética alteram, não só em Portugal, mas também noutros países (J. M. Fernandes 2011). Contudo, e devido à sua larga aplicação, será mencionado apenas o seu uso na arquitetura moderna em Portugal mas sem um extenso aprofundamento.



Figura 2.3 Esquerda) Rua Luciano Cordeiro Nº 58c, Lisboa; direita) Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Através da pesquisa de campo, com visitas a diversas cidades portuguesas, verificou-se a recorrente utilização de cerâmicas vidradas como demonstrado na Figura 2.4. Este tipo de revestimento é frequentemente utilizado nos edifícios modernos, variando somente as cores e padrões utilizados. Na maioria dos casos, a sua utilização encontra-se ao nível do piso térreo ou em determinados pormenores, como frentes de loja, colunas ou varandas. Embora semelhantes aos mosaicos de vidro, o material vidrado é distinto: trata-se de peças cerâmicas de pequenas dimensões. Pensa-se ser importante referenciá-los, uma vez que, tanto quanto se conseguiu averiguar, nunca foram sequer mencionados neste contexto apesar da mais-valia estética evidenciada em algumas aplicações.



Figura 2.4. Esquerda) fachada de loja na Avenida de Roma Nº 19, Lisboa; direita) pormenor das pequenas cerâmicas vidradas.

Embora fora da linha principal de discussão, incluiu-se ainda uma pequena referência ao uso de mosaicos de vidro, conhecidos em Portugal pelo nome da primeira marca difundida: *Evinel*. Os mosaicos de vidro complementam frequentemente os azulejos e outras cerâmicas vidradas nos edifícios modernos por vezes substituindo-os integralmente, adquirindo os mesmos fins protetores e decorativos dos revestimentos azulejares (Figura. 2.5). Este tipo de revestimento será mencionado apenas nos casos em que ocorram em conjunto com azulejos modernos integrados num mesmo edifício.



Figura 2.5. Painel de mosaicos Evinel, edifício Rua Silva e Albuquerque Nº 1, Lisboa.

2.3. SISTEMATIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DO AZULEJO MODERNO DE EXTERIOR EM PORTUGAL

Pela primeira vez é apresentada uma sistematização dos diversos tipos de uso de cerâmicas vidradas decorativas na arquitetura moderna portuguesa. A presente sistematização inclui apenas os painéis com motivos modernos, os azulejos com padrão moderno, ou as aplicações de outros tipos com particular valor estético numa aceção de *arquitetura moderna*. Todos os casos são considerados na perspetiva de um “caminhante de rua”, identificados em diferentes regiões de Portugal, nomeadamente a Região Norte, Centro, Região de Lisboa e Vale do Tejo e Região Sul, com visita a cidades como Lisboa, Porto, Setúbal, entre outras. As aplicações que não são decorativas, as que não são facilmente visíveis da rua, as que representam áreas muito pequenas (por exemplo, painéis com santos protetores ou nomes de ruas) ou projetos igualmente discretos, não foram consideradas relevantes para a sistematização atual embora algumas possam vir a ser incluídas numa sistematização mais extensa.

Considerou-se todo o uso de cerâmica vidrada integrada arquitetonicamente com conteúdo decorativo, definindo-se assim três tipos de revestimentos principais: revestimento relevante das fachadas, revestimento apenas ao nível do piso térreo e outras aplicações decorativas. É importante definir que os edifícios que se encontrem totalmente revestidos com o mesmo padrão, inclusive ao nível térreo, inserem-se na primeira categoria. Se os revestimentos ao nível térreo e dos andares superiores forem diferentes, estes casos estão classificados na segunda categoria, sempre que o revestimento no nível superior não for considerado particularmente relevante. Porém, podem ser classificados em ambos, pois o edifício é relevante tanto pelo seu revestimento global (embora apenas presente nos andares superiores), como pelo seu uso diferenciado de cerâmicas vidradas ao nível da rua. É essencial referir que a classificação num dos três tipos pode ser subjetiva, bem como a decisão de considerar, ou não, um qualquer caso como merecedor de inclusão. A sistematização dos estilos e aplicações em exterior baseou-se em dois valores, o estético e o utilitário, igualmente subjetivos, mas permite limitar o estudo a tipos e modelos considerados de maior relevância ou em maior risco, relativamente ao seu estado de conservação.

2.3.1. REVESTIMENTO RELEVANTE DAS FACHADAS

Considerou-se que o revestimento é relevante quando toda a fachada é revestida numa percentagem significativa da sua área, geralmente mais de 50 %, destinada ao impacto estético nos observadores. Dentro deste tipo definiram-se quatro subtipos: os constituídos por um único padrão repetitivo; os de padrão não repetitivo, constituídos por vários padrões ou por um único padrão, mas com desenhos ou aplicações que interrompem a continuidade; a cerâmica (tijolos ou ladrilhos) vidrada de diferentes tons de uma única cor e a cerâmica monocromática (lisa ou texturada). A Figura 2.6 (esquerda) ilustra um caso com revestimento em toda a fachada de um edifício residencial em Lisboa, através do uso de azulejos de padrão repetitivo. Um outro caso é o Centro Comercial do Restelo, em Lisboa, que ilustra a aplicação de azulejos com padrão não repetitivo, sendo possível observar dois padrões diferentes integrados no edifício (Figura 2.6 direita).

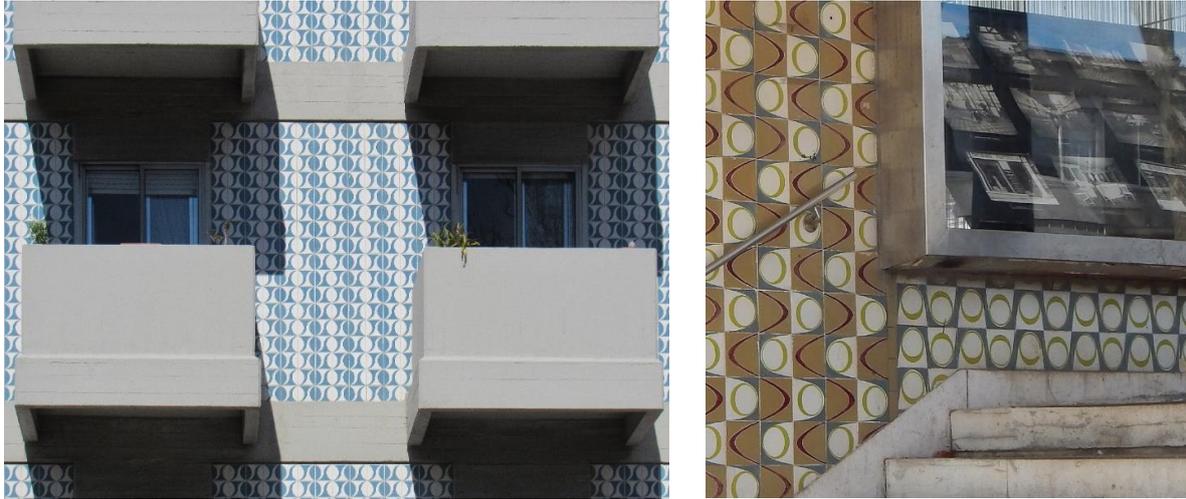


Figura 2.6. Esquerda) padrão repetitivo utilizado no edifício habitacional na Avenida Rainha Dona Amélia Nº 52, Lisboa; direita) padrão não repetitivo no Centro Comercial do Restelo na Rua Duarte Pacheco Pereira Nº 5, Lisboa.

A Figura 2.7 ilustra dois exemplos do uso de azulejos ou cerâmicas vidradas de diferentes tons de uma única cor. Embora a sua decoração não seja gráfica, é essencial reforçar que o uso deste tipo de revestimento permite criar textura, variedade e interesse em áreas de fachada que, de outro modo, seriam simples e possivelmente desinteressantes. Estes revestimentos foram utilizados com alguma frequência em Portugal e não se lhes conhece precedente no Brasil. No entanto, no virar do século XIX para o XX, foram utilizados azulejos retangulares de cores lisas no revestimento de fachadas em Lisboa e em outras cidades, que podem ter inspirado estas aplicações (Geraldès, Pais, e Mimoso 2017b).

A preservação e conservação destes azulejos é essencial, uma vez que a sua perceção estética, bem como a funcionalidade, diminuem quando estes apresentam degradação (Figura. 2.7 direita).



Figura 2.7. Dois exemplos de revestimento cerâmicas vidradas: esquerda) Edifício Calouste Gulbenkian, 1960, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, Lisboa; direita) degradação presente neste tipo de revestimento. Casa da Moeda, Avenida de António José de Almeida Nº 42, Lisboa.

Ligeiramente diferente e muitas vezes com menor valor estético é o quarto subtipo: a cerâmica vidrada monocromática (lisa ou texturada). As Figura 2.8 e 2.9 ilustram dois exemplos em Lisboa, o Ministério do Trabalho Solidariedade e Segurança Social na Praça de Londres, e um dos edifícios do conjunto habitacional moderno “blocos amarelos” na Avenida do Brasil, do arquiteto Jorge Segurado (J. M. Fernandes 2011), considerado importante no contexto de arquitetura moderna Portuguesa. Este segundo exemplo reconhece especificamente uma intenção utilitária pelo autor, assim como um propósito estético, embora derivado de azulejos simples em duas cores diferentes, amarelo e cinzento. Construídos entre 1954-1963, os blocos habitacionais podem ser considerados exemplos iniciais da associação da utilidade dos azulejos com um valor estético sem comprometer o princípio de Le Corbusier de que "a arquitetura moderna não tem decoração" («Le Corbusier - Decorative Art Today (1925)» sem data).



Figura 2.8 Exemplos de revestimento com cerâmica vidrada monocromática: esquerda) Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, Praça de Londres Nº 2, Lisboa; direita) pormenor dos azulejos lisos.



Figura 2.9. Exemplos de revestimento com cerâmica vidrada monocromática: conjunto habitacional “blocos amarelos”, Avenida do Brasil Nº 112-132, Lisboa; direita) pormenor azulejos simples em duas cores diferentes, amarelo e cinzento.

2.3.2. REVESTIMENTO AO NÍVEL DO PISO TÉRREO

O revestimento ao nível da rua inclui os casos em que o revestimento no piso térreo é o único, ou significativamente diferente do resto do edifício. O uso deste tipo de revestimento decorativo está geralmente relacionado com um propósito comercial, e é particularmente relevante uma vez que é facilmente percebido (azulejos ao nível dos olhos), mesmo em ruas estreitas onde os níveis superiores acabam por passar despercebidos. Os revestimentos deste subtipo podem incluir os painéis de azulejo artísticos assinados / não assinados; desenhos publicitários (Gomes e Santos 2004); padrões repetitivos; padrões não repetitivos; azulejos Tijomel;¹⁴ azulejos totalmente monocromáticos (lisos ou texturados). Sendo as integrações que interessam a todo o edifício uma solução que projeta ou reflete a intenção do arquiteto, estas, por contraste, refletem muitas vezes a intenção de um artista (que pode ser o próprio arquiteto) ou designer de transmitir uma mensagem estética desenquadrada do conjunto arquitetónico.

A Figura 2.10 ilustra um caso identificado em Lisboa, com a utilização de um padrão não totalmente repetitivo num edifício residencial. Os azulejos não cobrem toda a fachada do edifício e adquirem um importante valor estético, uma vez que se presencia a clara intenção de decorar a superfície de forma “atraente”, permitindo a apreciação de quem passa. O contraste impressionante entre o painel artístico e as áreas que fazem o acesso aos interiores, revestidos com um padrão banal (Figura 2.10 esquerda, na ombreira da escada), estabelece uma diferença acentuada entre a imagem dada para o exterior ao gosto do arquiteto e a imagem que talvez o arquiteto pense ser ao gosto dos potenciais condóminos. Torna-se um exemplo muito interessante, talvez da autoria de Ferreira da Silva para a SECLA, porque os azulejos testemunham uma técnica notável, sendo o padrão “principal” composto por azulejos com uma superfície contornada esmaltada em tons de verde e azul, e o design interrompido por conjuntos de dois azulejos diferentes (Figura 2.10 direita).

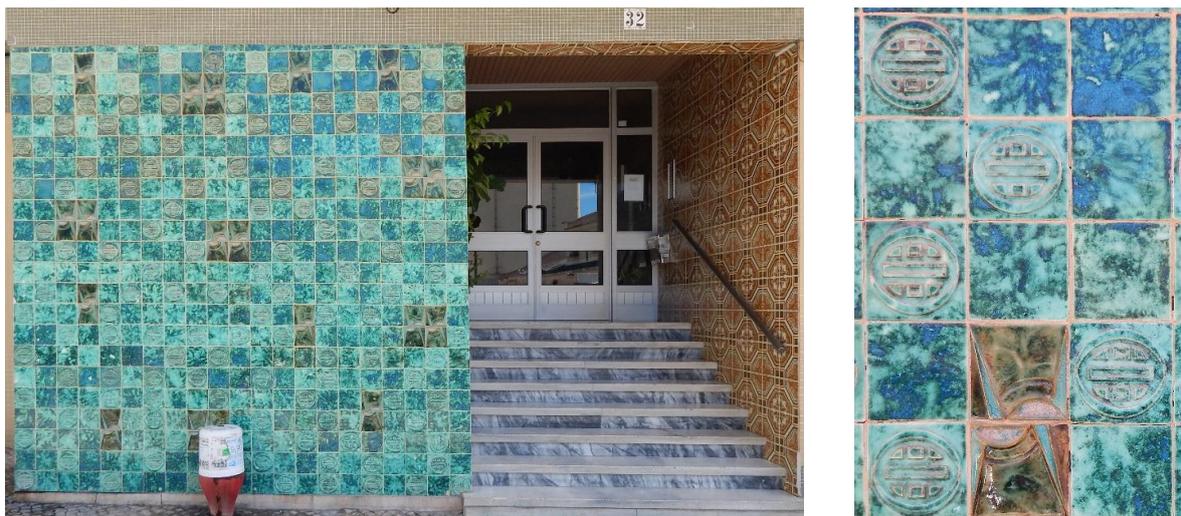


Figura 2.10 Esquerda) edifício Rua Luís Pastor Macedo Nº 32, Lisboa; direita) pormenor do padrão principal em tons de verde e azul.

¹⁴ O caso específico dos azulejos Tijomel é tratado nas secções 2.4.1 e 3.1 deste trabalho.

Um outro exemplo do mesmo tipo de revestimento é o painel de azulejos artísticos que ornamenta a fachada de uma loja em Torres Vedras (Figura 2.11), cujo design final resulta da integração do painel com a própria arquitetura. Assinado "Daciano" e datado de "1959" (Figura 2.11 direita), é um dos poucos exemplos da arte em azulejos de Daciano da Costa (1930-2005), artista português e designer notável («Atelier Daciano da Costa Arquitectura e Design, Lda» sem data). A loja identificada é provavelmente uma das suas primeiras obras, sendo que em 1972 Daciano desenhou os interiores do Centro de Congressos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Freire 2017), incluindo toda a decoração, mobiliário e iluminação. Ao integrar-se no design completo da loja, o painel não está isolado e o seu valor estético pode ser considerado na seguinte base, se fosse removido e exibido num museu parte do seu valor permaneceria, porém, a parte oferecida pela integração num todo seria certamente perdida.



Figura 2.11 Esquerda) loja *Casa Primavera* na Rua Miguel Bombarda Nº 4, Torres Vedras; direita) assinatura "Daciano" e data "59" num dos azulejos do painel.

A conservação deste tipo de revestimentos é particularmente relevante, uma vez que os exemplos são muitas vezes únicos e como referido anteriormente, o seu reconhecimento está relacionado com uma apreciação estética. Neste sentido, quando apresentam evidências de degradação a sua perceção pode ser perdida ou, possivelmente, tornar-se numa avaliação negativa do descuido subjacente.

2.3.3. REVESTIMENTO DECORATIVO

O revestimento decorativo inclui os casos considerados relevantes ou pelo menos curiosos, mas que não puderam ser incluídos em nenhuma das categorias anteriores, como o uso de painéis decorativos únicos (por exemplo varandas) ou pequenas áreas no nível superior com uma intenção estética (detalhes decorativos). Por vezes, em tais casos, a classificação num dos três tipos pode ser subjetiva, bem como a decisão de se considerar, ou não, um caso passível de inclusão. Os casos não integrados nas duas primeiras categorias devem ser considerados como detalhes / revestimentos decorativos. É difícil conferir valores nestes exemplos, pois muitas vezes não há, por exemplo, uma clara intenção de utilidade e a sua integração tem apenas uma intenção decorativa podendo ou não impactar. A Figura 2.12 ilustra dois desses exemplos identificados na cidade de Lisboa, um com

integração de pequenos painéis de azulejos modernos nos puxadores da porta de um edifício, e o outro sobre a porta de entrada de um prédio.



Figura 2.12 Esquerda) Rua D. João IV Nº 582, Porto; direita) Rua de Dona Estefânia Nº 40, Lisboa.

2.4. LEVANTAMENTO DE OBRAS

O levantamento dos azulejos modernos em espaços públicos em Portugal, com a seleção de algumas obras, levou também em consideração o uso frequentemente negligenciado dos azulejos no acabamento de fachadas de edifícios residenciais e na decoração de lojas. Como definido nos objetivos, seguiram-se duas vias para a sua identificação: a enumeração de casos encontrados em diversas cidades portuguesas, de modo a aumentar substancialmente a lista dos já conhecidos, e a seleção dos exemplos para o estudo das características dos azulejos, formas de degradação e suas possíveis causas.

Foram identificados mais de 150 painéis de azulejos com padrão moderno em diferentes regiões de Portugal, podendo a tabela completa ser consultada na Parte II, Anexo 1. No presente levantamento, foi essencial destacar os azulejos integrados nas fachadas de lojas em Portugal, por ser um caso singular e por, na maioria das vezes, serem pouco referidos. Também se destacam os casos identificados na cidade do Porto, pois, até onde se sabe, a literatura publicada inclui pouca ou nenhuma informação relativa a estes azulejos, sendo que o número de casos identificados foi bastante expressivo. Foi ainda identificado um novo tipo de revestimento cerâmico vidrado, de fabricação nacional e vasta aplicação na arquitetura moderna portuguesa, designado por azulejo *Tijomel*. A sua riqueza, quer estética, quer na variedade da sua utilização, recomendou a inclusão no levantamento de casos pois não são referidos na bibliografia publicada. Assim, é importante realçá-los como património único e, por conseguinte, merecedor de conservação.

2.4.1. ENUMERAÇÃO DE CASOS ENCONTRADOS EM ESPAÇOS PÚBLICOS EM PORTUGAL

A enumeração de casos encontrados seguiu um conjunto de critérios: 1) a estimativa da cronologia: anos 1950-74; 2) a região: cidades portuguesas a Sul, Centro e Norte; 3) o tipo de azulejo: designado por moderno (produzido na época e integrado na arquitetura moderna portuguesa) e 4) a fonte: identificação de painéis de exterior através de fontes escritas (livros, trabalhos académicos,

publicações técnicas) e através de levantamentos *in loco*. Os resultados estão resumidos na Tabela 1 (tabela completa Parte II, Anexo 1) e para melhor interpretação dos mesmos, dividiu-se em dois grupos: os painéis referidos na literatura, onde na maioria dos casos, a fábrica de produção e o autor estão atribuídos (figura 2.13 esquerda) e os painéis identificados através de trabalho de campo, de que a maioria não está referida na literatura, sendo a fábrica de produção igualmente desconhecida (figura 2.13 direita).

Tabela 2.1 Levantamento dos azulejos modernos em espaços públicos em Portugal

Painéis e aplicações descritos na literatura	93
com fábrica atribuída	64
sem fábrica atribuída	29
Trabalho de campo: <i>In situ</i>	187
Total	280



Figura 2.13 Esquerda) Painel da autoria de Carlos Botelho e produzido na fábrica Viúva Lamego, 1958 (Henriques 2004). Avenida Infante Santo N° 63, Lisboa; direita) Azulejo de padrão, integrado num edifício habitacional na Avenida Infante D. Henrique N° 218 e 176, Cascais.

A grande quantidade de casos encontrados no país, assim como a vontade de divulgar de forma clara todos os revestimentos identificados esperando mais contribuições, estimulou a criação de um mapa on-line (Google Maps)¹⁵ com a identificação da sua exata localização, respetiva fotografia, coordenadas de GPS, e ainda uma breve descrição do estado de conservação dos painéis. Trata-se de um mapa que permitiu documentar de forma sistematizada as integrações já conhecidas, enriquecendo ainda mais o património azulejar moderno, e identificar as “novas” integrações agora acessíveis a todos, o que possibilita um conhecimento da sua conservação e proporciona uma melhoria na salvaguarda deste património. Sempre que possível, fez-se a identificação da data do edifício onde os azulejos estão integrados.

FACHADAS DE LOJAS PORTUGUESAS COM AZULEJOS MODERNOS

Os livros e obras sobre azulejos modernos em Portugal centram-se, muitas vezes, em casos bem conhecidos por artistas de renome ou aplicações mais "espetaculares" (Burlamaqui 1996; Saporiti

¹⁵ Disponível: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1C7SW0ybwmx6eEhDs5iKxYjFKFFw&usp=sharing>

1998; Nery 2007; Almeida 2009; Mantas 2012). Um caso particular de integração de azulejos inclui aqueles em que o revestimento do piso térreo é o único ou significativamente diferente do resto do edifício (Geraldes, Pais, e Mimoso 2017a). Esteticamente falando, são revestimentos importantes devido à facilidade com que são percebidos e também, com frequência, são criações que projetam ou refletem a intenção de um artista ou designer.

O uso dos azulejos modernos nas fachadas de lojas em Portugal é singular no sentido em que o seu design reflete o estilo da época em que a loja abriu ou foi alterada, e não a do próprio edifício, que pode ser muito mais antigo. Existe no país um importante património de fachadas de lojas modernas com azulejos integrados, projetados por artistas ou simplesmente resultantes da aplicação de azulejos de padrão, que muitas vezes são esquecidas e, por isso, perdem-se silenciosamente à medida que as lojas são transferidas para novos proprietários ou diferentes ramos de negócio. Assim, parece-nos importante trazer à luz a riqueza destas fachadas modernas, sobreviventes de uma era perdida e, agora mais do que nunca dado o frenesim de renovações, em perigo de perda permanente.

Foram identificados alguns tipos de azulejos: painéis de azulejos artísticos ou texturados; padrões repetitivos; pequenos azulejos Tijomel e azulejos monocromáticos com face lisa ou texturada. Os painéis encontrados apresentam frequentemente composições artísticas e a beleza da sua integração pode advir unicamente dos azulejos, principalmente da integração, ou de ambos, quando os azulejos estão harmonizados com o restante edifício. Um dos exemplos situa-se numa loja na cidade do Porto, onde o painel apresenta uma composição de azulejos com desenho aparentemente abstrato (Figura 2.15), mas a sua particularidade reside no desenho que só é compreendido à distância, onde a representação de uma parte da cidade do Porto se torna perceptível. Da harmonia da sua integração na fachada resulta um acrescido valor estético.

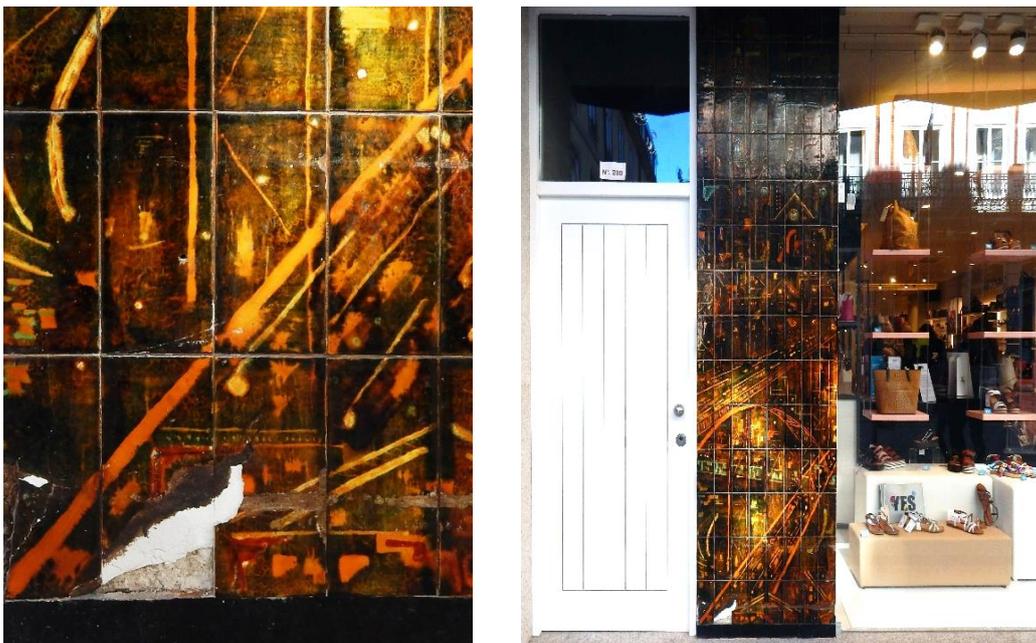


Figura 2.14 Loja *Seaside* na Rua de Santa Catarina, Porto: esquerda) pormenor do desenho geométrico do painel; direita) percepção do enquadramento da Ponte de D. Luís na cidade do Porto.

Outro exemplo situa-se em Lisboa, especificamente na zona histórica da cidade, a Baixa, e o azulejo foi desenhado pela conhecida artista Maria Keil (Figura 2.15), que identificou pessoalmente peças do mesmo padrão como sendo de sua autoria nas coleções do Museu Nacional do Azulejo. O mesmo padrão foi também identificado numa moradia privada sita na Av. Dom Vasco da Gama ao Restelo. No entanto, não foi encontrada menção a estas aplicações na bibliografia publicada.



Figura 2.15 Rua da Portas de Santo Antão N° 77, Lisboa.

Um caso ligeiramente diferente é ilustrado na Figura 2.16, que mostra a frente de um bar moderno na cidade do Porto e, ainda que este seja recente, os azulejos que decoram a fachada são do período que interessa a este trabalho e testemunham uma técnica/estética notável. A composição do painel é feita através de conjuntos de azulejos texturados, alguns com desenhos idênticos aos de Ferreira da Silva para a SECLA, com áreas de vidro fundido (Cerâmica modernista em Portugal 2011) (Figura 2.16 centro), e azulejos com um padrão produzido pela Fábrica Constância de Lisboa (Constância, sem data), em tons de laranja e branco (Figura 2.16 direita) com um desenho de Teresa Raposo (Museu Nacional do Azulejo, sem data). E através da utilização conjunta de vários azulejos com diferentes padrões, conseguiu-se um efeito interessante na fachada.



Figura 2.16 Esquerda) Rua das Águas Férreas N° 9, Porto; centro) azulejos com desenho idêntico aos de Ferreira da Silva para a SECLA; direita) azulejos de padrão produzido pela Fábrica Constância de Lisboa.

UM CASO EXEMPLAR - AZULEJOS NA ARQUITETURA MODERNA DA CIDADE DO PORTO

Durante o século XIX, os azulejos começaram a ser utilizados principalmente nas fachadas urbanas, uma nova aplicação que abriu caminho para o crescimento das “cidades de faiança” em Portugal e no Brasil. No final da década de 1930 eram considerados ultrapassados, impróprios para integração na arquitetura moderna (Wanderley 2006; Silveira 2008). Contudo, a arquitetura moderna brasileira, influenciada por uma recomendação inesperada de Le Corbusier, reintroduziu o uso de azulejos nos anos 1940 e o seu papel, como marca local enraizada numa tradição prestigiosa, foi reconhecido também pelos jovens arquitetos portugueses, que passaram a integrá-los nas construções modernas a partir dos anos 1950 (Geraldos, Pais, e Mimoso 2017b).

O Porto ergue-se como cidade portuguesa onde, não só os azulejos modernos foram utilizados num vasto número de obras, como também com grande criatividade. No entanto as referências na bibliografia são escassas, em comparação com as menções a aplicações, por exemplo, na cidade de Lisboa. A identificação dos exemplos do uso do azulejo moderno que marcaram o período na cidade pretende chamar a atenção para esse património, como possível foco de turismo cultural que beneficiará a sua salvaguarda e conservação.

A identificação considera todo o uso de cerâmicas vidradas com conteúdo decorativo e todos os casos, mais uma vez, partem do ponto de vista de um caminhante de rua. Foram identificados 87 casos de aplicação do azulejo moderno no Porto, podendo a tabela final ser consultada na Parte II, Anexo 1. A Figura 2.17 ilustra um mapa da cidade com a localização de cada edifício com azulejos integrados estando a maioria fora do centro histórico (zona a amarelo), o que pode corresponder à expansão ocorrida naquele período do centro para a periferia, como referido anteriormente.

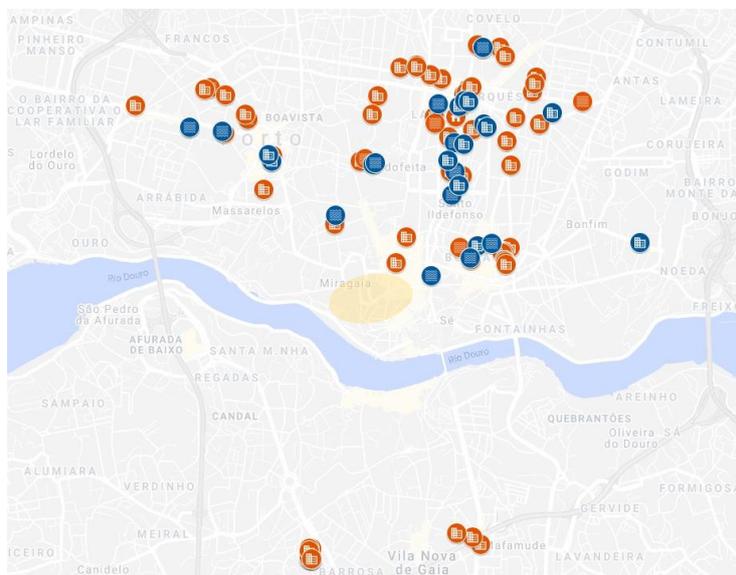


Figura 2.17 Mapa da cidade do Porto com a localização dos edifícios com azulejos modernos integrados.¹⁶

¹⁶ Disponível: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1C7SW0ybwmx6eEhDs5iKxYjFKFFw&usp=sharing>

Foi possível identificar casos com revestimento relevante das paredes (figura 2.18 esquerda) ou casos com revestimento constituído por azulejos com um único padrão, mas com interrupções na continuidade, onde ocasionalmente, os mosaicos de vidro ou mesmo a marmorite são usados em harmonia com os azulejos complementando a decoração dos edifícios (Figura 2.18 direita).

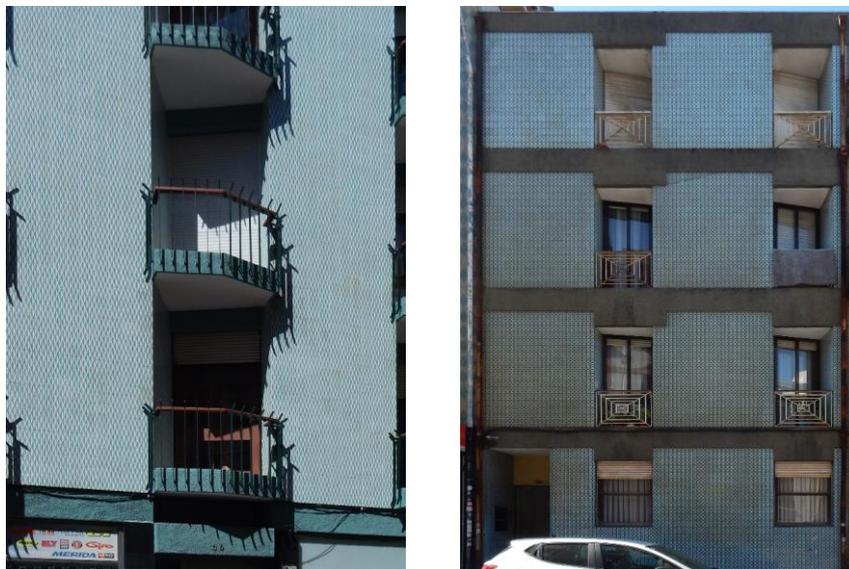


Figura 2.18 Esquerda) Rua da Constituição Nº 30, Porto; direita) Rua da Boavista Nº 433, Porto.

Através do levantamento, levado a cabo em sucessivas visitas, mas necessariamente incompleto dada a extensão urbana em causa, verificou-se que um mesmo padrão pode ser encontrado em vários edifícios, porém, em zonas distintas da cidade, sendo que a distância entre alguns casos identificados varia entre 600 m (mínimo) a 6 km (máximo). Verificou-se também integrações com diferentes opções na geometria de aplicação usando o mesmo padrão (Figura 2.19), o que possibilita a criação de “novas” composições consoante a escolha da posição dos azulejos.



Figura 2.19 Três geometrias de aplicação usando o mesmo padrão. Esquerda) Rua de Júlio Dinis Nº 896; centro) Avenida da Boa Vista Nº 1624; direita) Avenida da República Nº 1473 (Vila Nova de Gaia).

Um aspeto interessante na cidade do Porto prende-se com o facto de vários edifícios, com integrações de azulejos dignas de nota, se localizarem em ruas secundárias, fora do que se poderia supor serem as melhores localizações na cidade. Na maioria dos casos foi utilizado um padrão repetitivo moderno, em geral com um design simples e, frequentemente, encontrado ao nível da rua

ou como revestimento da generalidade da fachada. Os padrões identificados raramente foram utilizados em Lisboa e, em geral, também não são referidos na literatura publicada. A cidade usou o azulejo moderno como elemento predominante de vários edifícios, muitas vezes em magníficos contrastes arquitetónicos, sendo que a beleza de todo o conjunto resulta do “jogo” de cores, ou da maneira como os azulejos são harmonizados com a restante fachada. O valor estético é diminuído ou mesmo perdido quando estes apresentam deterioração (Figura 2.20). A perda deste valor cria uma interrupção na perceção do espectador, que é afetada tanto pela alteração das cores e do design, como pela própria perda dos azulejos, o que modifica toda a composição.

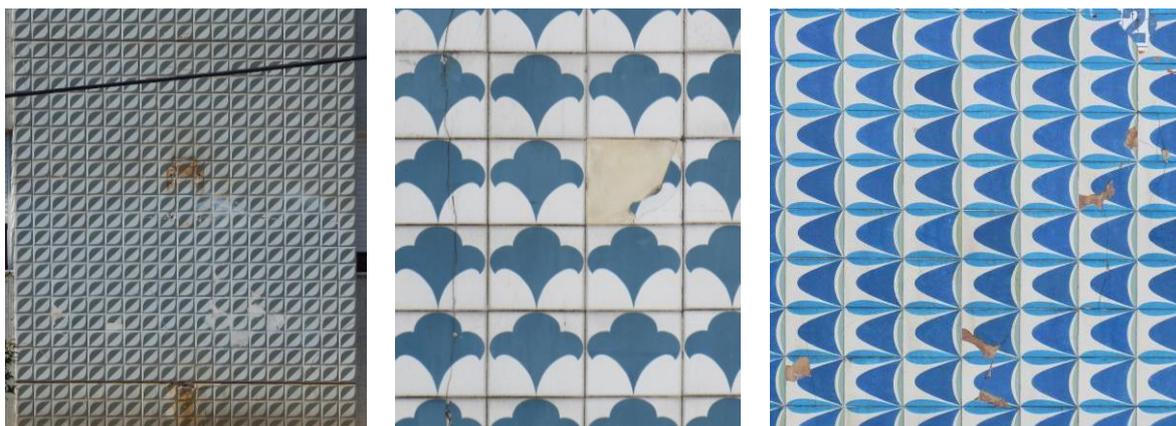


Figura 2.20 Azulejos com sinais de deterioração. Esquerda) Rua de António José da Silva Nº 60; direita) Rua 5 de Outubro Nº 139.

OS AZULEJOS “TIJOMEL” NA ARQUITETURA MODERNA PORTUGUESA

O azulejo é uma arte tradicional em Portugal, muito mais do que um objeto, abrangendo uma riqueza de formas e dimensões. Através do processo de identificação e levantamento dos azulejos modernos em Portugal, foi encontrado um novo tipo de revestimento cerâmico vidrado classificável (L. M. Silva e Carvalho 2018) como azulejo (Figura 2.21). São unidades cerâmicas vidradas com cerca de 18 x 38 mm e a única diferença em relação ao conceito comum de “azulejo” resulta das reduzidas dimensões. Eram produzidos em várias cores e padrões abstratos.



Figura 2.21 Azulejos Tijomel integrados na entrada de um edifício na Rua do Visconde de Setúbal, Porto.

Estes revestimentos foram utilizados na arquitetura moderna portuguesa de forma diferenciada (Geraldês, Mimoso, e Pais 2018a), no entanto, para além de uma ligeira referência encontrada no site *Cerâmica Modernista em Portugal* (Cerâmica Modernista em Portugal 2018), não existem estudos nem referências conhecidas na literatura publicada. Estes produtos únicos foram fabricados entre 1960 e 1980 pela extinta fábrica portuguesa Tijomel em Caxarias, Ourém.

Nas cidades visitadas, como Lisboa, Porto, Torres Vedras entre outras, foi possível a identificação de numerosos casos interessantes, anteriormente não-referenciados, que denotam uma clara intenção estética uma vez que as cores, padrões e áreas criam uma impressão diversificada e muitas vezes marcante. Consideraram-se apenas os exteriores, excluindo, portanto, as decorações interiores de lojas e halls de entrada de edifícios que não são perceptíveis da rua. Os azulejos Tijomel são frequentemente encontrados apenas ao nível térreo, em particular nas fachadas de lojas ou decorando áreas junto às portas de acesso aos edifícios. É surpreendente, dado o elevado número de casos encontrados, que a sua utilização particular na arquitetura moderna em Portugal nunca tenha sido valorizada. Em particular é provável que as vereações camarárias não lhes considerem aplicáveis as leis e posturas que determinem a preservação dos revestimentos azulejares, pelo que o risco da sua perda é particularmente elevado.

Dos muitos casos encontrados foram selecionados 78 em nove cidades diferentes: Porto, Viseu, Ourém, Torres Vedras, Lisboa, Ericeira, Almada, Setúbal e Beja. A Tabela 2.2 apresenta o número de aplicações identificadas em cada uma dessas localidades.

Tabela 2.2 Número de casos relevantes de azulejos Tijomel identificados em cada cidade portuguesa visitada

Cidades	Porto	Viseu	Coimbra	Ourém	Torres Vedras	Lisboa	Estoril	Almada	Setúbal	Beja	Total de casos
Número de casos	29	2	2	6	2	19	1	8	2	7	78

Os revestimentos ao nível da rua são particularmente relevantes porque, como já foi apontado, a sua intenção decorativa mais facilmente surpreende o passeador, transmitindo, de facto, uma noção única de modernidade (Figura 2.22). O azulejo em si é muito simples, com uma cor de fundo (azul, branco, preto, etc.), por vezes sobreposta com áreas de uma outra cor. A riqueza da aplicação destes revestimentos reside no facto de se obter um efeito estético, quer através de um jogo de cores, quer alternando a disposição dos mesmos, vertical e horizontalmente, em soluções que seriam impossíveis no caso de pastilhas quadradas ou lambrilha, criando padrões interessantes em áreas de fachada que sem elas seriam inconspícuas.



Figura 2.22 Esquerda) Rua de Fernandes Tomás Nº 493, Porto; direita) Praça da República Nº 11, Ourém.

A cidade do Porto surpreendeu devido ao elevado número de exemplos encontrados, dos quais foram escolhidos 27 como mais interessantes, quer pela estética, quer pela originalidade da aplicação (por exemplo, em jogos de cores revestindo colunas, ladeando as entradas de prédios). Em contraste com os azulejos comumente utilizados na arquitetura portuguesa, que geralmente cobrem fachadas inteiras, nos exemplos identificados existe, muitas vezes, uma intenção estética e clara de decorar a superfície de forma atraente através de detalhes de pequena escala, como entradas ou varandas. Porém, identificou-se também exemplos onde o revestimento atinge uma área maior, criando interesse em fachadas que, de outra forma, seriam muito possivelmente simples e desinteressantes. O design moderno despretenhioso dos edifícios, contrasta com o revestimento atrativo ao nível da rua (Figura 2.23 esquerda) ou em toda a fachada (Figura 2.23 direita), um caso raro de uso extensivo dos azulejos Tijomel emoldurando as janelas salientes, contrastando com as varandas e sugerindo um tabuleiro de xadrez, criando assim um impacto estético nos observadores.



Figura 2.23. Esquerda) Rua 5 de Outubro Nº 93, Porto; direita) Rua da Boa Hora Nº 2, esquina com a Rua de Santa Catarina, Porto.

2.4.2. SELEÇÃO DOS CASOS PARA O ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS E AS FORMAS DE DEGRADAÇÃO

As obras para o estudo da composição e micro-morfologia dos azulejos modernos e estudo da degradação, foram selecionadas seguindo um conjunto de critérios: aplicações de azulejos no exterior com fenómenos de deterioração que permitam a colheita de amostras, exemplos com relevância no contexto da produção portuguesa do período em estudo, e azulejos de exterior com fábrica de produção igual a exemplos presentes na coleção do Museu Nacional do Azulejo. A listagem de painéis de azulejos de exterior identificados e inspecionados com a sistematização dos danos de acordo com as formas mais frequentes na perda de vidro para cada caso particular, pode ser consultada no sub-capítulo 4.3.2. do presente trabalho.

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS AZULEJOS MODERNOS

3.1. FABRICANTES PORTUGUESES DE AZULEJOS NO PERÍODO MODERNO

A evolução técnica e o dinamismo industrial sentidos em toda a Europa, refletiram-se na indústria cerâmica portuguesa através da melhoria das tecnologias de produção, originando um aumento da integração dos azulejos na arquitetura em Portugal (Araújo 2015). Após uma renovação arquitetónica que se seguiu ao final da Segunda Guerra Mundial, muitos arquitetos e artistas trabalharam em estreita colaboração renovando o uso dos azulejos em Portugal. A tabela 3.1 inclui alguns dos artistas e arquitetos representativos da produção e aplicação de painéis de azulejos de exterior no período pós-Segunda Guerra em Portugal.

Tabela 3.1 Lista de alguns artistas e arquitetos relevantes na produção e aplicação de azulejos exteriores nos anos 1950-1974

Alice Jorge (1924-2008) ¹	Jorge Barradas (1894-1971) ¹
Almada Negreiros (1893-1960) ¹	Jorge Segurado (1898-1990) ²
António Vasconcelos Lapa (1945 -) ¹	José Carlos Loureiro (1925 -) ²
Carlos Calvet (1928-2014) ¹	Júlio Pomar (1926-2018) ¹
Daciano Costa (1930-2005) ^{1,2}	Luís Pádua Ramos (1931-2005) ²
Eduardo Nery (1938-2013) ¹	Manuel Cargaleiro (1927 -) ¹
Ferreira da Silva (1928-2016) ¹	Maria Keil (1914-2012) ¹
Francisco Keil do Amaral (1910-1975) ²	Porfírio Pardal Monteiro (1897-1957) ²
Fred Kradolfer (1903-1968) ¹	Querubim Lapa (1925-2016) ¹
Hansi Staël (1931-1966) ¹	Raúl Chorão Ramalho (1914-2002) ²
Homero Gonçalves (1933 -) ¹	Rogério Ribeiro (1930-2008) ¹
João Abel Manta (1928 -) ²	Rolando Sá Nogueira (1921-2002) ¹
Joaquim Bento d'Almeida (1918-1998) ²	Victor Palla (1922-2006) ²

¹. Artista (desenhou padrões ou painéis)

². Arquiteto ou designer que aplicou azulejo de exterior nas suas obras

FABRICANTES DOS AZULEJOS

A produção industrial de azulejos em Portugal durante o século XX é representada por diversas fábricas. Algumas foram responsáveis pela produção de painéis decorativos quer indiretamente através de encomendas feitas a artistas, quer por encomendas feitas à própria fábrica (Henriques 2004). A seleção das fábricas para o estudo da tese agora apresentada seguiu como critério o

período da sua atividade, ou seja, estarem ativas na produção de azulejos de estilo moderno durante os anos 1950-1974 (período do Estado Novo).

Foi possível identificar através da literatura (Lepierre 1899; Saporiti 1992, 1998; Henriques 2004) e guias profissionais de Portugal, não só a atividade destas fábricas nesta época, como também perceber alguma da tecnologia de produção utilizada que, por vezes, correspondia ainda à do século XIX. Foram assim identificadas dez fábricas em diferentes regiões do país (Tabela 3.2), sendo a Viúva Lamego, a Constância e a Sant'Anna as mais conhecidas e onde a produção de azulejo para exterior terá sido maior (Saporiti 1992, 219). Foi ainda selecionada uma fábrica que não era referida neste contexto, a Tijomel. A inclusão desta fábrica e o foco sobre os seus produtos no contexto da arquitetura moderna em Portugal, descritos na seção 2.3, foram uma das contribuições originais resultantes desta investigação.

Tabela 3.2. Levantamento das fábricas de produção de azulejos ativas nos anos 1950-1974

Região de Lisboa	Leiria	Aveiro	Coimbra	Grande Porto
Viúva Lamego (1849)	SECLA (1940)	Aleluia (1905)	Estaco (1958)	Carvalhinho (1840)
Constância (1837)	Tijomel (1961)			
Sant'Anna (origem remonta a 1741)				
Lusitânia (1890)				
Sacavém (1856)				

Nota: Viúva Lamego só começa a fabricar azulejos em 1863; a fábrica Lusitânia só começa a fabricar azulejos em 1924; a fábrica de Sacavém só começa a fabricar azulejos ca. 1900.

VIÚVA LAMEGO

Fundada em 1849 por António Costa Lamego com o seu próprio nome, passa a Fábrica Viúva Lamego & filhos após o falecimento do proprietário. Inicialmente produzia loiça comum e cerâmica sanitária e só em 1863 começou a fabricar faiança e azulejos (Lepierre 1899). A sua produção destinava-se ao consumo no País, bem como à exportação. A partir de 1945 a fábrica contribuiu para uma renovação do azulejo e cerâmica portuguesa, tendo a direção criado oficinas para os artistas plásticos poderem desenvolver as suas obras. Para ela trabalharam diversos artistas, nomeadamente Jorge Barradas, Manuel Cargaleiro, Maria Keil, Querubim Lapa, Júlio Pomar, entre outros (Lepierre 1899; Saporiti 1992, 1998; Henriques 2004). Na época a que se refere este trabalho, a Viúva Lamego produzia nas instalações em Lisboa essencialmente azulejos para interior e para revestimento de edifícios habitacionais, e obras públicas, incluindo as estações do Metropolitano e dos Caminhos de Ferro. Atualmente a fábrica está em funcionamento no concelho de Sintra, sendo que, em 2016, foi possível fazer uma visita guiada pelas instalações da mesma (Figura 3.1) e perceber parte do processo atual de produção de azulejos.

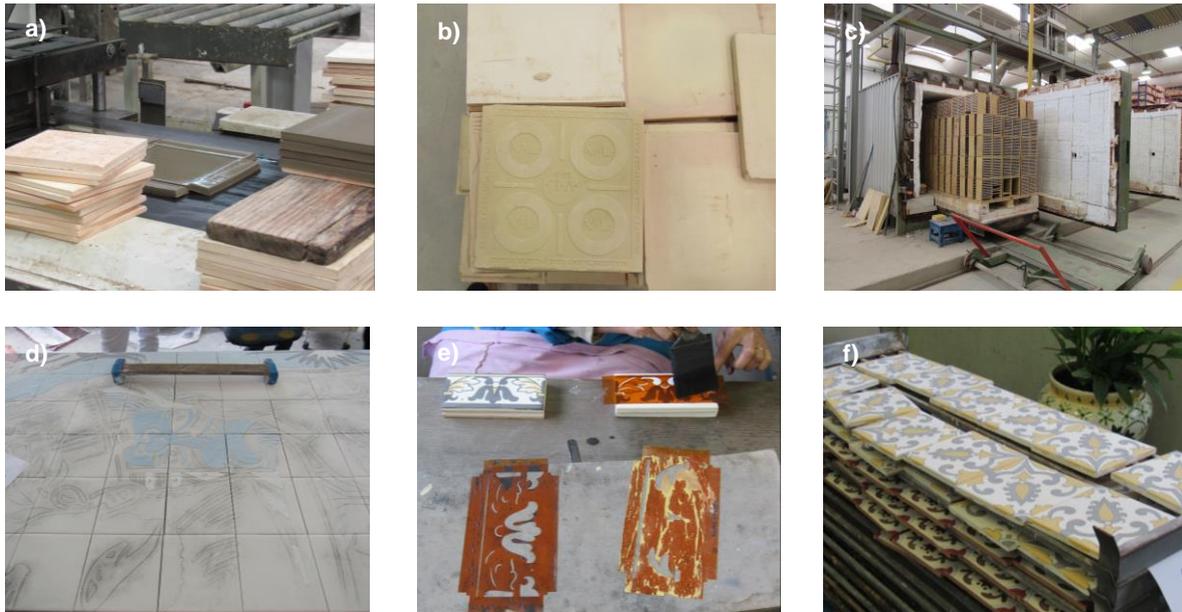


Figura 3.1 Visita realizada em 2016 às instalações da Fábrica Viúva Lamego: a) preparação das argilas no formato para azulejos; b) tardoz do azulejo com marca da fábrica; c) forno elétrico para cozedura dos azulejos; d) sala de pintura dos azulejos; e) pintura manual de azulejos e f) azulejos pintados e prontos para a cozedura do vidrado / pintura.

CONSTÂNCIA

A fábrica foi originalmente criada com o nome “Companhia Fabril de Louça”, em 1836, e teve Ignácio Augusto da Silva Lisboa como primeiro gestor. Em 1842 passa a chamar-se “Companhia Constância” e era “(...) também conhecida como “Fábrica dos Marianos” ou “Fábrica da Rua das Janelas Verdes”, por ocupar parte do antigo convento dos frades Marianos e por estar localizada na rua daquele nome. Em 1867 muda a gerência para a firma Sequeira & Freire, tendo o nome sido alterado para “Fábrica Constância”. Entre 1885 e 1896 foi propriedade de Miguel José Sequeira que, entre outras criações, deu início à produção da cerâmica em pó de pedra (Henriques 2004; Menezes e Pereira 2018).

Entre 1921 e 1936 o artista italiano Leopoldo Battistini assumiu, em conjugação com Viriato Silva, a administração da fábrica, e durante este período a qualidade da sua produção cerâmica é reconhecida internacionalmente nas exposições em Milão (1927) e Sevilha (1929). Maria de Portugal (1884-1971) discípula de Battistini, viria a assumir a gestão da fábrica após a sua morte em 1936, passando a ser conhecida por “Fábrica Battistini de Maria de Portugal” em homenagem ao artista italiano. Durante este período produziu faiança e azulejos, incluindo decorações de azulejos para as estações ferroviárias portuguesas, mercados municipais, edifícios públicos, pavilhões de Portugal em exposições internacionais e outras construções do Estado Novo. Em 1963 foi adquirida por uma nova sociedade que mudou o nome para “Fábrica Cerâmica Constância de Lisboa, Lda.” e foi reorganizada por D. Francisco de Almeida que permaneceu gerente até a fábrica ser encerrada em 2001. Durante este tempo, foram produzidas várias obras importantes como os painéis da Avenida Calouste Gulbenkian, em Lisboa, de João Abel Manta, fabricados em 1970 e aplicados em 1982. Foram vários os artistas portugueses que tiveram as suas obras produzidas pela fábrica, nomeadamente Francisco

Relógio (1926-1997), João Charters de Almeida (1935 -), Abel Manta, Eduardo Nery entre outros (Saporiti 1992; Henriques 2004; Menezes e Pereira 2018).

Em 2017 surgiu a possibilidade de visitar as instalações da antiga fábrica (Figura 3.2) e perceber as zonas pertencentes à produção da cerâmica e azulejos. A fábrica estava encerrada e foi posteriormente demolida para futura construção de edifícios habitacionais.



Figura 3.2 Visita às instalações da fábrica Constância em 2017. a) exterior da loja; b) vista do forno a lenha D. Fernando II e chaminé da fábrica; c) azulejos nas paredes do exterior da fábrica; d) forno elétrico para cozedura dos azulejos; e) sala de pintura dos azulejos e f) tardoos das chacotas com marca da fábrica.

SANT'ANNA

Fundada em 1741 o seu nome originário era Sant'Anna à Lapa, por ser erguida na zona dessa rua, nas imediações da Basílica da Estrela. Devido ao crescimento urbanístico, no início do século XX, foi obrigada a deslocar-se para a Rua da Junqueira (Lisboa) onde durante 20 anos deu continuidade à produção de azulejos e faianças artísticas. Vinte anos mais tarde mudou as suas instalações fabris para a Calçada da Boa Hora onde ainda hoje continua a produzir com as mais antigas técnicas tradicionais portuguesas (Lepierre 1899; «Fábrica Santa'Anna» sem data).

LUSITÂNIA

Inicialmente conhecida por “Fábrica de Cerâmica Bessière” foi fundada por Sylvan Bessière e Marie Therèse em 1890 perto do Matadouro em Picoas, e dedicava-se ao fabrico de materiais de construção. Em 1900 transfere-se para o Campo Pequeno junto ao Palácio das Galveias, pois eram terrenos ricos em barro. Após a morte de Bessière em 1910, a fábrica entra num período transitório, quando passa a ser designada “Cerâmica Bessière Sucessores”. Em 1920 é comprada por Júlio Martins (1878-1922, ministro de várias pastas) e a ele se deve o seu desenvolvimento, pois tornou a fábrica numa das mais importantes no período entre guerras, tendo alargado a sua produção a

mosaico, produtos refratários e, em 1924 a partir da colaboração de Jorge Colaço, azulejo. A segunda fase, designada por “Companhia das Fábricas de Cerâmica Lusitana”, viria a ter 12 fábricas espalhadas pelo país. A produção de azulejaria industrial estava separada da azulejaria de caráter artístico, mas embora separadas, a colaboração entre ambas era recorrente, sobretudo quando se tratava de encomendas de maiores dimensões. Nos finais dos anos 70 do século XX, a companhia encerra e a fábrica e os terrenos seriam adquiridos pela Caixa Geral de Depósitos onde se ergueria mais tarde a sua sede (C. E. F. dos Santos 2015).

SACAVÉM

Inicia a sua atividade em 1856 e esteve em funcionamento até ao último quartel do século XX. Ficou conhecida pela sua grande produção de louça em pó de pedra, sendo o motivo inglês dito “de cavalinho” um dos tipos de decoração com maior êxito. Em 1889 é reconhecida internacionalmente como a mais importante fábrica de faiança na Península Ibérica na Exposição Universal de Paris. A partir de ca. 1900, produziu grandes quantidades de azulejos de padrão, lisos e de relevo de estilo Arte Nova e Arte Deco, muitos ainda visíveis nas fachadas de vários edifícios do país. A partir de 1985 a fábrica apenas produzia louça sanitária e doméstica, tendo a produção de azulejo sido terminada (Henriques 2004).

SECLA

Fundada nas Caldas da Rainha em 1947, foi uma das mais importantes a nível nacional, dado o seu carácter exportador, chegando a comercializar para o estrangeiro quase toda a sua produção. Com o interesse de artistas e designers motivados por um reconhecimento comercial das suas peças, surgiu a criação de uma oficina artística dentro da fábrica. Hansi Staël, pintora húngara que vivia em Lisboa e produzia cerâmica há algum tempo, seria na década de 1950 a diretora artística da fábrica onde trabalhou durante sete anos e criou o *Studio* SECLA. Foi a dinamizadora do estúdio, que a partir de 1954, reunirá nomes como Júlio Pomar, Alice Jorge, Luís Ferreira da Silva, entre outros, dando início a um espaço experimental, artístico e comercial em simultâneo. Em 2000 a fábrica vendia 90% da sua produção para o estrangeiro e era e uma das maiores à escala mundial. Acabaria por encerrar em 2008 coincidente com o período de crise económica mundial (Henriques 2004; J. P. Martins 2012; Narciso 2018).

TIJOMEL

A fábrica de Tijomel foi em tempos considerada a mais moderna fábrica de cerâmica na Península Ibérica (Alho et al. 2012). Criada e gerida por Júlio Redol (1915-1992), situava-se em Caxarias (Ourém) e viria a sofrer com a instabilidade económica após a revolução de 1974, o que conduziu posteriormente ao seu encerramento. Inicialmente Júlio Redol trabalhou na fábrica de cerâmicas Prista, onde o seu dinamismo e espírito empreendedor revolucionaram os métodos de fabrico. Mais tarde decidiu criar a sua própria fábrica em Caxarias fundada em 1941 com o nome de “Materiais para Edificação Lda”, e somente em 1961 é que se passa a chamar-se Tijomel. Localizada ao lado da linha férrea, usufruía da riqueza de matérias-primas disponíveis na região, como argilas e resíduos de serraria, possuindo as condições ideais para a indústria (Alho et al. 2012; Gameiro 2015). Continha

duas secções, a “Pavimel” e a “Decormel”, e dominava todas as fases de produção de cerâmica, da matéria-prima ao produto final, assim como a sua comercialização. Tinha de uma cantina, serviço médico, escola, biblioteca, constituindo um modelo de assistência social incomum para a época. Teria cerca de 300 trabalhadores e alguns artistas modernos, como Júlio Resende (1917-2011), desenvolveram lá os seus projetos (Alho et al. 2012; Gameiro 2015). Um dos seus trabalhos é o painel "O Café" para a Confeitaria Sical no Porto, onde utilizou tijolos vidrados (L. M. Silva e Salema 2017, 18–21).

A fábrica fechou na década de 1980 e as instalações permanecem abandonadas (Alho et al. 2012; R. Pereira 2017). A figura 3.3 mostra a grandeza da fábrica e de alguns espaços que sobreviveram à ruína. A entrada é toda revestida com azulejos Tijomel, o que se torna interessante pois parece funcionar como um catálogo dos produtos.



Figura 3.3 Visita à fábrica Tijomel em 2018. Esquerda) Edifício de entrada; centro) zona interior da entrada revestida com azulejos Tijomel; direita) edifício da fábrica.

ALELUIA

Foi fundada por João Aleluia em 1905 com a designação de “Fábrica de Louça dos Santos Mártires”, e localiza-se no Largo dos Santos Mártires em Aveiro. Inicialmente dedicava-se à produção de louça doméstica, sendo que o fabrico de azulejaria de fachada semi-industrial abriu novas oportunidades de negócio oferecidas pela expansão urbana da cidade. Com mais de cem anos de atividade, a Aleluia Cerâmicas é uma empresa tecnologicamente avançada, dedicada exclusivamente à produção e decoração de revestimentos e pavimentos cerâmicos, sendo uma referência no mundo cerâmico («Fábrica Aleluia» sem data; Saporiti 1998; Henriques 2004).

ESTACO

A Estatuária Artística de Coimbra, posteriormente conhecida por “Cerâmicas Estaco”, iniciou a sua atividade em 1958 (B. Ferreira 2012, 89) e destinava-se essencialmente à produção de azulejos e louças sanitárias. Inicialmente as instalações situavam-se na baixa da cidade de Coimbra, mas após o plano de urbanização da cidade, a fábrica transferiu-se para a zona industrial da Pedrulha, uma vez que o funcionamento das unidades industriais deixou de ser permitido no centro da cidade. Acabou por abrir falência e em 2002 as instalações e bens foram apreendidos. (B. Ferreira 2012).

A sua origem é atribuída ao segundo quartel do século XIX, e era propriedade de Tomás Nunes da Cunha e de António Monteiro Catarino (Soeiro et al. 1995; Henriques 2004; F. Queiroz et al. 2013). No final do século XIX, Charles Lepierre referia que a produção da fábrica tinha “A moldagem é cuidada; o esmalte bem aplicado; o vidrado das peças levemente azulado, dá-lhe um aspeto mais harmonioso que o branco duro das faianças ordinárias.” (Lepierre 1899, p.105). A partir de 1906 e sob uma nova direção - A.N. Dias de Freitas e Filhos, a sua produção passa a ser marcada com as iniciais FC e assinada pelos artistas que para ela pintam, como Carlos Branco (DigiTile sem data), uma vez que é por esta altura que se inicia o fabrico da cerâmica artística na fábrica. Em 1923 as instalações mudam para Vila Nova de Gaia e encerra a produção no ano de 1974. Durante a sua atividade, produziu em larga escala azulejos utilizando a técnica de estampilha para revestimentos de fachadas de edifícios (Henriques 2004; F. Queiroz et al. 2013).

3.1.1. MORFOLOGIA DOS AZULEJOS MODERNOS PRESENTES NA COLEÇÃO DO MNAZ

Com base no levantamento dos principais produtores, alguns azulejos modernos presentes na coleção do Museu Nacional do Azulejo (MNAz) foram analisados para a identificação de características morfológicas que pudessem ajudar na identificação das fábricas. Realizou-se fichas com as imagens fotográficas, descrição das diferentes marcas identificadas e dimensões, sendo que as mesmas podem ser consultadas na Parte II, Anexo 2. A tabela 3.3 apresenta a compilação do levantamento do tipo de tardoz e marcas nos azulejos modernos produzidos pela fábrica Viúva Lamego, resultante do estudo de um total de 18 azulejos.

Tabela 3.3 Compilação dos resultados do levantamento da morfologia de azulejos modernos da fábrica Viúva Lamego.

Tipo de tardoz						
     						
Nº de azulejos	12	6	3	4	1	1
Marcas	Variações	Viúva Lamego	Viúva Lamego	Sem iniciais da fábrica		
	6 círculos com V.L. no centro	+	+	Traços: 4 diagonais 4 horizontais 4 verticais	Traços: 4 diagonais 4 horizontais 4 verticais	6 traços na horizontal
	6 círculos sem V.L. no centro	V.L.	V.L.			
	5 círculos com V.L. no centro	+	+	Setores sem marcação	Setores com traços entre as principais	
12 círculos com V.L. no centro	Lisboa	Lisboa				
	+	+				
	Made in Portugal	Made in Portugal				

Através do levantamento foi possível verificar que existem variações no tardoz dos azulejos analisados, sendo os tipos D e E os mais semelhantes entre si, apenas com diferenças na quantidade de traços. Neste sentido, torna-se difícil somente através das marcas do tardoz determinar com

exatidão uma tipologia específica referente à fábrica Viúva Lamego. Por sua vez, os azulejos da produção da fábrica Constância e Sant'Anna apresentam uma menor variação nos tarozes dos azulejos correspondentes (Parte II, Anexo 2), com apenas algumas diferenças no número de traços no caso dos exemplos da fábrica Constância, e o ter ou não uma marca com o nome da fábrica nos casos referentes à fábrica Sant'Anna. É neste período que surgem as chacotas pré-fabricadas, que possivelmente poderiam vir de diferentes locais com a marca da fábrica a que se destinavam, o que pode explicar o facto de uma mesma fábrica apresentar diferenças no taroz dos azulejos.

3.2. TÉCNICAS DE PRODUÇÃO CONHECIDAS

EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DE AZULEJOS

O azulejo de faiança português é um material composto constituído por uma base de cerâmica porosa com um revestimento vítreo, geralmente decorado numa das faces. O seu processo de fabricação envolve geralmente duas cozeduras, uma do corpo cerâmico e outra do vidrado, embora possa ser feita uma terceira, dependendo da complexidade na técnica de fabrico e decorativa (Saporiti 1998; Emanuel et al. 2015). Tradicionalmente, na técnica clássica da faiança a superfície é formada por um vidrado plúmbico opacificado com óxido de estanho sobre o qual a decoração é aplicada com pigmentos capazes de resistir a altas temperaturas (acima de 1000 °C) (J. Vasconcellos 1907; Brito 2016). As matérias-primas usadas, a manufatura e os processos de cozedura resultam em características particulares de cada azulejo e podem influenciar a resposta do material aos agentes de degradação (Mimoso e Pereira 2011).

Lurdes Esteves (2016) fez um levantamento das técnicas de produção, incluindo misturas de argilas e composição dos vidrados, sustentado por diversas fontes datadas da segunda metade do séc. XVI até ao séc. XIX. No seu trabalho destaca as propriedades das argilas e margas e como estas podiam variar de acordo com a região e as zonas de exploração, sendo – tal como a areia e o sal - uma matéria-prima nacional, embora diversas outras matérias-primas fossem importadas para assegurar a constância da composição, particularmente o chumbo, o estanho e os pigmentos. As matérias-primas escolhidas, assim como as proporções e a sua preparação, eram essenciais para a boa qualidade do produto final. Alguns procedimentos são representativos de um saber mais antigo que se prolongou no tempo através da passagem do conhecimento de geração em geração, como a produção manual do azulejo, que desde inícios do século XVI não sofreu alteração substancial até ao início da produção fabril do azulejo de estampilha (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011). Ao longo dos séculos verificou-se porém um aperfeiçoamento de procedimentos e técnicas na preparação e mistura de argilas, na qualidade dos vidrados, na pureza das cores e na redução dos defeitos de produção (Brito 2016).

O presente levantamento das técnicas de fabrico e matérias-primas utilizadas apoia-se em fontes datadas dos séculos XIX e XX, entre elas o *Estudo Chimico e Technologico sobre a Ceramica Portuguesa Moderna* de Charles Lepierre, publicado em 1899 e, *a Indústria da Cerâmica, Bibliotheca de Instrução Profissional*, Ed. Manual do Operário, datado de 1907. A documentação existente,

como os livros de instrução, catálogos de fábricas etc., permitiu entender alguns dos processos de trabalho seguidos em fábricas e também como a industrialização contribuiu para o aperfeiçoamento de processos, tornando as práticas mais eficientes e sistemáticas.

O processo de fabrico das faianças comuns varia conforme as localidades. No entanto, as grandes fábricas seguem métodos aperfeiçoados em que, já no início do século XX, a máquina desempenhava um papel importante (J. Vasconcellos 1907). A base de qualquer objeto de cerâmica a fabricar é a argila ou barro descrito por Charles Lepierre¹⁷ como:

“As *argilas*, ou *barros*, apresentam-se em massas terrosas, diversamente coradas, sendo mais puras quanto mais se aproximarem do branco. Em geral untuosas ao tacto, formam com a água uma pasta mais ou menos plástica, que experimenta uma retracção bastante forte pela dessecação ao ar.” (Lepierre 1899, 12)

Através da literatura disponível (Lepierre 1899; Saporiti 1992, 1998; Henriques 2004), foi possível compreender alguma da tecnologia de produção utilizada na época em fábricas portuguesas. Sem prejuízo da utilização de métodos mecânicos na preparação das matérias-primas, em quase todas dominou a produção manual ou o acabamento realizado à mão. Por vezes, os corpos cerâmicos dos azulejos eram também produzidos manualmente, quando se pretendia obter azulejos artesanais ou que se destinavam a cópias de antigas produções. Teresa Saporiti (1992, 225) indica que na fábrica Viúva Lamego os azulejos eram produzidos com as medidas de 14 x 14 cm e uma espessura de 7 mm. A produção da pasta dos azulejos era igualmente realizada na fábrica, assim como algumas das tintas, no entanto, outras eram importadas através de firmas da especialidade. A pintura era realizada manualmente ou através de estampilha, com acabamentos realizados à mão, sendo feita sempre sobre o vidrado cru, posteriormente cozido a cerca de 960 °C. A visita às instalações da fábrica em 2017, permitiu perceber que parte do método de produção se mantém semelhante, com a pintura manual a ser ainda usada e a cozedura da chacota e vidrado a ser feita em fornos elétricos, sendo utilizadas temperaturas de 980 °C e 1020 °C respetivamente.

Segundo Teresa Saporiti (1992, 223), a fábrica Sant’Anna utilizava para a produção dos seus azulejos uma mistura de 85% de argila branca com 15% de argila vermelha. A primeira cozedura era feita a cerca de 980 °C e posteriormente seguia-se o processo de vidragem. Após este passo, os desenhos em que não se usava estampilha eram feitos segundo a técnica manual de picotar o desenho e passá-lo ao vidrado com recurso da “boneca” com pó de carvão.¹⁸ Desenhados e pintados, os azulejos eram sujeitos a nova cozedura entre os 900 e 1000 °C. Só a pintura manual e estampilhagem com acabamento feito à mão eram usadas, e a produção destinava-se principalmente ao consumo no país, sendo os Estados Unidos da América o seu maior mercado de exportação. Todavia, a fábrica acabaria por aliar à produção tradicional a produção de painéis de azulejos de artistas modernos, como por exemplo os de Eduardo Nery (Henriques 2004).

¹⁷ Charles Lepierre (1867-1945) - químico e professor universitário de origem francesa que se distinguiu no estudo e caracterização físico-química das águas minerais e minero-medicinais de Portugal («Paul Charles Lepierre» sem data).

¹⁸ A “boneca” é um utensílio muito simples utilizado na pintura manual em azulejos. É constituído por uma pequena porção de pó de carvão envolvido por um tecido apertado de maneira que, com o simples batimento, o pó passe através da sua malha e das linhas picotadas em papel vegetal que marcam os motivos nos azulejos.

Um estudo recente (Menezes e Pereira 2018), baseado em entrevistas com trabalhadores da antiga fábrica Constância, permitiu recuperar o saber sobre a produção de azulejos de acordo com a narrativa de quem os produziu. Os autores referem que em Portugal as ações de transmissão e organização dos saberes técnico e criativos associados à produção de azulejos não costumam ser alvo de registos que os permitam reproduzir. E embora alguns factos sobre a produção de azulejos sejam divulgados através do trabalho dos investigadores, outros permanecem desconhecidos, o que pode ser explicado, em parte, por se lidar com conhecimento e processos geralmente aprendidos oralmente e por meio de observação, imitação e repetição. E de facto, são muito poucos os registos físicos sobre o fabrico de azulejos na fábrica Constância.

Na pouca literatura disponível e no catálogo da fábrica (Saporiti 1992, 221; Fábrica de Cerâmica Constância, sem data), é descrito que para além dos seus próprios moldes, produzia trabalhos por encomenda e cópias de azulejos antigos, sendo que a maior parte da sua produção destinava-se ao consumo no país. No processo de produção, após a cozedura da chacota, os azulejos eram vidrados e decorados segundo as técnicas da estampilha, serigrafia ou pintura manual. O processo de estampilha exigia um trabalho atento de decoração, com recurso a papel encerado com o desenho em aberto sobre o azulejo, e a cada cor correspondia uma estampilha. Na serigrafia utilizavam uma seda em que, através de um processo fotográfico, a trama só se encontrava aberta nas zonas com o motivo a reproduzir e sobre a qual se aplicava a tinta que passava pela seda para o azulejo. Na pintura manual, após a transferência feita sobre o papel vegetal com o pó de carvão, o artesão pintava a pincel, por cima do traço do carvão, o motivo decorativo no azulejo.

Como já referido, o uso generalizado dos azulejos na arquitetura moderna é específico de dois países, Brasil e Portugal, o que imediatamente lhes confere relevância como património a conservar. No entanto, será que sua conservação pode ser abordada com base na suposição que todas as produções seguissem a tecnologia do século XIX e anteriores?

Dependendo das diferentes tecnologias, a produção pode variar no que diz respeito aos materiais e métodos utilizados, embora os principais componentes do vidrado estanífero classicamente usado em azulejos de faiança sejam consistentemente: i) a sílica, que solidificando na forma amorfa forma o vidro; ii) um óxido ou carbonato de chumbo que atua como o principal fundente, reduzindo a temperatura de fusão da sílica de cerca de 1800 °C para menos da metade desse valor; iii) fontes de sódio, potássio ou ambos (ambos fundentes); e iv) óxido de estanho (o opacificante que dispersando a luz torna branco o esmalte que doutra forma seria transparente). Magnésio, alumínio e ferro são outros elementos encontrados nos esmaltes (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011). A composição do vidrado e a morfologia da sua interface com a cerâmica, dependem não apenas das matérias-primas do vidrado em si, mas também da composição da cerâmica e da sua interação durante o processo de cozedura (Molera et al. 2001; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012).

A Revolução Industrial estimulou inovações tecnológicas com vista a reduzir os custos de produção e a melhorar a qualidade dos materiais de construção. A partir do final do século XIX foram construídas novas fábricas para a produção de materiais cerâmicos, incluindo a produção de azulejos, com base em tecnologias que tornavam mais rápida a aplicação de um padrão decorativo ou os ciclos de

cozedura, ou utilizando materiais não tradicionais: o arsénio ou zircónio como opacificantes, vidrados compostos de boro substituindo o chumbo como fundente, ou pó de pedra branco para o corpo cerâmico, permitindo a utilização de vidrados transparentes (Mimoso 2019). As matérias-primas utilizadas, bem como as tecnologias de fabrico, conferem características específicas a cada azulejo e podem influenciar o seu desempenho e suscetibilidade em condições adversas. Mesmo quando os azulejos modernos são produzidos seguindo as linhas gerais da técnica clássica da faiança, a composição pode, no entanto, diferir consideravelmente dos azulejos pré-industriais dando o recurso a ciclos de cozedura mais eficazes.

A caracterização química e microscópica pode fornecer informações sobre a tecnologia de produção, as matérias-primas utilizadas e a constituição geral dos azulejos, por vezes pode permitir identificar centros geográficos de produção. Nesse sentido, a caracterização pode também ser essencial para um melhor entendimento das formas e mecanismos de degradação, sendo o seu estudo um suporte para melhores e corretas metodologias de conservação e restauro de forma a preservar este património.

3.3. ESTUDO ANALÍTICO

O procedimento experimental passou pela colheita de amostras de painéis de azulejos de diferentes fábricas com possibilidade de amostragem, para análise química e morfológica. As amostras colhidas foram preparadas (secções polidas) para observação com lupa binocular e microscopia eletrónica de varrimento (MEV) e análise por espectrometria de raios X de energia dispersiva (EDS) associada ao MEV, sendo a interpretação e discussão dos resultados apresentada adiante. Em alguns casos, foi também realizada uma análise pontual através de uma unidade portátil FRX (fluorescência de raios X). As análises têm como objetivo caracterizar, quanto possível, as composições do corpo cerâmico, vidrados e dos pigmentos utilizados nos azulejos.

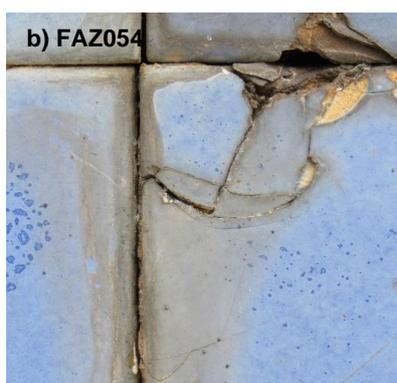
3.3.1. CASOS ESTUDADOS E AMOSTRAGEM

A seleção dos azulejos teve em consideração as diferentes fábricas que em Portugal produziram entre 1950-1974. A data de produção foi, em alguns casos, estabelecida através da literatura e outros em que a data é desconhecida, foi estimada com base no estilo (do azulejo ou da arquitetura que integra) e período de funcionamento da fábrica. No caso dos azulejos integrados, as amostras foram colhidas cuidadosamente com bisturi, nos locais onde o vidrado estava destacado ou nas orlas dos azulejos já fracionados (Figura 3.4). Na tabela 3.4 está descrita a lista de amostras, local de colheita, data de produção, tipo de aplicação, fábrica de produção e cores.

Todas as amostras foram identificadas com a referência “FAZ”¹⁹ juntamente com um código numérico para identificar especificamente o painel, revestimento, ou azulejo isolado donde provêm.

Tabela 3.4 Amostras colhidas de painéis exteriores em várias regiões de Portugal

Referência	Local de aplicação	Data produção	Tipo de aplicação	Fábrica / cidade	Cores dos vidrados
FAZ053	Lisboa	1958/59	mural	Viúva Lamego Lisboa	azul e preto
FAZ054	Lisboa	1959	mural	Sant’Anna Lisboa	azul
FAZ055	—	ca. 1965/70	coleção privada	Lusitânia Lisboa	branco, verde, vermelho, azul, laranja e amarelo
FAZ056	Porto	ca. 1965/70	fachada de edifício residencial	Tijomel Ourém	branco e preto
FAZ057	Lisboa	1971	fachada LNEC	Constância Lisboa	branco e azul
FAZ058	Lisboa	1972	mural	Constância Lisboa	rosa
FAZ059	Lisboa	ca. 1950/70	fachada de edifício residencial	Estaco Coimbra	branco e azul
FAZ060	Lisboa	1966	pátio LNEC	Carvalhinho Porto	branco e verde (?)
FAZ061	Porto	1962	fachada de edifício residencial	Aleluia Aveiro	branco e azul (?)



¹⁹ FAZ: azulejos de fachada. O código numérico inicia-se em 053 uma vez que todas as amostras estão inseridas numa base de dados com levantamento dos azulejos de fachada do século XIX e XX, resultante do projeto FCT- AzuRe (Azulejo Research for the candidacy to UNESCO World Heritage status) no qual esta dissertação está inserida.



Figura 3.4 Áreas dos painéis de azulejos de exterior de onde foram colhidas as amostras.

A amostra identificada como FAZ053 foi colhida durante uma intervenção de restauro no painel em 2017, e a amostra FAZ055 é de um fragmento de azulejo disponibilizado por um colecionador. As fichas de identificação para cada painel de onde se colheu amostra para o estudo da composição, podem ser consultadas na Parte II, Anexo 2.

3.3.2. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As secções foram preparadas através da colocação de cada amostra num molde de PVC, na posição adequada à obtenção de uma secção perpendicular à superfície do azulejo, e impregnação com resina Epofix de dois componentes da Struers, na proporção de 3p. (resina): 1p. (endurecedor) durante 24 horas. Após esse período, fez-se a remoção do suporte e iniciou-se o primeiro polimento com lixas de diferentes granulometrias num equipamento Logitech PM5 a 70 rpm prato rotativo. Para os polimentos finos de 3 μm e de 1 μm , utilizou-se suspensões de pó de diamante.

3.3.3. TÉCNICAS ANALÍTICAS UTILIZADAS

OBSERVAÇÃO POR MICROSCOPIA ÓTICA (MO)

Observação através do microscópio metalúrgico de platina invertida Olympus PMG3 acoplado a câmara Olympus DP20-5; Lupa binocular Olympus SZH acoplada a câmara Olympus DP20-5 com aquisição digital e processamento de imagens.

UNIDADE PORTÁTIL FRX (FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X POR ENERGIA DISPERSIVA)

As análises por FRX foram efetuadas com uma unidade portátil Bruker Tracer 5i, com aquisição de 180s numa área um ponto em cada cor nas condições de 40 kV e 30 μ A. Os espectros foram interpretados com o software ARTAX da Bruker.

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÓNICA DE VARRIMENTO COM MICROANÁLISE (MEV/EDS)

Observações (micromorfologia) no MEV foram realizadas numa primeira instância no Laboratório HERCULES em Évora, utilizando o equipamento Hitachi S3700N. As amostras não estavam cobertas e a análise foi realizada em modo de electrões retro-difundidos e pressão variável a 40 Pa e 20 kV. As análises EDS foram realizadas numa segunda instância no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em modo de alto vácuo pela necessidade de detetar o boro, a 15 kV e com revestimento de camada condutora a ouro, utilizando o detetor de electrões retro-difundidos. Foi para isso utilizado um microscópio eletrónico de varrimento com emissão por efeito de campo TESCAN-MIRA 3 acoplado a um espectrómetro de energia dispersiva de raios-X Bruker XFlash 61 | 30. A quantificação elementar foi realizada com recurso ao software Esprit 2.2 com aplicação do método PB-ZAF para a correção da quantificação dos elementos.

3.3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química e mineralógica de azulejos de cronologias mais antigas foi realizada por vários investigadores usando diferentes técnicas instrumentais (Coroado e Gomes 2005; S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012; S. X. Coentro 2017). Em 2020, Camila Mortari et al. (Mortari et al. 2020) estudaram um conjunto de painéis de azulejos modernos criados pela artista portuguesa Maria Keil (1914–2012) para as estações do metro de Lisboa, utilizando FRX e espectroscopia Raman no modo microscópico (μ -Raman) para a caracterização da composição elementar e estrutural do vidro.

Este trabalho expande esses estudos aos azulejos modernos portugueses, e os resultados proporcionam o primeiro reconhecimento das técnicas utilizadas em diferentes fábricas de produção do período moderno (Viúva Lamego, Sant'Anna, Lusitânia, Tijomel, Constância, Estaco, Carvalhinho e Aleluia) também com o intuito de tentar identificar possíveis particularidades que possam explicar as fragilidades encontradas em painéis integrados (subcapítulo 4.4.3).

CARACTERÍSTICAS MACRO E MORFOLÓGICAS

A Figura 3.5 compara imagens de microscopia ótica de seções de todas as amostras colhidas de painéis de exterior com sinais de deterioração em várias regiões de Portugal. A maioria das chacotas é de cor amarelada, quase branca. A amostra FAZ055 é de cor laranja-claro e a FAZ056 é de cor castanho-avermelhada bastante uniforme, surpreendentemente semelhante às chacotas de algumas amostras de azulejos históricos, por exemplo, do revestimento de azulejos do século XVI da capela de São Roque em Lisboa (Mimoso et al. 2019, 93). A observação das seções de amostra por microscopia ótica revelou que FAZ053 (Viúva Lamego), FAZ054 (Sant'Anna) e FAZ055 (Lusitânia)

apresentam vidrados heterogêneos com inclusões, predominantemente grãos que mais tarde se confirmou serem de sílica através de MEV-EDS.

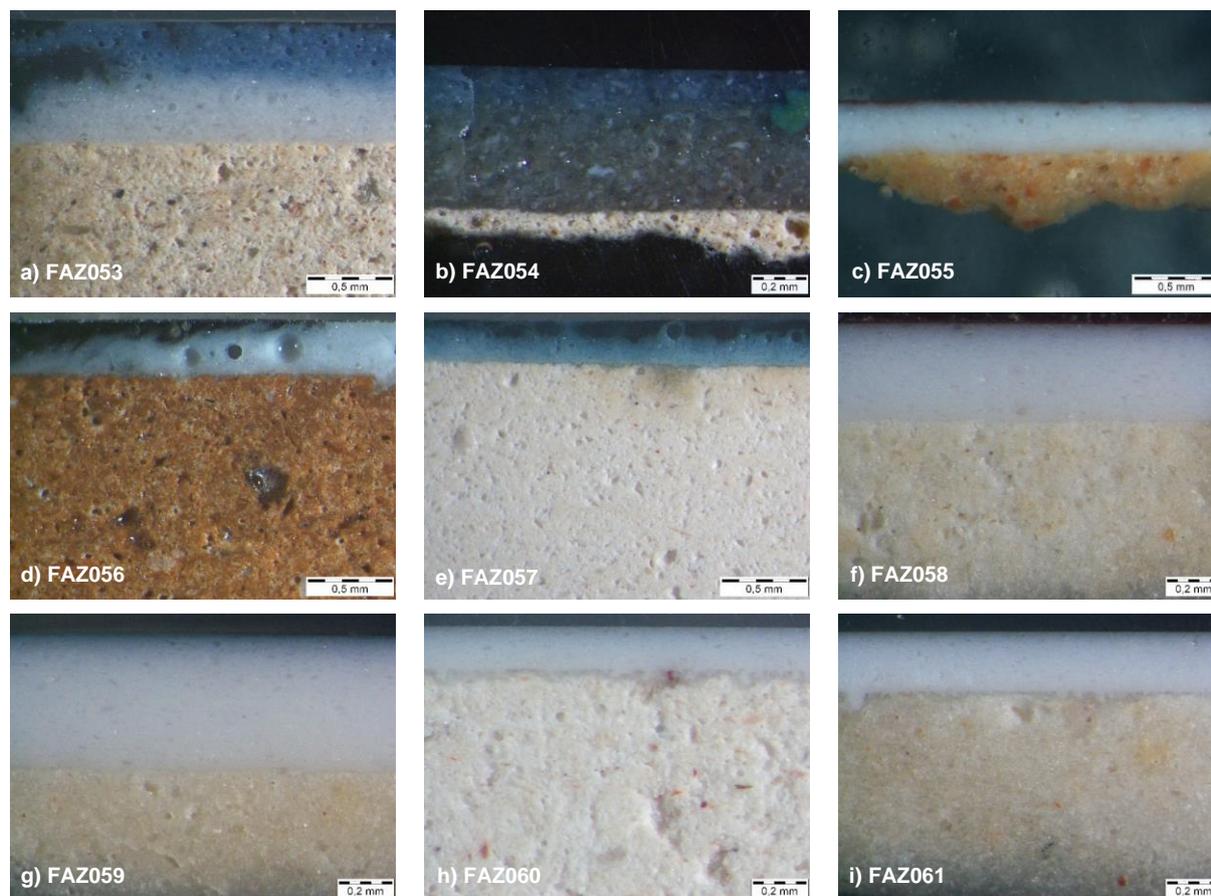


Figura 3.5 Imagens de microscopia ótica das amostras de diferentes produções.

As Figuras 3.6 e 3.7 apresentam imagens de MEV de seções de amostra descrevendo as suas principais características micro-morfológicas.

As amostras FAZ053 e FAZ054 têm micro-morfologias comparáveis às normalmente vistas em vidrados plúmbico-estaníferos (Mimoso et al. 2019, 113). FAZ055 apresenta igualmente um vidrado semelhante, no entanto, parece existir uma camada intermédia na interface com o corpo cerâmico. Um vidrado semelhante do século XX também da mesma fábrica, embora mais antigo, foi publicado anteriormente (Mimoso 2019) e nele se observa duas camadas diferentes de vidrado em que o arsénio foi usado como opacificante na camada superior, observável como pequenas inclusões brancas²⁰ na imagem obtida em retro-dispersão de electrões, como comprovado pelas análises de EDS efetuadas (apresentados na página 85). A amostra FAZ056 apresenta uma morfologia de um vidrado muito homogêneo e sem inclusões, no qual a cor foi aplicada como esmalte vítreo, como se pode observar através da área mais clara.

²⁰ O termo “branco” aplicado no contexto das imagens em electrões retro-difundidos entende-se como a cor visível na imagem, e não a cor natural que é, em geral, desconhecida.

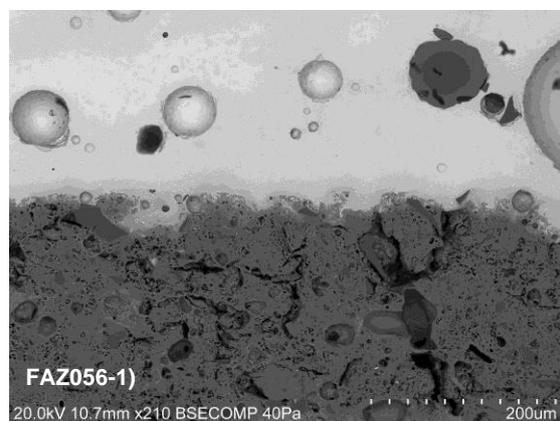
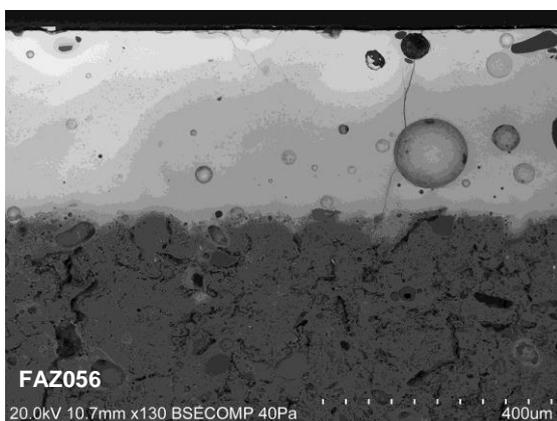
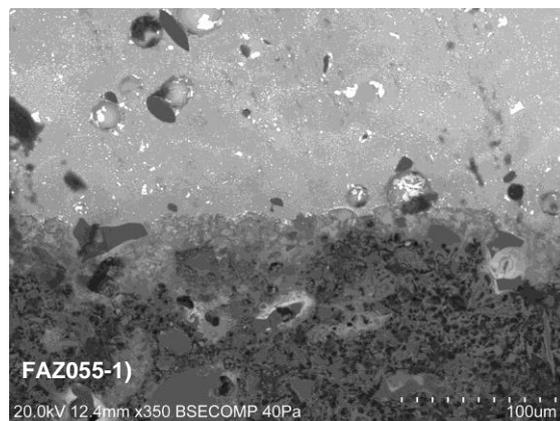
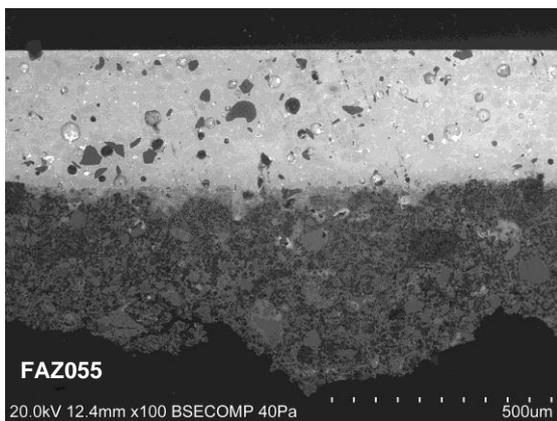
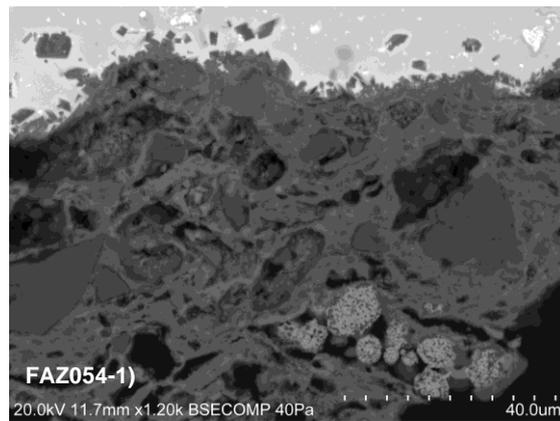
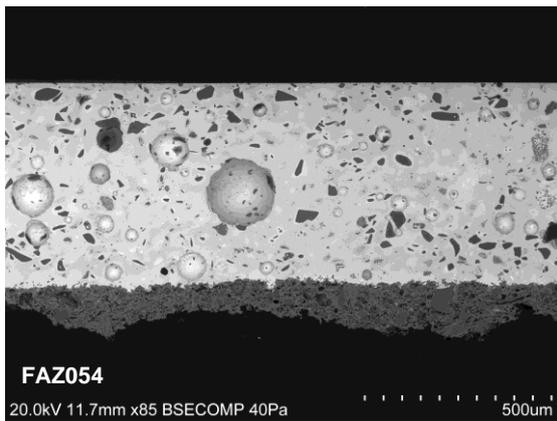
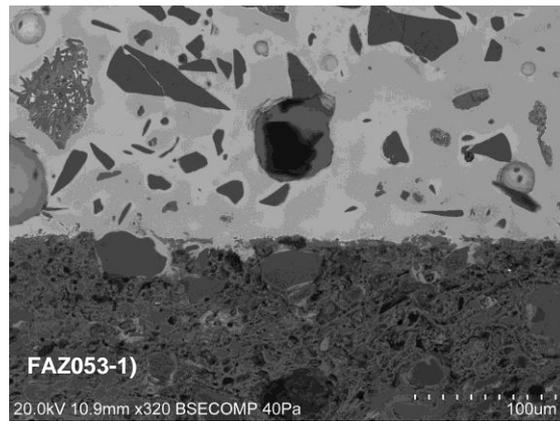
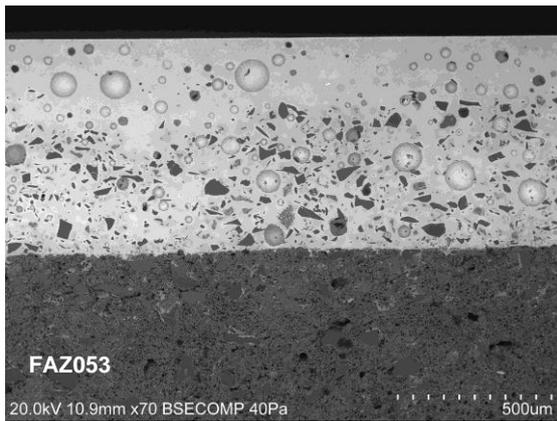
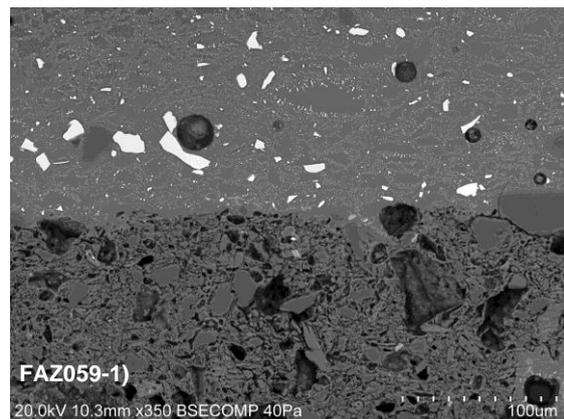
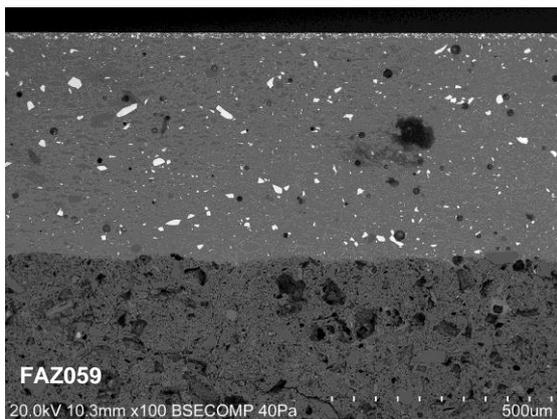
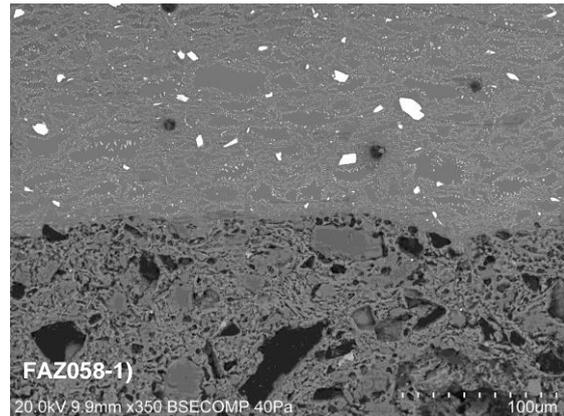
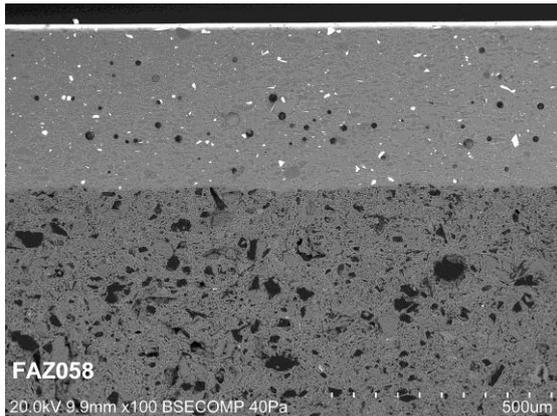
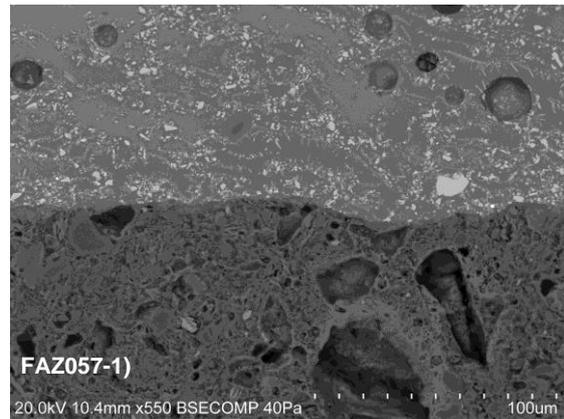
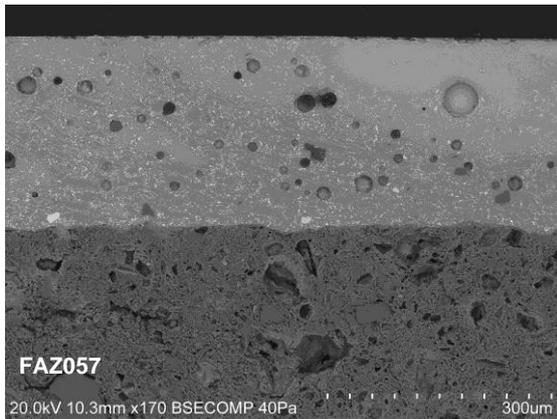


Figura 3.6 Imagens MEV-EDS dos vidrados em azulejos de diferentes produções: à esquerda em ampliações de cerca de 100 x para mostrar o aspeto geral dos vidrados; à direita com ampliação de 350 x para mostrar a interface com a chacota.

As amostras FAZ057, FAZ058, FAZ059, FAZ060 e FAZ061 apresentam uma morfologia que não se conhece da literatura. O vidroado forma glóbulos e o opacificante apresenta-se como pequenas inclusões brancas definindo os limites desses glóbulos. Na amostra FAZ058, a cor é aplicada na forma de uma camada muito fina de esmalte, visível na superfície. O vidroado da amostra FAZ061 mostra ser, como o FAZ055 anterior, composto por duas camadas, com o opacificante contido apenas na camada superior, o que confere à imagem de MEV em retro-dispersão de electrões um aspeto peculiar.



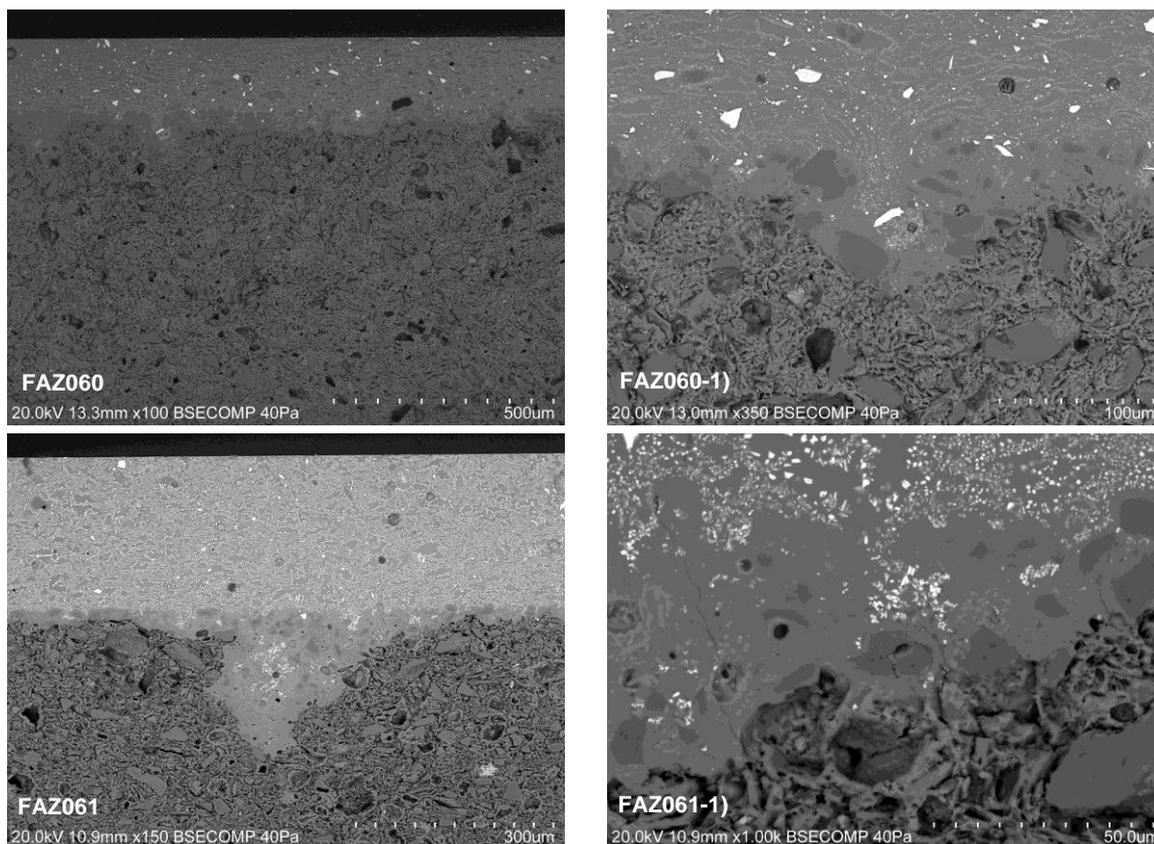


Figura 3.7 Imagens MEV-EDS dos vidrados em azulejos de diferentes produções: à esquerda em ampliações de cerca de 100 x para mostrar o aspeto geral dos vidrados; à direita com ampliação de 350 x para mostrar a interface com a chacota.

Uma comparação entre as amostras FAZ053 e FAZ058 ilustra as diferenças na morfologia, com FAZ058 a apresentar partículas brancas dispersas que correspondem a inclusões ricas em zircónio (Figura 3.7), apontando para a utilização de um novo tipo de opacificante do vidrado. Os resultados obtidos revelam que as fábricas que produziam no mesmo período utilizavam tecnologias diferentes, o que pode ser útil no futuro para apoiar a identificação de azulejos desta época de fabricante desconhecido. Outra característica morfológica das amostras reside nos poucos desenvolvimentos cristalinos na interface entre o corpo cerâmico e o vidrado. Isso é determinado tanto pela composição do vidrado e da chacota quanto pelo ciclo de cozedura, particularmente o tempo em que os azulejos são mantidos a uma temperatura alta o suficiente para o vidrado reagir com a chacota, e o tempo de arrefecimento, que tem que ser suficientemente lento para permitir a cristalização das novas espécies formadas da reação entre a chacota e o vidrado (Sanjad e Costa 2009; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012; Brito 2016).

COMPOSIÇÃO DOS VIDRADOS

A Tabela 3.4 inclui os resultados semi-quantitativos das análises individuais dos vidrados por EDS em % peso. O teor de oxigénio foi calculado através da estequiometria dos seus óxidos geralmente utilizados para este fim (B_2O_3 , Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , Fe_2O_3 , ZnO , ZrO e PbO). A relação entre Si / Pb (os principais componentes do vidrado plúmbico) foi determinada e também está incluída na tabela. Uma vez que o boro (B), com número atómico $Z=5$, está no limite inferior de deteção e

quantificação do EDS, os teores obtidos devem ser considerados duvidosos e usados apenas para comparação entre si. Foi a detecção do boro em algumas amostras, que obrigou a realizar a campanha analítica em modo de alto vácuo para tentar reduzir a incerteza das determinações, mas esta não pôde ainda ser quantificada.

Tabela 3.5 Composição semi-quantitativa dos vidrados determinada por MEV-EDS (% em massa, oxigênio obtido por estequiometria e teores corrigidos para 100%)

Amostras	B*	Na	Mg	Al	Si	K	Fe	Zn	As	Zr	Sn	Pb	O	Si/Pb
FAZ053	N.D.	1,48	0,15	2,57	23,00	2,78	0,18	N.D.	N.D.	13,51	N.D.	22,22	33,96	1,04
FAZ054	N.D.	0,42	0,08	2,34	23,43	3,90	0,24	2,43	N.D.	N.D.	1,96	31,35	33,60	0,75
FAZ055	N.D.	2,43	0,06	3,24	23,22	2,33	0,28	N.D.	2,42	N.D.	0,75	30,47	34,38	0,76
FAZ056	N.D.	1,49	0,34	3,03	17,97	1,27	0,57	5,23	N.D.	15,44	N.D.	22,10	31,21	0,81
FAZ057	4,85	1,68	0,16	3,80	20,25	1,93	0,37	2,88	N.D.	16,37	N.D.	6,38	43,61	3,17
FAZ058	6,09	1,85	0,06	4,88	22,44	0,72	0,13	1,89	N.D.	14,84	N.D.	N.D.	49,05	-
FAZ059	7,93	1,84	0,12	4,63	21,11	0,79	0,12	2,31	N.D.	14,13	N.D.	N.D.	51,25	-
FAZ060	7,00	1,89	0,28	3,85	21,94	0,56	0,04	1,71	N.D.	15,11	N.D.	N.D.	49,90	-
FAZ061	3,88	0,73	0,10	1,32	15,51	2,10	0,13	1,61	N.D.	16,09	N.D.	18,45	43,06	0,84

Nota: * Valores a ser considerados apenas indicativos devido ao desconhecimento quanto à incerteza da quantificação; N.D.: Não detetado.

A sílica funde naturalmente a uma temperatura da ordem dos 1800 °C, portanto, as formulações requerem a adição de um fundente para produzir um vidro prático. O mais comum para permitir cozeduras a temperaturas da ordem dos 950 °C é o óxido de chumbo (PbO), mas modernamente são também utilizados fundentes à base de boro, integrado nos vidrados na forma de bórax (tetraborato de sódio) ou de ácido bórico (Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). Estes são de baixo custo e entram na composição de muitas fritas e vidrados que fundem a uma temperatura relativamente baixa, e são especialmente valiosos para substituir compostos de chumbo quando estes são indesejáveis (Raes, sem data, 108; «Appendix Glaze Recipes» sem data, 152). O ácido bórico é também um formador de rede que atua como a sílica, embora os boratos sejam muito mais fusíveis, tornem os vidrados mais duros e brilhantes, e atuem sobre a cor de certos óxidos metálicos (Casola, Romero, e Ma Rincón 2012).

Os resultados da análise semi-quantitativa por MEV-EDS (tabela 3.5) mostram que existem três tipos de vidrados, vidro de chumbo (Pb), vidro de boro (B), e vidro de boro e chumbo (B + Pb), o que evidencia tecnologias de produção dos vidrados, substituindo total ou parcialmente o chumbo por boro, diferentes das utilizadas no século XIX (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011; Coutinho et al. 2016).

Nos vidrados que contêm boro, os teores variam entre ca. 4 – 7% em massa, sendo que o B pode eventualmente ter sido utilizado para substituir apenas parte do Pb, este último com teores entre ca. 6 – 31% em massa nas amostras em que foi detetado. Embora não seja possível extrapolar diretamente da atualidade para a época em estudo, é interessante notar que uma das fritas correntes (a F3134) cuja composição é conhecida²¹ contém cerca de 7% de boro, valor compatível com os teores determinados.

O FAZ057 e FAZ061 têm um vidro com um teor em chumbo de cerca de 6% e 18% e um teor em zircônio de cerca de 16%, e também um teor em boro de cerca de 5 % e 4%, respetivamente (Tabela 3.5), revelando que possivelmente foi utilizada uma receita híbrida, diferente de todas as outras, utilizando o boro e o chumbo conjuntamente como fundentes da sílica. Na literatura foram encontradas diversas receitas para obtenção de fritas (Eppler e Obstler 2005; Raes, sem data), uma das receitas, para temperatura de 1050 °C, é composta por quartzo, feldspato potássico, badejo (carbonato de cálcio), bórax, carbonato de magnésio, óxido de zinco e zircão («Appendix Glaze Recipes» sem data, 152), o que corresponde à composição elemental “híbrida” encontrada (Tabela 3.5). Um extenso formulário publicado em 1992 (Artigas 1992) inclui várias dezenas de formulações de fritas de vidro de faiança com boro, mas todas incluem também o chumbo na sua composição.

A Figura 3.8 apresenta a imagem MEV-EDS dos cristais ricos em arsénio no interior das bolhas de gás que ficaram presas no vidro da amostra FAZ055, e o respetivo espectro que mostra a deteção conjunta de cálcio, arsénio e chumbo.

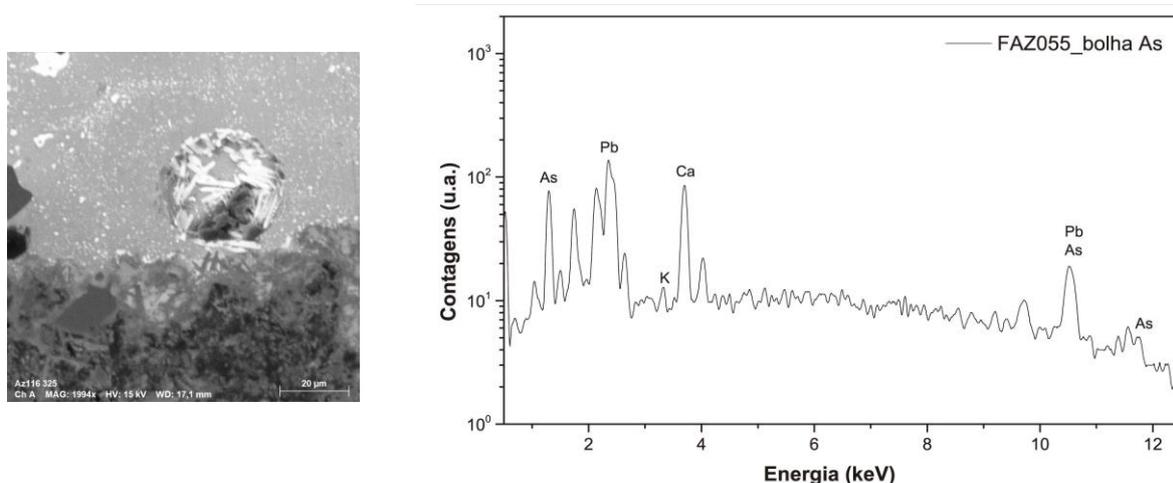


Figura 3.8 Visão detalhada dos cristais ricos em arsénio, cálcio e chumbo (provavelmente arseniato de cálcio com chumbo integrado a partir da frita) dentro de uma bolha no vidro de FAZ055 e parte relevante do espectro de EDS resultante.

A cor branca da faiança decorre da adição de um opacificante que dispersa a luz que penetra no vidro. Os agentes opacificantes mais conhecidos e usados para produzir vidrados opacos são o óxido de estanho (SnO₂), os óxidos de zircônio (ZrO₂) ou (ZrSiO₄) e óxido de zinco (ZnO) (Hamilton 1978; Eppler e Obstler 2005; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). Na verdade, o óxido de estanho é um opacificante com maior eficácia devido à sua menor solubilidade (menos de 1% na maioria dos

²¹ Tendo o teor em boro sido obtido por estequiometria a partir da formulação baseada em óxidos (Hanse sem data).

vidrados), mas o preço costuma restringir a sua utilização como opacificante (Eppler e Obstler 2005). O arsénio também foi usado como opacificante, pelo menos pela fábrica Lusitânia na década de 1930 (Mimoso 2019). As partículas de arsénio no interior das bolhas de gás no vidro de FAZ055 revelam que neste caso foi esse o opacificante utilizado e a amostra pertence à produção da fábrica Lusitânia, que se mantém como sendo a única conhecida em Portugal, por enquanto, onde o processo foi utilizado.

A Figura 3.9 ilustra imagens MEV da área de partículas brancas (no modo de electrões retro difundidos) dispersas e compara os espectros EDS obtidos de duas amostras da mesma fábrica (Constância e datados ca. 1970), FAZ057 e FAZ058. As amostras são distintas quando se compara a composição elementar, com o chumbo apenas a ser detetado em FAZ057, evidenciando uma diferença na composição do vidro de FAZ058 comparativamente com a tecnologia clássica (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011). Embora se observe no espectro EDS um pequeno pico de chumbo na amostra FAZ058, o teor respetivo pode ser considerado vestigial.

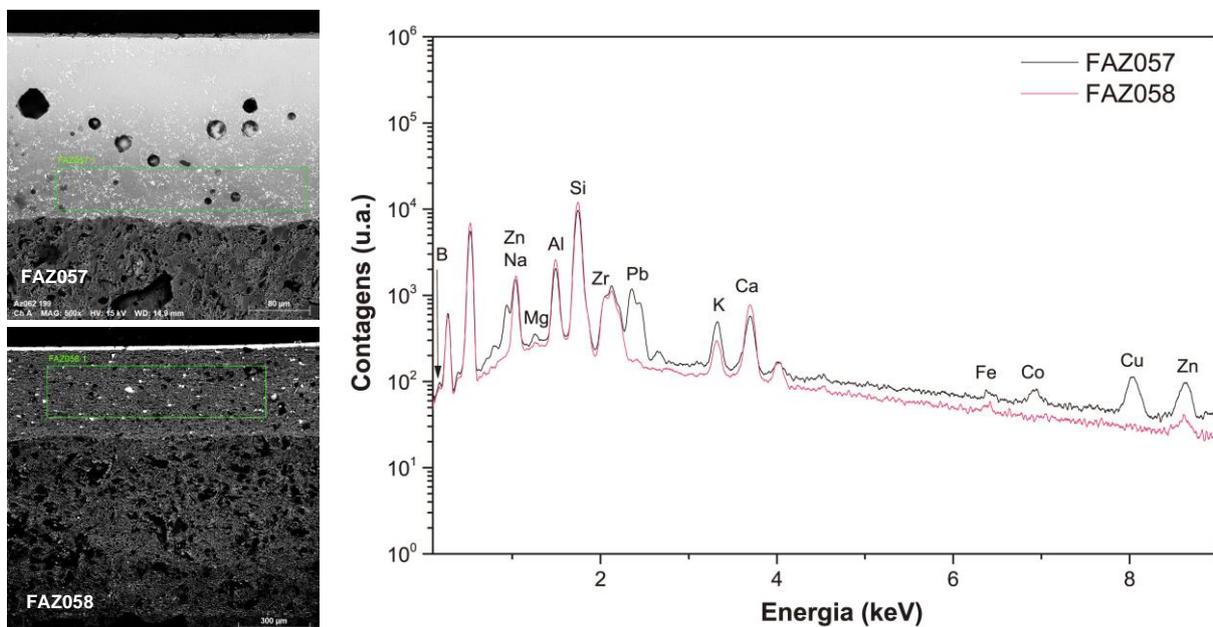


Figura 3.9 Seleção da área do vidro em FAZ057 e FAZ058 e parte relevante dos espectros EDS resultantes.

A imagem MEV e o espectro EDS obtido da área de partículas, que no modo de electrões retro difundidos parecem brancas, dispersas no vidro da amostra FAZ058 pode ser observado na figura 3.10, sendo as partículas a provável origem do pico do zircónio (Zr) que se pode observar no espectro resultante da análise EDS. Uma vez que as amostras foram recobertas com ouro para funcionamento em alto vácuo necessário à deteção e semi-quantificação do boro, o pico do Au fica parcialmente sobreposto com o pico do Zr, é possível que os teores obtidos para o zircónio sejam algo superiores aos reais devido a esta sobreposição.

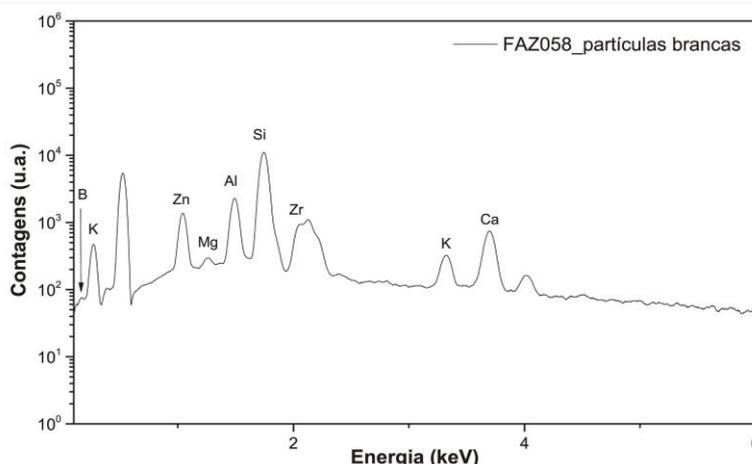
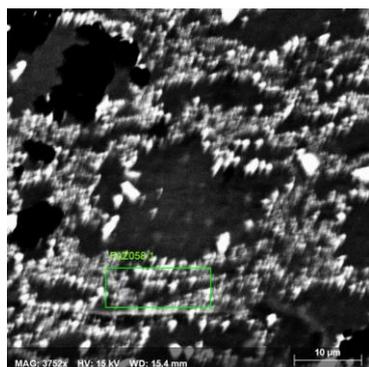


Figura 3.10 Seleção de uma área de vidro rico em partículas brancas dispersas em FAZ058 e parte relevante do espectro EDS resultante.

A análise de áreas de partículas brancas dispersas em duas amostras da Fábrica Constância, FAZ057 e FAZ058, mostraram que ambas têm na sua composição Zr e Zn. No séc. XX tornou-se comum a utilização de óxidos de zircônio como opacificantes dos vidrados industriais dos azulejos, devido ao seu baixo custo (Bourry 1926; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). O óxido de zinco também é utilizado em vidrados como opacificante de baixo custo e para o controle da expansão térmica e aumento do brilho (Eppler e Obstler 2005, 64; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012).

A Figura 3.11 ilustra a imagem MEV da área com e sem partículas brancas dispersas na amostra FAZ059 e compara também os espectros EDS obtidos, não se observando diferença significativa entre as zonas, exceto na quantidade de Zr presente. Foi ainda realizada análise das inclusões brancas, integradas no esmalte da pintura, e no espectro relevante (Figura 3.11) deteta-se o estanho, revelando que neste caso foi o opacificante utilizado, mas apenas na camada superficial o que constitui um detalhe tecnológico que nunca encontramos em azulejos do séc. XIX ou anteriores (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011).

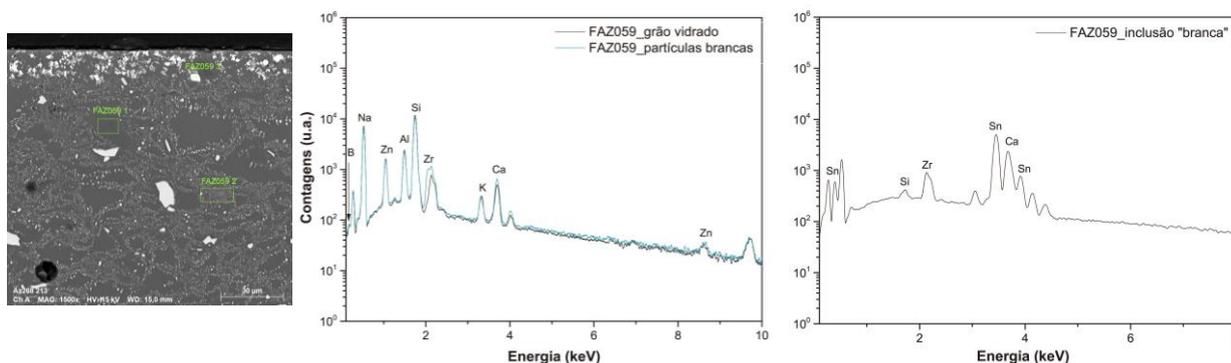


Figura 3.11 Seleção da área com e sem partículas brancas dispersas e da inclusão branca do vidro de FAZ059, e parte relevante dos espectros EDS resultantes.

A Figura 3.12 a) ilustra imagens MEV da área de vidro (superior e inferior) e compara os espectros EDS obtidos das duas zonas na amostra FAZ060. A composição elementar de ambas é semelhante, sendo possível observar a detecção de zircônio, zinco, arsênio e boro, evidenciando uma tecnologia diferente na produção do vidro. É possível observar ainda que no vidro inferior há um menor teor dos opacificantes Zr e Zn e um maior teor de As. Analisando somente o grão no vidro (Figura 3.12 b), detetam-se os elementos zircônio e zinco.

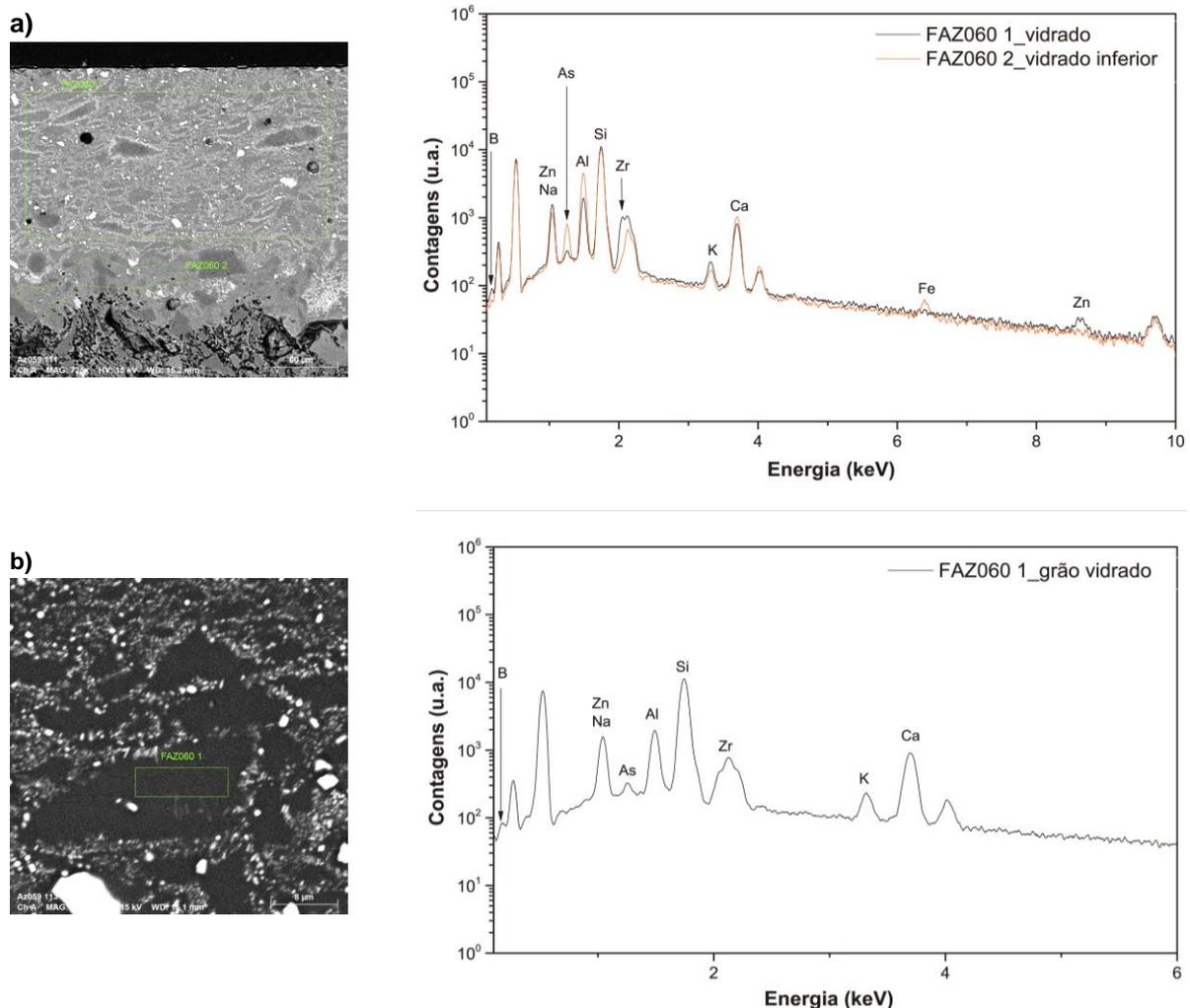


Figura 3.12 a) Seleção da área de vidro superior e inferior em FAZ060, e parte relevante dos espectros EDS resultantes; b) Seleção do glóbulo do vidro em FAZ060 e parte relevante do espectro EDS resultante.

A imagem MEV (Figura 3.7) e os espectros EDS obtidos em FAZ061 podem ser vistos na figura 3.13, e é possível identificar o pico do zircônio no vidro, sendo visível também o pico do boro. Os mapas analíticos da zona inferior do vidro da amostra (figura 3.14), sugerem tratar-se de um vidro aplicado em duas camadas, de que a camada de interface, provavelmente cozida com a chacota numa primeira cozedura, é rica em alumínio e magnésio, e pobre em zircônio.

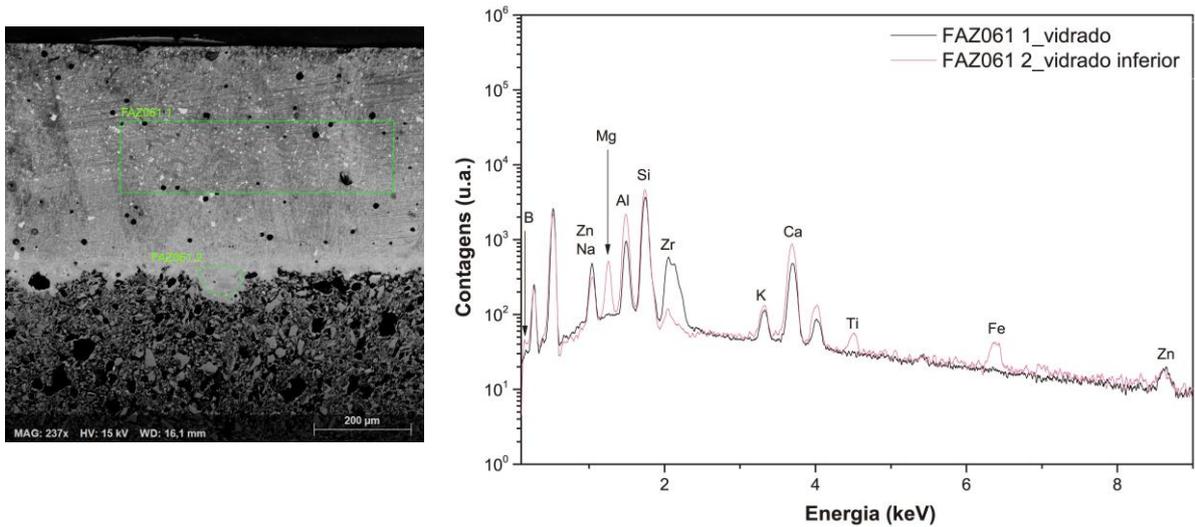


Figura 3.13 Seleção da área do vidro superior e inferior em FAZ061, e parte relevante dos espectros EDS resultantes.

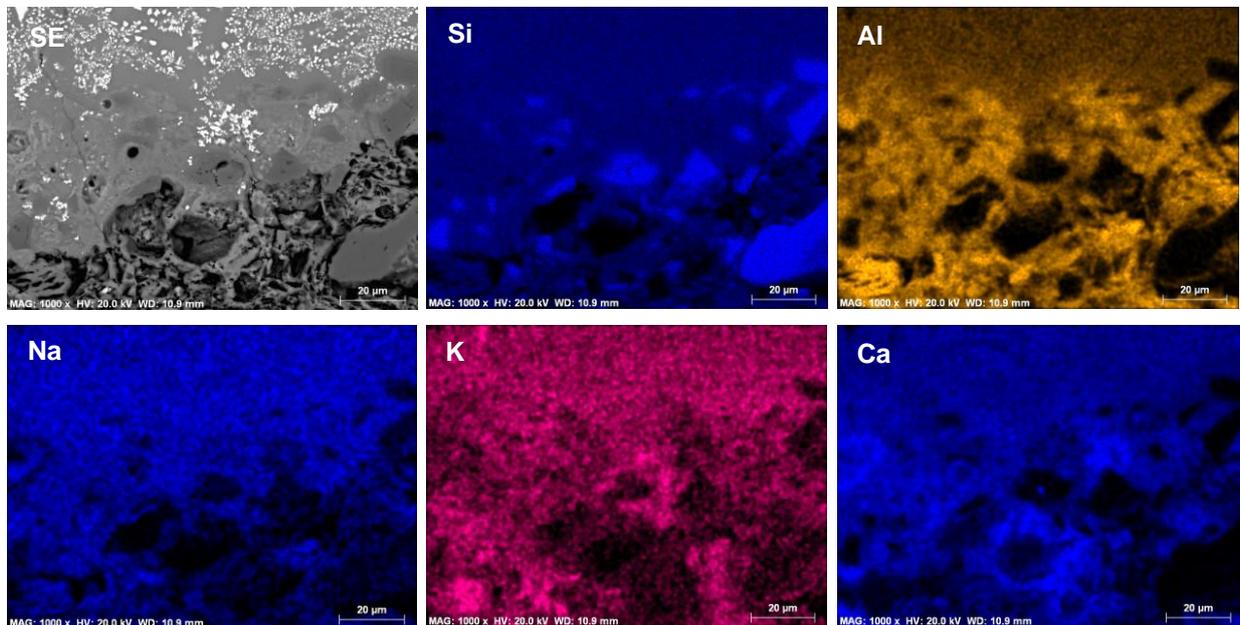


Figura 3.14 Imagem MEV e mapas analíticos do vidro inferior na amostra FAZ061.

No FAZ061, o vidro inferior foi provavelmente utilizado como camada de interposição, com características intermédias, para melhorar a ligação do vidro ao corpo cerâmico, solução já encontrada por Thaís Sanjad em vidrados alemães e franceses datáveis a cerca de 1900 (Sanjad e Costa 2009).

A Tabela 3.6 resume e classifica de forma básica (tipo de vidrado) e secundária (tipo de opacificante) os azulejos modernos analisados no presente trabalho.

Tabela 3.6 Sinopse de tipos de vidrados e opacificantes detetados nos azulejos modernos analisados

Classificação →		Básica tipo de vidrado	Secundária Tipo de opacificante
Azulejos ↓	Fábrica		
FAZ053	 Viúva Lamego Lisboa	Vidrado de chumbo (Pb)	zircónio (Zr)
FAZ054	 Sant'Anna Lisboa	Vidrado de chumbo (Pb)	estanho + zinco (Sn + Zn)
FAZ055	 Lusitânia Lisboa	Vidrado de chumbo (Pb)	estanho + arsénio (Sn + As)
FAZ056	 Tijomel Ourém	Vidrado de chumbo (Pb)	zircónio + zinco (Zr + Zn)
FAZ057	 Constância Lisboa	Vidrado de boro + chumbo (B + Pb)	zircónio + zinco (Zr + Zn)
FAZ058	 Constância Lisboa	Vidrado de boro (B)	zircónio + zinco (Zr + Zn)
FAZ059	 Estaco Coimbra	Vidrado de boro (B)	zircónio + zinco (Zr + Zn)
FAZ060	 Carvalhinho Porto	Vidrado de boro (B)	zircónio + zinco (Zr + Zn)
FAZ061	 Aleluia Porto	Vidrado de boro + chumbo (Pb + B)	zircónio + zinco (Zr + Zn)

COMPOSIÇÃO DO CORPO CERÂMICO

As matérias-primas do corpo cerâmico são argilas, eventualmente misturadas com marga ou com areia. Como materiais naturais são muito variáveis e a composição química é complexa, tornando a comparação mais complicada do que para os vidrados. Além do oxigénio, os principais elementos comumente encontrados são os que caracterizam os alumino-silicatos: alumínio (Al) e silício (Si), os elementos normalmente associados aos respetivos minerais: sódio (Na), magnésio (Mg), potássio (K), ferro (Fe) e titânio (Ti), e o cálcio decorrente da parte carbonatada dos depósitos argilosos, ou obtido por mistura com margas.

A Tabela 3.7 inclui os resultados semi-quantitativos das análises individuais do corpo cerâmico por EDS em % mássica. Os resultados referem-se ao oxigénio e a outros elementos de maior interesse para fins de comparação. O teor em oxigénio foi calculado através da estequiometria dos seus óxidos mais geralmente utilizados para este fim (Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , CaO , TiO_2 e Fe_2O_3), e os resultados foram normalizados a 100%. A tabela também inclui as relações entre os principais componentes do corpo cerâmico, Ca e Si.

Tabela 3.7 Composição semi-quantitativa do corpo cerâmico determinada por MEV-EDS (% em massa, oxigénio obtido por estequiometria e teores corrigidos para 100%)

Amostras	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	O	Ca / Si
FAZ053	0,37	1,69	7,29	22,25	0,45	14,87	0,52	2,82	43,34	0,67
FAZ054	0,64	1,50	6,21	19,09	0,78	19,47	0,51	3,49	41,28	1,02
FAZ055	0,74	6,12	6,13	20,98	1,15	10,15	0,35	2,59	43,00	0,48
FAZ056	0,92	1,17	11,40	23,28	2,05	5,36	0,43	4,41	44,88	0,23
FAZ057	0,07	2,26	11,35	20,95	1,15	12,99	0,28	1,25	43,96	0,62
FAZ058	0,75	2,95	9,43	21,66	4,00	9,91	0,39	1,04	43,42	0,46
FAZ059	2,68	1,77	7,36	21,25	0,68	6,65	0,09	0,43	41,74	0,31
FAZ060	0,37	2,11	10,22	25,66	1,05	7,33	0,13	0,65	45,84	0,29
FAZ061	0,44	2,16	9,76	25,93	1,34	6,03	0,16	0,65	46,03	0,23

Os resultados da análise semi-quantitativa por MEV-EDS (tabela 3.7) dos corpos cerâmicos mostram que FAZ056, FAZ059, FAZ060 e FAZ061 (conjunto que corresponde às amostras das fábricas de Ourém, Coimbra, Aveiro e Porto) têm teores de Ca abaixo dos 8%, enquanto as fábricas de Lisboa têm teores de cerca de 10% ou superiores, destacando-se FAZ053 e FAZ054 (Viúva Lamego e Sant'Anna) com teores superiores a 14%. Este estudo poderá ser posteriormente prolongado com base numa análise mineralógica das espécies cristalinas por difratometria de raios X, no entanto note-se que houve uma progressiva racionalização da tecnologia de fabrico de azulejos, que incluiu a importação de argilas já preparadas e o recurso a chacotas pré-fabricadas que pode inviabilizar as tentativas de estudos de proveniência baseados nos corpos cerâmicos. Isso provavelmente explica o facto de uma mesma fábrica apresentar diferenças na composição de chacotas que, presumivelmente, poderiam vir de diferentes fornecedores ou locais (S. Pereira 2018).

ANÁLISE DOS PIGMENTOS

Os resultados da análise dos pigmentos / vidrados coloridos podem ser divididos em grupos de cores de composição química semelhante, o azul, o negro, o *bordeaux* e rosa, analisados individualmente nas subsecções seguintes.

AZUL

A Figura 3.15 compara espectros EDFRX obtidos através da análise pontual às áreas azul dos vidrados coloridos de FAZ053, FAZ054, FAZ057 e FAZ059. Pode-se observar que os quatro vidrados de cor azul possuem uma composição semelhante, nos quais foi utilizado sempre o cobalto com variações, nomeadamente com o uso de crómio e/ou cobre.

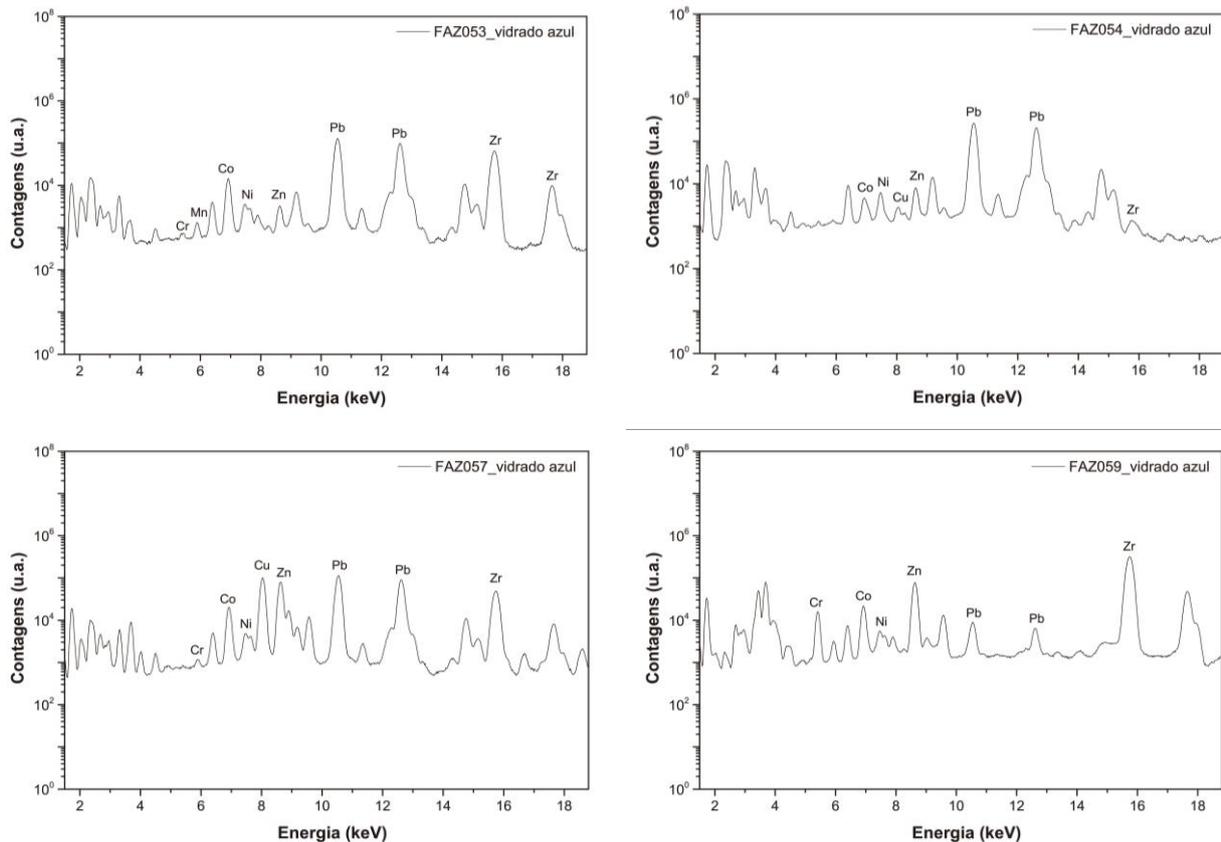


Figura 3.15 Espectros de EDFRX da cor azul dos quatro painéis analisados pelo presente estudo, FAZ053, FAZ054, FAZ057 e FAZ059.

A imagem MEV da área azul, grãos do vidro, e respetivos espectros EDS da amostra FAZ057 podem ser vistos nas figura 3.16 e 3.17. Foram aí detetados os elementos cobalto e cobre, identificados também através da análise de EDFRX (Figura 3.15), e são provavelmente os óxidos responsáveis pela cor azul. Os grãos presentes no vidro são ricos em zircónio, como se pode observar no espectro resultante da análise EDS.

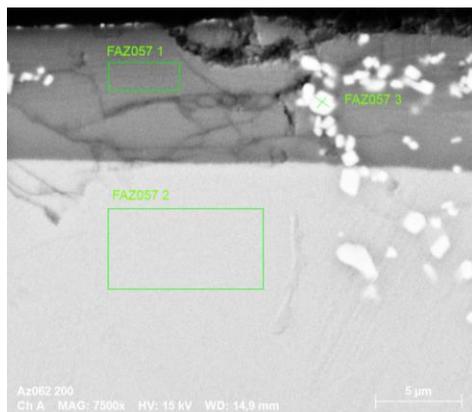


Figura 3.17 Imagem MEV-EDS do vidro azul da amostra FAZ057

A amostra FAZ057 (Constância) apresenta um azul-esverdeado, provavelmente devido à presença de Cu no vidro. O óxido de cobre tem sido usado desde a antiguidade para produzir cores azuis e verdes em vidrados (Rhodes 1957), e vários tons sutis podem ser obtidos. Por exemplo, com atmosfera oxidante e revestimento alcalino, obtém-se a cor azul-turquesa (Eppler e Obstler 2005; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). Em temperaturas mais elevadas (acima de 1000 °C), o cobre tende a decompor ou volatilizar, revelando que a temperatura de cozedura pode ter sido inferior a 1000 °C (Eppler e Obstler 2005, 151; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). A Figura 3.18 mostra a imagem MEV-EDS da área azul e o respetivo espectro relevante da amostra FAZ059. Os elementos crómio e cobalto foram detetados por meio da análise EDS (com teores de 2,20 e 1,09% em peso, respetivamente) complementada por análise EDFRX (Figura 3.15).

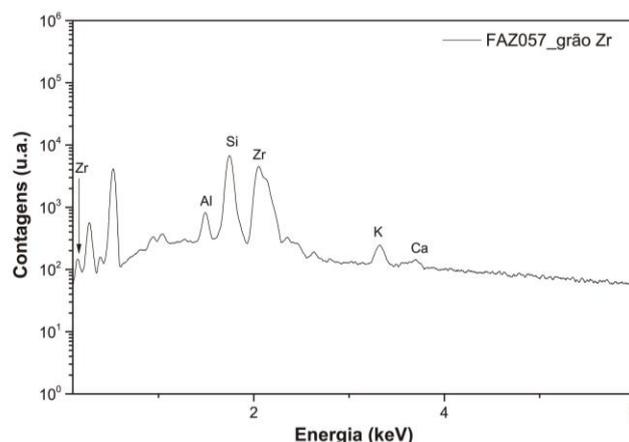
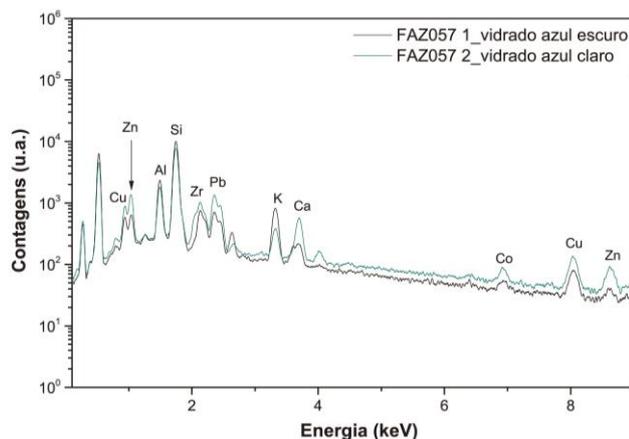


Figura 3.16 Espectros relevantes obtidos a partir do vidro azul da amostra FAZ057

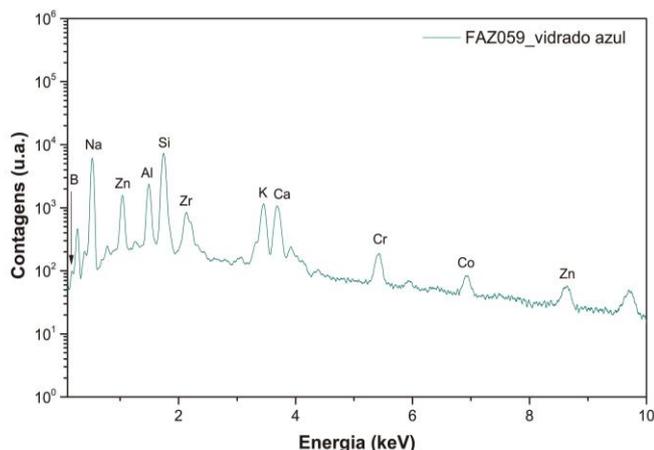
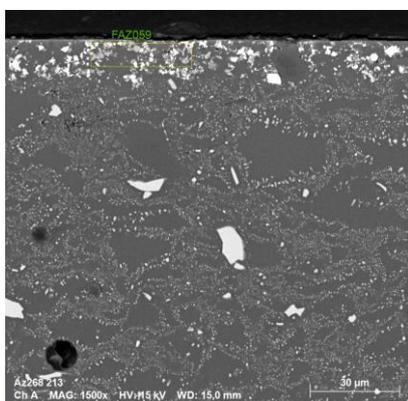


Figura 3.18 Imagem MEV-EDS e espectro relevante obtido a partir do vidro colorido (azul) da amostra FAZ059.

O crómio juntamente com cobalto, é provavelmente o outro óxido responsável por fornecer a cor azul, pois quando pequenas quantidades de óxido de crómio são adicionadas, são obtidos tons de azul-esverdeado a azul (Eppler e Obstler 2005; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012). É interessante notar as ligeiras diferenças nos três azuis, tendo em conta que FAZ054 e FAZ057 são de fábricas da região de Lisboa (Sant'Anna e Constância, respetivamente), e FAZ059 é de uma fábrica da região Centro / Norte (Estaco).

NEGRO

A figura 3.19 compara espectros EDFRX obtidos das áreas dos vidrados negros de FAZ053 e FAZ055, tendo sido detetado crómio, manganês, cobalto e ferro nas duas amostras, demonstrando que os dois vidrados coloridos têm uma composição elemental semelhante.

A Figura 3.20 mostra a imagem MEV da área do pigmento negro e o respetivo espectro EDS da amostra FAZ056. Foram detetados os elementos manganês, ferro, crómio e cobalto na composição, revelando que a cor negra foi provavelmente obtida

com uma mistura de pigmentos Cr-Fe-Mn-Co. Tradicionalmente o negro era obtido pela mistura de óxidos de manganês, cobalto e ferro, aos quais óxidos de crómio e cobre podiam ser adicionados (Eppler e Obstler 2005; Casola, Romero, e Ma Rincón 2012; S. Coentro et al. 2012).

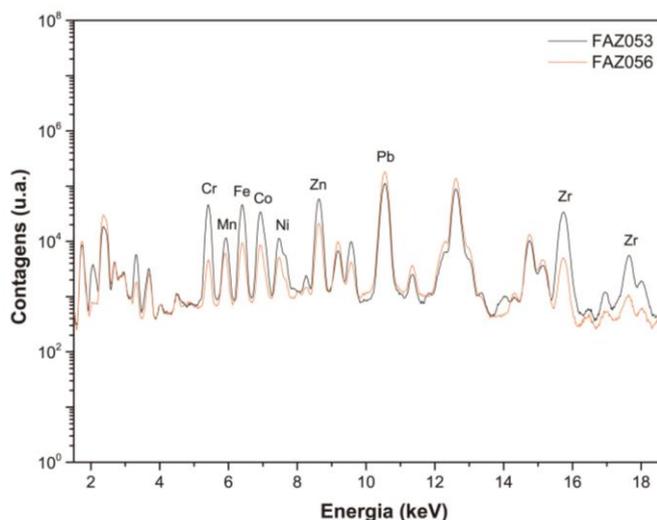


Figura 3.19 Comparação de espectros de EDFRX do vidro negro na amostra FAZ053 (espectro preto) e FAZ056 (espectro laranja).

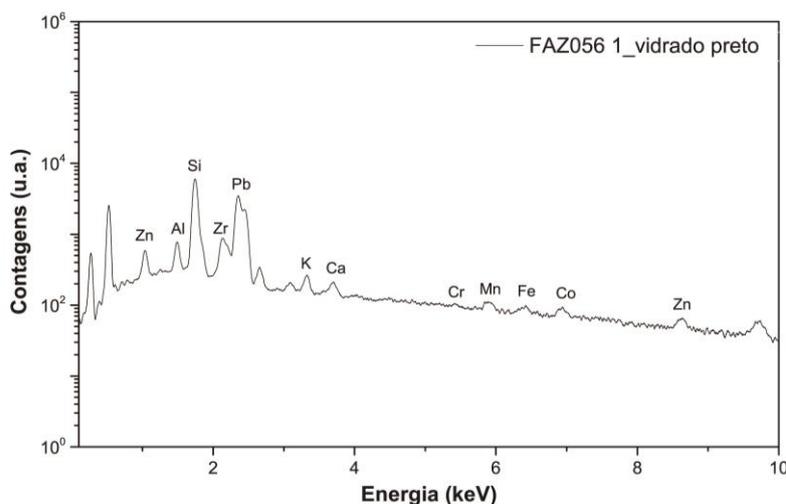
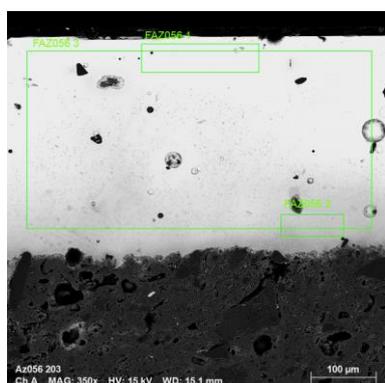


Figura 3.20 Imagem MEV-EDS e o espectro relevante obtido a partir do vidro negro da amostra FAZ056.

BORDEAUX E ROSA

Os espectros MEV-EDS não permitiram resolver a composição das cores rosa e *bordeaux* devido ao baixo teor de alguns elementos dispersos no vidro, pelo que foi utilizada a FRX em áreas da superfície dos azulejos onde os teores pigmentares eram mais elevados. A comparação dos espectros ED-FRX da cor *bordeaux* e da cor rosa está ilustrada na figura 3.21, sendo que os resultados revelam diferenças entre as amostras, onde se deteta estanho, crómio e arsénio em FAZ055, e os elementos zinco, zircónio e também háfnio (Hf) na amostra FAZ058, este último está associado ao zircónio no mineral zircão de onde é extraído.

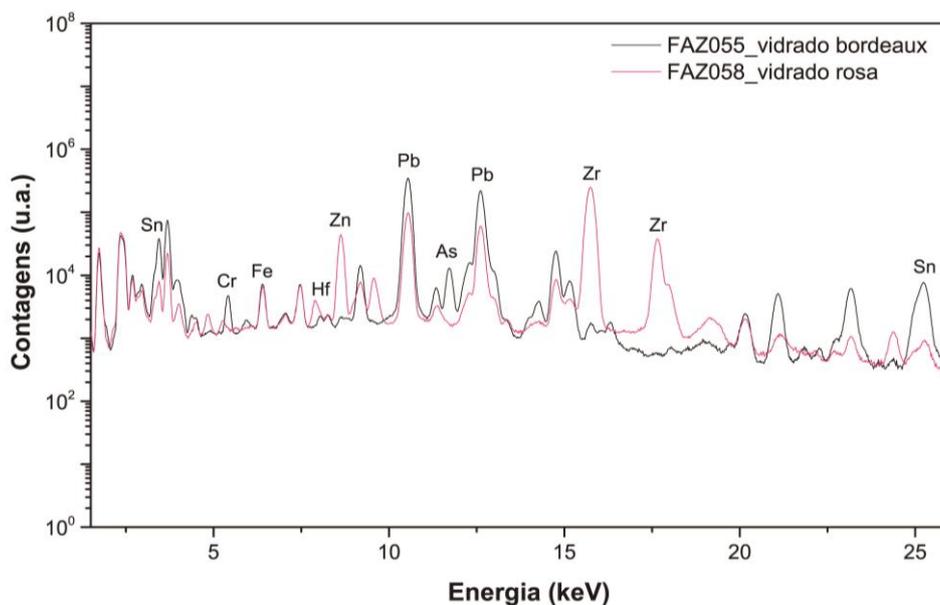


Figura 3.21 Comparação de espectros de ED-FRX das cores bordeaux na amostra FAZ055 (espectro preto) e rosa na amostra FAZ058 (espectro rosa).

Existem várias maneiras de obter tons de rosa, roxo, castanho-avermelhado (*bordeaux*) e *marrom*, uma das quais são os sistemas rosa de crómio-alumina, que são combinações de óxido de zinco, alumina e óxido de crómio, ou o sistema zircónio-ferro, feito pela calcinação de uma mistura de zircónio, sílica e óxido de ferro, que vão desde os tons de coral ao rosa. Um outro sistema é o de crómio-estanho, definido como pigmentos que são produzidos pela calcinação de misturas de pequenas quantidades de óxido de crómio com quantidades substanciais de óxido de estanho (Rhodes 1957; Eppler e Obstler 2005).

Através da análise por ED-FRX os resultados revelam que foi utilizado possivelmente um sistema Cr-Sn-Ca-Si para produzir a cor *bordeaux* em FAZ055, sendo que o As deve ser um efeito da matriz (opacificado com arsénio). Na amostra FAZ058 detetou-se Fe e Zr, este último confirmado pela presença de Hf, revelando que pode ter sido utilizado um pigmento rosa de zircónio-ferro para a obtenção da cor. A literatura refere que o pigmento rosa mais estável é o que utiliza o sistema Zr-Fe, sendo que a cor mais pura é obtida pela adição de óxido de zinco (Eppler e Obstler 2005, p.160). O zinco foi detetado nesta amostra, tendo-se considerado ter funções opacificantes, mas é possível que

a sua finalidade principal seja cromóforo. Uma vez que o azulejo não tem áreas de vidro branco, não foi possível o esclarecimento total deste aspeto.

Esta pequena amostragem revela a variedade de composições existente cujo estudo poderia constituir, por si só, parte relevante de uma investigação doutoral.

CAPÍTULO 4

CONSERVAÇÃO E RESTAURO DOS AZULEJOS MODERNOS

4.1. PRINCÍPIOS DA CONSERVAÇÃO E AS SUAS BASES TEÓRICAS

Desde sempre o ser humano produziu artefactos para perdurarem ou para satisfazerem as suas necessidades. No entanto, nem sempre foram compreendidos como bens possuindo valor histórico ou cultural, inicialmente eram vistos apenas como bens úteis ou que representavam algo (por exemplo, uma invocação ou uma relação com um além) na época em que eram produzidos, e só nessa base fazia sentido fazê-los resistir à passagem do tempo, se necessário alterando-os, não sendo essencial a preservação de testemunhos históricos (Luso, Lourenço, e Almeida 2004). Um dos casos que se crê mais antigos de conservação é uma menção por Procópio de Cesareia (c.500 – c.570) que os romanos conservavam o navio de Eneias (Procopius 2016).

As edificações estão sujeitas às condições atmosféricas assim como aos diferentes usos sociais que as várias gerações lhes atribuem ao longo do tempo, tendo sofrido ações de manutenção, adaptação e renovação. A consciência de salvaguarda do património conduziu à progressiva definição de uma nova disciplina a que, principalmente os italianos e franceses, chamaram “restauração” e os ingleses “conservação” (Aguiar 2007). Ainda que comumente se entenda restauração como o reabilitar algo que perdeu as suas qualidades originais, ou como Brandi refere “qualquer intervenção destinada a repor a eficiência de um produto da atividade humana” (2006, 1), a aplicação prática do conceito não é simples e foi enquadrada por teorias muito divergentes ao longo dos tempos.

No Renascimento inicia-se uma primeira consciência do passado, sendo que começam a ser adotadas medidas para tentar recuperar ou conservar exemplos de um tempo anterior. Mas é no rasto da Revolução Francesa (1789-1799), que trouxe consigo o vandalismo, a degradação de património como a catedral de Nôtre Dame de Paris, e mesmo a destruição de numerosos monumentos como a grande abadia de Cluny, que surge uma transformação no entendimento sobre o património, que passa a ser visto como um bem material de elevado valor e conseqüentemente, como algo a ser preservado. Emerge assim a necessidade de proteger os monumentos e de se discutir as metodologias de conservação e restauração (Luso, Lourenço, e Almeida 2004; Granato e Campos 2013).

As primeiras teorias de restauração surgem com John Ruskin (1819-1900) e Eugène Viollet-le-Duc (1814-1879). Ruskin defendia a conservação sem restauração de qualquer tipo e sugeria a manutenção frequente dos edifícios de forma a evitar danos causados por intervenções maiores, preservando assim o testemunho histórico da ação do tempo. Os materiais originais deviam ser respeitados e preservados sem alterações, e considerava o restauração como uma ação que destruía a autenticidade de um edifício (Oliveira 2008; Granato e Campos 2013). Por sua vez, Viollet-le-Duc procurava entender a lógica da concepção do projeto e não desejava fazer apenas uma reconstituição hipotética

do estado de origem, mas procurava fazer uma reconstituição do que teria sido feito se, na altura da construção, tivessem os conhecimentos e experiências da sua própria época, sendo uma reformulação ideal de um determinado projeto (Viollet-le-Duc 2000). Defendia que “[...] Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca em um dado momento.”²² (Idem, p.17), tendo realizado diversas intervenções onde chegou a introduzir acrescentos ou alterações ao original (Luso, Lourenço, e Almeida 2004).

Entre o pensamento intervencionista de Viollet-le-Duc e o anti-restauro de John Ruskin, surgem pensamentos mais moderados, nomeadamente com Camillo Boito (1835-1914), que estabeleceu alguns princípios que ainda hoje são aceites, como a necessidade de distinguir o que é restauro do que é original, a intervenção mínima ou a reversibilidade, entre outros. Boito defendia que se devia respeitar todas as partes do monumento, sendo que os acrescentos feitos posteriormente testemunhavam a história do monumento, mas opunha-se a intervenções para terminar a obra inacabada, como a realizada na Catedral de Colónia na Alemanha. À semelhança de Ruskin, preferia a manutenção do edifício ao longo do tempo, sem o deixar atingir a ruína, de modo a evitar-se o restauro intrusivo. Para Boito, o valor histórico é o máximo valor a preservar e as intervenções de restauro só deviam ser executadas quando necessário (Granato e Campos 2013; Choay 2013). É com ele que a importância relativa dos diversos valores do património e o seu papel nas decisões de conservação começam a ser considerados.

É na sequência desta corrente de pensamento que no início do século XX escreve Alois Riegl, ao considerar que as decisões de preservação do património dependem inteiramente dos valores (histórico, artístico, cultural, etc.) que a sociedade atribui a cada objeto em particular e, mais importante, quais os valores que prevalecem (Revez 2016). Para Riegl, os critérios de preservação dos monumentos (usava “monumento” num sentido lato que se poderia aplicar a qualquer artefacto) eram aplicáveis a qualquer obra humana com antiguidade e simbolismo, e não apenas pela singularidade e exceção histórica ou artística (Granato e Campos 2013). A primeira metade do século XX fica marcada pela teoria do Restauro Científico, uma abordagem mais crítica e científica com métodos e conhecimentos das ciências humanas, que sugeria uma dualidade de critérios de intervenção conforme o estado do edifício²³. Foi protagonizado por Gustavo Giovannoni (1873-1947)²⁴ que aprofundou a metodologia do restauro de Boito, nomeadamente no que se referia ao conceito de autenticidade e à distinção entre o monumento existente e a obra de restauro (Granato e Campos 2013; Balsinha 2014).

As diferentes teorias sobre a conservação e restauro do património criaram muitas discussões, o que levou à necessidade de serem estabelecidas *Cartas*, documentos internacionais de índole normativa relacionados com a preservação do património histórico, artístico e cultural (Granato e Campos 2013). Gustavo Giovannoni influencia em 1931 a escrita da Carta de Atenas, o primeiro documento

²² Viollet-Le-Duc defende o restauro de aspetos do edifício que existiram realmente, mas talvez não conjuntamente em tempo algum.

²³ Se “morto”, onde era defendida a preservação da ruína sem sustentar um novo uso ou uma utilização regular, ou se “vivo”, em que se considerava a possibilidade do edifício ser adaptado a uma nova função, mantendo-se útil na vida da sociedade (Braga 2014, op. cit., Balsinha 2014, 14).

²⁴ Arquiteto e engenheiro italiano.

internacional que procurava solucionar os problemas que a salvaguarda do património colocava, e que considerava a manutenção cuidada e a ocupação dos edifícios históricos como a chave para a sua proteção, em detrimento do restauro, uma vez que este poderia anular características importantes dos monumentos. Era recomendado, em cada país, a colaboração dos conservadores e arquitetos com os cientistas, de modo a desenvolverem métodos de salvaguarda que respondessem de forma eficaz à degradação a que os monumentos estavam sujeitos. Todas as transformações ocorridas nos monumentos e a autenticidade dos materiais originais deviam ser respeitados, sendo exigido a distinção dos novos materiais utilizados («Carta de Atenas (1931). Conclusões da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumentos» 1931; Balsinha 2014).

Após a II Guerra Mundial, muitas cidades europeias ficaram parcialmente destruídas e colocaram-se questões relacionadas com a reconstrução integral de monumentos e do património urbano perdidos. Perante este cenário, surgem diferentes abordagens de intervenção, como a reposição dos edifícios ao estado anterior à guerra, a reconstrução total de forma a recuperar a memória da cidade, ou a reconstrução parcial, que acontecia quando não existia informação sobre o passado do edifício. Contudo, este restauro do pós-guerra foi questionado, essencialmente por uma nova corrente que surge por esta altura chamada de *Restauro Crítico* (Granato e Campos 2013; Balsinha 2014). Cesare Brandi foi o principal representante dessa corrente, e defendia a impossibilidade de um método universal e permanente para o restauro, mostrando que cada caso exigia um método específico. Para Brandi, na obra de arte (onde inclui a arquitetura digna desse nome) os valores artísticos prevalecem sobre os históricos e o restauro deve:

“[...] visar o restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isto seja possível sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem apagar nenhum sinal da passagem da obra de arte no tempo.” (Brandi 2006, 6).

Desta forma, o Restauro Crítico veio influenciar a escrita da Carta de Veneza em 1964, que proporcionou um aumento na consciência sobre a salvaguarda do património para as gerações futuras, e assinalou a importância da conservação de áreas e estruturas edificadas (Granato e Campos 2013). Segundo a Carta, cada país deve ser responsável por garantir que as ações de preservação e restauro sejam concretizadas de acordo com os princípios definidos internacionalmente, ajustando essas ações à sua cultura e tradições (ICOMOS 1964). O restauro deve ser uma opção de carácter excepcional e destina-se a conservar e revelar os valores estéticos e históricos, baseando-se no respeito pela antiguidade e autenticidade, deixando de ter significado quando se coloca a hipótese de reconstituição, mas se necessária, fica condicionada a uma conciliação ou harmonia arquitetónica e terá de refletir a data da intervenção (ICOMOS 1964 Art.9.º). Mais tarde, surge ainda a Carta de Burra aplicável a sítios com valor cultural, que defendia uma abordagem mais cuidadosa em relação às alterações, considerando que se devia intervir pouco e com o intuito de tornar o sítio utilizável, e apenas se garantisse, através da intervenção mínima, o seu significado cultural (Australia ICOMOS - tradução por António de Borja Araújo 2006, 4).

Com uma maior consciência sobre a importância de metodologias adequadas nas intervenções do património, muitos documentos foram publicados de forma a diminuir ações de restauro que

descaracterizassem ou fossem prejudiciais para os edifícios. Neste contexto, em 1994 é escrito o Documento de Nara que aborda a questão da autenticidade do património e refere que a sua compreensão “desempenha um papel essencial em todos os estudos científicos sobre o património cultural e no planeamento da conservação e do restauro” (ICOMOS - Tradução por António de Borja Araújo 1994, 3). O Documento salienta a necessidade de aumentar a consciência da autenticidade do património entre o público, o que levará a uma maior compreensão dos valores inerentes aos monumentos e sítios, assim como um respeito maior pelo seu papel e pelo que representam na sociedade contemporânea. (ICOMOS - Tradução por António de Borja Araújo 1994)

No ano de 2000 e resultante de trabalho de vários anos, é elaborada a Carta de Cracóvia - Princípios para a Conservação e Restauro do Património Construído, que procura sintetizar os princípios explorados em documentos normativos anteriores, como por exemplo a Carta de Veneza (Balsinha 2014). De acordo com a Carta, a conservação pode ser realizada por meio de diferentes formas de intervenção “como o controlo do meio ambiente, a manutenção, a reparação, o restauro, a renovação e a reabilitação.” (Carta de Cracóvia 2000 ponto 3), e é introduzido pela primeira vez a ideia de “projeto de restauro”, que deverá basear-se:

“[...] num conjunto de opções técnicas apropriadas e ser elaborado segundo um processo cognitivo que integra a recolha de informações e a compreensão do edifício ou do sítio. Este processo pode incluir o estudo dos materiais tradicionais ou novos, o estudo estrutural, análises gráficas e dimensionais e a identificação do significado histórico, artístico e sociocultural.” (Idem)

É ainda descrito que qualquer intervenção deve apoiar-se no princípio da intervenção mínima, e as técnicas utilizadas devem ser sempre controladas, tendo em conta os resultados obtidos, o seu comportamento com o tempo e a possibilidade de eventual reversibilidade (Carta de Cracóvia 2000).

Importa ainda referir a Carta ICOMOS – Princípios para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitetónico escrita em 2003, que se destaca por comparar o restauro à medicina e por recomendar o uso de uma metodologia idêntica, com a fase de “diagnóstico, terapia e controlo, que correspondem à investigação e levantamento, à identificação das causas dos danos e da degradação, à escolha das medidas curativas e ao controlo da eficiência da intervenção” (ICOMOS - Tradução por António de Borja Araújo 2006, 3). Reforça que a intervenção deve ser dirigida às causas da degradação e não aos sintomas, e que deve limitar-se ao mínimo que garante a segurança e durabilidade e a mínima intervenção. Sugere que se deve ponderar caso a caso o uso de técnicas “tradicionais” ou “inovadoras”, dando-se preferência às menos intrusivas com maior compatibilidade, e sempre que possível devem ser “reversíveis que possam ser removidas e substituídas por medidas mais adequadas, quando forem adquiridos novos conhecimentos.” (ICOMOS - Tradução por António de Borja Araújo 2006, 4).

As várias declarações que surgem sobre a teoria e a prática da conservação e restauro expõem a importância da cooperação interdisciplinar como a melhor prática para os processos de tomada de decisão na preservação do património, como por exemplo, a Teoria Contemporânea da Conservação de Salvador Muñoz Viñas publicada em 2005, onde Viñas faz uma análise abrangente dos desafios

atuais na conservação e restauro situados num contexto ético e social mais amplo, e coloca o interesse primário nos sujeitos e não nos objetos, sendo que a objetividade na conservação é substituída por uma forma de subjetivismo (Granato e Campos 2013; ICOMOS 2019).

O respeito pelos valores sociais e espirituais que ligam uma comunidade ao seu património cultural, implica também o reconhecimento dos métodos tradicionais de conservação, restauro e manutenção, que podem contribuir para a autenticidade do património cultural, embora às vezes contrariem princípios e métodos internacionais de conservação e restauro já bem estabelecidos. A autenticidade, termo central da ética moderna da conservação, precisa de definições específicas em cada caso, avaliando-se os valores tangíveis e intangíveis do património cultural em contextos culturais específicos, num diálogo interdisciplinar e intercultural.

Foi graças a esses documentos mais recentes, que desde a década de 90 a atenção internacional se tem orientado mais fortemente para os valores intangíveis (isto é, para o lado intangível), com um conceito de património cultural a tornar-se cada vez mais imaterial. O património só é importante (bem a conservar e transmitir às gerações vindouras) se for entendido como bem de valor pela sociedade em cujo seio existe, e esse entendimento do valor é imaterial. Esta mudança de perspetivas enriqueceu a discussão europeia sobre os valores de monumento, reconhecendo que os valores tangíveis e intangíveis na maioria dos casos estão estreitamente ligados, onde se exige um compromisso de respeito pelos dois (ICOMOS 2019).

O século XXI trouxe consigo novos desafios teóricos, e lentamente tem-se abandonado a posição eurocêntrica na perceção e preservação do património cultural em detrimento de uma visão mais ampla dos diversos significados e tradições de conservação e restauro nas diferentes partes do mundo. Além disso, atualmente é reconhecida a necessidade de uma participação democrática nos processos de tomada de decisão sobre os conceitos de conservação e restauro e a sua prática, envolvendo as comunidades e as diversas partes interessadas (ICOMOS 2019).

Em suma, os princípios fundamentais da atualidade, como investigação e documentação interdisciplinar, manutenção e conservação preventiva, têm as suas origens nas teorias e nas metodologias desenvolvidas ao longo do século XX, e centram-se em duas questões essenciais: a especificidade de cada intervenção e o facto de não existir uma solução ou metodologia única, mas sim várias estratégias e soluções possíveis. Além disso, a conservação preventiva, que se baseia num conhecimento maior sobre os problemas da conservação e mecanismos de degradação, o que minimiza o recurso ao restauro, tem vindo a ser preferido no processo de tomada de decisão sobre a preservação do património cultural.

4.2. CONSERVAÇÃO E RESTAURO DE AZULEJOS IN SITU

Geralmente, os revestimentos azulejares são constituídos por um suporte arquitetónico, como uma parede em alvenaria, a argamassa de emboço que regulariza a superfície parietal, e pela argamassa de assentamento, sobre a qual é aplicado o azulejo (Figura 4.1) (Flores-Colen et al. 2002, 114).

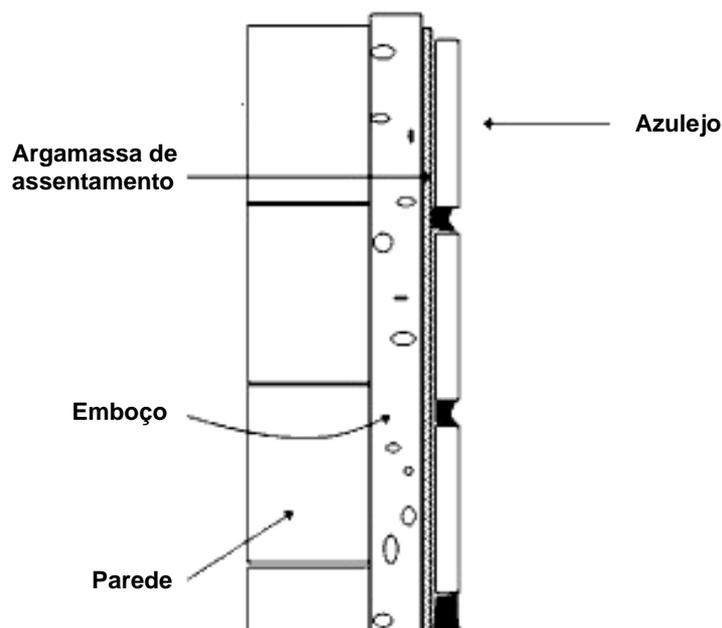


Figura 4.1 Esquema gráfico de um revestimento azulejar. Figura retirada de («Método Executivo - execução de revestimentos cerâmicos para pisos e paredes» sem data).

As intervenções de conservação e restauro de azulejos *in situ* abrangem revestimentos que se encontram num determinado espaço arquitetónico (no interior ou exterior, em paredes ou tetos, muros ou bancos, entre outros) e do qual fazem parte integrante. Não se contempla no presente trabalho os azulejos inseridos em contexto museológico por se considerar que são tratados segundo as regras museológicas mais adequadas a cada caso.

Para se realizar uma intervenção de conservação e restauro eficaz, é necessário que seja feita uma correta avaliação ao sistema onde está inserido o azulejo, assim como ao seu estado de conservação. As ações realizadas durante a intervenção têm como finalidade mitigar fatores de degradação evidentes, de forma a assegurar a perduração do conjunto azulejar, conservando também os seus diversos valores, que podem ser históricos, artísticos, sociais, entre outros. Delgado Rodrigues et. al (2007) referem que o resultado final de uma determinada intervenção de conservação é influenciado por múltiplos fatores que podem ser agrupados numa "árvore de compatibilidade", onde os ramos principais são o conteúdo físico, os fatores ambientais, a base operacional e o contexto sociocultural. Deste modo, os autores mencionam que uma intervenção de conservação e restauro deve reger-se por uma elevada eficácia e compatibilidade.

Ao longo dos últimos anos, têm vindo a ser realizadas campanhas para a valorização e salvaguarda do património azulejar de fachada em Portugal («Projeto SOS Azulejo» sem data). Contudo, aplicações exteriores mais recentes, especialmente os azulejos com padrões modernos em frentes de lojas ou no seu interior, são frequentemente esquecidas e, portanto, enfrentam uma silenciosa destruição à medida que os edifícios são intervencionados ou passados para novos proprietários, que muitas vezes dão outro destino aos azulejos presentes nas fachadas em detrimento da sua preservação.

A perceção do valor atribuído a um determinado objeto ou monumento, é o principal fator determinante nas decisões de conservação. A remoção ou perda dos azulejos do suporte arquitetónico onde estão inseridos originalmente, compromete definitivamente o seu valor assim como do edifício, pois estes são parte integrante de um conjunto com determinado(s) valor(es) atribuído(s). O património acaba por ser indissociável da dimensão temporal, o que faz com que à partida seja necessário tempo para que o valor patrimonial de determinado edifício ou objeto seja reconhecido. Por esta razão, pode a azulejaria integrada na arquitetura moderna não ter ainda a distância temporal suficiente para que seja valorizada e conseqüentemente, seja vista como algo a ser preservado. Porém, a sua crescente degradação pode levar a que, quando o distanciamento temporal existir, futuras gerações não venham a usufruir de um património com tamanha singularidade no contexto europeu da arquitetura moderna.

4.2. DEGRADAÇÃO DOS AZULEJOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NA PERDA DO PATRIMÓNIO

Os azulejos são uma componente importante do património cultural de Portugal. Contudo, uma parte considerável deste património perde-se a cada ano devido à degradação e abandono contínuo, que resultam na perda da camada de vidro que contém a decoração, e na desagregação do corpo cerâmico (chacota). Este problema é sentido especialmente nas cerâmicas vidradas integradas na arquitetura em exterior, uma vez que estão sujeitas a condições ambientais mais adversas.

Um levantamento sobre as principais anomalias do azulejo foi realizado em 1995 por José Aguiar (1995) que refere que as mesmas podem surgir devido a defeitos de fabrico, ao incorreto assentamento dos azulejos, aos efeitos de movimentação da estrutura que provocam ações mecânicas entre a parede e o azulejo, e a presença de humidade nos suportes. O autor menciona também que muitas vezes as patologias e as anomalias encontradas nos revestimentos são diretamente provocadas pelo mau estado de conservação do edifício onde os azulejos estão integrados. Esta relação azulejo / arquitetura foi mais tarde reiterado por Mimoso (2011) e Ferreira (2011), que demonstraram que as propriedades impermeáveis do vidro levam a um aumento do nível ascensional da água no interior da parede.

Ao longo dos últimos anos as investigações realizadas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) têm permitido sistematizar as questões referentes à degradação dos azulejos portugueses. Através de modelação matemática, foi possível demonstrar graficamente como as diferenças entre coeficientes de expansão, entre vidro e chacota, podem levar à separação do vidro durante o

arrefecimento (Mimoso et al. 2009). Um outro estudo (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011) destacou a instabilidade do óxido de cálcio na composição da chacota como um fator que pode causar danos físicos ao dilatar por reidratação. Os autores referem que as características físicas, nomeadamente a porosidade e a capacidade de absorção de água, estão diretamente relacionadas com as matérias-primas utilizadas, as alterações morfológicas que ocorrem na cozedura e os mecanismos de degradação, e destacam que a porosidade é uma característica física importante para os azulejos integrados arquitetonicamente, pois determina a circulação de fluidos e a capacidade de armazenamento no corpo cerâmico.

A degradação dos azulejos pode ser associada a uma origem química, como a desvitrificação do vidrado, ou a uma origem física. Todavia, é importante referir que algumas degradações físicas podem ter uma origem na química dos materiais, incluindo as agressões químicas a que possam ter estado sujeitos (Mimoso 2011). A degradação física dos azulejos acontece devido à combinação de uma fragilidade do azulejo, resultante do seu fabrico, com uma “agressão” externa²⁵ que irá beneficiar dessa fragilidade (Mimoso e Pereira 2011). Num estudo da degradação dos azulejos de fachada em Lisboa, os autores destacam que num horizonte temporal correspondente à história da utilização desses azulejos (90 a 150 anos):

“Na ausência de agressões e, em particular, se a chacota se mantiver seca, ou na ausência de defeitos de fabrico relevantes face ao tipo de agressão, o azulejo não sofre degradação física.”²⁶

Por isso, em condições normais de assentamento sobre suportes secos, os azulejos portugueses apresentam grande durabilidade, sendo observáveis revestimentos azulejares de exterior com mais de um século sem qualquer sinal de degradação (Mimoso 2011). É na presença de água que surgem as causas mais comuns de degradação dos azulejos históricos, nomeadamente a expansão hídrica irreversível, o destacamento do suporte, o craquelé adquirido, a cristalização de sais solúveis, atividade biológica, etc. Se a água transportar sais solúveis e existir mudanças frequentes nas condições circundantes, a degradação é acelerada por ciclos de cristalização-dissolução de sais nas zonas de contato com o ambiente exterior (juntas e defeitos de vidrado, tais como fissuras e poros) (S. Pereira e Mimoso 2012c). A humidade presente nos suportes pode ocorrer por infiltração a partir das coberturas, rutura de canalizações de escoamento das águas pluviais, juntas abertas, ascensão capilar a partir do solo ou por higroscopicidade dos materiais. A água introduzida no sistema poroso dos azulejos conduz à expansão dos seus corpos cerâmicos, favorecendo a degradação. Uma vez que o vidrado não acompanha esta expansão, nem é elasticamente resistente às forças que ocorrem, tende a fissurar abrindo caminhos de ligação das chacotas ao ambiente exterior (Mimoso 2011).

²⁵ Que pode envolver vários aspetos, mas no geral, incluem a presença de água e a humidificação dos azulejos a partir dos suportes (Mimoso e Pereira 2011).

²⁶ Idem, p. 10.

Alguns estudos (Mimoso e Pereira 2011) salientam que as expansões sucessivamente maiores fazem com que azulejos já destacados do suporte exerçam compressões sobre os azulejos adjacentes, formando “conjuntos em compressão” que ficam instáveis e criam empolamentos que antecedem a queda do conjunto (Figura 4.2 a)) provocando uma grande lacuna azulejar (Figura 4.2 b)). Contudo, esta queda relaciona-se principalmente com uma degradação do revestimento e não dos azulejos propriamente ditos (Mimoso et al. 2012).

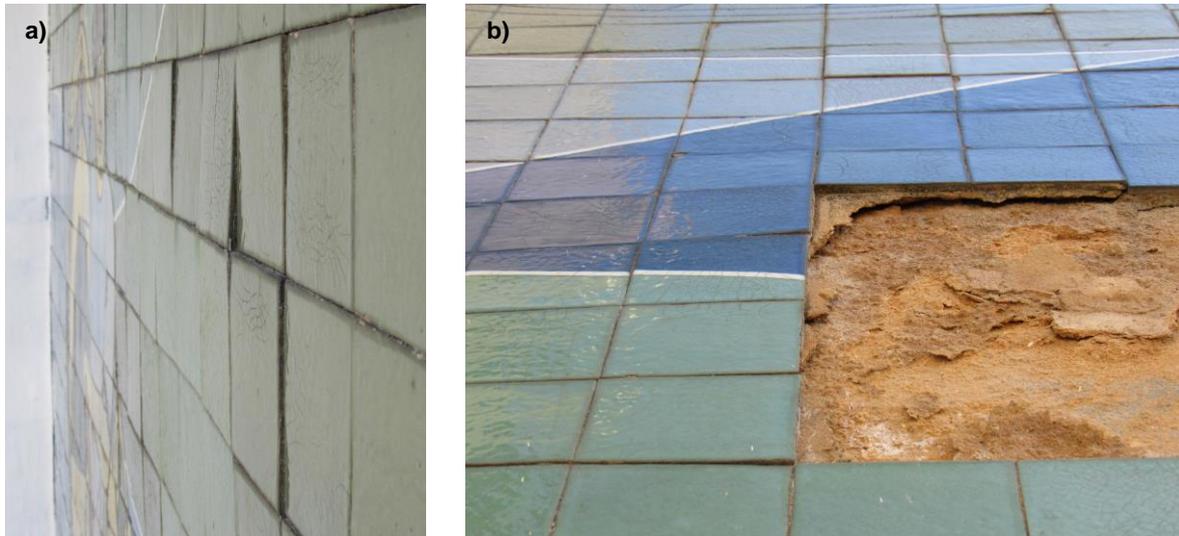


Figura 4.2 a) Empolamento dos azulejos num painel da Avenida Infante Santo; b) Consequente queda e ausência dos azulejos após empolamento.

A degradação mais comum nas fachadas azulejares é a ocorrência de craquelé em azulejos sujeitos a humedecimentos. Este craquelé é classificado em dois tipos sendo a aderência vidrado / chacota o fator que define o tipo de propagação. No tipo 1, as fissuras do vidrado propagam-se na vertical e apenas para o interior do corpo cerâmico até atingirem a superfície, não resultando em perda de vidrado, mas provocando potenciais fracionamentos das chacotas. No tipo 2, as fissuras propagam-se na horizontal (interface vidrado / chacota) conduzindo a um enfraquecimento parcial do vidrado que pode levar à sua perda. Em relação a este último caso, Mimoso e Esteves (2016) sistematizaram o destacamento de vidrado em dois tipos: um com origem química, em que ocorre destacamento do vidrado limpo de material cerâmico (Tipo C), e outro com origem física, quando o vidrado se destaca acompanhado com uma pequena camada de cerâmica aderente (Tipo L). Esta separação é importante no contexto da investigação realizada no presente trabalho, tendo sido o destacamento Tipo C o mais identificado nos azulejos modernos com degradação.

Das possíveis formas de degradação dos azulejos, a mais preocupante é o destacamento de vidrado, pois é a parte que contém a decoração. J.M. Mimoso (2014) demonstrou que a aderência do vidrado à chacota se degrada com o tempo, e que a certa altura as fissuras de craquelé que anteriormente se propagavam para o interior da chacota, se passam a propagar na interface entre o vidrado e a chacota. Através da observação de um vidrado em destacamento, percebeu-se que este imediatamente antes de cair e já parcialmente separado da chacota, empola de uma maneira característica, ocorrendo um fenómeno expansivo na interface. Nessa mesma interface foram

encontrados geles de sílica, cálcio e potássio, resultantes de um ataque químico à sílica amorfa, conhecido da degradação do betão e designado por reação alcalis-sílica. Estas reações geram geles com um comportamento fortemente expansivo na presença de água que, segundo o autor, causa em pelo menos alguns casos o empolamento do vidro observado (Mimoso 2014). Um outro estudo (Madkour e Khallaf 2012) mostrou que a água é responsável pelo aparecimento de fissuras, destacamento e perda de vidro, sendo os iões alcalinos (Na^+ e K^+) substituídos por iões de hidrogénio (H^+) o que leva à quebra de ligação da rede vítrea, com a estrutura vítrea a ser substituída por uma camada amorfa designada por sílica gel.

Um estudo recente focado na problemática da degradação de azulejos (Brito 2016) permitiu entender melhor, através de ensaios de envelhecimento acelerado, como os azulejos históricos se degradam e como respondem de forma distinta às diferentes agressões. Foi demonstrada a fragilidade da ligação vidro/chacota a um ataque alcalino na presença de sódio, ocasionando a formação dos geles alcali-sílica, sendo que o vidro se destaca sem chacota aderente como observado em obra, ocorrendo eflorescências de trona também documentados em revestimentos de azulejos pela investigadora. A autora conclui que o craquelé em azulejos pode estar associado a diversas formas de degradação, não só como fator de perigo como por ser um primeiro sintoma. Este pode ocorrer associado a uma primeira fase do ataque, quando os seus efeitos ainda não são visíveis através de outro dano, e em seguida a fissuração propaga-se e prolonga-se frequentemente até ao tardo ou às faces laterais. Deste modo, o volume do azulejo compreende uma rede fissural que disponibiliza caminhos para a passagem de soluções até chegar ao exterior, onde se podem concentrar e cristalizar por evaporação do solvente. A autora afasta assim a ideia de que o craquelé é um fenómeno restrito às imediações do vidro e sem grande perigosidade (Brito 2016).

A molhagem do corpo cerâmico e outras agressões tendem a desencadear a degradação que pode levar à perda de material histórico. A queda de vidro constitui uma degradação irreversível, provocando perdas na decoração de que resulta diminuição do valor artístico do conjunto azulejar, uma vez que a perceção de quem observa fica condicionada, assim como à perda da sua importância patrimonial. Nas intervenções de restauro estes azulejos, se datáveis do período em estudo, são quase sempre removidos e substituídos por réplicas. A degradação de azulejos pode também decorrer das intervenções de conservação e restauro realizadas, sendo que métodos como dessalinização *in situ* feita por aplicação de compressas (algodão, celulose, minerais argilosos) embebidas em água destilada, ou mesmo o método eletrocinético (Ottosen, Dias-Ferreira, e Ribeiro 2015), vão proporcionar a introdução de água no sistema azulejo/parede, o que pode conduzir a posteriores cristalizações de sais nas fissuras abertas e nas juntas (Brito 2016). De um modo geral, ainda que de forma mais contida, o método de dessalinização é atualmente utilizado nos procedimentos de conservação e restauro.

Nos azulejos aplicados no exterior é também comum verificar-se bio colonização, especialmente nas falhas de vidro ou nas juntas dos azulejos, encontrada habitualmente sob a forma de líquenes, musgo, e por vezes algas e bactérias. Esta ocorrência deve-se não só à porosidade que favorece a retenção de água, como também à rugosidade, que aumenta a bio receptividade e facilita a fixação de

micro-organismos. Desde que não haja solubilização de componentes, a composição química do vidro não interage com a bio colonização, sendo a porosidade e a heterogeneidade da superfície os parâmetros mais importantes no crescimento microbiológico (Gazulla et al. 2011; Mathilda L. Coutinho, Miller, e Macedo 2015).

As investigações levadas a cabo sobre a degradação de azulejos são maioritariamente focadas nos azulejos históricos e alguns semi-industriais do século XIX, não sendo incluídos azulejos mais recentes, nomeadamente os azulejos modernos. Estes, por sua vez, podem apresentar mecanismos de degradação distintos tendo em conta as suas características, como observado anteriormente, com algumas diferenças quando comparados com os azulejos mais antigos. O presente estudo inclui assim um primeiro levantamento das formas de degradação encontradas nos azulejos modernos dos anos 1950-70s, e espera-se que constitua uma contribuição para o enriquecimento do conhecimento sobre a degradação dos mesmos.

4.3. RESULTADOS DAS INSPEÇÕES AOS PAINÉIS DE AZULEJOS MODERNOS

4.3.1. CASOS DE ESTUDO

Foram inspecionados 28 edifícios com azulejos modernos integrados, dos quais 17 se localizam na região de Lisboa e Vale do Tejo, um na região Centro e dez na região do Porto (Tabela 4.1). A escolha dos casos de estudo resultou de uma pré-seleção com base geográfica e teve em consideração as diferentes fábricas em Portugal que produziram entre 1950-1974. A data e fábrica de produção foram, em alguns casos, identificadas através da literatura e nos exemplos em que são desconhecidas, a data foi estimada através da aparência do edifício, enquadrado na estética arquitetónica moderna. Incluíram-se exemplares de diferentes produções (fábricas) com o intuito de se verificar eventuais diferenças no comportamento *in situ*.

Inserido no levantamento das obras do presente trabalho, e por existir interesse por parte da autarquia (Câmara Municipal de Almada), foi ainda realizada uma proposta de intervenção para um conjunto de azulejos inseridos no jardim Dr. Alberto Araújo em Almada, da autoria de Manuel Cargaleiro e datados de 1955 / 56 (Figura 4.3), nomeadamente com a sugestão de procedimentos e materiais para restauro, cujos resultados advêm da presente investigação. A proposta de intervenção assim como a sistematização das degradações encontradas no conjunto podem ser consultadas na Parte II, Anexo 3.

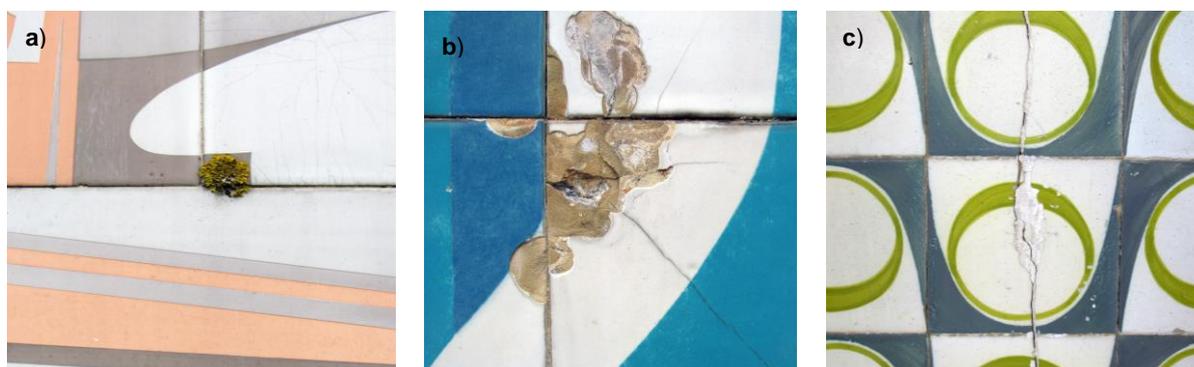


Figura 4.3 Conjunto de azulejos da autoria de Manuel Cargaleiro e datados de 1955 / 56, inseridos no jardim Dr. Alberto Araújo em Almada.

4.3.2. SISTEMATIZAÇÃO DAS FORMAS DE DEGRADAÇÃO ENCONTRADAS

A tabela 4.1 corresponde à listagem dos painéis de azulejos inspecionados e os respetivos resultados. Os painéis apresentam diferentes formas de degradação, algumas com características específicas e, crê-se, maior suscetibilidade à perda de vidro sem chacota aderente (Tipo C). Definiu-se dois níveis de danos: 1. dano estrutural e 2. dano por ação humana incluindo eventual falta de manutenção, tendo o levantamento das degradações sido efetuado no geral e também de modo detalhado em cada painel, com os resultados sistematizados em fichas na Parte II, Anexo 3.

A forma mais comum de degradação encontrada nos azulejos modernos é o destacamento de vidro, com a conseqüente perda da decoração, que parece ocorrer, quase sempre, limpo de chacota. Porém, identificaram-se também outras formas de degradação (Figura 4.4). A nível do dano estrutural foram encontradas juntas fendilhadas e abertas, o que favorece a entrada de água, colonização biológica, fissuras dos suportes com propagação para os azulejos, falhas de vidro, fratura de azulejos, empolamento de azulejos, lacunas por perda de azulejos e eflorescências. Também foram encontrados danos por ação humana na maioria dos painéis, nomeadamente danos por punçoamento, inscrições e pinturas / graffiti sobre os vidrados, vestígios de tinta, autocolantes e argamassa ou pastas nos vidrados, quer por descuido, quer na tentativa de colmatar lacunas (Figura 4.4 c) e f)).



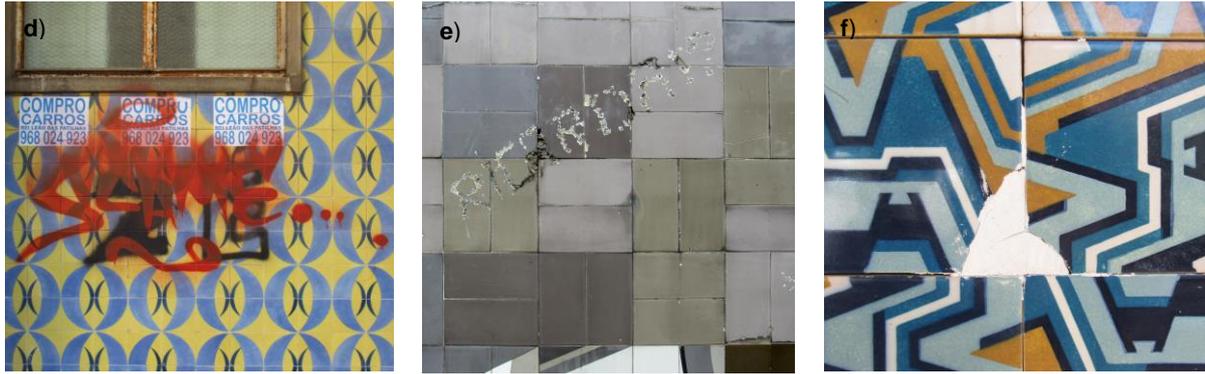


Figura 4.4 Algumas formas de degradação e danos por ação humana identificados nos azulejos modernos: a) colonização biológica; b) falhas de vidro e chacota fissurada; c) fratura de azulejo; d) graffiti sobre os vidrados; e) punção de forma aleatória; f) colmatação de uma lacuna com uma pasta branca.

Encontraram-se diferentes estados na evolução da deterioração, sendo que a perda de vidro é quase sempre progressiva a partir do primeiro destacamento (Figura 4.5 a). De forma geral, na maioria dos painéis inspecionados a degradação regista-se ao nível da superfície e caracteriza-se pela falha de vidro sem chacota aderente, que se manifesta a partir das arestas e também, por vezes, ao centro do azulejo (Figura 4.5 b). Em certos painéis encontrou-se pústulas salinas (Figura 4.5 c) e ainda uma fissuração (craquelé) muito marcada (Figura 4.5 d).

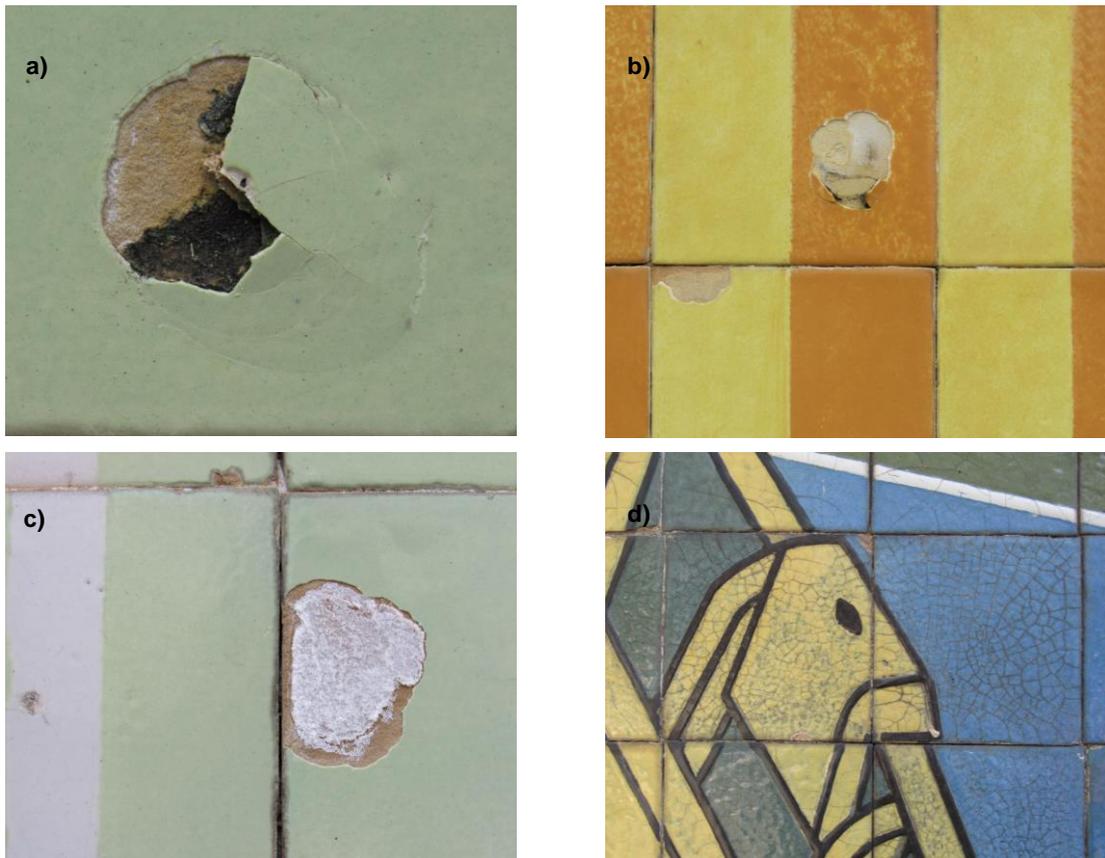


Figura 4.5 a) perda de vidro; b) falha de vidro ao centro do azulejo; c) e pústula salina; d) fissuração (craquelé) muito marcada.

A figura 4.6 ilustra a perda de vidrado em azulejos de três fábricas diferentes, Constância, Viúva Lamego e Estaco, que ocorre sem chacota aderente. Uma característica observada em muitos dos painéis inspecionados prende-se com a perda de vidrado, que se inicia muitas vezes, no vidrado de cor branca (quando presente nos azulejos) antes de se propagar às cores adjacentes,

Os óxidos fundentes baixam a temperatura de fusão, o que propicia um enfraquecimento na ligação vidrado / chacota. Nas amostras analisadas, o dano *in situ* foi principalmente observado nos vidrados com fundente de boro, sugerindo uma relação entre dano / composição, sendo que no caso da cor azul a degradação não surge logo devido à presença do óxido de cobalto, que aumenta a fusibilidade (Granger 1905, 277).



Figura 4.6 Exemplos de perda de vidrado do Tipo C (sem chacota aderente): esquerda) azulejos da Fábrica Constância; centro) azulejos da Fábrica Viúva Lamego; direita) azulejos da Fábrica Estaco.

Tabela 4.1 Listagem dos painéis e azulejos inspecionados com a respetiva associação à degradação encontrada em cada caso particular

Localização	Rua	Local de aplicação	Data	Fábrica	Danos 1. Estrutural 2. Ação Humana	Zonas de degradação (vidrado)	Eflorescências	Notas	Amostragem
Setúbal	R. Cláudio Lagrange	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Ausência azulejos 2. Intervenção	Arestas		Material externo adicionado (possível intervenção)	Não
Almada	Largo Gabriel Pedro	Mural	1955/56	Viúva Lamego	1. Vidrado 1. Ausência azulejos 1. Colonização biológica 1. Plantas 2. Graffiti	Arestas	Eflorescências Pústula salina		Não
Lisboa	Av. Alm. Gago Coutinho 43	Edifício	1951	Viúva Lamego	1. Vidrado 2. Intervenção	Aresta / centro		Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Não
	R. Duarte Pacheco Pereira 5	Edifício	1954	Viúva Lamego	1. Vidrado 1. Empolamento azulejos 1. Ausência azulejos 2. Intervenção	Aresta / centro Fissuração circular (vidrado+chacota)		Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Sim
	R. Rodrigo da Fonseca 88	Edifício	1957/58	Sant'Anna	1. Vidrado	Aresta / centro			Não
	Av. Infante Santo 70	Escadaria	1958/59	Viúva Lamego	1. Vidrado 1. Raízes de plantas 2. Graffiti	Aresta		Intervenção em 2003	Sim
	Av. Infante Santo 68	Escadaria	1959	Viúva Lamego	1. Vidrado 1. Concreções salinas	Aresta / centro	Eflorescências Pústula salina		Sim

Localização	Rua	Local de aplicação	Data	Fábrica	Danos 1. Estrutural 2. Ação Humana	Zonas de degradação (vidrado)	Eflorescências	Notas	Amostragem
Lisboa	Av. Infante Santo 64	Escadaria	1959	Sant'Anna	1. Vidrado 1. Empolamento azulejos 1. Ausência azulejos 1. Colonização biológica 1. Raízes de plantas 2. Intervenção	Vértices/Arestas/ Centro		Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Sim
	Av. Estados Unidos da América 50	Edifício	1960	Desconhecida	1. Vidrado 1. Ausência azulejos 1. Colonização biológica 2. Graffiti	Aresta / centro	Eflorescências Pústula salina	Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Não
	Av. Estados Unidos da América 60	Edifício	1960	Desconhecida	1. Vidrado 1. Ausência de juntas 1. Ausência azulejos 2. Graffiti	Aresta / centro	Eflorescências		Não
	Av. Estados Unidos da América 70	Edifício	1960	Desconhecida	1. Vidrado 1. Ausência azulejos 2. Intervenção 2. Graffiti	Aresta / centro		Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Não
	R. Alameda da Universidade	Edifício	1961	Viúva Lamego	1. Vidrado 1. Empolamento azulejos 1. Destacamento azulejos 2. Intervenção	Aresta / centro	Pústula salina	Material externo adicionado	Não
	Av. do Brasil 101	Edifício	ca.1960	Carvalhinho	1. Vidrado 1. Perda parte azulejos	Aresta / centro			Sim
	Av. do Brasil 101	Edifício	1971	Constância	1. Vidrado 1. Ausência azulejos	Vértices/Arestas/ Centro	Eflorescências Pústula salina		Sim

Localização	Rua	Local de aplicação	Data	Fábrica	Danos 1. Estrutural 2. Ação Humana	Zonas de degradação (vidrado)	Eflorescências	Notas	Amostragem
Lisboa	Av. Calouste Gulbenkian	Mural	1972	Constância	1. Vidrado 1. Empolamento azulejos 1. Ausência azulejos 1. Colonização biológica 2. Punção 2. Graffiti	Vértices/Arestas/ Centro	Eflorescências	Azulejos diferentes (possíveis réplicas)	Sim
	Av. Rainha Dona Amélia 50	Edifício	ca. 1950-70	Estaco	1. Vidrado 2. Intervenção	Vértices/Arestas/ Centro		Material externo (possível intervenção)	Sim
Torres Vedras	R. Miguel Bombarda 4	Edifício	1959	Desconhecida	1. Vidrado	Arestas / Centro			Não
Caxias	Rua da Cerâmica 102	Edifício	ca. 1960-70	Tijomel	1. Vidrado 1. Ausência azulejos	Vértices/Arestas/ Centro			Sim
Porto	R. da Alegria 1732	Edifício	1962	Aleluia	1. Vidrado 1. Fratura azulejos	Vértices/Arestas/ Centro			Sim
	R. da Alegria 1880	Edifício	1964	Aleluia	1. Vidrado 1. Fratura azulejos 1. Colonização biológica	Arestas / Centro	Eflorescências Pústula salina		Não
	R. de São Brás 293	Edifício	1967	Aleluia	1. Vidrado 1. Perda parte azulejos 2. Graffiti	Arestas / Centro			Não
	R. Bento Júnior 97-99	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Perda parte azulejos 2. Punção 2. Intervenção	Arestas Fissuração circular (vidrado)		Material externo (possível intervenção)	Sim

Localização	Rua	Local de aplicação	Data	Fábrica	Danos 1. Estrutural 2. Ação Humana	Zonas de degradação (vidrado)	Eflorescências	Notas	Amostragem
Porto	Rua D. João IV 1000-1006	Edifício	1961	Desconhecida	1. Vidrado 1. Fissura chacota 1. Colonização biológica 2. Intervenção	Vértices/Arestas/ Centro	Eflorescências Pústula salina	Material externo (possível intervenção)	Não
	R. 5 de Outubro 93 -95	Edifício	ca. 1960-70	Tijomel	1. Vidrado 1. Ausência de azulejos	Arestas / Centro			Sim
	R. Faria de Guimarães 64	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Fratura azulejos 1. Ausência de azulejos	Arestas / Centro			Não
	R. Faria de Guimarães 522	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Destacamento azulejo 2. Sujidades	Arestas / Centro			Não
Vila Nova de Gaia	Av. da República, 1473	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Fratura azulejos	Arestas			Não
	R. Ramalho de Ortigão 127	Edifício	ca. 1960-70	Desconhecida	1. Vidrado 1. Ausência de azulejos 2. Punção	Vértices/Arestas/ Centro Fissuração circular (vidrado+chacota)			Não

4.3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas diferentes formas de degradação nos painéis inspecionados, sendo que o facto de se estar na presença de azulejos fabricados com materiais e parâmetros de cozedura diferentes, condiciona o seu comportamento, isto é, há formulações industriais mais frágeis do que outras.

A falta de manutenção e a exposição exterior têm conduzido à perda de azulejos e à descaracterização de algumas fachadas. A sistematização das formas de degradação em tipos recorrentes demonstrou que no geral, a forma mais comum de degradação encontrada nos azulejos modernos é o vidrado em destacamento, que ocorre, na maioria das vezes, a partir das arestas, talvez por serem áreas com maior exposição à entrada da água e à evaporação pelas juntas com eventual cristalização de eflorescências, ou como resultado da expansibilidade hídrica e de danos iniciais causados pela pressão entre azulejos adjacentes (Mimoso 2011). Isto leva à consequente perda de vidrado, que num mesmo azulejo, se revela sempre como um processo evolutivo e ocorre na maioria das vezes sem chacota aderente, sugerindo um enfraquecimento na ligação vidrado / chacota. Porém, ocorrem também outras formas de degradação como a fissuração do vidrado, fratura de azulejos, empolamento de azulejos, perda de parte e/ou ausência de azulejos, colonização biológica e eflorescências.

A observação de um destacamento particularmente comum nestes azulejos, com início no vidrado branco antes de se propagar às cores adjacentes, permite colocar como hipótese uma relação entre a tecnologia de fabrico dos vidrados e o dano observado. As análises à composição química de alguns azulejos modernos mostram a existência de três tipos de vidrados: vidrados com fundente principal boro (B), vidrados com fundente principal chumbo (Pb) e vidrados com fundentes de boro e chumbo (B + Pb), o que evidencia uma nova tecnologia de produção em relação ao século XIX e anteriores, que pode ser um fator de influência no dano encontrado. Nas inspeções realizadas, os azulejos correspondentes às amostras com vidrado com fundente principal boro (FAZ058, FAZ59, FAZ060 e FAZ061), apresentavam destacamento no vidrado branco com a consequente perda sem chacota aderente (Tipo C), o que leva a considerar que a composição e a temperatura de cozedura possam ter influenciado o tipo de destacamento. No entanto, são necessárias mais investigações de forma a validar esta hipótese, nomeadamente conseguir uma maior representatividade de amostras para um estudo mais abrangente das características destes azulejos e eventual relação com o dano encontrado.

Os painéis inseridos em muros de contenção de terras ou apenas a cotas mais baixas numa fachada, parecem evidenciar maior propensão para a degradação do que os que revestem totalmente as fachadas, presumivelmente devido a uma maior exposição do tardo à humidade. Foram observadas eventuais diferenças no comportamento *in situ* tendo em consideração a produção (fábrica), uma vez que as observações mostram que os vidrados de boro apresentam maior fragilidade ou maior suscetibilidade à degradação. Por sua vez, o comportamento *in situ* não mostrou dependência da localização geográfica de cada.

Os danos por ação humana são consideráveis, nomeadamente a presença de graffiti e o punçoamento dos vidrados, também exacerbados pelo facto de se tratar de património com maior acessibilidade, uma vez que são revestimentos de exterior e, também, por serem ainda pouco valorizados, não existindo um potencial interesse na sua proteção ou salvaguarda. As intervenções muitas vezes evidenciam pouca consistência, por exemplo colmatando lacunas com azulejos de um padrão diferente, ou utilizando materiais tais como gesso ou as argamassas de cimento que, por eventual incompatibilidade ou devido a diferenças no comportamento físico ou mecânico entre o material e o azulejo, podem ser potenciais causadores de danos ou pôr em causa a retratibilidade.

As tecnologias utilizadas neste período para o fabrico dos azulejos permitiram tornar a produção mais económica e segura para os operários, com a utilização de materiais não tradicionais, como vidrados de boro (evitando ou limitando a utilização de compostos de chumbo), ou opacificados com zircónio (evitando o recurso ao estanho), que conferem características específicas a cada azulejo e podem influenciar o seu desempenho e suscetibilidade em condições adversas. Também a falta de manutenção destes revestimentos propicia a sua degradação, que poderia, em parte, ser evitada. Verifica-se, por exemplo, que o aspeto de abandono propicia o vandalismo (por exemplo, perfurações ou quebras por impacto) e a pintura com graffiti. Estas observações evidenciam o risco, sendo urgente o seu reconhecimento enquanto património cultural de particular valor, para que a sua salvaguarda seja melhorada.

4.4. MATERIAIS DE RESTAURO

A escolha de materiais de restauro é muito influenciada pelo local onde estão aplicados os azulejos (no interior ou exterior), uma vez que os materiais apresentam distintos comportamentos conforme as condições ambientais, o que pode influenciar a sua eficácia e durabilidade. O tipo de azulejo também pode afetar o comportamento dos materiais a utilizar, pois a composição e a técnica de produção têm como contrapartida propriedades, nomeadamente a porosidade, expansibilidade (hídrica e térmica), absorção de água e permeabilidade ao vapor de água, com que os materiais de restauro têm que ser compatíveis. Consequentemente, os azulejos têm diferentes características, incluindo no envelhecimento, que devem ser consideradas quando se seleciona os métodos e materiais de restauro.

Marta Mendes (2015) realizou um questionário a nível internacional envolvendo profissionais que trabalham em conservação e restauro de azulejo *in situ*, com o objetivo de pré-selecionar os materiais e produtos mais comuns, bem como os procedimentos usados em cada fase de um tratamento de restauro. Um dos parâmetros analisados foi a reintegração volumétrica, sendo que os resultados demonstram que para o azulejo industrial a escolha recai sobre as pastas de preenchimento comerciais, como por exemplo o Ledan® C30, uma das mais referidas pelos inquiridos. Em relação ao tipo de ligantes utilizados para a preparação de pastas de preenchimento, a autora refere que a cal aérea é a mais utilizada, seguida da resina epóxida, da cal hidráulica e da resina acrílica (Mendes 2015, 79). No estudo é ainda destacado que para certos tratamentos, a escolha de produtos depende

mais da experiência anterior com eles do que da recomendação de um outro profissional, e que a compatibilidade e durabilidade são os fatores que mais influenciam essa escolha, seguida pela localização dos azulejos e pela reversibilidade.

Porém, os métodos e materiais de restauro comumente utilizados em procedimentos de restauro de azulejos inseridos arquitetonicamente, apresentam geralmente sérias desvantagens em termos de compatibilidade e eficácia, como é o caso das pastas com resina orgânica (Mendes et al. 2015). Por sua vez, as cais aéreas ou hidráulicas habitualmente utilizadas para preencher lacunas em azulejos (Viana, Duarte, e Proença 2011), demonstram uma elevada compatibilidade com o corpo cerâmico, embora a eficácia e durabilidade seja muitas vezes insuficiente e, portanto, as soluções existentes não protegem totalmente os azulejos em exterior sujeitos a ambientes e condições adversas (Mendes et al. 2015).

Deste modo, emerge a necessidade de materiais ou métodos alternativos aos existentes. Os geopolímeros podem ser uma possível solução para o preenchimento de lacunas de azulejos, devido à semelhança químico-mineralógica com o corpo cerâmico do azulejo, e também devido à diversa gama de propriedades físicas que podem ser obtidas através da manipulação da sua formulação e das condições de cura, as quais podem ser adaptadas às características dos azulejos. A aplicação dos geopolímeros enquanto material de restauro para o património cultural ainda é pouco estudada, embora alguns trabalhos tenham vindo a ser desenvolvidos, especificamente para azulejos (Geraldés et al. 2016; Moutinho et al. 2019), consolidação de estruturas de terracota (Hanzlíček et al. 2009; Coroado 2013), arquitetura de terra/barro (Elert, Pardo, e Rodriguez-Navarro 2014) e conservação da pedra (Rescic et al. 2011). É, assim, essencial entender as propriedades químicas e o comportamento físico e mecânico destes materiais para determinar boas práticas de restauro.

Uma outra forma de intervenção de restauro alternativa é a possibilidade de recozer os azulejos modernos de padrão. A aplicação do método de recozimento de azulejos ainda é pouco estudada em Portugal, embora alguns trabalhos tenham sido realizados, especificamente para os azulejos de fachada fabricados no século XIX (Chaban et al. 2015). Esta solução pode permitir melhorar a aderência do vidro destacado ou com evidência de craquelé em azulejos de fachada, bem como tratar lacunas de forma a preservar os próprios azulejos sem que seja necessário recorrer a réplicas, como é frequente nas intervenções de restauro nos azulejos de fachada (Mendes 2015, 81). Nos capítulos seguintes são apresentados e discutidos estes dois métodos de restauro alternativos com o intuito de estudar a sua compatibilidade e eficácia com os azulejos modernos.

CAPÍTULO 5

RESTAURO DE LACUNAS DE VIDRADO COM MATERIAIS GEOPOLIMÉRICOS

5.1. MATERIAIS GEOPOLIMÉRICOS

A síntese dos geopolímeros foi estudada primeiramente por Davidovits (1988), e no geral, estes materiais são o resultado de uma reação entre uma fonte de aluminossilicato sólido e uma solução alcalina designada por ativador, sendo que os mais comuns são os hidróxidos de sódio e potássio, e os silicatos de sódio e potássio. As fontes de aluminossilicato podem ser de origem natural, como metacaulino,²⁷ *pozolana*²⁸ e *wollastonite* (CaSiO_3), ou podem ser provenientes de resíduos industriais, contendo compostos de alumínio e silício, como cinzas volantes ou escória de altos-fornos. São materiais amorfos e com uma estrutura final tridimensional, e as suas propriedades são semelhantes às da cerâmica, mas a síntese e endurecimento acontecem à temperatura ambiente (Davidovits 2013; Hounsi et al. 2014; Ayeni, Onwualu, e Boakye 2021).

Davidovits refere que o termo mais adequado para designar os geopolímeros seja polímeros minerais, uma vez que a maioria das matérias-primas para a sua síntese são minerais formadores de rocha (Davidovits 2015, 21). O interesse por estes materiais tem crescido ao longo dos últimos anos na indústria da construção, uma vez que a tecnologia de geopolimerização tem mostrado um potencial considerável para a proteção do meio ambiente, utilizando subprodutos industriais e diminuindo a emissão de CO_2 , quando comparado com o cimento Portland (Davidovits 2015; Ayeni, Onwualu, e Boakye 2021).

O mecanismo de reação de geopolimerização é complexo e embora não seja ainda totalmente compreendido, a explicação mais frequentemente encontrada na literatura é de que sob condições altamente alcalinas ocorre uma dissolução do sólido da fonte de aluminossilicato, criando unidades tetraédricas SiO^4 e AlO^4 que se ligam umas às outras alternadamente, partilhando todos os átomos de oxigénio e produzindo novas espécies de silicato e aluminato (Khale e Chaudhary 2007; Hajimohammadi e van Deventer 2016; Nath e Kumar 2019; Ayeni, Onwualu, e Boakye 2021). Um certo número de posições tetraédricas é ocupado por iões Al^{3+} (Davidovits 1991) que provocam um défice de carga, compensado pela presença de iões positivos como Na^+ e K^+ , que se acredita estejam fortemente ligados à molécula equilibrando a carga negativa e tornando a estrutura eletricamente neutra. Posteriormente, ocorrem muitas fases de condensação onde unidades Si-O-Al-O se reorganizam até à polimerização e endurecimento, quando a estrutura tridimensional final é formada (Hounsi et al. 2014; Davidovits 2015; Aboulayt et al. 2017).

²⁷ Um tipo de argila calcinada que resulta da calcinação da argila do caulino (Khatib, Baalbaki, e ElKordi 2018)

²⁸ Materiais siliciosos ou silício-aluminoso com elevado teor de sílica capaz de reagir na presença de água e à temperatura normal com hidróxido de cálcio para formar compostos com propriedades cementícias (American Concrete Institute sem data).

O geopolímero à base de metacaulino como fonte de aluminossilicato é formado quando o metacaulino em pó é misturado com proporções variáveis de uma solução alcalina, e dependendo do tipo de solução e teor de água, diferentes propriedades (mecânicas e físicas) podem ser alcançadas. Estudos demonstram que os geopolímeros à base de metacaulino têm excelentes propriedades e durabilidade a longo prazo (Ayeeni, Onwualu, e Boakye 2021). Mesmo com um grande potencial de aplicação na área da conservação e restauro, sobretudo como material de preenchimento em pedra e cerâmica (Clausi et al. 2016; Ricciotti et al. 2017), o seu uso na prática tem sido, no entanto, pouco explorado.

5.2. GEOPOLÍMEROS COMO MATERIAIS DE RESTAURO PARA AZULEJOS

As características químico-mineralógicas semelhantes às do corpo cerâmico dos azulejos, assim como a diversa gama de propriedades físicas que se podem obter, tornam os geopolímeros altamente promissores como materiais para restauro das lacunas de vidro nos azulejos. Estes materiais podem oferecer uma maior resistência a condições ambientais adversas, maior aderência ao substrato cerâmico (devido a uma reação parcial por serem também aluminossilicatos) e rapidez de cura. No entanto, podem apresentar algumas desvantagens, como a formação de sais solúveis, reações químicas com o vidro, problemas na síntese (devido à necessidade de manuseamento de soluções alcalinas fortes) e ainda uma dependência (considerável) das condições ambientais, especialmente da temperatura.

O presente estudo tem como base trabalho realizado anteriormente (Geraldés 2015) em que foram usadas soluções alcalinas de hidróxido de sódio e potássio como compostos ativadores principais. Na sequência do conhecimento então estabelecido, foram estudados os efeitos do uso de silicato de sódio como ativador principal, aplicados agora aos azulejos modernos.

A formulação de geopolímeros usando o silicato de sódio foi otimizada em relação à fonte de aluminossilicato e à relação Si/Na. A temperatura de cura afeta significativamente as propriedades da pasta, e sabe-se que é um fator de influência na síntese dos geopolímeros (Muñiz-Villarreal et al. 2011; Mo et al. 2014), pois a velocidade de reação aumenta com o aumento da temperatura de cura resultando em diferentes propriedades do geopolímero, como a resistência à compressão (Khale e Chaudhary 2007; Rovnaník 2010). Deste modo, foi escolhida a temperatura de 20 ± 2 °C para estudar a possível aplicação das soluções *in situ* (por ser mais próximo da temperatura ambiente e por ser a temperatura a que o laboratório utilizado está acondicionado) e não em contexto de laboratório (onde podem ser utilizadas temperaturas de cura consideravelmente mais elevadas). Também foi considerada a possível lixiviação de sais solúveis, um dos principais e inconvenientes encontrados no uso das soluções de hidróxido de Na e K como ativadores, com a consequente necessidade de dessalinização no pós-cura (Geraldés et al. 2016).

Foram ainda estudadas duas cals hidráulicas, nomeadamente Ledan® C30 e NHL 3.5 (uma das mais comuns nos procedimentos de restauro), tendo-se experimentado diferentes rácios para cada uma,

com o intuito de entender as suas propriedades e compatibilidade com os azulejos modernos, e como comparação a nível de eficácia, com as pastas de geopolímeros.

Este capítulo apresenta as características básicas de algumas pastas geopoliméricas à base de silicato de sódio, assim como o seu comportamento ao longo do tempo, permitindo perceber as potencialidades dos geopolímeros no campo da conservação e restauro do património cerâmico, especialmente como um material de preenchimento para os azulejos modernos de exterior, expostos a condições ambientais adversas.

5.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

5.3.1. MATERIAIS

METACAULINOS E ATIVADORES

Como fonte de materiais aluminossilicatados foram testados três metacaulinos (MK) comerciais, MetaStar® 501 (Imerys, Espanha) ARGICAL-M 1000® e ARGICAL-M 1200S® (Imerys, Reino Unido) designadas neste trabalho por MK-750, MK-1000 e MK-1200 respetivamente. A composição química dos três MK pode ser consultada na Parte II, Anexo 3. As soluções alcalinas utilizadas como ativadores foram preparadas usando hidróxido de sódio em pastilhas (Sodium Hydroxide Pellets, EMPLURA®, Sigma-Aldrich) dissolvido em água destilada para obter uma solução de NaOH 12M, e uma solução comercial de silicato de sódio (Na_2SiO_3 , 1,39 g / ml a 25 °C. Sigma-Aldrich) com adição de NaOH em pastilhas. A solução de silicato de sódio com hidróxido de sódio foi preparada através da dissolução das pastilhas de NaOH na solução comercial de silicato (Gharzouni et al. 2015). Os ativadores usados foram soluções de NaOH 12M com razão final $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O} = 2:1$ (mol: mol) e silicato de sódio com adição de NaOH numa composição final com razão $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O} = 5:1$, $7:1$ e $11:1$ (mol: mol).

CAIS HIDRÁULICAS

Foram testadas duas cais hidráulicas comerciais, Ledan® C30 (Tecno Edile Toscana) e NHL 3.5 (Secil NATURAL LIME NHL 3,5). As pastas foram preparadas adicionando agregados de farinha de sílica (1 FPS200:1 FPS500 da Areipor - Areias de Portugal, Lda. em volume) numa composição final com razões = 1:1, 1:2 e 1:3 (cal: farinha de sílica em vol.). A cal hidráulica NHL 3.5 representa um tratamento de preenchimento comum (S. Pereira et al. 2012; Mendes 2015), e foi usada para comparação de propriedades com as pastas Ledan® C30 e os geopolímeros. A composição química das duas cais hidráulicas e da farinha de sílica foi determinada por MEV-EDS (Parte II, Anexo 3).

CERÂMICAS DE REFERÊNCIA E AZULEJOS MODERNOS

As pastas formuladas foram testadas como material de preenchimento numa chacota industrial (doravante designado ch. referência, Figura 5.1 a) da fábrica Constância, cujas propriedades físicas e / ou químicas são semelhantes às de um azulejo moderno. Quatro fragmentos de azulejos modernos de diferentes produções, designados por FAZ0548, FAZ052, FAZ055 e FAZ062 (Figura 5.1 b, c e d)

foram utilizados como validação final dos resultados obtidos com os substratos cerâmicos de referência.



Figura 5.1 a) ch. referência; b) FAZ052, fábrica Constância; c) FAZ055 fábrica Lusitânia; d) FAZ062, fábrica Viúva Lamego.

5.3.2. FORMULAÇÃO E PREPARAÇÃO DAS PASTAS DE PREENCHIMENTO

GEOPOLÍMEROS

As pastas de geopolímeros foram formuladas misturando os metacaulinos com uma solução ativadora de $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$ (Tabela 5.1). A solução foi misturada com cada metacaulino manualmente durante cerca de 1 min. Quando necessário, foi adicionada água destilada para obter uma pasta com boa trabalhabilidade, sendo que a quantidade de água adicional é indicada na Tabela 5.1. As pastas foram aplicadas no corpo cerâmico com uma espátula e curadas durante 30 dias numa sala com temperatura a 20 ± 2 °C. A evaporação da água foi controlada isolando as amostras com filme PVC transparente. Para comparação de resultados, foi ainda formulada a pasta com o MK-1000 e a solução alcalina de NaOH (Geraldes 2016), uma vez que o substrato cerâmico e os azulejos em estudo no presente trabalho são diferentes dos utilizados no estudo referido.

Tabela 5.1 Designação das pastas de geopolímeros estudadas, rácio final $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol); $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol) usado nas formulações, e a quantidade de água final $\text{H}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$ (mol: mol).

Solução ativadora		$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$		
Fonte aluminossilicato	$\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ (final)	$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Na}_2\text{O}$ (final)	$\text{H}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$ (final)	Designação
MK-750	11:1	3,5:1	46:1	Gp750_11:1
	7:1	2,1:1	38:1	Gp750_7:1
	5:1	1,5:1	20:1	Gp750_5:1
MK-1000	11:1	3,3:1	25:1	Gp1000_11:1
	7:1	2:1	15:1	Gp1000_7:1
	5:1	1,5:1	12:1	Gp1000_5:1
MK-1200	11:1	3,2:1	46:1	Gp1200_11:1
	7:1	2:1	21:1	Gp1200_7:1
	5:1	1,5:1	28:1	Gp1200_5:1
Solução ativadora		NaOH 12M		
MK1000	2:1	1:1	6:1	GpNaOH_1000

DESIGN EXPERIMENTAL DA FORMULAÇÃO DE GEOPOLÍMEROS

Para otimizar as formulações de geopolímeros à base de silicato de sódio, as três fontes comerciais de metacaulino (MK-750, MK-1000 e MK-1200) foram inicialmente ativadas com a solução $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$ com diferentes rácios (Tabela 5.1) e curadas a 20 ± 2 °C durante 30 dias. Todas as formulações descritas foram envolvidas em filme PVC transparente para controlo da taxa de evaporação da água. Por meio de observação visual, foram então selecionados os MK e rácios com melhores resultados para uma caracterização detalhada, sendo os resultados obtidos comparados com os da pasta formulada com a solução NaOH 1:1 (Na: Al) + MK-1000, e ainda com as pastas à base de cal hidráulica, Ledan® C30 e NHL 3.5.

PREPARAÇÃO DAS PASTAS PARA OBSERVAÇÃO VISUAL

Foram preparados dois tipos de amostras de geopolímeros à base de silicato de sódio (Figura 5.2): i) aplicou-se as pastas com uma espátula sobre o substrato cerâmico de referência humedecido "ch.referência" 5 x 5 x 0.5 cm de tamanho, e ii) foram formadas pastas com ca. 2,5 x 2 x 0,5 cm de tamanho. Todas as amostras foram envolvidas em filme PVC transparente limitando a taxa de evaporação e deixadas a curar durante 30 dias a temperatura de 20 ± 2 °C. Após o tempo de cura procedeu-se à observação visual das pastas.

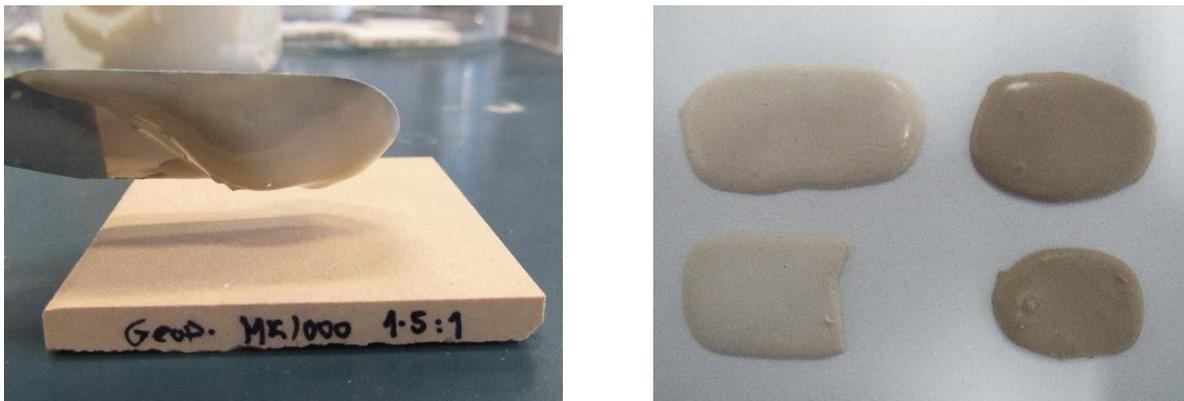


Figura 5.2 Tipo de amostras preparadas: a) pasta aplicada na ch. referência, direita) pastas geopoliméricas com ca. 2,5 x 2,0 x 0,5 cm de tamanho.

LEDAN® C30 E NHL 3.5

As pastas de cal hidráulica (Tabela 5.2) foram formuladas misturando a cal (Ledan® C30 / NHL 3.5) com o agregado (mistura de farinha de sílica) na proporção 1:1, 1:2 e 1:3 de cal e agregado (v: v). Ambas as cais foram misturadas manualmente com a farinha de sílica durante cerca de 1 min. Foi adicionada água destilada para obter uma pasta com boa trabalhabilidade, sendo que a quantidade de água adicionada é indicada na Tabela 5.2. As pastas foram aplicadas no corpo cerâmico com uma espátula e colocadas numa sala com temperatura controlada a 20 ± 2 °C durante pelo menos 30 dias.

Tabela 5.2 Designação das pastas de cal hidráulica estudadas e o rácio de ligante: agregado (v: v) usado nas formulações.

Formulações	Ledan® C30			NHL 3.5		
	ligante:agregado	ligante:H ₂ O	Designação	ligante:agregado	ligante:H ₂ O	Designação
	1:1	1:0,4	LD_1:1	1:1	1:0,5	NHL3.5_1:1
	1:2	1:0,4	LD_1:2	1:2	1:0,4	NHL3.5_1:2
	1:3	1:0,5	LD_1:3	1:3	1:0,3	NHL3.5_1:3

Amostras com 5 x 5 x 1 cm e 7 x 4 x 1 cm (Figura 5.3) dos geopolímeros formulados com a solução Na₂SiO₃ + NaOH na proporção 7:1 designadas por Gp750_7:1 e Gp1000_7:1, assim como de Ledan® C30 e NHL 3.5, designadas por LD_1:1, LD_1:2, LD_1:3 e NHL3.5_1:1, NHL3.5_1:2 e NHL3.5_1:3, respetivamente, foram preparadas e deixadas a curar durante 30 dias a uma temperatura de 20 ± 2°C, e posteriormente caracterizadas (química, física e mecanicamente) para um melhor entendimento das suas propriedades.

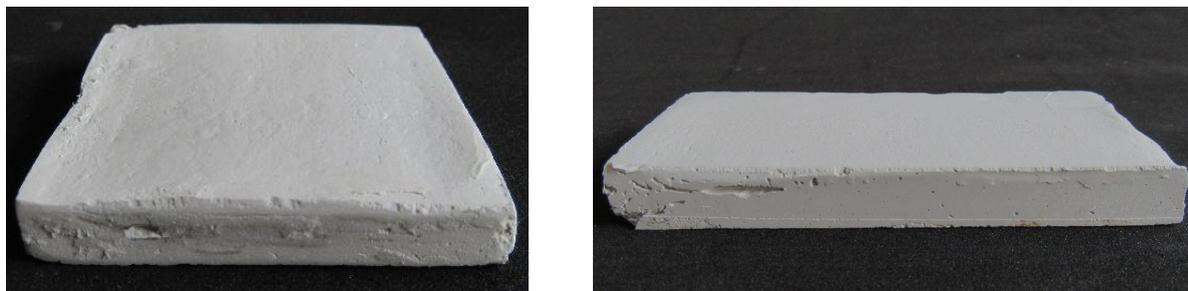


Figura 5.3 Exemplo das amostras das formulações estudadas no presente trabalho e usadas para os diversos testes de caracterização. Esquerda - amostra da pasta LD_1:1 de 5 x 5 x 1 cm; direita - amostra da pasta LD_1:1 de 7 x 4 x 1 cm.

5.3.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS

ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

O equipamento utilizado foi um espectrómetro TENSOR Series FTIR da Bruker. É equipado com detector interno RT-DLaTGS, fonte de infravermelho médio (4000 a 400 cm⁻¹) e divisor de feixe KBr. Os parâmetros selecionados durante a aquisição, em modo de absorbância, foram: 32 varreduras de interferômetro e resolução espectral de 4 cm⁻¹. As amostras foram preparadas a partir do pó obtido por amostragem do interior das pastas e misturada com KBr. Os resultados foram analisados com o software Opus 6.0.

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÓNICA DE VARRIMENTO COM MICROANÁLISE (MEV/EDS)

As observações no MEV e as análises por EDS foram efetuadas com um microscópio eletrónico de varrimento com emissão de efeito de campo TESCAN- MIRA 3 acoplado a um espectrómetro de energia dispersiva de raios-X Bruker XFlash 6 | 30. A aquisição de imagens e as análises foram realizadas em modo de retro-dispersão, a 20 kV de voltagem de aceleração, e em modo de pressão variável, a 10 Pa de pressão na câmara, com as amostras sem revestimento de camada condutora e

a uma distância de 15 ± 1 mm do detetor. A quantificação elementar foi realizada com recurso ao software Esprit 2.2 com aplicação do método PB-ZAF. A análise foi realizada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

POROSIDADE ABERTA

O ensaio experimental foi realizado de acordo com um procedimento do LNEC baseado na norma europeia EN-1936 (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011). A porosidade aberta foi determinada pelo método de ponderação hidrostática, com amostras saturadas (3 para cada formulação) sob condições de vácuo (Figura 5.4). O peso seco (M_1) foi obtido com as amostras secas a 40°C . Nas fórmulas apresentadas na Figura 5.4 o M_2 corresponde ao peso imerso e o M_3 ao peso saturado. As amostras foram colocadas numa câmara de vácuo e deixadas durante 24h, para retirada de todo o ar existente. Após esse tempo, a água desmineralizada é introduzida até que as amostras sejam cobertas e, são deixadas em vácuo por mais 24h. A pressão atmosférica é restabelecida e as amostras ficam imersas em água por mais 24h. A porosidade aberta (P), a absorção máxima de água (MWU), a densidade real (DR) e aparente (DA) foram determinadas através das seguintes equações:



$$DR = (M_1 - M_2) \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)} \quad \text{Eq. 1}$$

$$DR = \left(\frac{M_1}{M_3 - M_2} \right) \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)} \quad \text{Eq. 2}$$

$$P = \left(\frac{M_3 - M_1}{M_3 - M_2} \right) \text{ (\%)} \quad \text{Eq. 3}$$

$$MWU = \left(\frac{M_3 - M_1}{M_1} \right) \text{ (\%)} \quad \text{Eq. 4}$$

Figura 5.4 Ensaio de porosidade aberta realizado às pastas.

ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE

A absorção de água por capilaridade foi determinada em monólitos de $5 \times 5 \times 1$ cm, isolados lateralmente com resina epóxi *Loctite hysol 3471* e secos a 40°C até peso constante. As amostras foram posicionadas verticalmente sobre um recipiente com água desmineralizada. A água molhou cerca de 0,5 cm da altura do provete. O incremento de absorção de água por amostra foi monitorizado por pesagem periódica das amostras.

PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

A permeabilidade ao vapor de água das pastas de preenchimento foi determinada em amostras de $5 \times 5 \times 1$ cm usando o método de copo seco. As amostras foram fixadas em pequenas caixas, com as faces laterais isoladas para forçar a percolação do vapor de água através da amostra. O gradiente de vapor de água é criado através da deposição de um material higroscópico, neste caso o cloreto de cálcio introduzido no interior de cada caixa (Figura 5.5). As caixas foram colocadas dentro de uma câmara selada com temperatura e humidade controladas, 70% UR e 17°C . A pesagem das amostras foi realizada a cada 24 horas durante 2 semanas.

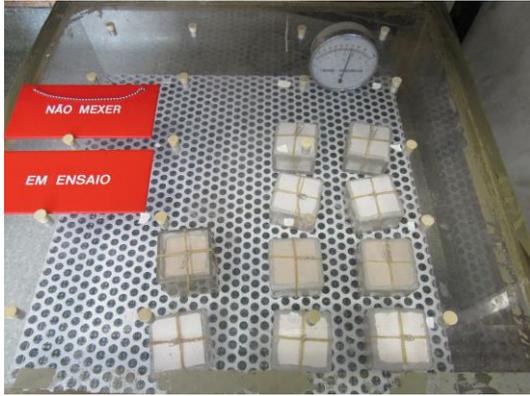


Figura 5.5 Ensaio de permeabilidade ao vapor de água efetuado às pastas estudadas e chacotas modernas.

EXPANSÃO HÍDRICA

A expansão hídrica foi medida usando transdutores Linear Strain Conversion (LSC) Full Bridge 350 de acordo com o procedimento LNEC LERO PE-10 (Laboratório Nacional de Engenharia Civil 1996) baseado nas Recomendações Provisórias RILEM 25 PEM. As amostras com cerca de 7 x 3 x 1 cm foram secas a 40 °C em estufa ventilada e arrefecidas no dessecador antes do procedimento de medição. Na parte superior foram coladas pequenas placas de Perspex (acrílico) com silicone transparente Soudal para permitir que o ponto do transdutor ficasse fixo e evitar qualquer deslizamento ou penetração na amostra. Cada amostra e transdutor foram montados numa estrutura de aço inoxidável, colocados dentro de um recipiente cilíndrico de vidro e cobertos com água desmineralizada (Figura 5.6). Os testes foram realizados em condições de laboratório (20 ± 2 °C), com medições registadas a cada 5 min até 48 h. O coeficiente linear de expansão hídrica (ϵ) é calculado após 48 h de imersão por meio da fórmula:

$$\epsilon = (L_f - L_0) / L$$

Onde L_f é a leitura do transdutor às 48 h; L_0 a leitura inicial do transdutor; e L o comprimento inicial da amostra (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011).



Figura 5.6 Ensaio de expansibilidade hídrica realizado às pastas estudadas, chacotas e azulejos modernos.

EXPANSÃO TÉRMICA

A expansibilidade térmica é medida com um dilatômetro automático Dilatomic 1200C fabricado pela Theta Industries, com resolução de 1 μm na medição do comprimento e 0,1 $^{\circ}\text{C}$ na temperatura da superfície da amostra. As amostras com 4 x 7 x 1 cm foram secas a 60 $^{\circ}\text{C}$ em estufa ventilada e deixadas a arrefecer num dessecador antes do procedimento de medição. O procedimento experimental foi realizado de acordo com a norma EN-14581 («EN-14581:2005 - Natural stone test methods - Determination of linear thermal expansion coefficient» 2005). O programa de temperatura iniciou a 25 $^{\circ}\text{C}$ com incrementos de temperatura de 5 $^{\circ}\text{C}$, um período de estabilização de 100 min em cada etapa de temperatura até uma temperatura de 80 $^{\circ}\text{C}$ (temperatura superior à temperatura máxima de exposição do azulejo à luz solar direta no verão, considerada cerca de 60 $^{\circ}\text{C}$ (Stephenson 1963). Os coeficientes de expansão térmica (ξ) foram calculados por regressão a partir dos valores de $\Delta L / L$ obtidos no final de cada etapa de temperatura, onde L é o comprimento da amostra inicial e ΔL é a variação de comprimento determinada no final de cada etapa.

RESISTÊNCIA À FLEXÃO

A resistência à flexão é quantificada através da tensão na rutura que é avaliada a partir da maior força (F) suportada. Amostras com 4 x 7 x 1 cm (4 para cada formulação) foram secas até peso constante a 40 $^{\circ}\text{C}$ em estufa ventilada e deixadas a arrefecer no dessecador. Os testes de ensaio de flexão em 3 pontos foram realizados utilizando uma prensa hidráulica do LNEC, FORM+TEST Seidner+Co. GmbH - 506/200/10 DM 1-S, de acordo com a norma EN ISO 10545-4 («ISO 10545-4: Ceramic tiles - Determination of modulus of rupture and breaking strength» 1997).

ADERÊNCIA

A resistência de aderência das pastas de preenchimento aos substratos de cerâmica de referência foi determinada usando um equipamento de pull-off (Dyna Proceq Z16E). O ensaio foi realizado num substrato cerâmico de referência de 5 x 5 x 1 cm com quatro rebaixas circulares de 2 cm de diâmetro e ca. 1 mm de profundidade, e validado em 3 azulejos modernos diferentes, FAZ052, FAZ055 e FAZ062, com dois rebaixas circulares também de 2 cm de diâmetro e ca. 1mm de profundidade (Figura 5.7). As pastas foram aplicadas nos orifícios com espátula e deixadas curar, no caso dos geopolímeros envolvidos com filme PVC transparente (a uma temperatura de 20 ± 2 $^{\circ}\text{C}$).

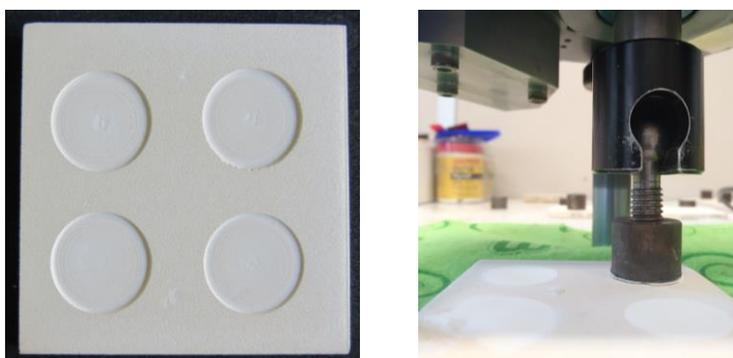


Figura 5.7 Esquerda - substrato cerâmico de referência de 5 x 5 x 1 cm com quatro rebaixas circulares de 2 cm de diâmetro e ca. 1 mm de profundidade preenchidos com pasta; direita - ensaio de pull-off realizado nas pastas estudadas.

DESSALINIZAÇÃO

As amostras de pasta dos geopolímeros à base de silicato de sódio e os provetes formulados com a solução alcalina NaOH foram submetidas a um procedimento de dessalinização que envolveu a imersão das pastas num banho estático (~ 1 g de pasta por 14 ml de água desmineralizada) e fazendo-se a troca da água a cada 24h, repetindo o procedimento três vezes. A condutividade elétrica foi medida à temperatura ambiente com um equipamento CyberScan da EUTECH INSTRUMENTS (Figura 5.8) após cada período de 24h do processo de dessalinização.

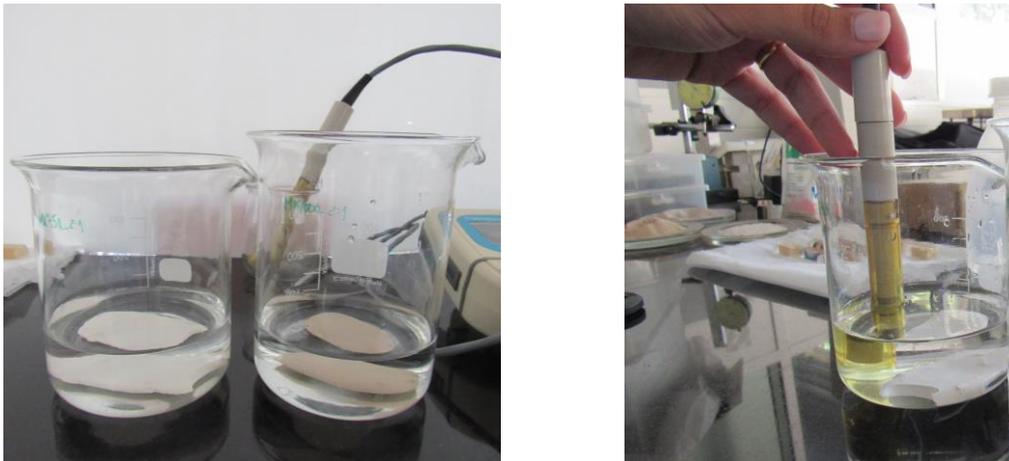


Figura 5.8 Procedimento de dessalinização das pastas de geopolímeros por imersão num banho estático, e medição da condutividade elétrica à temperatura ambiente após cada ciclo de dessalinização.

ENSAIO DE ENVELHECIMENTO

Os ensaios de envelhecimento acelerado pretendem simular num tempo relativamente curto o que ocorre *in situ* num processo demorado. Contudo, há fatores associados à passagem do tempo que não é possível encurtar, até porque em obra ocorre uma diversidade de agressões de menor intensidade cuja ação é difícil de simular. Por norma, estes ensaios seguem normas aplicáveis a materiais de construção em exterior, sujeitos à degradação por ação de fatores ambientais, nomeadamente, os ensaios de gelo-degelo, nevoeiro salino, ciclos climáticos (utilizando a câmara denominada “climatrão”) e radiação UV.

No presente trabalho procurou-se simular o tipo de degradação provocado pela humedificação, simulando a molhagem que por vezes ocorre no sistema em que o azulejo está integrado, uma vez que as pastas de preenchimento estarão sujeitas ao mesmo agente de degradação. Neste sentido, os provetes à base de geopolímeros e Ledan® C30 foram submetidos a um ensaio de envelhecimento acelerado (Figura 5.9) que consistiu na molhagem e secagem (estufa a 60 °C) diária das pastas de preenchimento aplicadas sobre o substrato cerâmico de referência revestido com um vidrado branco TR81 (composição química na Parte II, anexo 3), e ainda em azulejos modernos. A duração do ensaio foi de 30 dias, e pretendeu-se entender a compatibilidade das pastas com os azulejos modernos e a sua eficácia ao longo do tempo.

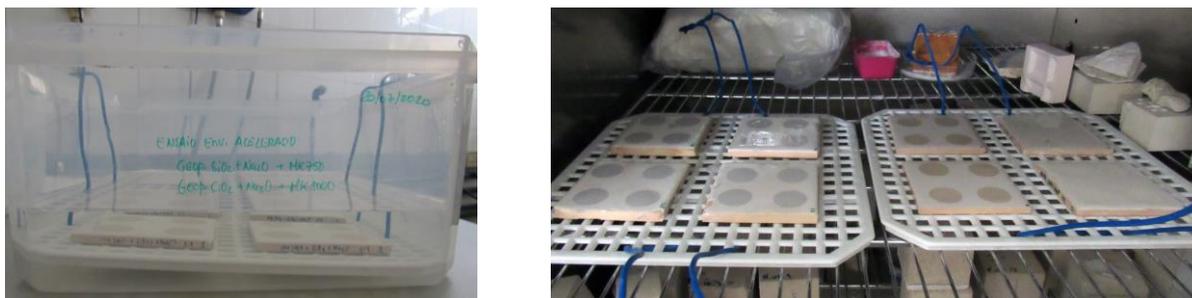


Figura 5.9 Ensaio de envelhecimento acelerado das pastas de geopolímeros e Ledan® C30: esquerda - molhagem dos provetes; direita - secagem em estufa a 60 °C.

5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1. OBSERVAÇÃO VISUAL DAS PASTAS

É mencionada na literatura (Zuhua et al. 2009; Kuenzel et al. 2012; Xie e Kayali 2014) a importância de limitar a evaporação da água durante a cura das pastas geopoliméricas, pois a mesma é necessária para o hidrólise e reorganização de aluminossilicato na formação do geopolímero. Na sua ausência, a geopolimerização é interrompida e são muitas vezes obtidas pastas friáveis e com menos adesão ao substrato. Através do estudo realizado anteriormente (Geraldês et al. 2016) o isolamento das amostras com filme transparente PVC demonstrou ser uma etapa muito importante, pois permite limitar a evaporação da água e evitar assim a formação de fissuras ou destacamentos.

A primeira triagem da eficácia das pastas com o uso do silicato de sódio otimizado, em relação à fonte de aluminossilicato e à relação Si/Na, foi realizada por observação visual. Os três metacaulinos testados foram ativados com a solução de $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$ (Tabela 5.3) e o melhor desempenho foi obtido com as pastas preparadas com MK-750 e MK-1000 na proporção 7:1 (Si: Na), onde as pastas demonstraram ter boa coesão, boa adesão ao corpo cerâmico e ausência de fissuras. A sua cor varia entre branco e bege (Figura 5.10), sendo que a variação corresponde ao tipo de MK utilizado. Apresentam uma superfície lisa e levemente brilhante (Figura 5.10), especificamente nas formulações 5:1 e 7:1, muito diferente da textura mais granulada da pasta formulada com a solução alcalina de NaOH (figura 5.11), embora seja possível polir para alisar a superfície desta.

As formulações na proporção 11:1 com os três MK apresentam uma rede de fissuras claramente visível a olho nu, e demonstram uma má aderência ao corpo cerâmico, assim como a pasta com o MK-1200 na proporção 5:1 (Si: Na).

Tabela 5.3 Resultados da observação visual das pastas de geopolímeros preparadas com os diferentes metacaulinos e rácios Si: Na (mol: mol)

Ativador	MK-750			MK-1000			MK-1200		
	Na ₂ SiO ₃ + NaOH			Na ₂ SiO ₃ + NaOH			Na ₂ SiO ₃ + NaOH		
Rácio final (SiO ₂ :Na ₂ O)	5:1	7:1	11:1	5:1	7:1	11:1	5:1	7:1	11:1
Trabalhabilidade	+	+	+	++	++		-	+	+
Aderência corpo cerâmico	+	++	-	-	++	-	-	-	-
Eflorescência	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Desintegra�o em �gua	S	S	NR	S	S	S	NR	NR	NR
Fissuras	B	S	A	M	S	A	M	B	A

Nota 1 ++ Bom; + Médio; - Mau; B – Baixo; M – Médio; A - Alto, S – sem; NR – Não realizado

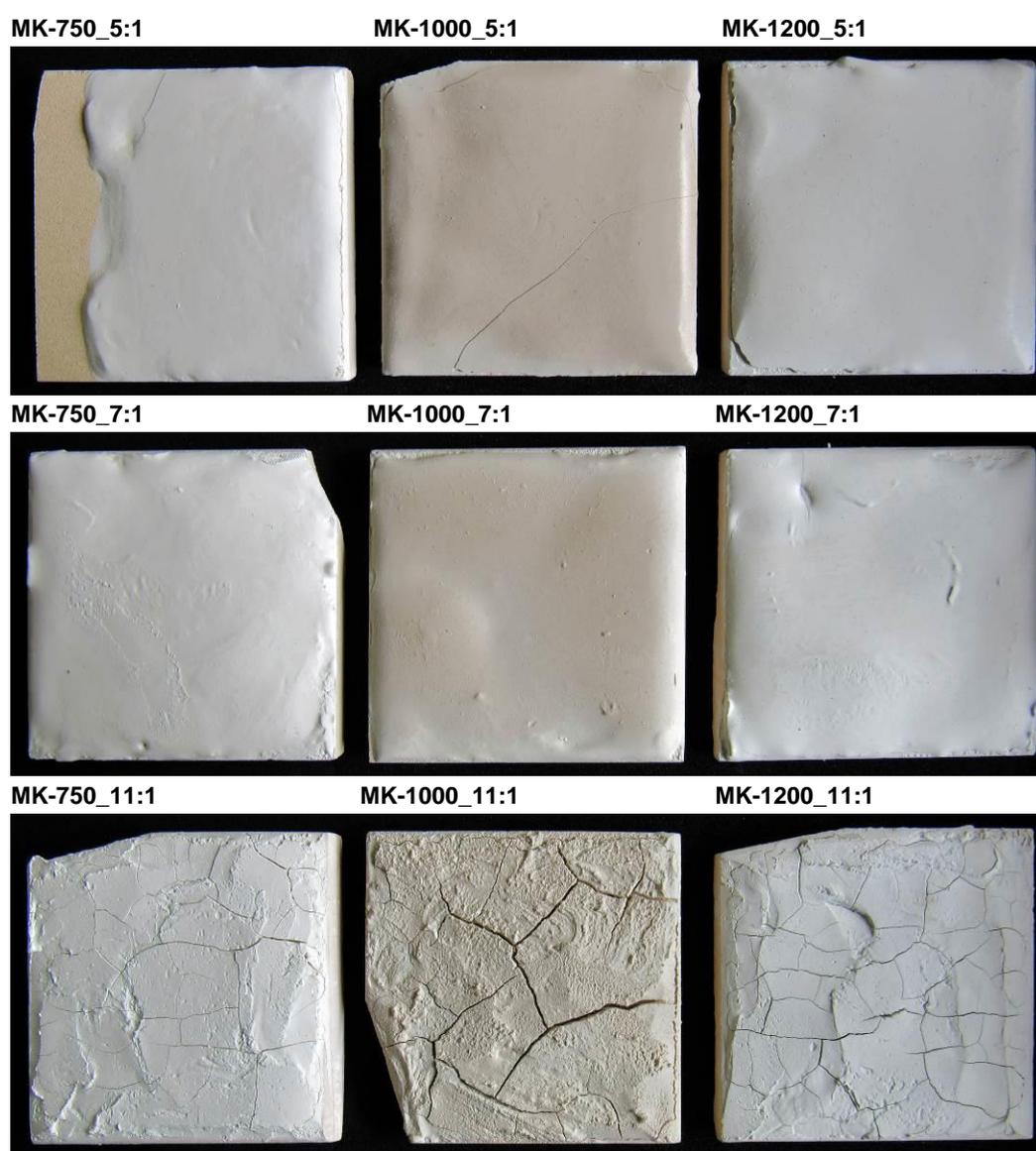


Figura 5.10 Pastas dos geopolímeros com os diferentes metacaulinos e soluço ativadora Na₂SiO₃ + NaOH (rácios Si: Na (mol: mol)).

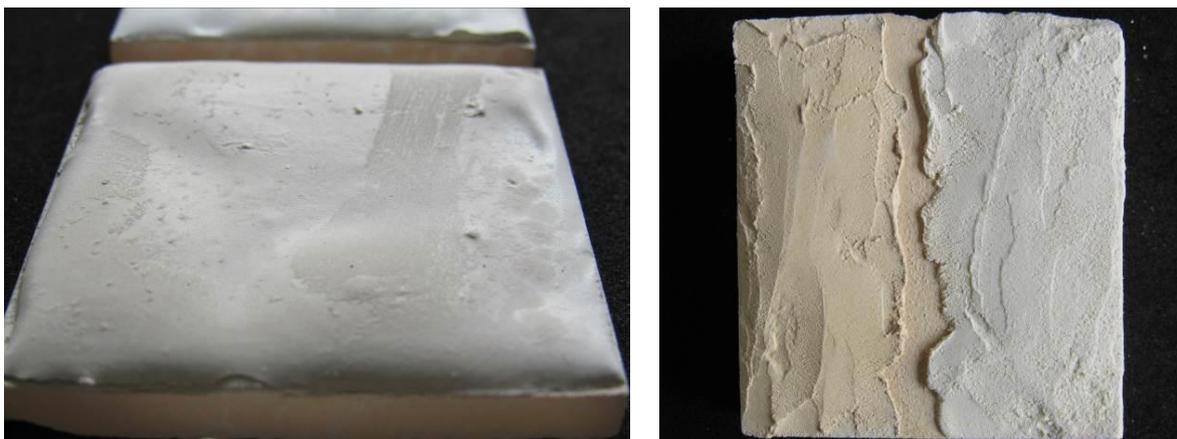


Figura 5.11 a) Gp1000_7:1 com leve brilho na superfície da pasta; b) GpNaOH_1000 com textura granulada obtida no estudo (Geraldtes et al. 2016).

Segundo Davidovits (1988, 37), as proporções Al_2O_3/M_2O ($M = Na$ ou K) sugeridas como ideais para estabilidade dos geopolímeros a longo prazo situam-se na gama entre 1,5 – 4,0, e embora se tenha adotado razões na gama sugerida (Tabela 5.3), verificou-se que a maior e menor proporções não se mostraram muito eficazes no que respeita à aderência, tendo a formulação com razão 2:1 Al_2O_3/Na_2O (7:1 $SiO_2:Na_2O$) mostrado maior eficácia, especialmente com os MK-750 e MK-1000 (Tabela 5.3). Estes resultados podem possivelmente ser explicados por uma maior quantidade de água (Tabela 5.1) necessária para garantir uma trabalhabilidade adequada nas formulações 3,5:1, 3,3:1 e 3,2:1 Al_2O_3/Na_2O (11:1 $SiO_2:Na_2O$) e, como afirmado anteriormente, a água desempenha um papel importante na reação do geopolímero, sendo que em excesso pode comprometer a estabilidade estrutural do mesmo (Zuhua et al. 2009; Kuenzel et al. 2012; Irfan Khan et al. 2015). O geopolímero usando o MK-1200 não revelou aderência e por isso não foi considerado para a caracterização subsequente.

Davidovits refere também que o MK-750 é o metacaulino mais indicado para a formulação dos geopolímeros (Davidovits 2015, 156), neste sentido e de acordo com os resultados obtidos da observação visual, os MK-750 e MK-1000 com solução ativadora na proporção 7:1 foram selecionados para a caracterização subsequente, designados por Gp750_7:1 Gp1000_7:1, respetivamente.

5.4.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

FTIR

A análise por FTIR foi usada para identificar as ligações químicas presentes nas pastas do geopolímero Gp750_7:1 e Gp1000_7:1 com e sem dessalinização (Figura 5.12), e ainda, uma vez que a composição da cal hidráulica Ledan® C30 não é inteiramente conhecida, identificar possíveis compostos orgânicos que façam parte da sua formulação.

As bandas características do metacaulino 1000 foram identificadas a 806 cm^{-1} e 462 cm^{-1} , correspondentes à vibração de flexão do Al – O (alumínio tetraédrico coordenado com o oxigênio), e a 1080 cm^{-1} correspondente à principal banda de alongamento assimétrico Si – O – T (T=Si ou Al) (Hounsi et al. 2013; Davidovits 2015; Król et al. 2019). Após a reação de geopolimerização, a ligação Si – O – T sofre um ligeiro desvio para números de onda mais baixos, aproximadamente $80 - 90\text{ cm}^{-1}$ (Davidovits 2015, p.68), sendo observada no espectro na região $\sim 1007\text{ cm}^{-1}$, geralmente considerada como a impressão digital da matriz do geopolímero (Zhang et al. 2012; Irfan Khan et al. 2015). No entanto, a adição dos componentes alcalinos (Na^+) é outro fator que causa uma mudança significativa na vibração principal da ligação Si – O – T (Khale e Chaudhary 2007; Król et al. 2019). Pode observar-se ainda um pequeno “ombro” nessa mesma banda que pode estar associado a metacaulino não reagido e que ficou na matriz do geopolímero. A banda observada a $\sim 840\text{ cm}^{-1}$ é atribuída às ligações Al – O – M^+ e Si – O – M^+ ($\text{M}^+ = \text{Na}^+$) (Irfan Khan et al. 2015).

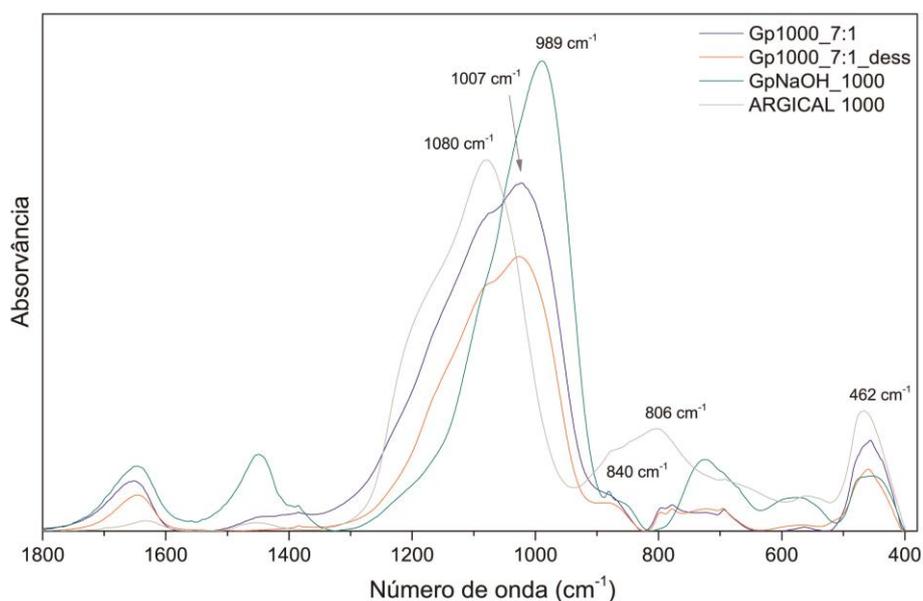


Figura 5.12 Espectro de FTIR do metacaulino ARGICAL-M 1000® e dos geopolímeros Gp1000_7:1 sem e com dessalinização.

A análise por FTIR foi ainda utilizada para se obter informação sobre eventuais compostos orgânicos presentes no Ledan® C30. Foram identificadas bandas a 1425 cm^{-1} , entre $1140\text{--}900\text{ cm}^{-1}$ e 510 cm^{-1} , que podem corresponder a compostos inorgânicos (carbonatos de cálcio, gesso, etc.) (Marques 2005; Rosa 2016). Contudo, não foram observados vestígios de componentes orgânicos.

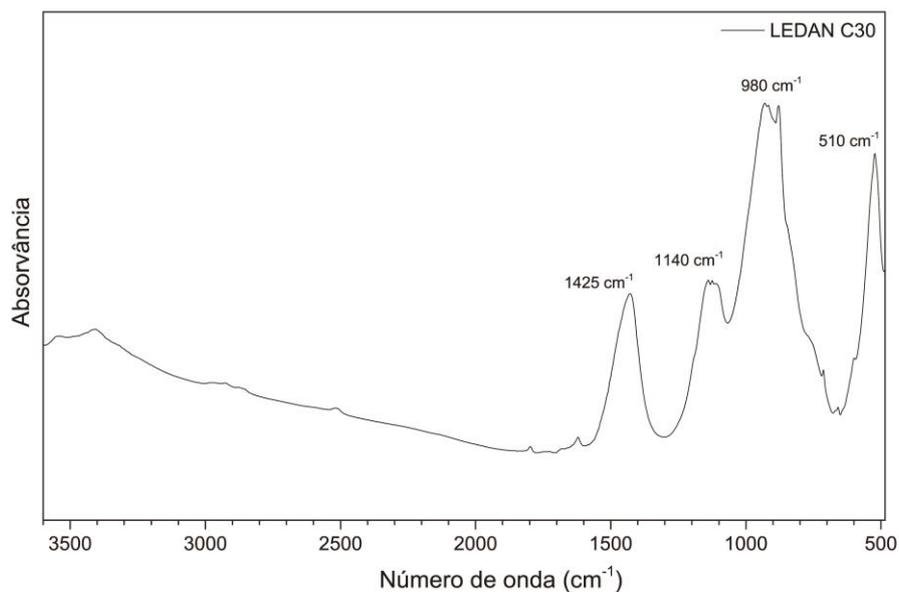


Figura 5.13 Espectro de FTIR do Ledan® C30.

QUANTIFICAÇÃO DE SAIS SOLÚVEIS

A presença de sais solúveis é potencialmente prejudicial para os azulejos e para outros materiais porosos, como pedra e argamassas (Pessoa et al. 1996; Borges et al. 1997; Elert, Pardo, e Rodriguez-Navarro 2015). Neste sentido, a produção de sais solúveis durante a geopolimerização deve ser reduzida e os sais eventualmente produzidos devem, tanto quanto possível, ser eliminados, por exemplo recorrendo a um processo de dessalinização após a cura das pastas (Geraldes et al. 2016). Embora na prática de conservação, os azulejos sejam frequentemente submetidos a tratamentos de dessalinização antes do restauro (Ottosen, Dias-Ferreira, e Ribeiro 2015), o ideal será ter um material de restauro ou que não tenha libertação de sais prejudiciais para os azulejos.

A possível lixiviação de sais solúveis, principal e possível inconveniente anteriormente encontrado (Geraldes et al. 2016), também foi considerada no presente trabalho. Contrariamente à formulação com a solução alcalina NaOH, onde se observou visualmente e posteriormente através da medição dos sais solúveis, uma maior quantidade de eflorescência, as formulações com o uso da solução $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$ não demonstraram presença de eflorescências através da observação visual durante o período de cura das pastas (30 dias). No entanto, procedeu-se igualmente ao estudo dos sais solúveis das novas formulações de forma a perceber a quantidade de Na não reagido, e se poderia ser desnecessário recorrer ao processo de dessalinização após a cura.

A dessalinização dos azulejos é comumente realizada por imersão em banhos de água e monitorizada através da medição da condutividade elétrica da água. Existem três formas de banho: estático, água corrente (sempre a fluir), e água agitada (para evitar acumulação de sais (Antunes e Tavares 2003; Ottosen, Ferreira, e Christensen 2010)). O mesmo procedimento, utilizando o banho estático, foi aplicado às pastas de geopolímero estudadas com o banho estático e, como demonstrado na figura 5.14, observa-se que a lixiviação de sais solúveis utilizando as formulações à

base de silicato de sódio (Gp750_7:1 e Gp1000_7:1) é, em todos os casos, mas principalmente quando se utiliza o MK-1000 como fonte de aluminossilicato, muito menor do que a do hidróxido de sódio (GpNaOH_1000) logo no primeiro banho de ambas as formulações, sendo que os banhos de água seguintes, apenas contêm quantidades residuais de sais.

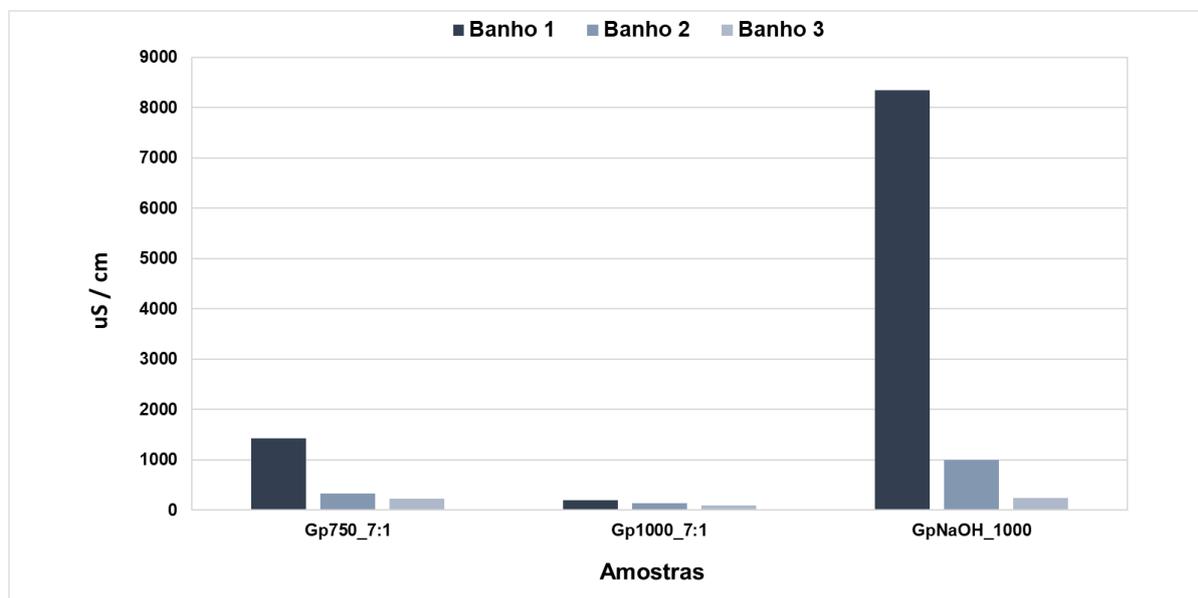


Figura 5.14 Condutividade elétrica medida durante a dessalinização das pastas de geopolímeros Gp750_7:1, Gp1000_7:1 e GpNaOH_1000.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a maioria dos iões de metais alcalinos (neste caso Na^+) são, nas formulações geopoliméricas estudadas, melhor estabilizados na estrutura dos geopolímeros à base de silicato de sódio. Os sais formados a partir dos iões metálicos não reagidos são facilmente removidos por um procedimento de dessalinização. O pH da água de dessalinização também foi tido em consideração, sendo que se observou uma diminuição do pH ao longo do número de banhos realizados. No primeiro banho, o pH é de cerca de 9.5 - 9 no Gp750_7:1 e Gp1000_7:1, respetivamente, e no último banho (o 3º) o pH é de 9 - 8, valores bastante diferentes do obtido para o GpNaOH_1000 (primeiro banho pH de 11,5 e último banho pH 10). Contudo, o procedimento de dessalinização demonstra que é possível chegar-se a um pH aproximadamente neutro após o mesmo (Geraldes et al. 2016).

Numa outra tentativa de estimar a quantidade de sais solúveis libertados durante a dessalinização, procedeu-se a uma caracterização química através de MEV-EDS das pastas de geopolímero à base de silicato Gp750_7:1 e Gp1000_7:1, sendo a diferença entre dessalinizado e não dessalinizado de 0,2% e 0,3% respetivamente. A pasta com solução de hidróxido de sódio (GpNaOH_1000), antes e após a dessalinização apresenta uma diferença de 0,5%. Os resultados mostram que a diferença entre as pastas com e sem o procedimento de dessalinização é relativamente baixa, e que possivelmente existe mais Na reagido na composição final dos geopolímeros à base de silicato. Com base nestes resultados, o método de dessalinização nestas novas formulações pode ser considerado menos necessário ou eventualmente pode mesmo não ser considerado, uma vez que a libertação de

sais solúveis é residual, sendo provavelmente pouco prejudicial na sua aplicação em restauro de azulejos.

5.4.3. CARATERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA

POROSIDADE ABERTA E ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE

Os materiais porosos contêm pequenos vazios (poros) que são ocupados por ar ou água (líquida ou na forma de vapor). Existem dois tipos de porosidade, aberta e fechada, sendo a primeira a que tem contato com a superfície externa do material, e a segunda a que se encontra dentro do material (Schuller, Bianchi, e Aguiar 2008; Páscoa 2012). A porosidade é definida como a relação entre o volume de vazios e o volume total de sólido, e o ensaio de porosidade aberta mede, em percentagem, a quantidade de vazios interconectáveis presentes no material (Páscoa 2012; Farinha, Brito, e Veiga 2016).

O ensaio de porosidade aberta efetuado nas pastas de preenchimento revelou que a maioria tem uma porosidade ligeiramente inferior aos corpos cerâmicos dos azulejos modernos (Tabela 5.4), embora a pasta Gp750_7:1 demonstre porosidade relativamente mais elevada, 47,7% (desvio padrão de 3,2%). As pastas Gp1000_7:1 e LD 1:1 foram as que demonstraram porosidade mais baixa, cerca de 29,7% e 26,4%, respetivamente (desvio padrão de 3,0% e 2,6%). A porosidade aberta influencia diretamente as propriedades e resistências finais dos materiais, sendo a dimensão e a geometria dos poros um dos fatores que afeta a permeabilidade do material (Páscoa 2012). Com uma menor porosidade, obtém-se elementos mais compactos, o que normalmente está associado a melhores resistências e comportamentos hídricos (Farinha, Brito, e Veiga 2016).

Tabela 5.4 Pesagem hidrostática e medições de saturação de vácuo das pastas estudadas (os valores são a média de XX medições)

Amostras	M. V. Real (kg/m³)	M. V. Aparente (kg/m³)	Porosidade (vol. %)	Teor M. água (massa %)
Gp750_7:1	2246	1173	47,7 ± 3,2	40,7
Gp1000_7:1	2235	1570	29,7 ± 3,0	18,9
LD_1:1	2433	1788	26,4 ± 2,6	14,7
LD_1:2	2652	1784	32,6 ± 2,1	18,3
LD_1:3	2528	1619	36,0 ± 0,7	22,2
NHL 3.5_1:1	2505	1629	35,0 ± 0,1	21,5
NHL 3.5_1:2	2499	1566	37,3 ± 0,8	23,8
NHL 3.5_1:3	2510	1554	38,1 ± 0,4	24,5
ch. referência	2771	1624	41,4 ± 0,9	25,5
Az. Modernos	2905	1732	40,4 ± 0,8	23,4

No geral, após a reação de geopolimerização a generalidade dos álcalis fica fixa na estrutura, contudo alguns podem permanecer, como visto anteriormente, na forma não-estabilizada quando a reação é finalizada. Estes podem ser dissolvidos facilmente e produzir um aumento na porosidade e consequentemente uma diminuição da sua resistência (Palomo et al. 1999; Guo et al. 2008). Geralmente, valores superiores de porosidade aberta correspondem a uma maior absorção máxima de água e coeficiente de absorção de água. A figura 5.15 ilustra o gráfico com as curvas das fases de

absorção de água por capilaridade das pastas estudadas, sendo que os resultados demonstram diferenças entre elas, e essencialmente quando se altera o rácio nas cais hidráulicas. Relacionado com a porosidade (Tabela 5.5), facilmente se compreende que quanto mais espaço disponível existir numa pasta (maior porosidade aberta) maior será a quantidade de água absorvida.

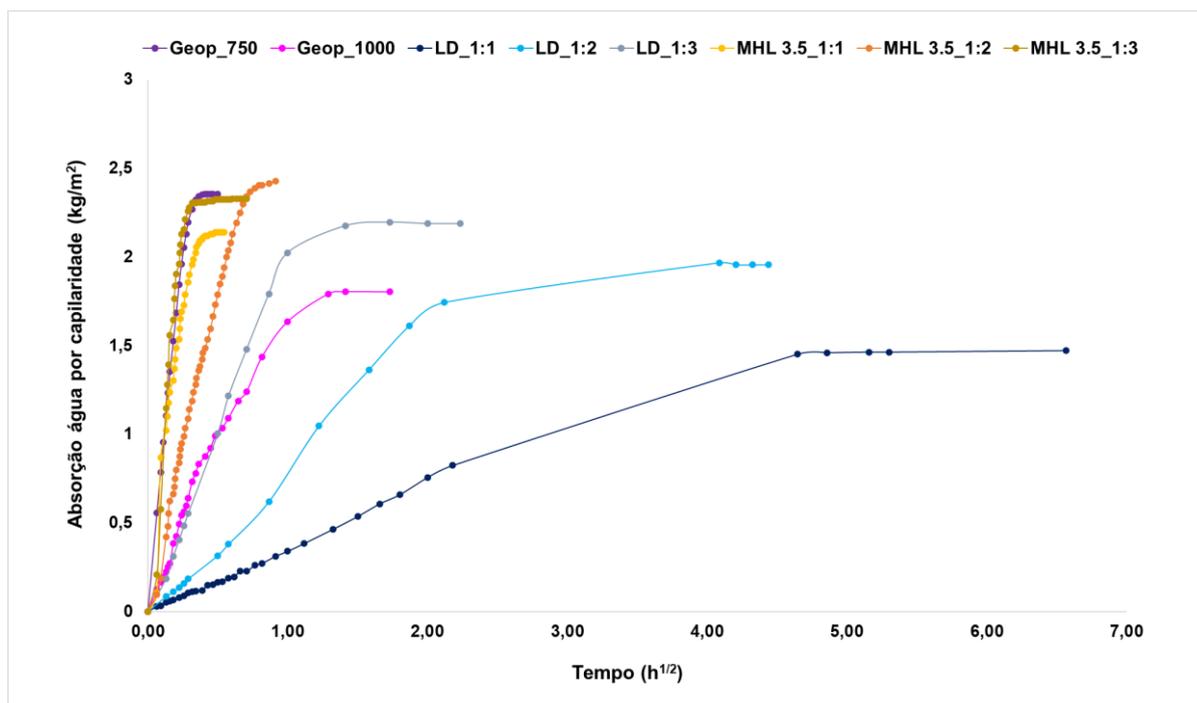


Figura 5.15 Curvas de absorção de água por capilaridade das pastas estudadas.

Tabela 5.5 Coeficiente de absorção de água por capilaridade

Amostras	Coeficiente de capilaridade (kg/m ² /h ^{1/2})	Porosidade (vol. %)
Gp750_7:1	8,1	47,7
Gp1000_7:1	1,7	29,7
LD_1:1	0,4	26,4
LD_1:2	0,9	32,6
LD_1:3	2,1	36,0
NHL 3.5_1:1	8,7	35,0
NHL 3.5_1:2	4,2	37,3
NHL 3.5_1:3	10,6	38,1

PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

A maioria dos materiais de construção possui porosidade aberta permitindo a circulação de água no seu interior, sendo a dimensão e a geometria dos poros os fatores que influenciam a permeabilidade do material, sendo que num material impermeável não há comunicação entre os vazios (Freitas et al, 2008). Na Figura 5.16 apresenta-se o coeficiente de permeabilidade ao vapor de água das várias pastas de preenchimento estudadas e dos azulejos modernos. Verificam-se comportamentos distintos entre as pastas, embora seja visível que à medida que têm maiores quantidade de agregados, no

caso das cais hidráulicas, a permeabilidade aumenta. As pastas geopoliméricas Gp750_7:1 e Gp1000_7:1 apresentam valores de permeabilidade menores ($2,3 \times 10^{-09}$ e $1,6 \times 10^{-09}$ kg/m.h.Pa, respetivamente) que a pasta à base e NaOH, com valores ligeiramente mais elevados ($3,34 \times 10^{-09}$ kg/m.h.Pa (Geraldés 2015)). A maioria das formulações tem valores de permeabilidade ao vapor de água semelhantes ou superiores quando comparados com as chacotas dos azulejos (que costumam ter o vidro bastante impermeável), contudo as pastas LD_1:1 e LD_1:2 apresentam uma menor permeabilidade.

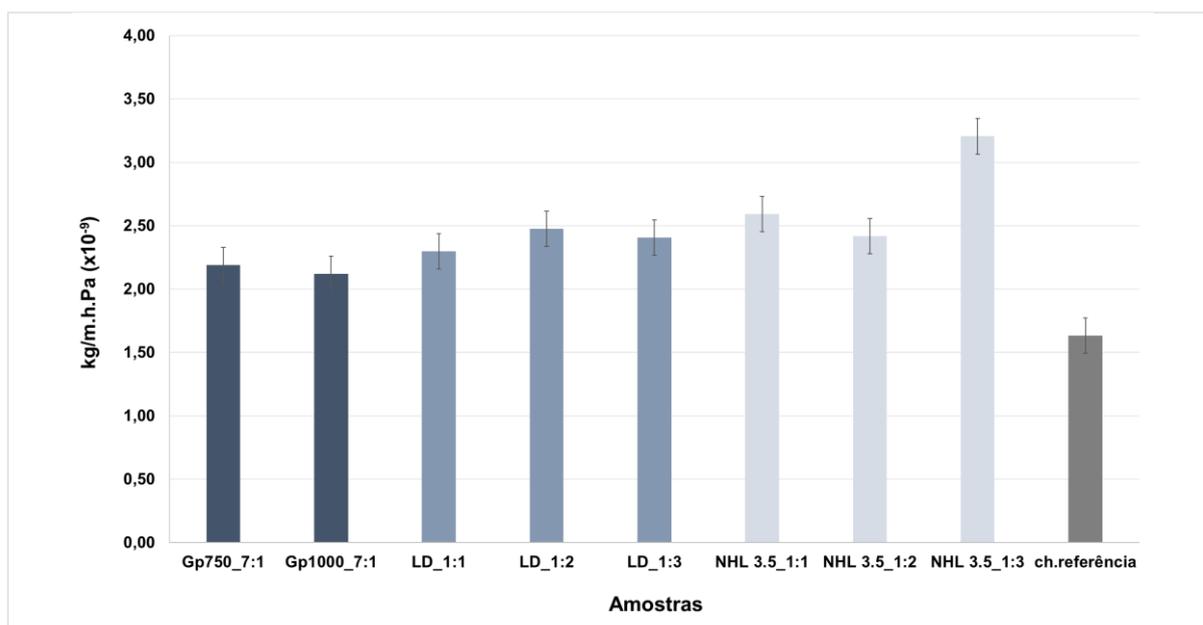


Figura 5.16 Valores de permeabilidade ao vapor de águas nas pastas estudadas e ch. Referência.

As propriedades de transporte de água estão diretamente relacionadas com a estrutura de poros de um determinado material. Valores elevados de absorção de água por capilaridade e de permeabilidade ao vapor de água correspondem a pastas de preenchimento com valores de porosidade aberta superior (Tabela 5.6), o que se verifica nas pastas formuladas.

Tabela 5.6 Porosidade aberta, coeficiente de capilaridade e permeabilidade ao vapor de água das pastas de preenchimento estudadas.

Amostra	Porosidade aberta (vol. %)	Coefficiente de capilaridade (kg/m ² /h ^{1/2})	Permeabilidade ao vapor de água (kg/m.h.Pa)
Gp750_7:1	47,7	8,1	$2,2 \times 10^{-09}$
Gp1000_7:1	29,7	1,7	$1,6 \times 10^{-09}$
LD_1:1	26,4	0,4	$9,6 \times 10^{-10}$
LD_1:2	32,6	0,9	$1,1 \times 10^{-09}$
LD_1:3	36,0	2,1	$1,8 \times 10^{-09}$
NHL3.5_1:1	35,0	8,7	$1,8 \times 10^{-09}$
NHL3.5_1:2	37,3	4,2	$2,6 \times 10^{-09}$
NHL3.5_1:3	38,1	10,6	$2,9 \times 10^{-09}$

EXPANSIBILIDADE HÍDRICA

A expansão hídrica da cerâmica é considerada um fenômeno dependente do tempo, onde os materiais cerâmicos se tornam mais suscetíveis à medida que envelhecem, e se acredita que seja amplamente dependente da proporção de fases amorfas ou vítreas presentes no material cerâmico (Mimoso e Pereira 2011).

Na Figura 5.17 e na Tabela 5.7 são apresentados os resultados dos testes de expansão hídrica realizados nas pastas estudadas e azulejos modernos. As pastas de geopolímero Gp750_7:1 e Gp1000_7:1 revelam expansibilidades semelhantes, com valores entre 0,5 – 0,7 mm / m, respetivamente, resultados bastante diferentes dos obtidos na pasta com solução ativadora de NaOH 12M (GpNaOH_1000), que revela valores de expansão hídrica de 2 mm / m (Geraldes 2015, 25). Estes resultados demonstram que os geopolímeros à base de silicato têm uma menor expansibilidade hídrica. As pastas de cal hidráulica (Ledan® C30 e NHL 3.5) nas diferentes proporções revelam resultados igualmente semelhantes, com valores entre 0,4 – 0,8 mm / m e 0,1 – 0,2 mm / m para o Ledan® C30 e NHL 3.5, respetivamente. No entanto, observou-se que após 48 h os valores da expansão continuam a aumentar lentamente com o tempo sem estabilizar durante o período do ensaio, como aliás sucede também com os cerâmicos. Desta forma, foi considerado como valor de referência o obtido às 48h.

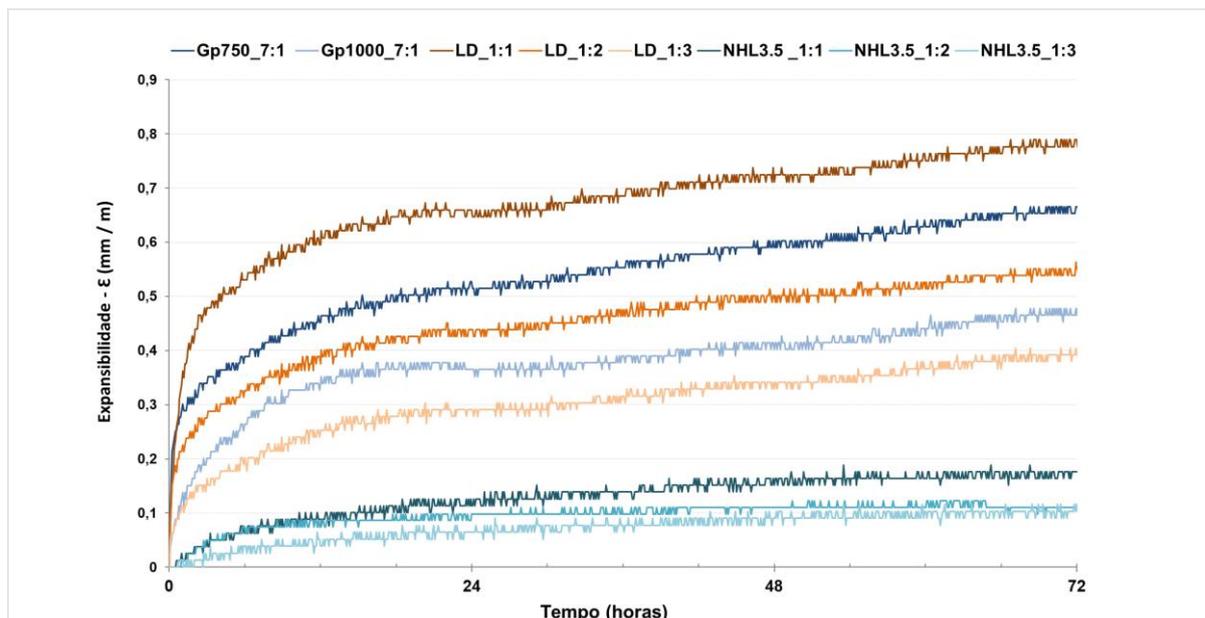


Figura 5.17 Coeficiente de expansibilidade hídrica das pastas estudadas vs tempo.

De forma geral, as pastas apresentam valores de expansão hídrica próximos dos valores dos azulejos modernos (Tabela 5.7) e também dos azulejos mais antigos (valores entre 0,1 – 0,4 mm / m (Mimoso e Pereira 2011)), demonstrando que podem assim acompanhar a expansão dos azulejos quando ambos são molhados, diminuindo eventuais problemas de incompatibilidade como os encontrados nas pastas de cal aérea e do geopolímero à base de NaOH (Geraldes 2015).

Tabela 5.7 Coeficiente de expansibilidade térmica às 48 h das pastas estudadas e de azulejos modernos

Amostras	ϵ (mm / m)
Gp750_7:1	0,6
Gp1000_7:1	0,4
LD_1:1	0,7
LD_1:2	0,5
LD_1:3	0,3
NHL3.5_1:1	0,1
NHL3.5_1:2	0,1
NHL3.5_1:3	0,1
ch. referência	0,1
Az. modernos	0,1

Os geopolímeros possuem caráter hidrofílico e estruturas microporosas, sendo que podem absorver e libertar grande quantidade de água, e expandem linearmente no estágio inicial do processo de absorção (Thang et al. 2010; Davidovits 2015). Geralmente é descrito que durante a formação do geopolímero pode ocorrer desidratação em algum grau, envolvendo a água ligada quimicamente presente na fonte de aluminossilicato, e subseqüentemente haver reidratação (Thang et al. 2010).

EXPANSIBILIDADE TÉRMICA

A composição do geopolímero influencia o seu desempenho a temperaturas elevadas. A retração ou expansão durante o aquecimento pode causar tensões internas e externas, que potencialmente enfraquecem ou danificam a estrutura dos geopolímeros. Devido à sua estrutura amorfa, a expansão térmica dos geopolímeros é isotrópica (Duxson, Lukey, e van Deventer 2006; Vickers, Riessen, e Rickard 2015; Mohd Salahuddin, Norkhairunnisa, e Mustapha 2015). É desejável que a sua expansibilidade térmica seja semelhante à dos azulejos modernos.

O teste de expansibilidade térmica foi realizado entre 25 e 80 °C, temperatura máxima de exposição do azulejo à radiação solar direta no verão - considerado ser de cerca de 60 °C (Stephenson 1963), sendo desejável uma expansibilidade semelhante à dos azulejos modernos. Os resultados mostram que as pastas têm tendência a expandir com o aumento de temperatura (Figura 5.18), seguindo o comportamento dos azulejos modernos. O coeficiente de expansibilidade é apresentado na Tabela 5.8, com as pastas de geopolímero Gp750_7:1 e Gp1000_7:1 a demonstrar valores de $2,81 \times 10^{-05} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $1,55 \times 10^{-05} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, respectivamente, enquanto o valor para os azulejos modernos está na faixa de $7,45 \times 10^{-06} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. As pastas de cal hidráulica (Ledan® C30 e NHL 3.5) nas diferentes proporções apresentam um coeficiente de expansibilidade mais próximo dos valores obtidos para os azulejos, exceto o LD_1:1 e LD_1:2, que apresentam um coeficiente idêntico aos valores dos geopolímeros (Tabela 5.8).

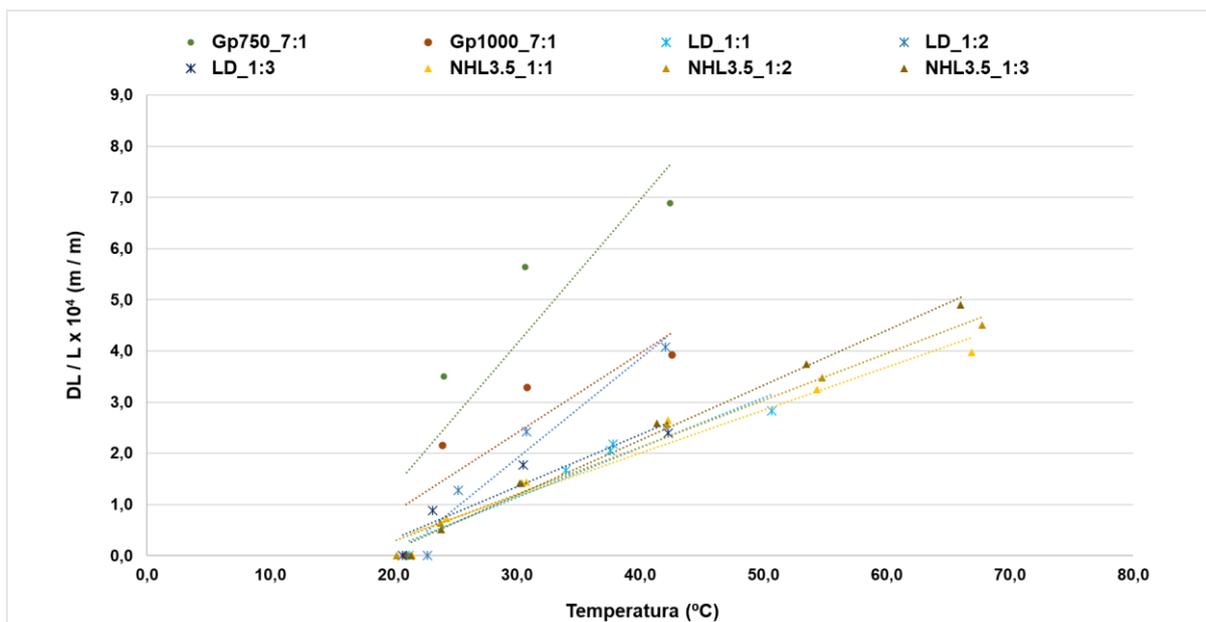


Figura 5.18 Curva do coeficiente de expansibilidade térmica das pastas estudadas.

Tabela 5.8 Coeficiente de expansibilidade térmica das pastas estudadas e de azulejos modernos

Amostras	Coeficiente de expansibilidade térmica (ξ) °C ⁻¹	
	Valor médio	Desvio padrão
Gp750_7:1	2,82x10 ⁻⁰⁵	9,97x10 ⁻⁰⁸
Gp1000_7:1	1,62x10 ⁻⁰⁵	9,03x10 ⁻⁰⁸
LD_1:1	1,03x10 ⁻⁰⁵	1,22x10 ⁻⁰⁶
LD_1:2	2,08x10 ⁻⁰⁵	1,75x10 ⁻⁰⁶
LD_1:3	1,22x10 ⁻⁰⁵	4,12x10 ⁻⁰⁶
NHL3.5_1:1	7,55x10 ⁻⁰⁶	1,18x10 ⁻⁰⁶
NHL3.5_1:2	8,40x10 ⁻⁰⁶	1,12x10 ⁻⁰⁶
NHL3.5_1:3	9,61x10 ⁻⁰⁶	1,02x10 ⁻⁰⁶
ch. referência	5,82x10 ⁻⁰⁶	5,70x10 ⁻⁰⁷
Az. modernos	8,05x10 ⁻⁰⁶	1,50x10 ⁻⁰⁶

Contrariamente ao observado nos geopolímeros à base de NaOH, que demonstraram uma tendência a contrair com o aumento de temperatura ($-4,7 \times 10^{-05} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), as novas formulações com silicato de sódio têm maior tendência em acompanhar o azulejo quando este expande, o que é bastante satisfatório uma vez que há maior compatibilidade física. Segundo Davidovits (2015), os materiais geopoliméricos seguem o comportamento térmico clássico da cerâmica, com expansão térmica reversível e retração irreversível, este último devido a mudanças estruturais relacionado com a perda de água estrutural dos geopolímeros. O significado prático desta propriedade, entre os geopolímeros e azulejos, foi verificado através de ensaio de envelhecimento acelerado (subcapítulo 5.4.4).

ENSAIO DE FLEXÃO

A resistência à flexão (Figura 5.19) do Gp1000_7:1, LD_1:1 e LD_1:2 após a cura atingiu aproximadamente 10 MPa, e para as restantes pastas esse valor é bastante menor, entre 1 e 4 MPa. Embora com formulação diferente, o geopolímero Gp750_7:1 apresenta uma menor resistência à flexão quando comparado com o à base de NaOH, que apresenta valores entre 2,5 – 3 MPa (Geraldes 2015, 26), ainda assim são resistências mecânicas consideradas fracas (<5 MPa). Todas as formulações têm resistência à flexão inferior à do substrato de cerâmica de referência, cujos valores se aproximam de 14 MPa. Nos resultados dos provetes sujeitos ao ensaio de expansibilidade térmica verifica-se uma tendência de aumento de resistência à flexão na generalidade das pastas, porém na medida em que só se realizou a um provete de cada formulação, os resultados são pouco representativos sendo necessárias mais amostras para validar esta tendência.

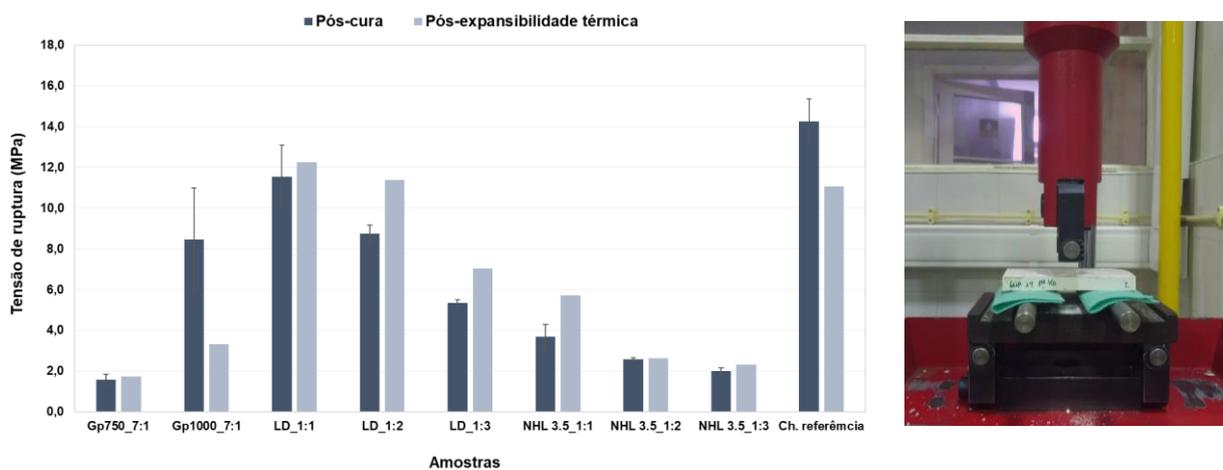


Figura 5.19 Resistência à flexão das pastas estudadas após 30 dias de cura e após ensaio de expansibilidade térmica.

A natureza amorfa dos geopolímeros e a existência de possíveis álcalis não reagidos pode explicar alguns dos resultados, já que com um aumento da quantidade de Na não reagido podem ocorrer espécies de carbonatos afetando assim a resistência mecânica destes materiais (Hounsi et al. 2014), sendo que as resistências relativamente baixas sugerem a presença de falhas e a possibilidade de que os defeitos sejam introduzidos durante a produção da pasta (Okada et al. 2009).

ENSAIO DE ADERÊNCIA

O ensaio de aderência foi realizado nas pastas aplicadas no substrato cerâmico de referência e ainda nos azulejos modernos, como validação, após 30 dias de cura. Os resultados da tensão de aderência (Figura 5.20) das pastas aplicadas na ch. referência mostraram que o geopolímero à base de NaOH (GpNaOH_1000) e a cal hidráulica NHL 3.5 nas três proporções (1:1, 1:2 e 1:3) situam-se na mesma faixa de valores (entre 0,2 – 0,25 MPa), e têm tensão de aderência consideravelmente menor do que os geopolímeros à base de silicato de sódio e o Ledan® C30 no mesmo substrato, que apresentam valores de 0,4 MPa, e entre 0,3 – 0,8 MPa, respetivamente. A maior tensão de aderência foi verificada no LD_1:2, com um valor ca. 0,82 MPa.

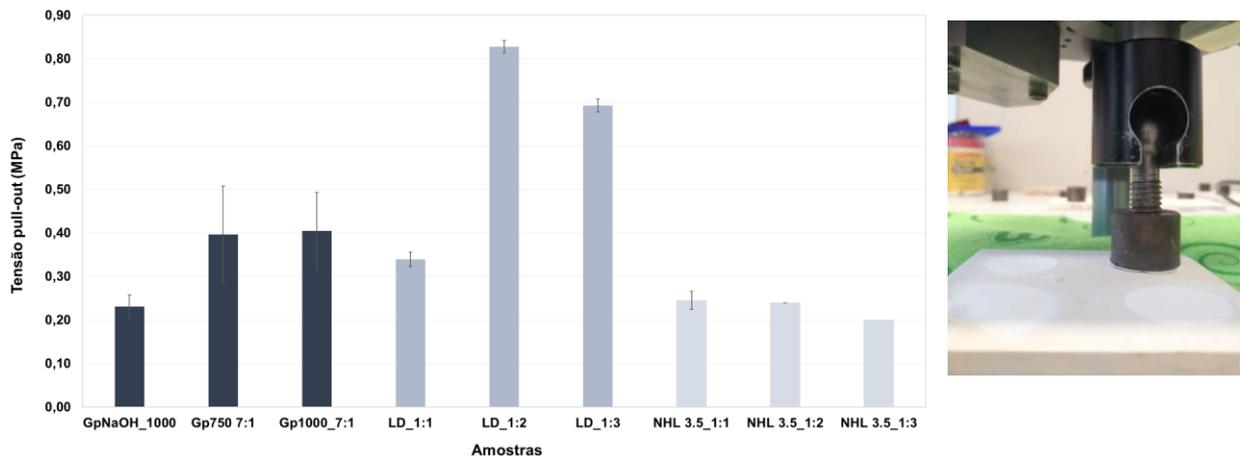


Figura 5.20 Resultados da tensão de aderência das pastas estudadas aplicadas no substrato cerâmico de referência “ch. referência” após a cura de 30 dias a 20 °C.

Quando as pastas são aplicadas nos azulejos modernos (por razões técnicas, só foi possível realizar o ensaio nos geopolímeros e Ledan® C30), os valores de aderência diferem significativamente entre as pastas principalmente quando aplicadas nos azulejos FAZ055 e FAZ062, com tensões de aderência mais baixa, entre 0,15 – 0,30 MPa nos geopolímeros e 0,3 – 0,4 MPa no Ledan® C30 (Figura 5.21). Por sua vez, os valores das pastas aplicadas em FAZ052 são mais elevados, entre 0,3 – 0,4 MPa e entre 0,7 – 1,1 MPa para os geopolímeros e Ledan® C30 respectivamente. Há uma maior heterogeneidade nos valores obtidos na validação com os azulejos modernos, e o facto de ser feita apenas uma medição, de modo a não sacrificar muito o material histórico, pode ser um motivo para a discrepância dos resultados.

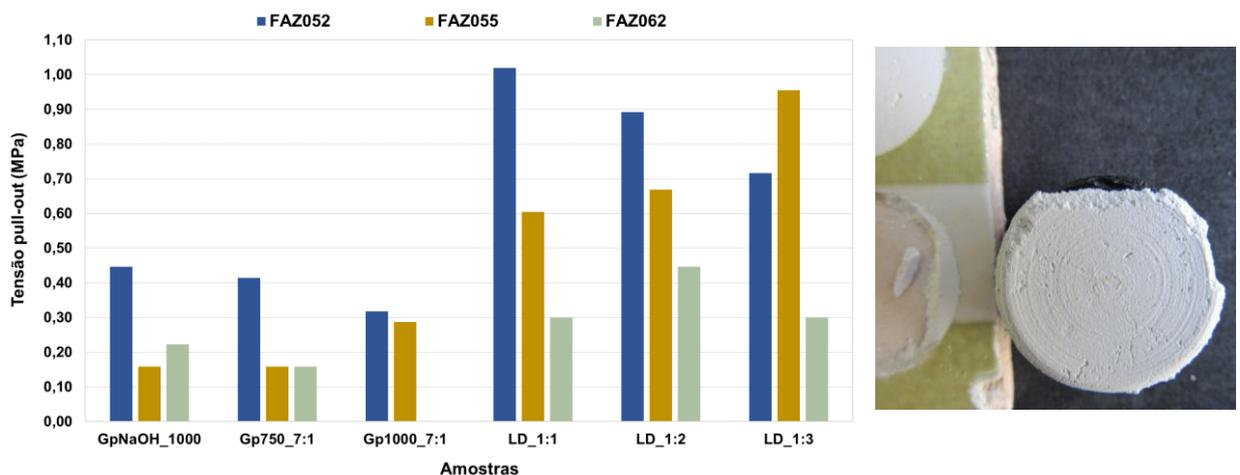


Figura 5.21 Tensão aderência das pastas geopoliméricas e Ledan® C30 aplicadas no nos azulejos modernos FAZ052, FAZ055 e FAZ062, após a cura de 30 dias a 20 °C.

Em geral, os geopolímeros à base de silicato mostram uma maior aderência no substrato cerâmico de referência quando comparados com os formulados apenas com a solução de NaOH 12M. Porém, na validação com os azulejos modernos os valores são idênticos entre as formulações nos três azulejos utilizados no presente estudo. Estes resultados indicam que a aderência das pastas geopoliméricas não difere muito em relação ao tipo de ativador utilizado, embora os geopolímeros à base de silicato

demonstrem ser uma solução mais indicado, no sentido em que libertam uma menor quantidade de sais como visto anteriormente.

Quando se compara os resultados obtidos nas pastas estudadas com resultados da cal aérea ($0,10 \pm 0,08$ MPa (Mendes et al. 2016, 129)), a maioria demonstra uma maior aderência, o que é bastante satisfatório uma vez que a principal questão relacionada com as pastas inorgânicas comumente utilizadas no preenchimento de lacunas de azulejos (como a cal aérea) é a sua baixa aderência ao substrato do azulejo, mostrando que este tipo de pastas (geopolímeros e Ledan® C30) podem ser uma potencial solução para a falta de durabilidade e eficácia revelada pela maioria dos produtos inorgânicos usados hoje em dia no restauro de azulejos.

5.4.4. ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Durante o ensaio de envelhecimento as pastas aplicadas no substrato de referência cerâmico tiveram comportamentos diferenciados, sendo que as formuladas com a solução NaOH destacaram-se na totalidade ao fim de 4 dias de ensaio. As formulações à base de silicato de sódio tiveram comportamento distinto entre si, sendo que na pasta Gp750_7:1 no total de 8 provetes (pastas aplicadas em rebaixas circulares de 2 cm de diâmetro e ca. 1 mm de profundidade) três fissuraram e duas destacaram-se ao fim de 30 dias, e na Gp1000_7:1 apenas três fissuraram após o envelhecimento. As pastas Ledan® C30 tiveram um comportamento consistente, apenas a LD_1:1 apresentou 3 orifícios com ligeiro destacamento na união entre a pasta e o vidrado do azulejo após os 30 dias, sendo que as restantes, LD_1:2 e LD_1:3 permaneceram sem alterações durante todo o ensaio.

Após o envelhecimento acelerado foi testada a aderência das pastas (Figura 5.22), exceto na GpNaOH_1000 que se destacou. A maioria apresentou valores de aderência inferiores após o envelhecimento, entre 0,22 – 0,55 MPa, exceto o Gp1000_7:1 que manteve um valor correspondente ao original (ca. 0,4 MPa). Com os resultados obtidos, verifica-se que as pastas LD_1:2 e LD_1:3 são as que mostram maior eficácia ao longo do tempo, uma vez que não apresentaram fissuras nem destacamentos após o envelhecimento acelerado, e a sua aderência, embora decrescente, ainda se mantém superior à de outros materiais inorgânicos (cal aérea $0,10 \pm 0,07$ MPa) (Mendes et al. 2016, 129).

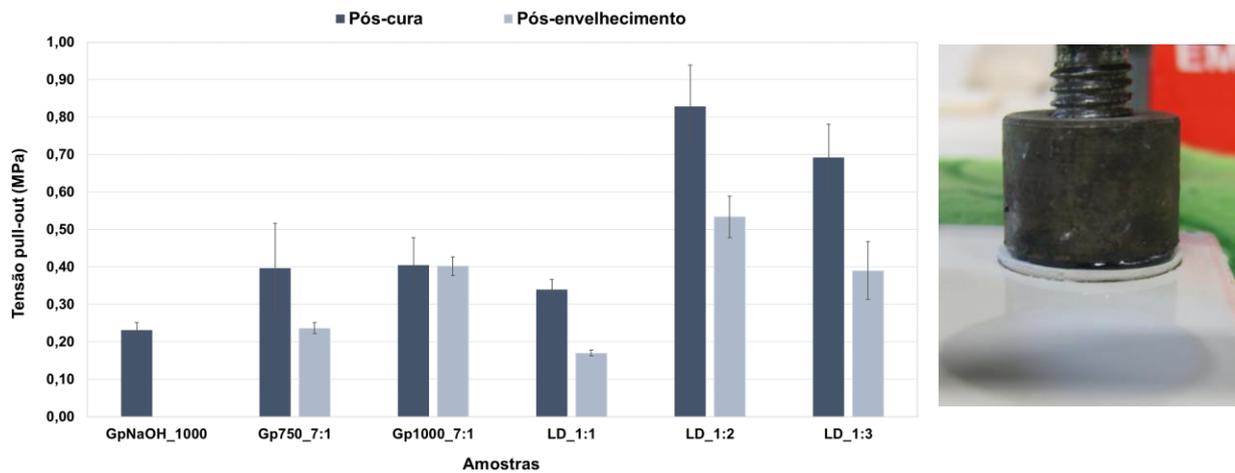


Figura 5.22 Resultados da tensão de aderência das pastas de geopolímeros e Ledan® C30, aplicadas na ch. referência após a cura de 30 dias a 20 °C e após ensaio de envelhecimento acelerado de 30 dias.

O ensaio de envelhecimento acelerado das pastas aplicadas nos azulejos modernos FAZ052, FAZ055 e FAZ062 mostrou resultados ligeiramente diferentes, sendo que a formulação à base de NaOH aplicada nos três se manteve aderente durante um período superior, embora no FAZ062 a pasta se tenha destacado ao 28º dia, e no FAZ052 e FAZ055 (Figura 5.23 a) fissuraram com o envelhecimento. As formulações de geopolímero à base de silicato de sódio (Gp750_7:1 e Gp1000_7:1) demonstraram uma ligeira retração ao longo do tempo e fissuraram (Figura 5.23 b e c). Por sua vez, a maioria das pastas Ledan® C30 teve um bom comportamento durante o ensaio, contudo o LD_1:1 e LD_1:2 no FAZ055 e FAZ062 respectivamente, apresentou sinais de retração após os 30 dias, com ligeiro destacamento na interface com o vidro do azulejo (Figura 5.24 a e b), e o LD_1:3 no FAZ055 não foi possível obter um resultado pois o azulejo fraturou durante o ensaio (Figura 5.24 c).

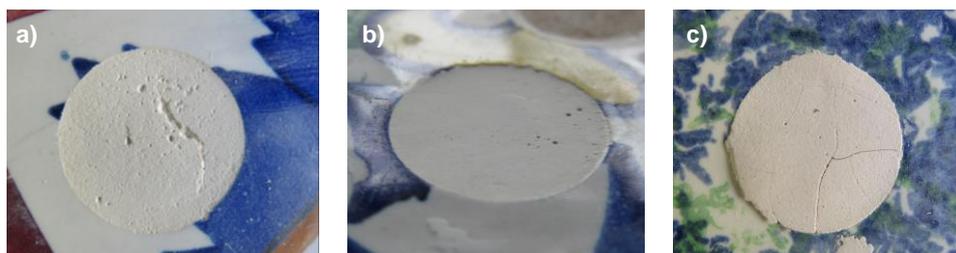


Figura 5.23 Pastas geopoliméricas após o envelhecimento acelerado: a) GpNaOH_1000 com presença de fissuras em FAZ055; b) Gp750_7:1 com sinais de retração em FAZ055; c) Gp1000_7:1 com presença de fissuras em FAZ052.

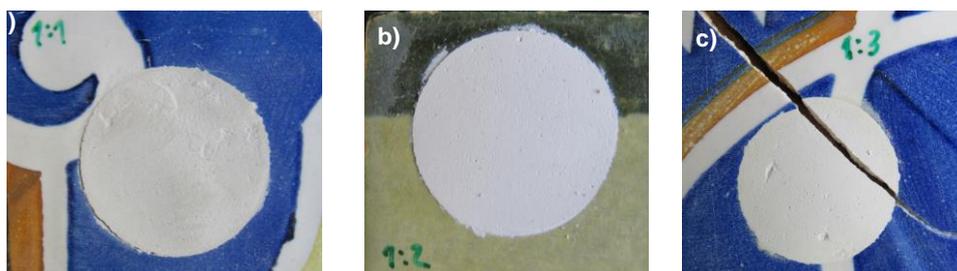


Figura 5.24 Pastas Ledan® C30 aplicadas nos azulejos modernos pós envelhecimento: a) destacamento na interface vidro / pasta em FAZ055; b) destacamento na interface vidro / pasta em FAZ062; c) FAZ055 partido após 2 dias de ensaio.

A aderência das pastas foi igualmente testada, com os valores a diminuírem após o envelhecimento (Figura 5.25), embora a existência de fissuras ou destacamentos na interface entre vidro / pasta em algumas amostras, possa ter influência nos resultados obtidos. Os geopolímeros demonstram valores de aderência entre 0,12 – 0,40 MPa, sendo que o Gp750_7:1 apresenta o melhor resultado quando aplicado no FAZ052. Já os valores de aderência das pastas Ledan® C30 situam-se entre 0,51 – 0,58 MPa, sendo que o LD_1:2 diminuiu significativamente a sua aderência quando aplicado no FAZ062, com valor de 0,05 MPa (aderência antes envelhecimento ca. 0,45 MPa). Por sua vez, o LD_1:1 aplicado no FAZ052 e FAZ055 diminuiu para metade após o envelhecimento, com valores de 0,51 e 0,35 MPa, respetivamente (antes do envelhecimento eram ca. 1,1 e 0,60 MPa).

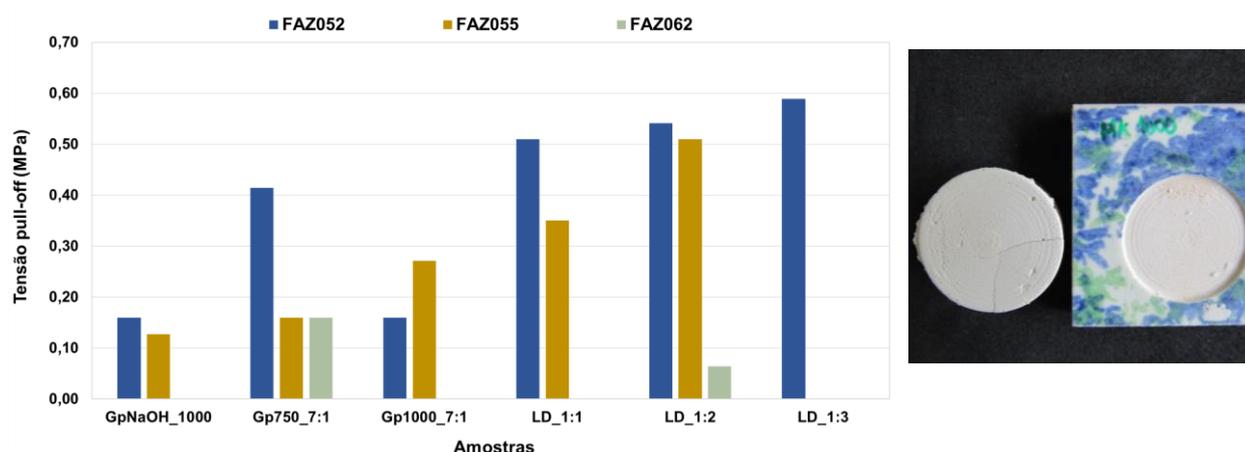


Figura 5.25 Resultados da força de aderência das pastas de geopolímeros e Ledan® C30 aplicadas nos azulejos modernos após ensaio de envelhecimento acelerado de 30 dias.

Através dos resultados obtidos pode-se observar que a aderência das pastas pode eventualmente ser maior ou menor consoante o azulejo e/ou tipo de chacota no qual são aplicadas. Dos três azulejos utilizados, as pastas demonstram uma maior aderência quando aplicadas no FAZ052 (azulejo da Fábrica Constância), o que pode indicar uma maior compatibilidade com o substrato desta produção. Contudo, é necessária uma investigação mais aprofundada e sistemática, pois o facto de ser feita apenas uma medição, de modo a não sacrificar o material histórico, leva a uma maior heterogeneidade nos valores obtidos na validação com os azulejos modernos, o que não permite assegurar se a aderência pode ou não diferir consoante o tipo de azulejo e/ou produção. De um modo geral, as pastas apresentam compatibilidade com os azulejos ao longo do tempo, sendo que o Ledan® C30 foi o material que demonstrou maior eficácia. Também pode ser interessante estudar a recetividade biológica dos geopolímeros a longo prazo, para averiguar a sua resistência à biodeterioração (muito importante para intervenções em azulejo de exterior).

CAPÍTULO 6

RECOZIMENTO COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE RESTAURO

6.1. RECOZIMENTO DE AZULEJOS DE PADRÃO

Existe uma necessidade de métodos alternativos ou novas soluções para o restauro de azulejos, muito porque os atuais nem sempre se adequam às características particulares dos revestimentos azulejares e, sobretudo, às condições de exposição mais gravosas.

A aplicação do método de recozimento de azulejos como forma alternativa de restauro, embora conhecida, ainda é pouco estudada e otimizada cientificamente. A perspectiva de se retomar o processo tecnológico de fabrico a alto fogo conduz a questões e dúvidas sobre a implementação do método, quando comparado com os casos de restauros a frio, nomeadamente a possível perda de informação histórica assim como o risco de alteração não reversível do aspeto do azulejo. A sua possível eficiência a nível de restauro de craquelé e lacunas de vidrado em azulejo, juntamente com a sua atual utilização por alguns profissionais de conservação e restauro, justificam o estudo mais aprofundado em relação às possíveis vantagens e desvantagens deste método alternativo de restauro.

Alguns estudos têm vindo a ser realizados essencialmente para os azulejos pré-industriais. Em 2012, um trabalho realizado no LNEC (Mimoso, Pereira, e Esteves 2012) confirmou que o recozimento como era uma opção de restauro tecnicamente viável. Os ensaios foram realizados no Museu Nacional do Azulejo em azulejos dos séculos XVII e XVIII pintados à mão, e num azulejo semi-industrial do início do século XX. Os azulejos foram cortados em quatro partes, sendo que uma foi mantida como testemunho e as restantes partes recozidas a 890, 990 e 1100 °C durante 20 minutos com uma taxa de aquecimento de 240 °C por hora. Os autores verificaram que em alguns casos as fissuras do vidrado podem ser revertidas e a aderência do vidrado ao corpo cerâmico não era prejudicada. Este primeiro trabalho permitiu abrir portas a novas investigações (Chaban 2014) com o objetivo de desenvolver um método de restauro viável para azulejos semi-industriais padronizados, onde foram estudados diferentes ciclos de cozedura.

Chaban et. al (2015) referem como principal obstáculo técnico a decomposição térmica do carbonato de cálcio de neoformação encontrado em algumas chacotas, pois num recozimento simples o anidrido carbónico libertado borbulhava através do vidrado, com um resultado final deficiente ou mesmo inaceitável. Contudo, este problema foi ultrapassado através de um processo que passa por uma cozedura em dois patamares, o primeiro a uma temperatura a que o vidrado ainda não amoleceu totalmente, mas à qual já se dá a descarbonatação (cerca dos 600-700 °C) (Chaban et al. 2015, 191), permitindo a libertação dos gases sem dano para o vidrado original, e o segundo a uma temperatura mais alta à qual se realiza o recozimento propriamente dito.

Segundo os autores, não é possível determinar uma receita única, mas o ciclo adotado e capaz de oferecer melhores resultados na maioria dos casos foi o de um aquecimento a 240 °C / hora até 650 °C, mantendo a essa temperatura por três horas, seguido de um novo aquecimento até aos 890 °C (temperatura geralmente inferior à temperatura das cozeduras originais) mantendo-a durante 45 minutos antes de deixar arrefecer, demonstrando que o recozimento permitiu reverter o craquelé e recuperar o branco do vidro (Chaban et al. 2015). Os autores referem ainda que o ponto de amolecimento do vidro pode variar entre produções, o que pode impor que no primeiro patamar seja selecionada uma temperatura mais baixa e durante mais tempo, ou que no segundo patamar se utilize uma temperatura mais alta de forma a garantir a qualidade do resultado final.

Mimoso e Chaban (2016) abordaram o método de recozimento à luz da abordagem teórica ao restauro de Brandi, referindo que o processo não deve ser afastado sem se considerar especificamente os casos de interesse e os ganhos expectáveis. Os autores descrevem ainda os pontos fortes e os pontos fracos da utilização do recozimento, salientando que “um restauro implica optar entre os valores que se pretende preservar e os que se aceita perder” (Mimoso e Chaban 2016, 60). Referem que há duas situações em que o método deveria ser usado:

“i) sobre azulejos de fachada degradados destinados a alienar aquando de um restauro do revestimento; ii) sobre azulejos integrados (de qualquer tipo) com vidro em destacamento que, por razões de enquadramento físico ou outras, venham previsivelmente a ser perdidos a prazo, mas cuja imagem possa ser conservada por recozimento.” (idem)

Em 2017, foi testado o restauro a quente da camada vidrada de azulejos portugueses do século XIX aplicados no Cemitério de Nossa Senhora da Soledade em Belém do Pará, no Brasil (S. A. Mendes, Sanjad, e Dias 2017), sendo as amostras analisadas por difração de raios X antes e após o processo. Os autores concluíram que o recozimento eliminou defeitos e patologias existentes nos vidrados, mas provocou alterações na composição mineralógica do corpo cerâmico. Salientam que usada com cuidado, a técnica pode ser uma das alternativas para melhorar a durabilidade e proteger os azulejos antigos, mencionando que o restauro deve ter como objetivo “estender a vida útil do material original e evitar que sejam substituídos por réplicas” (S. A. Mendes, Sanjad, e Dias 2017, 34).

Neste sentido, e reforçado pela ideia de que existe a necessidade de métodos mais eficientes de restauro para os azulejos, a presente investigação baseou-se nos resultados dos estudos referidos, mas agora utilizando como base os azulejos modernos. Esta nova proposta de técnica de restauro pode permitir melhorar não só a aderência do vidro destacado ou com evidência de craquelé em azulejos de fachada, bem como tratar lacunas de forma a preservar o mesmo sem que seja necessário recorrer a uma réplica, como é frequente nas intervenções de restauro nos azulejos de fachada. O seu comprovado uso, embora residual, por profissionais de conservação e restauro,²⁹ justificam também a necessidade do seu estudo a nível científico.

²⁹ Comunicação pessoal do conservador-restaurador espanhol D. António Perla.

6.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

6.2.1. MATERIAIS

Foram sujeitos a processo de recozimento fragmentos de três azulejos modernos designados por FAZ049, FAZ050, FAZ051 (Figura 6.1 a), b) e c)) representativos em termos de produções (fábricas Lusitânia, Viúva Lamego e Constância respetivamente). Foi utilizado uma suspensão de vidro branco comercial (Ferro TR81) na proporção 1:1 (vidrado: água), sendo que a sua composição química pode ser consultada na Parte II, Anexo 3. A solução alcalina utilizada para o envelhecimento acelerado foi preparada usando hidróxido de sódio em pastilhas (Sodium Hydroxide Pellets, EMPLURA®, Sigma-Aldrich) dissolvido em água destilada para obter uma solução de NaOH pH 14 (Brito 2016). Foi ainda utilizado o substrato cerâmico de referência da fábrica Constância sujeito a uma vidragem com o vidro branco Ferro TR81 (a 980 °C por 0.5h) designado por FAZ091 (Figura 6.1 d) para o ensaio de envelhecimento acelerado e teste de aderência após o mesmo.

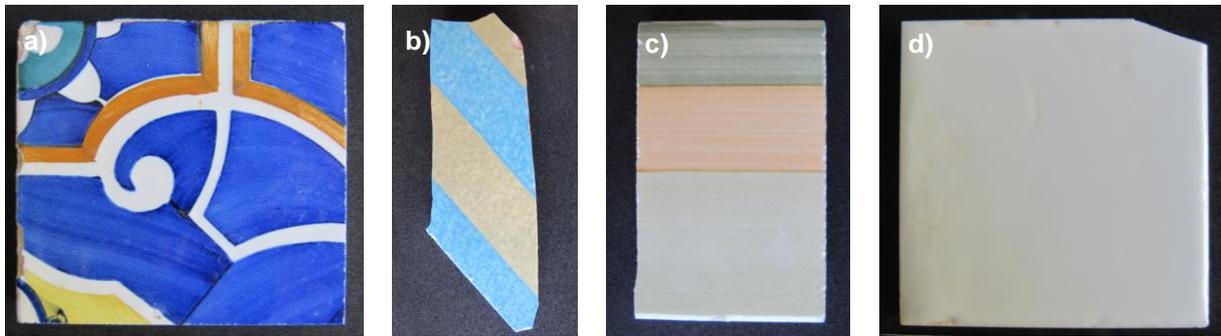


Figura 6.1 Fragmentos dos azulejos selecionados para o processo de recozimento. a) FAZ049-1, fábrica Lusitânia; b) FAZ050-1, fábrica Viúva Lamego; c) FAZ051-1, fábrica Constância; d) FAZ091-1, substrato cerâmico de referência com vidro branco TR81.

6.2.2. DESENHO EXPERIMENTAL

A figura 6.2 mostra o esquema de passos adotado para cada azulejo sujeito ao método de recozimento. Os azulejos inteiros foram cortados em quatro de forma a obter-se pequenos fragmentos que foram numerados de 1 a 4 (exemplo FAZ049-1) para os diferentes testes, como ensaio de aderência, envelhecimento ou para fins de caracterização. O fragmento 1 de cada azulejo, foi mantido na sua condição original para fins de comparação com os restantes.

Antes do recozimento foi medido o brilho e medida a aderência (ensaio pull-off) dos vidrados (Figura 6.3 a) e b)), sendo que nas lacunas resultantes do ensaio de pull-off foi adicionado com pincel a suspensão do novo vidro branco TR81 (Figura 6.3 c)). Após 24h procedeu-se ao recozimento dos fragmentos 2 e 3 num forno ROHDE KE-150 L (carregador frontal, temperatura máxima atingível: 1280 °C). Terminado o processo de recozimento, o brilho foi medido novamente e testada a aderência no fragmento 2 de cada azulejo. Os restantes fragmentos (3 - recozido e 4 - não recozido) foram sujeitos a um ensaio de envelhecimento acelerado com exposição a uma solução alcalina de NaOH pH 14 durante 30 dias em estufa a 60 °C seguindo genericamente o método utilizado por

Lurdes Esteves no envelhecimento alcalino de azulejos (Brito 2016, 270). A tensão de aderência dos vidrados após o envelhecimento também foi medida.

Foram ainda preparadas amostras (secções polidas) dos vários fragmentos para observação com lupa binocular e microscopia eletrônica (MEV) e análise por espectrometria de raios X de energia dispersiva (EDS) associada ao MEV, sendo a interpretação e discussão dos resultados apresentada adiante.

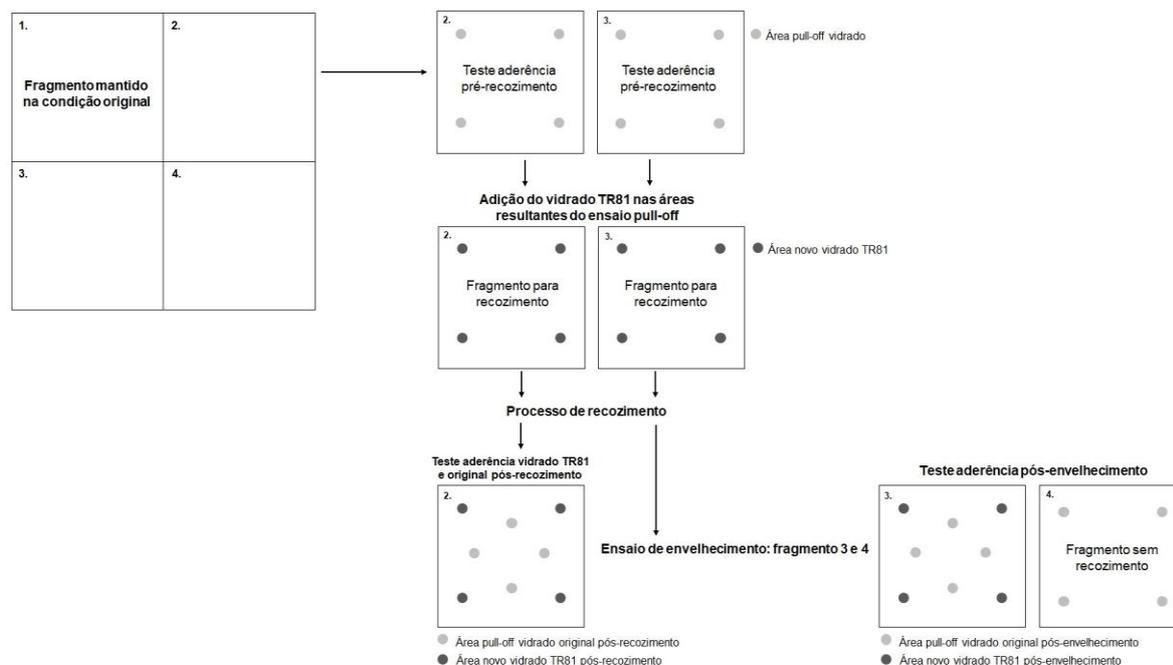


Figura 6.2 Diagrama dos passos realizados para o recozimento. Cada azulejo ficou fragmentado em quatro, três para ensaios e um para referência. Nº1 mantido na condição original; nº2 ensaios pós-recozimento; nº3 e nº4 ensaio de envelhecimento e testes pós-envelhecimento.

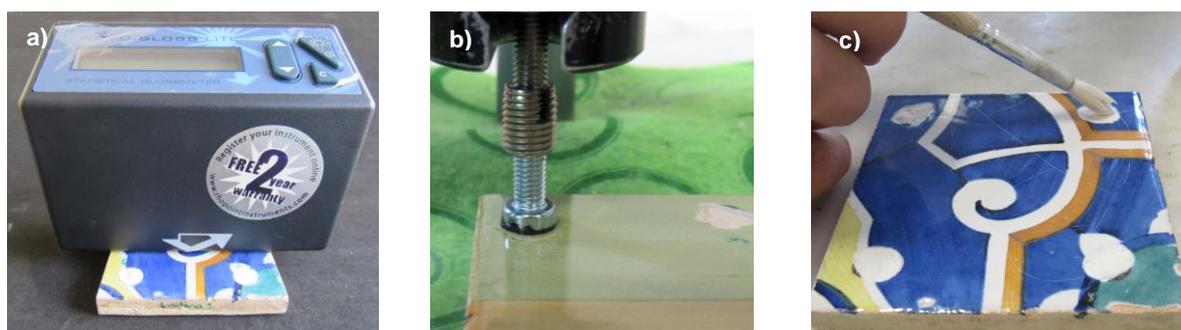


Figura 6.3 a) medição do brilho dos vidrados; b) ensaio de aderência (pull-off) pré-recozimento; c) aplicação do novo vidrado branco TR81 para o recozimento.

De modo a testar a possibilidade de re-adesão de fragmentos de vidrado já destacados, foi realizado um outro teste de recozimento para o qual se utilizou um azulejo moderno com fissuras de vidrado designado por FAZ093, pertencente a um conjunto azulejar com sinais de degradação (Figura 6.4 a)). Cortou-se em dois fragmentos, sendo que o primeiro foi mantido na condição original para fins de comparação no teste de aderência. Tendo sido possível colher fragmentos de vidrado destacados sem chacota aderente, junto ao painel, estes foram colocados sobre um substrato cerâmico de

referência (Figura 6.4 b) e c)) para testar o recozimento envolvendo três formas diferentes: i) os fragmentos foram apenas colocados sobre a chacota; ii) utilizou-se um adesivo PB72 - Paraloid® B72 (70%, p/p) para aderir os fragmentos de vidro à chacota; iii) pincelou-se os fragmentos com uma suspensão de óxido de chumbo (PbO da VWR Chemicals) de forma a perceber se este ao fundir fomentaria a re-adesão dos fragmentos. O estudo destas três formas teve como base perceber a possibilidade de re-aderir os fragmentos de vidro a quente usando os fragmentos soltos de vidro dos próprios azulejos.

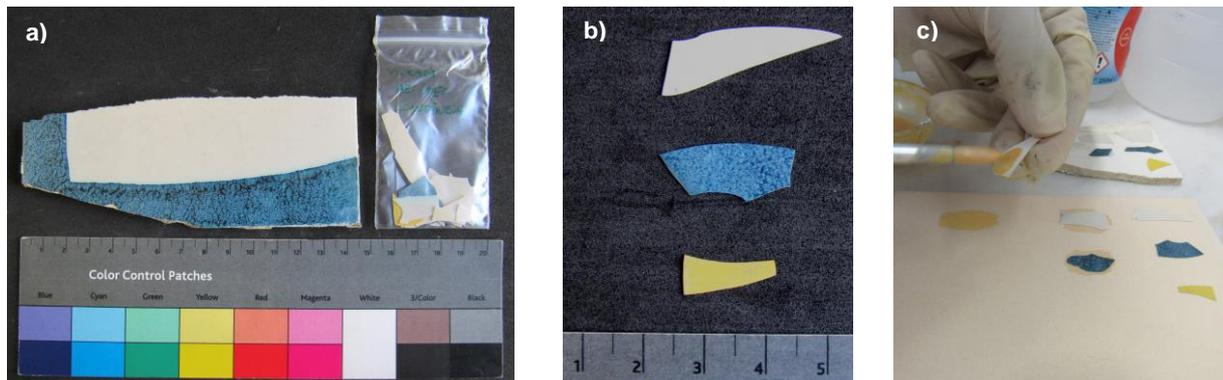


Figura 6.4 a) FAZ093, azulejo pertencente a conjunto azulejar com fissuras no vidro; b) fragmentos de vidro colhidos junto ao painel; c) aplicação de PB 72 e óxido de chumbo nos fragmentos de vidro

6.2.3. CICLO DE COZEDURA

O ciclo de cozadura baseou-se nos estudos referidos (S. Pereira, Mimoso, e Silva 2011; Chaban et al. 2015, 191), onde se utilizou o ciclo de dois patamares, que prevê um tempo extra para a decomposição da calcite dentro do corpo cerâmico antes do amolecimento do vidro, ou seja, a taxa de aquecimento é interrompida e mantida por um determinado tempo na temperatura em que a decomposição dos carbonatos já se iniciou, mas o vidro ainda não amoleceu totalmente (600 - 700 °C). Assim, utilizou-se uma taxa de aquecimento de 200 °C / h até 500 °C, seguido de um novo aquecimento a 100 °C / h até 650 °C onde se manteve por 3h. Seguiu-se novo aquecimento a 200 °C / h até 890 °C mantendo-se durante 30 min antes de deixar arrefecer. Optou-se por fazer subir a temperatura de forma mais lenta no patamar entre os 500 - 650 °C para garantir que os eventuais efeitos físicos da transformação do quartzo, que ocorre a partir da temperatura de 573 °C, não tivessem repercussões durante o recozimento (Canotilho 2003).

6.2.4. TÉCNICAS ANALÍTICAS

OBSERVAÇÃO POR MICROSCOPIA ÓTICA (MO)

Observação através do Microscópio metalúrgico de platina invertida Olympus PMG3 acoplado a câmara Olympus DP20-5; Lupa binocular Olympus SZH acoplada a câmara Olympus DP20-5 com aquisição digital e processamento de imagens.

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARRIMENTO COM MICROANÁLISE (MEV/EDS)

As observações no MEV e as análises por EDS foram efetuadas com um microscópio eletrônico de varrimento TESCAN – MIRA 3 acoplado a um espectrômetro de energia dispersiva de raios-X Bruker XFlash 61-30. A aquisição de imagens e as análises foram realizadas a 20 kV, em retro-dispersão e em modo de pressão variável, a 10 Pa, sem revestimento de camada condutora. A quantificação elementar foi realizada com recurso ao software Esprit 2.2 com aplicação do método PB-ZAF. O teor em oxigénio foi calculado através da estequiometria dos elementos e dos seus óxidos considerados frequentemente (Na_2O , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , Fe_2O_3 , ZnO , As_2O_3 , ZrO e PbO), e os resultados foram normalizados a 100%. A análise foi realizada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

ADERÊNCIA

Mimoso et. al (2012) referem que um processo simples de medição da aderência do vidro consiste em tracioná-lo numa direção ortogonal à superfície, até à rotura. A tração aplicada na superfície do vidro (e a reação absorvida na parte oposta do corpo cerâmico) vai tensionar elasticamente os materiais até ocorrer uma cedência no vidro, ou na chacota, ou na interface entre ambos. Desta forma, definem uma aderência generalizada do vidro com base na tensão final a que se verifica a rotura por cedência do elo mais fraco do conjunto. Esta aderência generalizada inclui a coerência dos próprios materiais, uma vez que a rotura ocorre frequentemente, quer na chacota, quer no vidro. A tensão final observada é usada como uma medida da aderência (generalizada) do vidro. No presente trabalho, o processo foi adaptado de acordo com equipamento disponível, sendo a resistência de aderência dos vidrados determinada usando uma prensa de pull-off (Dyna Proceq Z16E). O ensaio foi realizado em três azulejos modernos diferentes (FAZ049, FAZ050, FAZ051 e no substrato cerâmico com vidro TR81) usando parafusos M5 (\varnothing 5 mm) aplicados com resina epóxida *Loctite hysol 3471* 1: 1 e deixados a curar durante 24h em condições de laboratório (20 ± 2 °C). A força foi aplicada a uma taxa de 10 N/s (Figura 6.5).

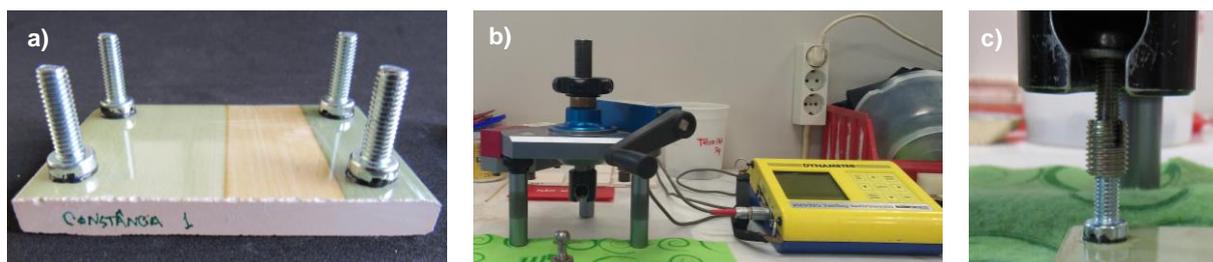


Figura 6.5 a) parafusos M5 (\varnothing 5 mm) aplicados com resina epóxi, b) equipamento pull-off para ensaio de aderência, c) sistema utilizado no ensaio de aderência dos vidrados antes a após o recozimento.

6.2.5. FINALIDADE DO ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Nos azulejos, o que se observa *in situ* é o resultado da ação dos agentes de degradação que atuam ao longo dos anos. Têm sido experimentados no LNEC ensaios de envelhecimento em azulejos (Mimoso, Pereira, e Silva 2011; S. Pereira e Mimoso 2011) com o intuito de perceber de que forma os defeitos de fabrico podem influenciar ou potenciar a degradação. Os estudos desenvolvidos demonstraram a viabilidade das simulações laboratoriais, o que conduziu a um estudo recente (Brito

2016) onde foi reproduzido o dano encontrado em obra através de ensaios de envelhecimento acelerado com agentes potencialmente responsáveis pelas degradações, como cloreto de sódio, soluções alcalinas, e espécies contaminantes de solubilidade variável com a temperatura.

Desta forma, para avaliar o desempenho a longo prazo dos azulejos restaurados por recozimento, foi realizado um ensaio de envelhecimento acelerado, embora com algumas adaptações, baseado no ensaio alcalino com hidróxido de sódio utilizado por Lurdes Esteves (2016), que foi o que simulou uma degradação (a separação limpa do vidrado do corpo cerâmico) que se observava na prática. As amostras sem e com recozimento foram seladas com resina epóxi *Loctite hysol 3471* nas extremidades laterais e secas a 40 °C até peso constante. Posteriormente, os fragmentos foram colocados em caixas onde só a parte inferior da chacota ficou em contato com a solução de NaOH pH 14 estabelecida pela norma ASTM C1567-11, numa estufa a 60 °C durante 30 dias (Figura 6.6). Durante o ensaio, fez-se o controlo da solução NaOH de forma a garantir que as chacotas estivessem sempre imersas na solução.

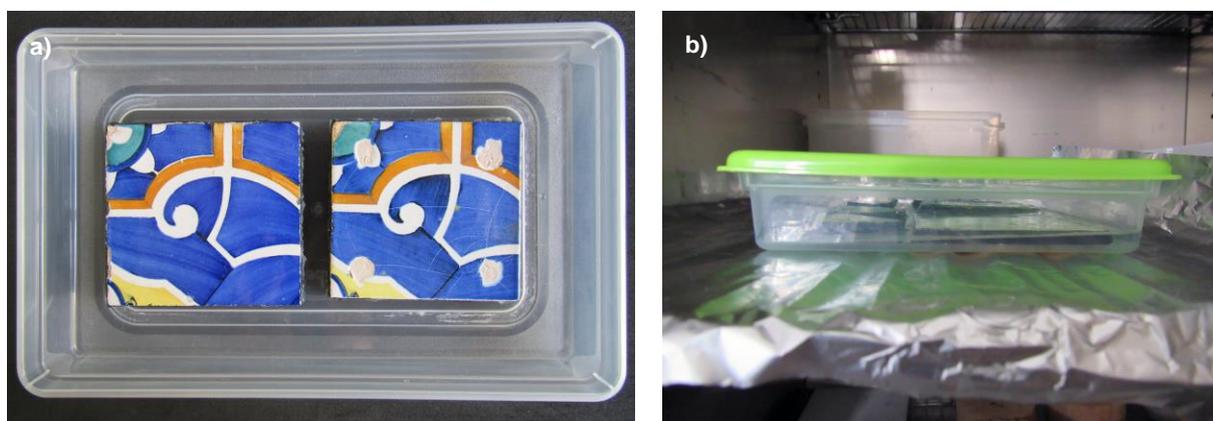


Figura 6.6 Ensaio de envelhecimento acelerado: a) fragmentos sem e com recozimento colocados nas caixas com solução alcalina; b) vista de lado da caixa porta-amostras colocada na estufa a 60 °C.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1. RECOZIMENTO DOS AZULEJOS MODERNOS

A técnica de recozimento foi caracterizada de um modo visual em termos de sua eficácia na abordagem, dos seguintes problemas: i) reintegração de lacunas em áreas de perda de vidrado, ii) fissuras de vidrado.

Na maioria das amostras o processo demonstrou ser eficaz em relação à reintegração de lacunas de vidrado e eliminação da fissuração (Figura 6.7), com o vidrado TR81 adicionado a preencher as lacunas provocadas pelo ensaio pull-off, embora na amostra FAZ049 (Figura 6.7 a) se observe em determinadas zonas que o vidrado não preencheu a totalidade da lacuna, podendo o resultado dever-se a uma quantidade insuficiente de vidrado ou mais provavelmente a uma retração do mesmo durante o processo. Na amostra FAZ093-2 o processo eliminou a fissuração presente no vidrado branco (Figura 6.8), contudo após o processo observou-se uma maior heterogeneidade na camada

do vidrado azul, o que compromete a decoração, podendo este resultado estar relacionado com a temperatura, como anteriormente observado por Chaban et. al (2015).

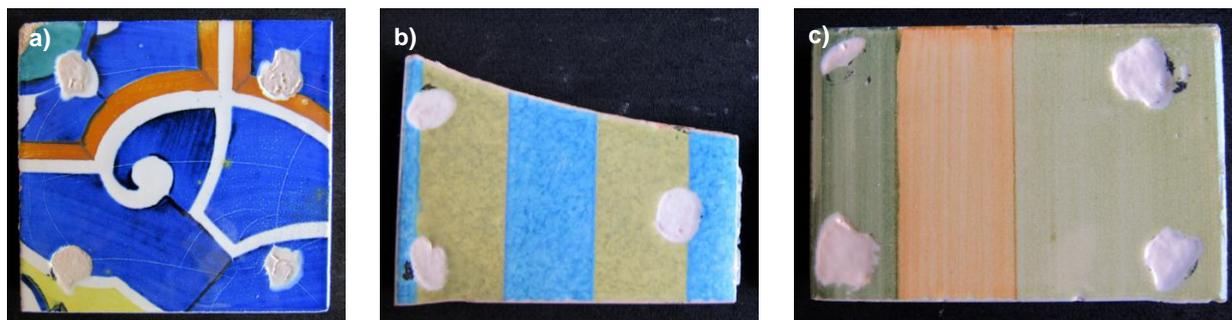


Figura 6.7 Fragmentos após o recozimento: a) FAZ049-2; b) FAZ050-2; c) FAZ051-2.

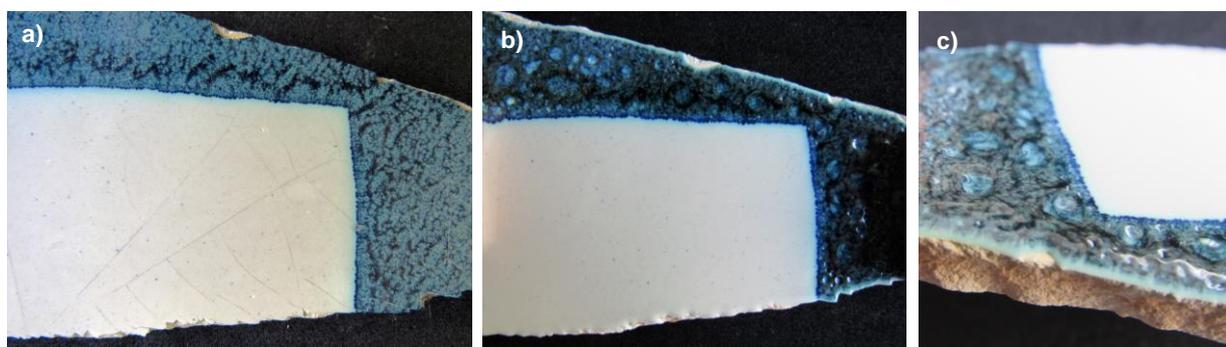


Figura 6.8 Azulejo FAZ093: a) antes do recozimento fissuras visíveis no vidrado branco; b) após o recozimento: eliminação de fissuras no vidrado branco e presença de bolhas no vidrado azul; c) detalhe das bolhas do vidrado azul.

Na amostra FAZ049-2 (Figura 6.9 a) é ainda possível observar que fissuras indetetáveis a olho nu antes do recozimento, ficaram evidenciadas após o processo (Figura 6.9 b). Através de observação por microscopia ótica verifica-se que as mesmas foram preenchidas com o vidrado branco subjacente (Figura 6.9 c), o que se torna interessante pois o vidrado original foi capaz de preencher fissuras existentes eliminando de certa forma a fissuração do vidrado. Porém, do ponto de vista estético, o resultado é menos satisfatório uma vez que em alguns casos as fissuras, quando em contraste com uma camada de vidrado de cor escura, ficaram marginalmente mais visíveis (Figura 6.9). O recozimento proporcionou ainda um aumento do brilho na maioria das amostras, exceto na FA051-2 em que o valor é ligeiramente inferior (Tabela 6.1).



Figura 6.9 Azulejo FAZ049-1: a) sem recozimento; b) evidência das fissuras após o recozimento; c) imagem de microscopia ótica da fissura com preenchimento do vidrado branco subjacente.

Tabela 6.1 Média e desvio padrão de valores (cinco medições em cada direção - horizontal e vertical) da medição do brilho dos vidrados antes e após o recozimento

Azulejos	Pré-recozimento	σ	Pós-recozimento	σ
FAZ049-1	78,7	7,1	89,4	8,5
FAZ049-2	73,7	7,4	93,1	9,5
FAZ050-1	56,6	4,1	84,9	3,5
FAZ050-2	52,4	10,3	92,0	3,2
FAZ051-1	99,3	0,7	99,6	4,1
FAZ051-2	98,9	1,1	96,4	10,3

Os resultados referentes aos testes de re-adesão com os fragmentos de vidro mostraram-se pouco satisfatórios. No primeiro, onde se colocou o fragmento de vidro sob o substrato cerâmico, os três fragmentos de diferentes cores não aderiram e ficaram enrolados nas pontas ou mesmo na totalidade (Figura 6.10 a e a-1)). No teste usando o Paraloid B72, apenas o vidro branco aderiu e numa só zona, ficando o restante igualmente enrolado (Figura 6.10 b e b-1). Por fim, o uso de óxido de chumbo contribuiu em parte para a aderência do fragmento ao substrato, que acabou por fundir com o mesmo resultando numa certa mistura dos dois após o processo (Figura 6.10 c e c-1). Todavia, esta forma poderá não ser viável uma vez que não atuou apenas como adesivo, tendo-se misturado com o vidro original, alterando a sua composição e a sua cor, ficando com uma tonalidade amarela indesejável. Com estes resultados verifica-se que as primeiras opções não são eficazes como formas de restauro de destacamento de vidro, podendo eventualmente ser considerada a solução utilizando um fundente como o óxido de chumbo, embora tenham que ser realizados mais estudos para confirmar a viabilidade e utilidade, sendo que é uma opção que pode alterar a composição e o aspeto final do vidro.

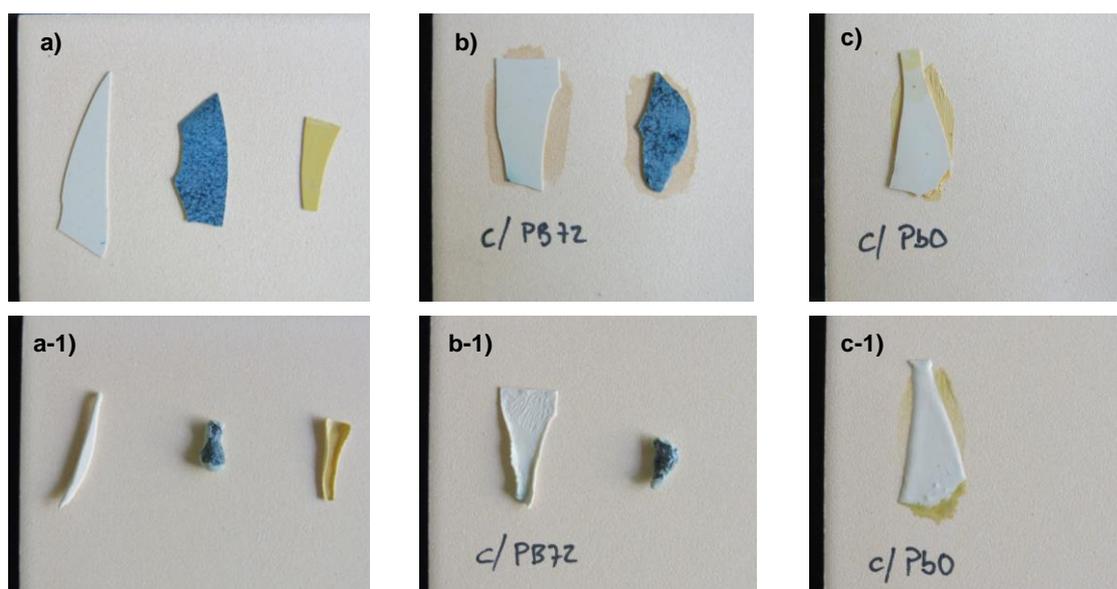


Figura 6.10 Fragmentos de vidro sobre o substrato cerâmico de referência antes (fila superior de imagens) e após o recozimento (fila inferior): a) colocados apenas no substrato; b) fixos com recurso ao adesivo PB72; c) fixos com recurso a óxido de chumbo.

6.3.2. TESTES DE ADERÊNCIA DOS VIDRADOS

A aderência do vidro ao corpo cerâmico aumentou em todas as amostras após o processo de recozimento, com valores entre 1,59 – 2,71 MPa (Figura 6.11). A aderência do vidro TR81 adicionado não demonstra ser muito diferente em relação ao vidro original (1,01 MPa) na amostra FAZ049, apresentando um valor de 1,21 MPa, mas é inferior nas outras duas amostras (FAZ050 e FAZ051), que situam-se na mesma faixa de valores (entre 1,44 – 1,53 MPa). No azulejo FAZ093, a aderência do vidro também não mostrou piorar após o processo, aumentando ligeiramente no vidro azul (Figura 6.12). Estes resultados demonstram que mesmo sujeitos a uma nova cozedura, a aderência generalizada dos vidrados das amostras estudadas não aparenta ser afetada.

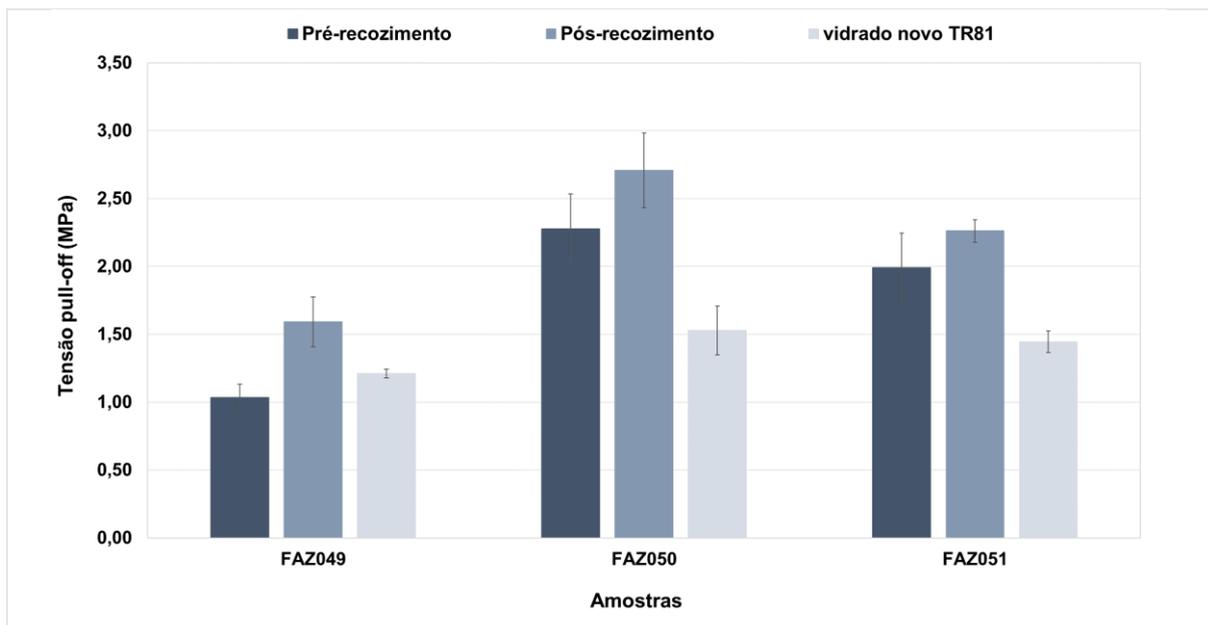


Figura 6.11 Gráfico com resultados de pull-off nos vidrados originais e TR81 antes e após o recozimento.

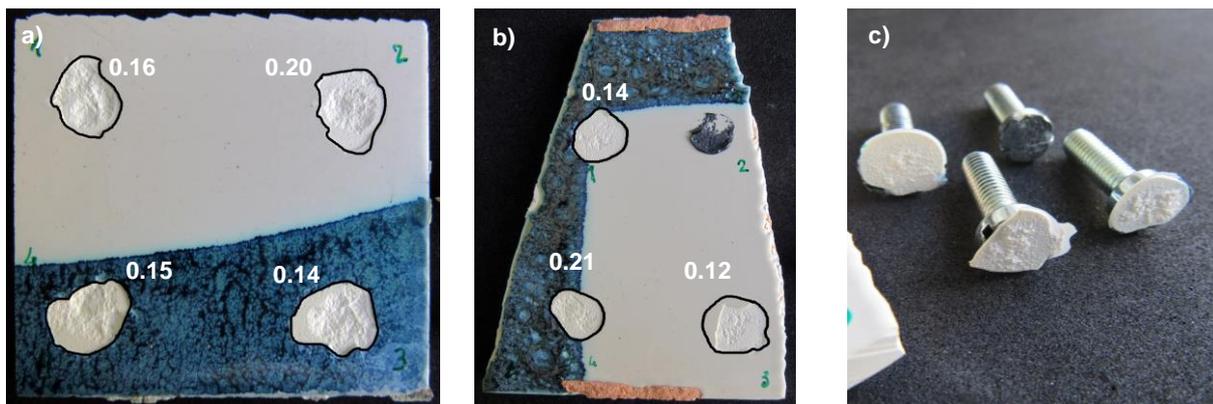


Figura 6.12 Testes de pull-off em FAZ093: a) resultados da força final sem recozimento (kN); b) resultados da força final com recozimento (kN); c) fratura após o recozimento.

6.3.3. CARATERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E QUÍMICA

A Figura 6.13 compara imagens óticas de seções das amostras de fragmentos antes e depois do recozimento. A observação não detetou nenhuma alteração potencialmente prejudicial causada pelo processo, sendo que a cor das chacotas se mantém igual. Em todas as amostras a união entre

vidrado original, o vidro novo adicionado e chacota foi satisfatória, não se verificando destacamento ou separações entre eles. No entanto, as amostras FAZ049-2 e FAZ051-2 mostram uma ligeira irregularidade na superfície na zona correspondente ao vidro TR81 adicionado (Figura 6.13 b e f), provavelmente devido à redução de volume inerente à fusão da camada do vidro em pó depositado, provocando um efeito de abaixamento da superfície.

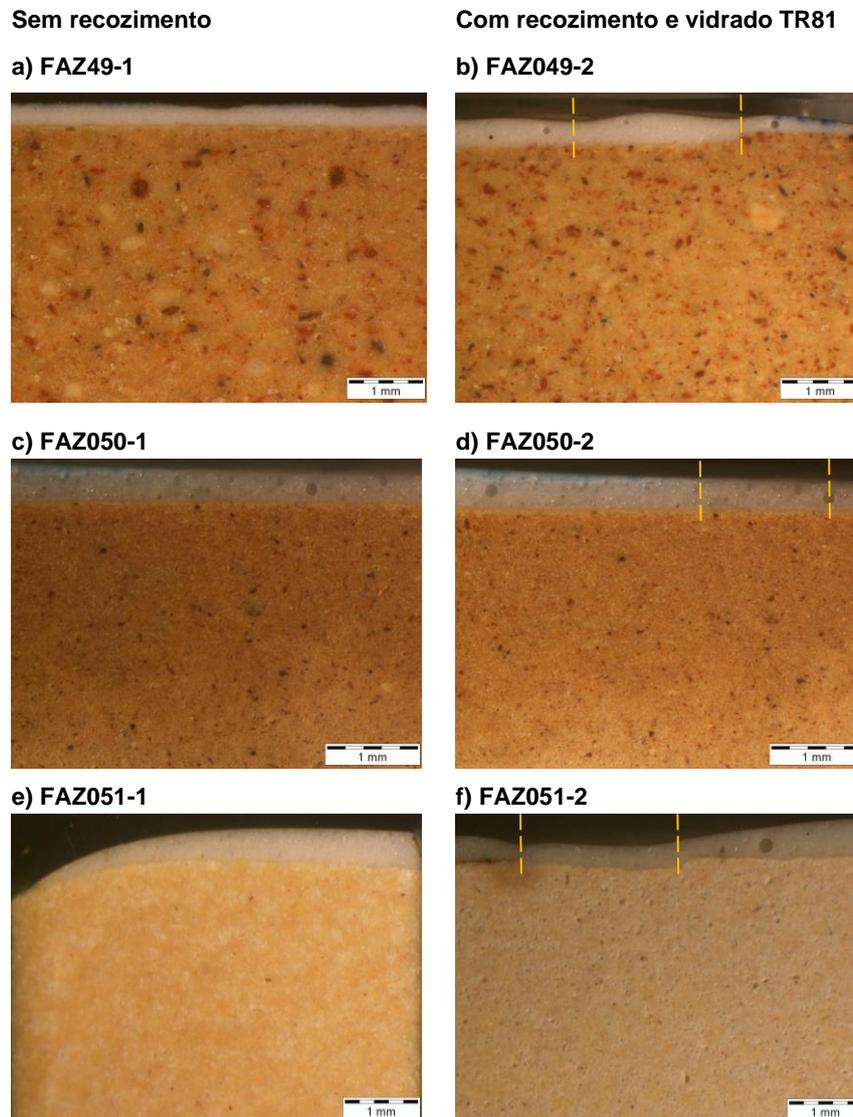
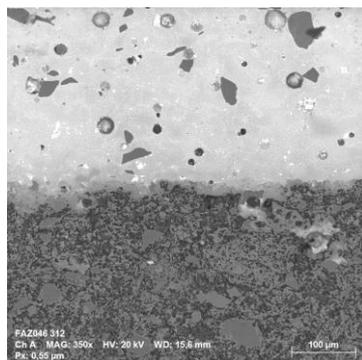


Figura 6.13 Observação por microscopia ótica dos vidrados sem recozimento e com recozimento e vidro TR81 adicionado (identificado entre os tracejados a amarelo).

A Figura 6.14 apresenta e compara imagens de MEV de seções de amostra com e sem o processo de recozimento, descrevendo as suas principais características micro-morfológicas. As amostras não apresentam alterações notáveis após o recozimento, sendo que não se observa nenhuma alteração preocupante ou prejudicial a nível do vidro e chacota na ligação com o vidro TR81 adicionado (Figura 6.14 c, f e i). Através dos resultados obtidos verifica-se que a aderência do novo vidro assim como a união com o existente é satisfatória, demonstrando que o processo de recozimento pode ser um potencial método de restauro, em particular na ausência de alternativas simultaneamente satisfatórias e menos intrusivas.

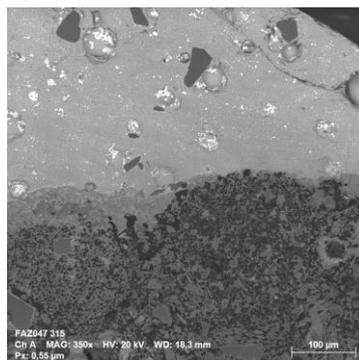
Sem recozimento

a) FAZ049-1



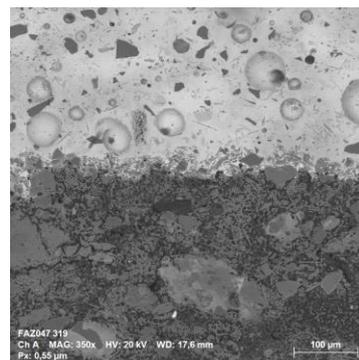
Com recozimento

b) FAZ049-2

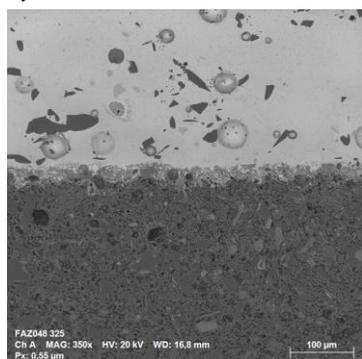


Com recozimento – TR81

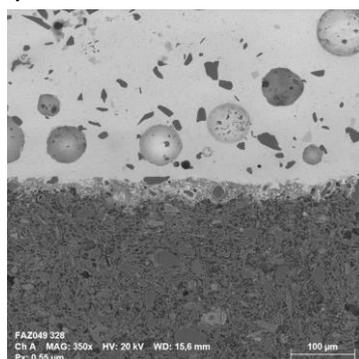
c) FAZ049-3



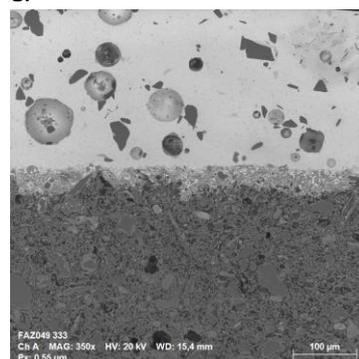
e) FAZ050-1



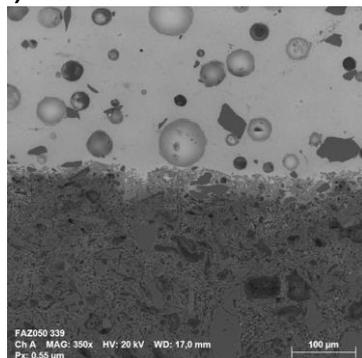
f) FAZ050-2



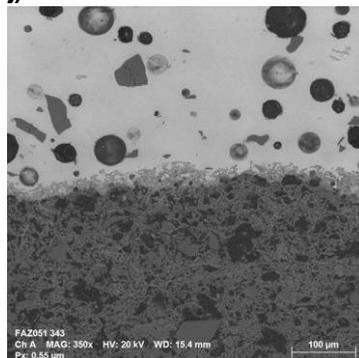
g) FAZ050-3



i) FAZ051-1



j) FAZ051-2



l) FAZ051-3

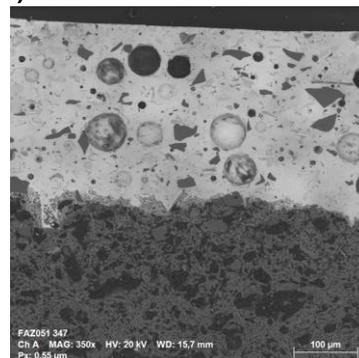


Figura 6.14 Imagens MEV-EDS dos vidrados sem e com recozimento, e a micro-morfologia do vidro TR81 nas diferentes amostras.

A Figura 6.15 apresenta os espectros EDS resultantes da zona de interface de uma das amostras (FAZ050), mostrando de uma forma mais visual que a composição do vidro, como seria de esperar, não foi praticamente alterada com o processo de recozimento, embora se observe uma pequena diminuição na intensidade do pico de Zr, que pode estar relacionada com questões de heterogeneidade da área de amostra, nomeadamente a aglomeração de cristais ricos em Zr. Os resultados da análise semi-quantitativa por MEV-EDS podem ser consultados na Parte II, Anexo 4 – Tabela 5.

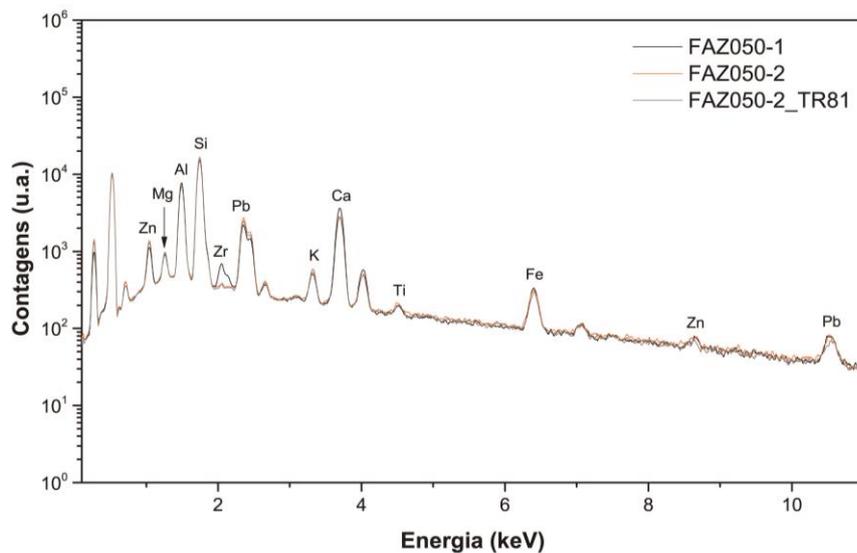


Figura 6.15 Espectros EDS resultantes da análise da zona de interface dos fragmentos do azulejo da fábrica Viúva Lamego: sem recozimento - FAZ050-1, com recozimento - FAZ050-2, e da zona com o novo vidro adicionado - FAZ050-2_TR81.

6.3.4. ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

O teste mostrou-se eficaz no sentido de criar deterioração nos azulejos, sendo que visualmente as amostras recozidas mostram menos os efeitos nocivos do envelhecimento quando comparadas com as amostras que não foram sujeitas ao processo, nas quais são visíveis as fissuras no vidro e eflorescências (Figura 6.16 a, c, e).

Sem recozimento
a) FAZ049-4



Com recozimento
b) FAZ049-3



c) FAZ050-4



d) FAZ050-3



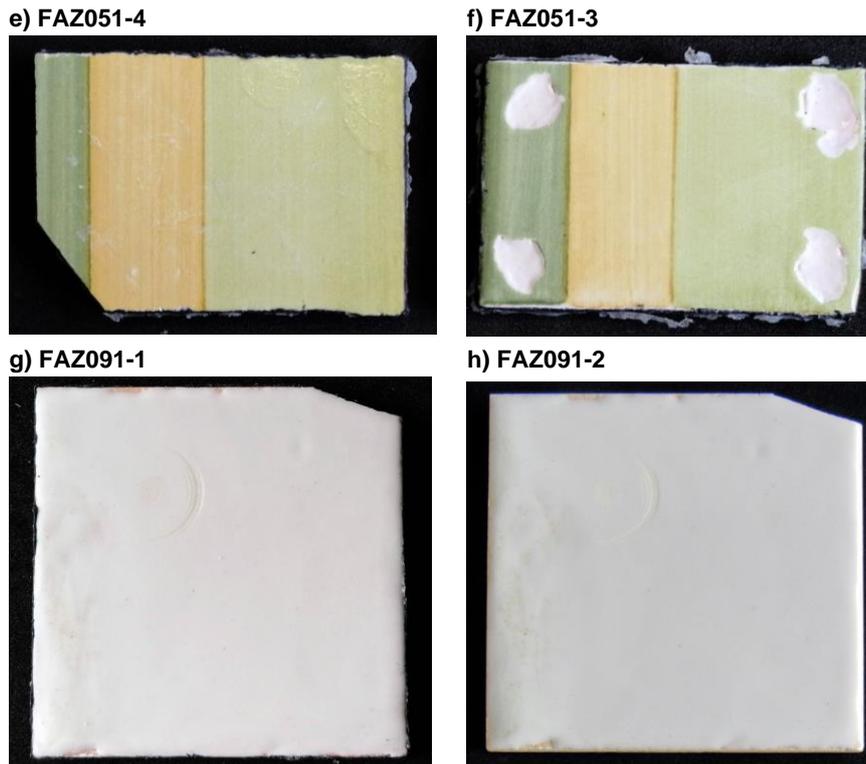


Figura 6.16 Fragmentos sem e com recozimentos após o ensaio de envelhecimento alcalino acelerado.

No entanto, o envelhecimento alcalino influenciou de maneira diversa o grau de resistência ao pull-off, mostrando que a aderência dos vidrados é menor quando os azulejos são sujeitos ao processo de recozimento, apresentando valores entre 0,70 – 1,57 MPa (Figura 6.17). Já os valores do vidrado TR81 adicionado (Figura 6.17) para colmatar as lacunas provocadas pelo ensaio de pull-off em cada amostra, mostram que a aderência (entre 0,81 – 1,78 MPa) é semelhante aos valores obtidos antes do envelhecimento (1,21 – 1,53 MPa) apresentados na Figura 6.11, subcapítulo 6.3.2. E mesmo o fragmento com vidragem total com o TR81 (FAZ091), confirma esta tendência, mostrando valores idênticos antes e após ser envelhecido artificialmente (Figura 6.18).

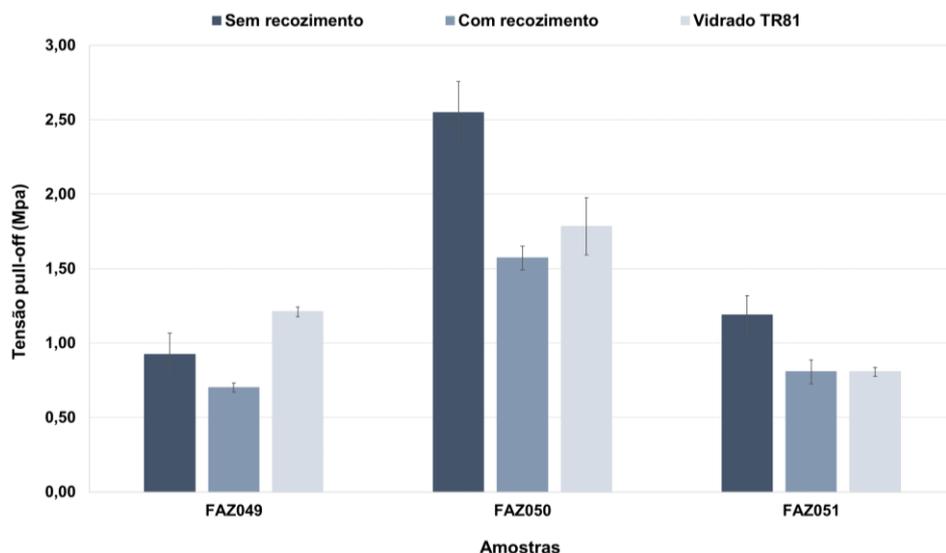


Figura 6.17 Gráfico com os resultados do ensaio pull-off após o ensaio de envelhecimento alcalino nas amostras sem e com recozimento, e do vidrado TR81 adicionado.

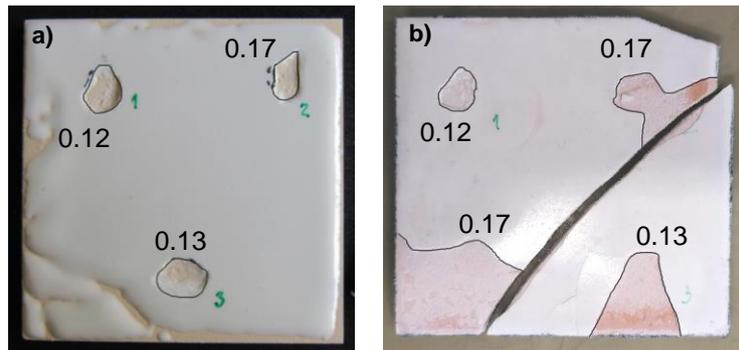


Figura 6.18 Fragmento de FAZ091 vidrado com TR81 para ensaio de envelhecimento: a) valores de pull-off antes do envelhecimento (kN); b) valores de pull-off após o envelhecimento (kN).

De referir ainda que nos vidrados sujeitos a recozimento, exceto o FAZ050-3 (Figura 6.19 b), se observou um comportamento sistemático quando sujeitos ao ensaio de pull-off, a rutura entre o vidrado e o corpo cerâmico deu-se pela interface e de forma limpa, verificando-se na chacota a presença dos sais resultantes da exposição à solução alcalina (Figura 6.19 a, c, d).

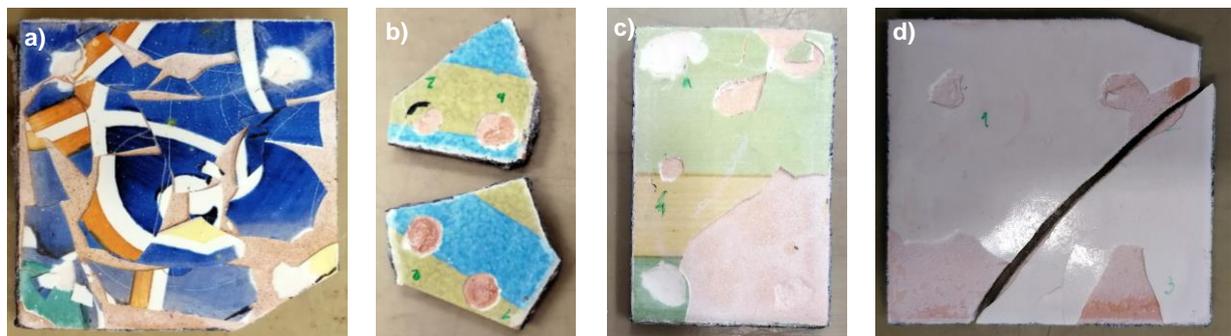


Figura 6.19 Fragmentos com recozimento sujeitos a envelhecimento alcalino após o ensaio de pull-off: a) FAZ049-3; b) FAZ50-3; c) FAZ051-3; d) FAZ091-2.

Embora se tenha verificado um aumento de aderência dos vidrados com o método de recozimento como visto anteriormente, os resultados obtidos após o ensaio de envelhecimento indicam uma possível influência na aderência a longo prazo, quando a interface é sujeita a molhagem com soluções alcalinas.

6.3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO RECOZIMENTO COMO FORMA DE RESTAURO

A proposta de novos métodos ou a investigação científica de métodos ainda pouco estudados, pode implicar questões éticas e deontológicas. Numa intervenção de conservação e restauro, cada caso deve ser analisado e diagnosticado individualmente, sendo que as metodologias e formas de intervenção seguem princípios éticos definidos, sem, contudo, existir uma solução ou metodologia única, mas sim várias opções e soluções possíveis. Com base nos resultados obtidos, discutem-se de seguida algumas vantagens e desvantagens do uso do método de recozimento (Tabela 6.3).

Tabela 6.2 Vantagens e desvantagens do método de recozimento nos azulejos modernos de exterior

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação das fissuras no vidro (craquelé) que operam como caminhos para a entrada de água no azulejo e evaporação de soluções salinas existentes na chacota, potenciando a sua degradação. • Utilização de materiais compatíveis a nível de propriedades químicas e físicas para o restauro de lacunas de vidro (vidro substitui vidro). • Conservação da chacota e do vidro originais mantendo ainda alguns dos valores (informação sobre as matérias-primas e técnicas originais) vs. remoção integral e substituição por réplicas. Sendo que os valores perdidos ficam conservados nos restantes azulejos do mesmo painel. • Com exceção do vidro novo adicionado, não se introduzem materiais novos que podem eventualmente ser incompatíveis. • Restauro de lacunas sem que seja necessário recorrer a réplicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauro entendido como muito intrusivo. • Risco de processo de recozimento não ser bem-sucedido originando alterações no aspeto dos azulejos. • Necessidade de um estudo individualizado para cada conjunto de azulejos sobre o método de recozimento. • Desconhecimento sobre possíveis efeitos prejudiciais a longo prazo, uma vez que os resultados obtidos sugerem que pode haver fragilidades decorrentes do recozimento. • Alterações mineralógicas que podem reduzir o valor dos azulejos enquanto testemunhos tecnológicos. • Eliminação da pátina antiga, conferindo aos azulejos um aspeto de novo. • Provável maior custo comparado com a execução de réplicas, sobretudo de réplicas de qualidade desconhecida.

Todavia, coloca-se a discussão sobre os casos em que se pode considerar legítima a utilização deste método de restauro. A remoção ou perda dos azulejos do suporte arquitetónico onde estão inseridos, compromete, muitas vezes de forma irreversível, o seu valor e também o do edifício ou envolvente. De facto, fazer perdurar no tempo os revestimentos azulejares, que são testemunhos históricos, artísticos ou mesmo técnicos de uma determinada época, é geralmente o principal objetivo quando se fala na conservação de património.

A questão da durabilidade do revestimento cerâmico como elemento principal de uma fachada, pode ser um fator que suporte a escolha do método de recozimento de azulejos, em detrimento de outras metodologias irreversíveis e menos eficazes. Estando a durabilidade intimamente ligada à qualidade do material, à sua forma de aplicação e aos componentes que vão compor o sistema, também a compatibilidade de cada constituinte do sistema é fator preponderante desta durabilidade, sendo que alguns métodos usados apresentam incompatibilidade (como a utilização de alguns ligantes

orgânicos à base de resinas poliéster e epóxicas (Marta Mendes 2015)) com o sistema onde estão inseridos os azulejos, podendo provocar ainda mais deterioração.

A proposta deste método de restauro pode, por exemplo, ser também suportada pela necessidade de resolver os problemas que a alternativa existente e comumente utilizada apresenta, que é, muitas vezes, a substituição destes azulejos por réplicas, sendo que os originais são alienados. O processo pode ainda evitar casos como o da Figura 6.20, onde a estética é comprometida pela incorporação de réplicas ou azulejos diferentes em certas zonas, o que quebra a continuidade da leitura do revestimento azulejar original.

Quanto ao eventual decaimento da resistência ao contacto com soluções alcalinas, é de referir que Lurdes Esteves obteve sempre a separação entre o vidro e a chacota desde que o ensaio seja continuado pelo tempo necessário a esse resultado, presumindo-se que na presença de uma exposição prolongada a soluções de hidróxido de sódio o destacamento seja inevitável (Brito 2016). O que se verificou neste caso, foi que o recozimento pode diminuir a resistência ao contato com soluções alcalinas e, portanto, nesse caso particular, apressar o destacamento. Resultado este que, sem prejuízo de aconselhar um estudo mais aprofundado sobre a durabilidade dos recozimentos em condições adversas antes da sua aplicação prática, não é só por si um fator negativo porque existindo uma agressão alcalina, esta deve ser contrariada antes do restauro, sem o que a durabilidade dos azulejos ficará em qualquer caso comprometida.

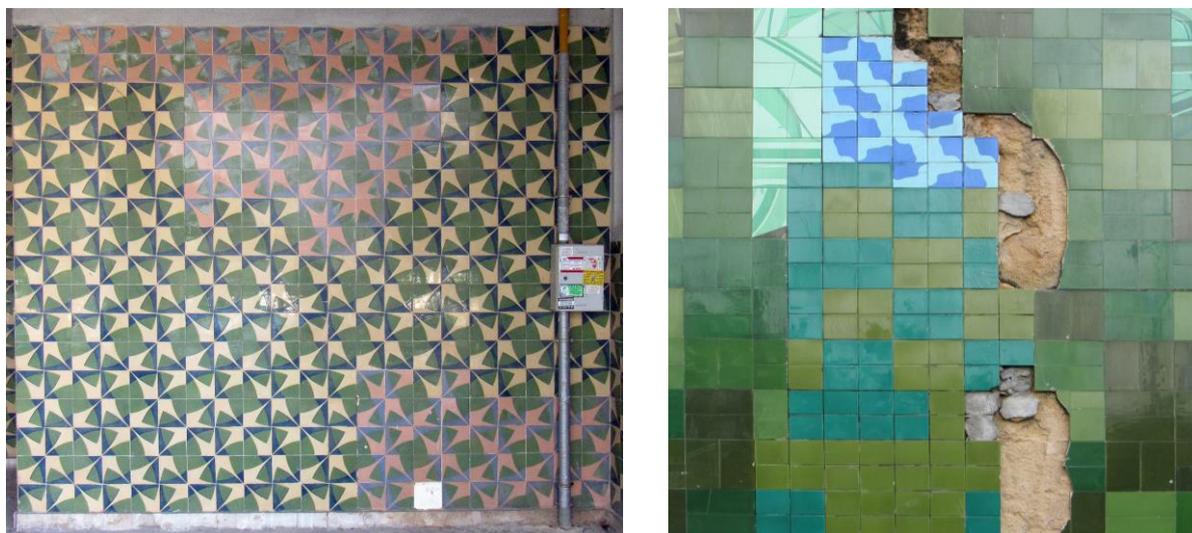


Figura 6.20 Intervenções de restauro com recurso a réplicas ou azulejos diferentes ao dos painéis.

Porém, é de salientar que deve ser assegurada a distinção dos azulejos submetidos ao processo, que pode, por exemplo, ser feito através de uma marca que permita identificá-los posteriormente, para que num eventual estudo de caracterização analítica dos mesmos, não haja indução a erro em relação às suas características. Os resultados obtidos contribuem para um aumento do conhecimento sobre o processo de recozimento, permitindo considerá-lo como um potencial método alternativo de restauro. Todavia, são necessários mais estudos e otimização do método de forma a compreender-se melhor as implicações a longo prazo.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. REVISÃO DOS OBJETIVOS

A investigação cujos resultados agora se apresentam teve como objetivos principais:

- i) a investigação sobre a história do uso do azulejo moderno em Portugal durante o Estado Novo, após a 2ª Guerra Mundial, de modo a identificar as suas fontes e as opções estéticas que favoreceram, nessa época, o uso dos azulejos integrados no exterior da arquitetura;

Em relação a este ponto, foi efetuada uma revisão de literatura com particular ênfase em estudos no domínio da História da Arte e da Arquitetura que trataram do azulejo na arquitetura moderna em Portugal e refletiram o entendimento que dele houve nessa época, desde uma arte em declínio por altura da 2ª Guerra Mundial, às influências do Brasil e de Le Corbusier, até à colaboração entre artistas e arquitetos portugueses e o uso moderno que foi dado ao azulejo em Portugal (Capítulo 1).

- ii) a sistematização dos estilos e aplicações em exterior, permitindo limitar o estudo a tipos e modelos considerados de maior relevância ou em maior risco;

Na sistematização dos estilos e aplicações em exterior foram definidos três tipos de revestimentos principais, revestimento relevante das fachadas (em que o revestimento interessa à generalidade da área da fachada), revestimento ao nível da rua (por exemplo em frentes de lojas, independentemente do acabamento da restante área de fachada) e revestimento decorativo (painéis ou decorações isoladas, em geral no piso térreo), o que permitiu limitar o estudo a tipos e modelos considerados de maior relevância ou em maior risco, relativamente ao seu estado de conservação. Considerou-se que a classificação num dos três tipos pode ser subjetiva, assim como a decisão de considerar, ou não, um qualquer caso como merecedor de inclusão numa lista de casos particularmente relevantes (subcapítulo 2.3).

- iii) a enumeração de um conjunto de obras em todo o País, ilustrando também o uso do azulejo moderno, tendo como objetivo aumentar substancialmente a lista de obras já conhecidas;

Foram identificados mais de 150 casos ainda não descritos, quer painéis de autor, quer aplicações de azulejos de padrão em diferentes regiões de Portugal. Dividiu-se em dois grupos os exemplares identificados: os painéis referidos na literatura, onde na maioria dos casos, a fábrica de produção e o autor estão atribuídos e, os painéis encontrados através de trabalho de campo, a que não se encontrou referência na literatura e cuja fábrica é, em geral, desconhecida. A lista completa pode ser consultada na Parte II, Anexo A

iv) o levantamento dos principais produtores, bem como de quaisquer marcas externas que os identifiquem (por exemplo, impressões de fabricantes ou morfologias particulares do corpo cerâmico);

Em relação a este ponto foram revistas algumas das principais publicações no domínio da produção de azulejo industrial, sendo que se identificou dez principais produtores (fábricas) em diferentes regiões do país. Incluiu-se ainda a fábrica Tijomel, que não era referida em estudos de azulejaria, neste ou em qualquer outro contexto, do uso do azulejo na arquitetura moderna em Portugal, sendo uma das contribuições originais resultantes desta investigação (Capítulo 3). Alguns azulejos modernos presentes na coleção do MNAz foram analisados para identificação de características morfológicas, sendo que se observou variações no tardo dos azulejos analisados, o que tornou difícil, apenas através de marcas externas, determinar com exatidão uma tipologia específica referente aos principais produtores identificados. Os resultados encontram-se no Capítulo 3 e na Parte II, Anexo 1.

v) o levantamento das técnicas de produção e o estudo da composição e micro-morfologia dos azulejos modernos;

As características físicas e químicas dos azulejos são consequência das matérias-primas e das tecnologias com que foram produzidos. Sobre este tema foi realizado um resumo, referenciado a fontes sobre o azulejo industrial, que tentou abranger a evolução das técnicas de produção de azulejos em Portugal desde o final do século XIX e durante o século XX, com as limitações impostas pelas poucas fontes existentes (Capítulo 3).

vi) o levantamento das formas de degradação encontradas em painéis de azulejos modernos;

Em relação a este ponto foram encontrados casos de interesse em 28 edifícios com azulejos modernos integrados, dos quais 17 se localizam na região de Lisboa e Vale do Tejo, um na região Centro e dez na região do Porto. Estes foram inspecionados, tendo sido realizados registos fotográficos e colhidas amostras para caracterização. Os resultados encontram-se no Capítulo 4 e na Parte II, Anexo 2.

vii) o estudo dos materiais e técnicas de restauro, assim como as consequências eventualmente evidentes do seu uso, no sentido de entender se podem ser uma boa solução em futuras intervenções.

Foi realizado um trabalho experimental sobre materiais de restauro alternativos, como os geopolímeros, que foram caracterizados em relação às propriedades químicas, físicas e mecânicas, assim como o estudo do seu comportamento a longo prazo, com uma campanha de ensaio de envelhecimento acelerado (Capítulo 5). Também foi testado um outro método de restauro, o recozimento de azulejos de padrão, e estudadas as consequências do seu uso. A campanha experimental simulou ainda o tipo de envelhecimento mais rigoroso sugerida por trabalhos realizados anteriormente, de maneira a verificar se este novo método fragilizava a ligação do vidrado, cujos resultados constam do Capítulo 6.

7.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

7.2.1. LEVANTAMENTO E INSPEÇÕES IN SITU

Cumprindo um dos objetivos propostos, o levantamento de casos permitiu identificar mais de 150 painéis de azulejos modernos e aumentar substancialmente a lista dos já conhecidos, sendo identificados 28 painéis com degradação macroscópica, onde foi possível fazer o levantamento das formas de degradação e colher amostras para o estudo das características dos azulejos. A grande quantidade de novos casos encontrados no País originou a criação do mapa on-line³⁰ com a identificação da sua localização, respetiva fotografia, coordenadas de GPS, e ainda uma breve descrição do seu estado de conservação, o que possibilita, espera-se, um maior interesse pela sua conservação. A sistematização dos estilos e aplicações em exterior de cerâmicas vidradas decorativas na arquitetura moderna portuguesa, baseada no valor estético e o utilitário, permitiu limitar o estudo a tipos e modelos considerados de maior relevância ou em maior risco, em relação ao seu estado de conservação.

Destacou-se a singularidade dos diversos exemplos de revestimentos azulejares ao nível do piso térreo dos edifícios modernos em Portugal, quer em frentes de lojas, quer na decoração de entradas de edifícios, que são frequentemente esquecidos por contrapartida com os revestimentos integrais de fachadas, em particular os mais antigos, e, por isso, em risco de perda à medida que as lojas ou similares são transferidos para novos proprietários ou diferentes ramos de negócio. Também o número expressivo de casos identificados na cidade do Porto, levou a um aumento substancial na lista de casos conhecidos, pois, até onde se sabe, a literatura publicada inclui muito pouca informação relativa aos casos enumerados. Referiu-se ainda as soluções decorativas com as pequenas pastilhas Tijomel, um novo tipo de revestimento cerâmico vidrado identificado, classificável como azulejo. Produzidos em várias cores e padrões abstratos, foram integrados no exterior da arquitetura moderna em Portugal com grande criatividade criando resultados esteticamente impactantes. O uso destes azulejos, diferentes em dimensões ou valor decorativo dos azulejos portugueses clássicos, transmite só por si uma noção única de modernidade.

A profusão de novos casos encontrados, alguns de notável singularidade e interesse, conduzem à conclusão de que muitos outros terão ficado por identificar e de que a sua procura e divulgação podem concorrer para a organização de rotas culturais cobrindo integralmente os cinco séculos do uso do azulejo em Portugal tal como previsto na proposta da candidatura do azulejo integrado à Lista da UNESCO.

Os azulejos modernos com um conteúdo decorativo modificam significativamente o aspeto dos edifícios, criando um impacto estético que realça a sua singularidade. A conservação destes revestimentos deve partir da valorização dessa singularidade. Alguns casos já apresentam degradação, apontando para a necessidade de ações de preservação deste património (quase)³¹

³⁰ Disponível: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1C7SW0ybwmx6eEhDs5iKxYjFKFFw&usp=sharing>

³¹ Conhecem-se alguns exemplos no sul de Itália, incluindo na Sicília, embora de maneira alguma comparáveis com a expressão existente em Portugal.

exclusivo da arquitetura moderna do Brasil e de Portugal, não só pelo seu caráter distintivo, mas também pela forma como complementam a modernidade das construções. O presente trabalho espera contribuir para o entendimento do seu valor no contexto europeu da arquitetura moderna e chamar a atenção para a sua relevância parte da cadeia que assegurou a continuidade da tradição e da variedade do fenómeno azulejar em Portugal.

7.2.2. CARACTERIZAÇÃO DOS AZULEJOS

Neste trabalho, apresentou-se um primeiro estudo sobre as características dos azulejos modernos produzidos em Portugal durante o período 1950-1974.

Os resultados da análise morfológica revelam o uso de duas técnicas diferentes, uma faiança clássica de vidro plúmbico estanífero, e técnicas mais recentes com base em vidrados de boro e opacificantes de zinco, arsénio e zircónio.

Em relação à composição química, os resultados mostram que existem dois tipos de vidrados, o tradicional plúmbico, e um tipo moderno em que o boro substitui o chumbo e que, tanto quanto se sabe, ainda não tinha sido referido em estudos das produções portuguesas. Nos vidrados que contêm boro, os teores determinados variam entre ca. 4 – 8% em peso, sendo que o boro pode eventualmente ter sido utilizado para substituir apenas parte do chumbo, este último com teores entre ca. 6 – 31 % em peso nas amostras em que foi encontrado.

Outras técnicas modernas foram utilizadas na opacificação dos vidrados, em alternativa ao uso do estanho. Além do uso alternativo ou concomitante do óxido de zinco, já conhecido do séc. XIX, também a substituição do estanho por zircónio ou por arsénio, este último caracterizando as produções da Fábrica Lusitana desde a década de 1920.

Em relação aos pigmentos, a par com a continuidade dos azuis de cobalto, com a eventual detecção de concomitante de crómio ou cobre, e negros de cobalto, ferro, crómio e manganês, identificou-se um pigmento *bordeaux* a ser produzido por um sistema Cr-Sn-Ca-Si, e um pigmento rosa possivelmente de zircónio-ferro.

Todos os corpos cerâmicos analisados são em maior ou menor grau calcíticos. Ao comparar duas amostras de uma mesma produção fabril, os resultados são distintos, revelando que uma mesma fábrica poderia utilizar corpos cerâmicos diferentes, talvez por aquisição a fornecedores especializados, sendo difícil, por meio das chacotas, classificar ou atribuir uma tecnologia específica a uma determinada fábrica. A pequena amostragem revelou uma variação de composições existente nas chacotas, vidrados e pigmentos do período moderno, demonstrando a necessidade de estender ainda mais a investigação às características destes azulejos.

Os processos envolvidos na fabricação dos azulejos sofreram alterações devido à industrialização. As novas composições dos vidrados e a transição para os fornos elétricos, proporcionaram diferenças nos produtos resultantes. Ciclos curtos de cozedura a temperaturas mais altas puderam agora ser

utilizados, evidenciados também por interfaces muito nítidas entre o vidro e a chacota, talvez uma das causas do descasque relativamente rápido de alguns vidros sem chacota aderente.

7.2.3. MATERIAIS E MÉTODOS DE RESTAURO

PASTAS DE PREENCHIMENTO

Foram usadas diversas técnicas analíticas para caracterizar diferentes pastas de preenchimento, nomeadamente geopolímeros à base de silicato de sódio, de forma a entender as suas propriedades e compatibilidade com os azulejos modernos, e como comparação a nível de desempenho e eficácia, duas cais hidráulicas (Ledan® C30 e NHL 3.5).

Através da observação visual, o metacaulino ARGICAL-M 1000® (MK1000) e MetaStar® 501 (MK750) foram considerados a melhor fonte de aluminossilicato em termos de trabalhabilidade e eficácia. As formulações com melhores resultados foram aquelas obtidas com a solução ativadora na proporção 7:1 para temperaturas de cura de 21 °C. Os resultados obtidos confirmam que é muito importante limitar a evaporação da água durante a reação de geopolimerização, pois ajuda a prevenir a fissuração, reduzindo a possibilidade de uma aderência fraca ao substrato, e eventual desagregação das pastas quando aplicadas no azulejo. As pastas exibem uma cor que varia entre branco e bege, dependendo do tipo de metacaulino utilizado, e apresentam uma superfície lisa e levemente brilhante, especificamente nas formulações 5:1 e 7:1, muito diferente da textura mais granulada da pasta formulada com a solução alcalina de NaOH.

A análise por FTIR demonstrou que após a reação de geopolimerização, a ligação Si – O – T (em que T=Si ou Al) sofre um ligeiro desvio para números de onda mais baixos, sendo observada no espectro na região ~ 1007 cm⁻¹, geralmente considerada como a impressão digital da matriz do geopolímero (Joseph Davidovits 2015).

Contrariamente à formulação com a solução alcalina de NaOH, onde se observou visualmente e posteriormente através da medição dos sais solúveis, uma maior quantidade de eflorescências e sais solúveis (Gerald et al. 2016), as formulações com o uso da solução Na₂SiO₃ + NaOH não mostraram presença de eflorescências através da observação visual durante a cura das pastas. A dessalinização demonstrou que a maioria dos iões de metais alcalinos (Na⁺) são provavelmente estabilizados na estrutura dos geopolímeros à base de silicato de sódio, e que o pH da água no último banho (o 3º) é de 9 – 8 no Gp750_7:1 e Gp1000_7:1, respetivamente, valores inferiores obtido para o GpNaOH_1000 (3º banho pH 10).

Através da análise de EDS, foi possível verificar que a diferença entre as pastas com e sem o procedimento de dessalinização é reduzida, e que possivelmente existe mais Na reagido na composição final dos geopolímeros à base de silicato. Desta forma, o método de dessalinização nestas novas formulações pode eventualmente não ser considerado pois a libertação de sais solúveis mostrou-se reduzida, o que leva a considerar que não seja tão prejudicial a sua aplicação no restauro dos azulejos.

As propriedades básicas determinadas mostraram que as pastas de preenchimento (geopolímeros, Ledan® C30 e NHL 3.5) têm porosidade aberta não muito diferente do corpo cerâmico dos azulejos modernos, o que as torna boas candidatas para substratos de azulejos em termos de indicadores de desempenho se comparados com a chacota. Quando se altera o rácio, especialmente nas cais hidráulicas, existe uma diferença na absorção de água por capilaridade, relacionada com uma maior porosidade.

Embora com algumas diferenças observadas nas propriedades mecânicas e físicas (flexão, expansão hídrica e térmica) para os substratos de cerâmica de referência, a maioria das pastas e, especialmente os geopolímeros à base de silicato, são materiais muito promissores para preenchimento de lacunas de vidro nos azulejos. Numa das propriedades determinantes, a resistência de aderência ao substrato, tanto os geopolímeros como o Ledan® C30, revelaram uma clara vantagem quando comparados com materiais de preenchimento mais utilizados, como pastas à base de cal aérea e mesmo o NHL 3.5, o que mostra uma clara vantagem visto que a principal questão relacionada com as pastas inorgânicas comumente utilizadas no preenchimento de lacunas de azulejos é a baixa aderência ao substrato. Estes resultados levam a considerar que podem ser uma potencial solução para contornar a falta de durabilidade e eficácia revelada pela maioria dos produtos inorgânicos usados hoje em dia no restauro de azulejos.

Comparando os geopolímeros à base de silicato de sódio com os formulados usando apenas a solução NaOH 12M, a sua aderência é maior ao substrato cerâmico de referência, embora na validação com os azulejos modernos os valores tenham sido idênticos entre os dois tipos de formulações. Porém, mesmo com a aderência das pastas geopoliméricas a não diferir muito em relação ao tipo de ativador utilizado, os geopolímeros à base de silicato constituem uma solução mais eficaz pois, como visto anteriormente, libertam uma menor quantidade de sais e apresentam um melhor comportamento com o tempo.

As pastas LD_1:2 e LD_1:3 foram as que mostraram maior eficácia ao longo do tempo, uma vez que não apresentaram fissuras nem destacamentos após o envelhecimento acelerado, e a sua aderência, embora tenha diminuído, ainda se manteve superior quando comparada com outros materiais inorgânicos (cal aérea) e com os geopolímeros. De um modo geral, as pastas apresentam compatibilidade com os azulejos ao longo do tempo, sendo que o Ledan® C30 foi o material que demonstrou maior resistência ao envelhecimento.

RECOZIMENTO COMO MÉTODO ALTERNATIVO DE RESTAURO EM AZULEJOS MODERNOS

O processo de recozimento mostrou ser eficaz em relação à reintegração de lacunas de vidro e eliminação da fissuração, com o vidro TR81 adicionado a preencher as lacunas provocadas pelo ensaio *pull-off*. O processo permitiu também eliminar a fissuração presente no vidro branco da amostra FAZ093-2, contudo observou-se uma maior heterogeneidade na camada do vidro azul, podendo este resultado estar relacionado com a temperatura, como anteriormente observado por Chaban et al. (2015). Deste modo, o ciclo de cozedura pode eventualmente produzir efeitos

indesejáveis nos vidrados dos azulejos sujeitos a nova cozedura, sendo essencial a sua otimização para cada conjunto azulejar.

Os testes de re-adesão a quente de fragmentos de vidro com interposição de Paraloid B72 ou de óxido de chumbo mostraram-se pouco satisfatórios, sendo que este último foi a única solução que contribuiu, em certa medida, para a re-adesão do fragmento ao substrato.

Os resultados da análise morfológica revelam que não há nenhuma alteração potencialmente prejudicial causada pelo processo, sendo que a cor das chacotas e o aspeto geral dos vidrados se mantém igual, e a união entre vidro original, o vidro novo adicionado e chacota é satisfatória, não se verificando destacamento ou separações entre eles. A aderência generalizada dos vidrados das amostras sujeitas a uma nova cozedura não aparenta ser afetada, tendo até, no geral, aumentado.

O envelhecimento acelerado em meio alcalino mostrou-se eficaz para provocar deterioração nos azulejos, sendo que as amostras sem recozimento demonstraram visualmente uma maior evidência de eflorescências através do seu craquelé, quando comparadas com as que foram sujeitas ao processo, nas quais o craquelé foi eliminado. O recozimento diminuiu de maneira perceptível a resistência da ligação entre vidro e a chacota após um envelhecimento em meio alcalino, mostrando que muito possivelmente o método pode influenciar a aderência a longo prazo, particularmente em condições adversas. No entanto, de acordo com a boa prática nas intervenções, tais condições particularmente propiciadoras da degradação deveriam ser eliminadas antes do restauro dos azulejos aplicados.

Em conclusão, os resultados obtidos permitem considerar o processo de recozimento como um potencial método alternativo de restauro, embora evidencie a necessidade da realização de mais estudos sobre os seus efeitos a longo prazo. É igualmente necessário um estudo preliminar em cada caso e a otimização dos parâmetros de cozedura de forma a evitar uma alteração indesejável do aspeto final do vidro. Deve, deste modo, ser bem ponderado o seu uso, e essencialmente de acordo com os valores que se pretende preservar e dos que, eventualmente, se aceita perder, uma vez que a recuperação não pode resultar na própria destruição do património que se deseja conservar.

7.3. NOVOS CONHECIMENTOS RESULTANTES DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA

1. A investigação realizada apresentou uma sistematização dos diversos tipos de uso de cerâmicas vidradas decorativas na arquitetura moderna portuguesa, com destaque para o caso singular das fachadas de lojas, assim como o expressivo número de casos identificados na cidade do Porto, o que possibilitou a criação, que se crê como primeira, de um mapa *online* com todas as obras encontradas, aumentando substancialmente a lista de integrações de azulejos modernos conhecidas.

2. A investigação realizada deu relevo, também pela primeira vez, a um novo tipo de revestimento cerâmico vidro, hoje esquecido, mas que teve vasta aplicação na arquitetura moderna portuguesa, designado por “azulejo Tijomel”. A sua riqueza, quer na variedade de cores e de padrões abstratos,

quer das aplicações que permite, incentivou a criatividade dos arquitetos e decoradores resultando em casos que transmitem uma noção direta de modernidade, contribuindo este trabalho para os realçar como património nacional único e merecedor de conservação.

3. No âmbito deste trabalho, foi realizada uma síntese de conhecimento sobre os materiais e técnicas de fabrico dos azulejos modernos. Em particular, caracterizaram-se instrumentalmente azulejos modernos portugueses (produzidos entre ca. 1950-1974), e verificou-se a utilização pelos fabricantes nacionais de composições não tradicionais, tais como vidrados de boro (em substituição do chumbo como fundente) e utilizando o zircónio como opacificante, em vez do estanho.

5. Da investigação realizada foi possível fazer um levantamento e sistematização das formas de degradação encontradas nos azulejos modernos, algumas das quais (particularmente o destacamento sem chacota aderente com início no vidrado branco) sugerem uma possível relação com a composição do vidrado e/ou com a tecnologia de fabricação.

6. Finalmente a investigação veio dar relevo à importância de materiais e métodos de restauro alternativos, como forma de resolver a reduzida eficácia e durabilidade reveladas pela maioria dos produtos inorgânicos usados atualmente no restauro de azulejos. O trabalho demonstrou que os geopolímeros e o Ledan® C30 são uma potencial solução que promete um comportamento satisfatório no longo prazo. O método de recozimento dos azulejos de padrão mostrou-se eficaz em relação à reintegração de lacunas de vidrado e eliminação da fissuração, mas criou em alguns casos, uma alteração indesejável do aspeto final do vidrado. O método pode também influenciar a aderência dos vidrados a longo prazo na presença de condições particularmente agressivas. Como em todos os casos de novas técnicas ou de técnicas ainda insuficientemente investigadas, são necessários estudos mais aprofundados, particularmente através do acompanhamento ao longo dos anos de restauros efetuados com os métodos utilizados neste trabalho, de forma a perceber se existem efeitos de longo prazo que não foi possível duplicar exatamente através dos ensaios de envelhecimento acelerado realizados.

7.4. OUTRAS LINHAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

Um trabalho vasto como o que aqui se tentou não se esgota em si próprio antes, por se tratar de um tema ainda pouco abordado e nalguns casos até intocado, se pode considerar ter sido realizada uma investigação de tipo exploratório. Ao abordar todo um leque de subtemas, é mais normal identificar domínios abertos a uma exploração mais detalhada, do que temas inteiramente novos que poderão ser alvo de exploração futura, quer no domínio das ciências do património, quer em outros domínios na vasta abrangência dos estudos do património azulejar. Seguem-se algumas propostas.

1. Na década de 1960 o Eng.º José Miguel dos Santos Simões tentou uma catalogação exaustiva dos azulejos portugueses dos séculos XVI, XVII e XVIII, no entanto não chegou a ter tempo para abordar os séculos XIX e XX que assumem aspetos particularmente difíceis derivados da vulgarização do azulejo na paisagem urbana. Uma linha de investigação poderia ser dedicada à catalogação

sistemática do azulejo moderno em Portugal, abrangendo a totalidade do território, mas agora também com um apoio analítico especificamente orientado para o apoio à determinação da proveniência fabril, que poderia constituir um complemento científico de grande valia.

Já que não seria possível abranger a totalidade dos casos, o estabelecimento de critérios permitindo depurar a lista de casos mais vulgares e considerados de menor valor, poderia constituir um interessante tema de investigação subsidiário, aplicável depois à sistematização crítica da azulejaria de fachada do século XIX.

2. O estudo das características dos azulejos modernos aqui iniciado, constitui um esboço do que poderia ser um projeto de investigação exclusivamente dedicado ao tema. Consistiria na amostragem de um número estatisticamente relevante de produções de cada fábrica da época escolhida (cinco, pelo menos, de cada tipo individualizável, sabendo-se que, por exemplo, a Fábrica Constância utilizou na época moderna vidrados de dois tipos diferentes), caracterização morfológica e analítica das chacotas e dos vidrados recorrendo também à difração de raios X, que não foi utilizada no presente estudo. Os procedimentos analíticos deveriam também incidir sobre os pigmentos utilizados, determinando-se a sua composição suportada por espectroscopia Raman.

3. Paralelamente seria dada continuidade ao levantamento das formas de degradação e tentativa de relação com a proveniência fabril e/ou com a composição. Neste contexto é de grande importância o estudo da interface entre o vidrado e a chacota, já que é uma zona particularmente sujeita a alterações que conduzem ao destacamento do vidrado. A investigação poderá recorrer a reproduções com base nas características conhecidas destes azulejos, de forma a avaliar, através de ensaios de envelhecimento acelerado, o comportamento em cada caso e tentar relacionar o tipo de destacamento com a tecnologia de produção.

4. As técnicas de restauro são ainda um domínio aberto a muitas novas contribuições, particularmente o estudo do comportamento dos restauros com o tempo através de observações de médio/ longo prazo. Exemplificando alguns aspetos:

i) estudar de forma mais aprofundada a lixiviação a prazo de compostos iónicos das pastas geopoliméricas, a fim de responder a algumas questões levantadas durante o processo, nomeadamente a eventual necessidade de se utilizar a dessalinização nas novas formulações à base de silicato de sódio;

ii) em termos dos fatores que influenciam o desempenho dos geopolímeros, considerar a variação da concentração da solução alcalina, testando outras proporções e as propriedades do metacaulino (por exemplo a área específica) e a variação da temperatura de cura para eventual uso em contexto de laboratório, por exemplo tentando uma temperatura mais alta de forma a aumentar a reação de geopolimerização e diminuir os compostos alcalinos que não reagiram;

iii) estudar a mineralogia das chacotas através da difração de raios X (DRX) antes e após o método de recozimento, de modo a observar se o processo impõe mudanças potencialmente

prejudiciais, aplicando depois o restauro a azulejos que seriam reaplicados em diversas obras e mais tarde amostrados para ensaio e verificação comparativa da degradação da ligação vidrado - chacota imposta pelo envelhecimento natural.

5. Finalmente, ao estudar as aplicações dos azulejos Tijomel, ocorreu-nos que uma possível razão para terem passado despercebidos pode ter sido a confusão com as chamadas “pastilhas de vidro”, muito utilizadas em revestimentos protetores e decorativos durante o período estudado, e conhecidas em Portugal pelo nome da primeira marca difundida no mercado: Evinel, registada no início da década de 1950 pela Companhia Vidreira Nacional COVINA. Embora sem a criatividade que permitiam os azulejos da Tijomel, encontraram-se revestimentos com Evinel que pareceram interessantes e são sem dúvida fundamentais à apreciação estética dos edifícios que os integram. Também se encontraram revestimentos em perda, quer, geralmente, por destacamento dos elementos vítreos, quer pela sua degradação.

Seria interessante dedicar a este tema uma investigação como a ora realizada, fazendo um levantamento de casos e comparando, sob o ponto de vista estético, e sob o ponto de vista técnico, o Evinel com o Tijomel.

Nos cinco séculos de continuidade e evolução estilística do uso do azulejo em Portugal, de que se espera ver em breve ser submetida a proposta de classificação na Lista da UNESCO, o período estudado neste trabalho constitui uma fase de grande relevância: i) por ter garantido a continuidade de uma tradição que esteve em perigo, assegurando-lhe a contribuição de um conjunto de artistas de mérito; ii) por representar uma fase evolutiva estilisticamente diversa e coerente com o seu tempo, que trouxe o uso do azulejo até à época atual; iii) por constituir, conjuntamente com o caso brasileiro, um traço endémico, e portanto particularmente valioso, das arquiteturas dos dois países.

O entendimento dessa singularidade dos azulejos modernos portugueses no contexto europeu é fundamental para uma avaliação justa do seu valor, e não sendo possível reverter o estado de degradação a que chegaram alguns revestimentos e painéis, espera-se pelo menos que o presente estudo possa contribuir para um ambiente cultural baseado no conhecimento e na apreciação, que salguarde o património existente com vista à sua conservação para que novas gerações possam ainda continuar a usufruir da sua presença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboulayt, A., M. Riahi, M. Ouazzani Touhami, H. Hannache, M. Gomina, e R. Moussa. 2017. «Properties of metakaolin based geopolymer incorporating calcium carbonate». *Advanced Powder Technology* 28 (9): 2393–2401. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2017.06.022>.
- Aguiar, José. 1995. «O tratamento de azulejos em obras de reabilitação contributos para um vídeo».
- . 2007. «Algumas Notas Sobre Cesare Brandi E(M) Portugal». *6º Curso de Mestrado em Reabilitação de Arquitectura e Núcleos Urbanos*, n. M: 55.
- Alho, José Manuel, Ana; Saraiva, Eugénia; Lopes, Helena; Antunes, João Nuno; Oliveira, Luís; Sousa, Ana; Carvalho, Cremilde; Sousa, Susana; Vaz, e Adília Costa. 2012. «III • Património Arqueológico e Arquitetónico». Vol. VIII. Ourém.
- Almeida, Ana. 2009. «Da cidade ao Museu: uma proposta de itinerário pela azulejaria de autor na Lisboa da segunda metade do século XX». Universidade de Lisboa.
- . 2012. «O azulejo em Portugal nas décadas de 1950 e 1960 - Influência brasileira e especificidades locais». 2012.
- Amaral, Francisco Keil. 1969. *Lisboa uma cidade em transformação*. Editado por Publicações Europa América.
- Amaral, Ricardo. 2015. «ARQUITECTURA & CERÂMICA». Universidade do Porto.
- American Concrete Institute. sem data. «Pozzolan». Acedido 20 de Julho de 2021. <https://www.concrete.org/topicsinconcrete/topicdetail/pozzolan?search=pozzolan>.
- Amorim, Sandra Araújo de. 2001. *Azulejaria de Fachada na Póvoa de Varzim (1850-1950)*. Editado por Póvoa de Varzim. 2a ed.
- Antunes, João, e Deolinda Tavares. 2003. «The removal and replacing of architectural glazed tiles - azulejos. A case study». Em *El estudio y la Conservación de la Cerámica Decorada En Arquitectura*, editado por Alejandro; Baderrama, Ana Vidal, e Isabel Cardiel, 22–27. Roma: ICCROM Conservation Studies. https://www.iccrom.org/sites/default/files/publications/2019-11/iccrom_ics01_ceramicadecorada01_es_0.pdf.
- «Appendix Glaze Recipes». sem data. Acedido 6 de Junho de 2020. <https://link.springer.com/content/pdf/bbm%3A978-3-663-06865-5%2F1.pdf>.
- Araújo, Sara. 2015. «A conservação de azulejo de fachada na cidade do Porto As práticas de reabilitação de edifícios com fachadas azulejadas». Instituto Politécnico de Tomar. <https://hdl.handle.net/10400.26/13739>.

- Artigas, Josep Llorens. 1992. *Formulario y Prácticas de Cerámica*. Omega, Bar.
- «Atelier Daciano da Costa Arquitectura e Design, Lda». sem data. Acedido 1 de Janeiro de 2019.
<https://dacianodacosta.pt/>.
- Australia ICOMOS - tradução por Antóno de Borja Araújo. 2006. «A CARTA DE BURRA», 1–18.
<https://5cidade.files.wordpress.com/2008/03/carta-de-burra.pdf>.
- Ayeni, Olugbenga, Azikiwe Peter Onwualu, e Emmanuel Boakye. 2021. «Characterization and mechanical performance of metakaolin-based geopolymer for sustainable building applications». *Construction and Building Materials* 272: 121938.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121938>.
- Balsinha, Ângela. 2014. «Património Arquitectónico e Arte Contemporânea : o caso do Carpe Diem, em Lisboa». Instituto Superior Técnico Lisboa.
- Blömker, Angelina. 2016. «AS CASAS SEM DONO E A MÁQUINA DE HABITAR sessão temática: obras comparadas». Em *Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*. Porto Alegre.
- Borges, C., C. Caetano, J. Costa Pessoa, M. O. Figueiredo, a. Lourenço, M. Malhoa Gomes, T. P. Silva, e J. P. Veiga. 1997. «Monitoring the removal of soluble salts from ancient tiles by ion chromatography». *Journal of Chromatography A* 770 (1–2): 195–201.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(97\)00175-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(97)00175-1).
- Bourry, Emile. 1926. *A Treatise On Ceramic Industries; A complete manual for pottery, tile and brock manufacturers*. Editado por Greenwood & Son Scott. Fourth rev. London: A revised by Alfred, B.
- Brandi, Cesare. 2006. *Teoria do Restauro - tradução edição Portuguesa*. Editado por Tradução edição portuguesa, Cristina Prats, José Delgado Rodrigues, José Aguiar, e Nuno Proença. Orion.
- Brites, Joana. 2017. «Estado Novo, Aqrquitectura E “Renascimento Nacional”». *Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)* 15 (1): 100–113.
<https://doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v15i1p100-113>.
- Brito, Maria de Lurdes Moura Lopes Esteves. 2016. «Estudo do fabrico e da degradação de azulejos portugueses históricos». Universidade de Évora. <http://hdl.handle.net/10174/21964>.
- Burlamaqui, Suraya. 1996. *Cerâmica Mural Portuguesa Contemporânea, Azulejos, Placas e relevos*. Editado por Quetzal.
- Calado, Rafael Salinas. 1998. *O Revestimento Cerâmico na Arquitectura em Portugal*. Editado por Estar Lda.
- Canotilho, Maria Helena Pires César. 2003. *Processos de cozedura em cerâmica. Série Estudos*.
<http://bibliotecadigital.ipb.pt//handle/10198/203>.

- «Carlos Leão». sem data. Acedido 20 de Maio de 2018. https://pt.wikipedia.org/wiki/Carlos_Leão.
- «Carta de Atenas (1931). Conclusões da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumentos». 1931. Serviço Internacional de Museus, Atenas. 1931. <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/cc/CartadeAtenas.pdf>.
- Carta de Cracóvia. 2000. «Princípios para a Conservação e Restauro do Património Construído Carta de Cracóvia 2000». Em *Conferência Internacional sobre Conservação*. <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/cc/cartadecracovia2000.pdf>.
- Carvalho, Maria do Rosário Salema Cordeiro Correia de. 2012. «A pintura do azulejo em Portugal [1675-1725]. Autorias e biografias - um novo paradigma». Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/6527>.
- «Casa da Cascata / Frank Lloyd Wright». sem data. Clássicos da Arquitetura. Acedido 22 de Maio de 2020. <https://www.archdaily.com.br/br/01-53156/classicos-da-arquitetura-casa-da-cascata-frank-lloyd-wright>.
- «Casa Farnsworth / Mies van der Rohe». sem data. Clássicos da Arquitetura: Casa Farnsworth / Mies van der Rohe. Acedido 22 de Maio de 2020. <https://www.archdaily.com.br/br/01-40344/classicos-da-arquitetura-casa-farnsworth-mies-van-der-rohe>.
- «Casa Tassel». sem data. <https://www.flickr.com/photos/verpichselt/5520965540/>.
- Casola, R., M. Romero, e J. Ma Rincón. 2012. «Glass – ceramic glazes for ceramic tiles : a review». *Springer Science+Business Media, LLC 2011*, 553–82. <https://doi.org/10.1007/s10853-011-5981-y>.
- Cerâmica modernista em Portugal. 2011. «Placas cerâmicas - Ferreira da Silva - SECLA». Publicada por CMP*. 2011. <http://ceramicmodernistaemportugal.blogspot.com/2011/11/placas-ceramicas-secla-ferreira-da.html>.
- Cerâmica Modernista em Portugal. 2018. «Casa de Igrejas Caeiro | “Teatro” de Maria Keil». 2018. <http://ceramicmodernistaemportugal.blogspot.com/search?q=Tijomel>.
- Chaban, Antonina. 2014. «Restoration of semi-industrial glazed ceramic tiles by re-firing». University of Bologna.
- Chaban, Antonina, Sílvia M Pereira, Fausto Peddis, e João Manuel Mimoso. 2015. «Restoration of semi-industrial glazed ceramic tiles by re-firing». Em , 185–95. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. <http://repositorio.lnec.pt:8080/xmlui/handle/123456789/1007974>.
- Chaban, Antonina, e Sílvia Pereira. 2016. «Restoration of semi-industrial glazed ceramic tiles by re-firing (PDF Download Available).pdf», n. April.
- Choay, Françoise. 2013. *Alegoria do Património*. Editado por Edições 70.
- «Clássicos da Arquitetura: Casa Vermelha / William Morris e Philip Webb». sem data. 10/01/2018.

- Acedido 22 de Maio de 2020. <https://www.archdaily.com.br/br/886735/classicos-da-arquitetura-casa-vermelha-william-morris-e-philip-webb>.
- «Clássicos da Arquitetura: Igreja da Pampulha / Oscar Niemeyer». 2012. 2012. https://www.archdaily.com.br/br/01-83469/classicos-da-arquitetura-igreja-da-pampulha-slash-oscar-niemeyer?ad_source=search&ad_medium=search_result_all.
- «Clássicos da Arquitetura: Ministério de Educação e Saúde / Lucio Costa e equipe». 2013. 2013. <https://www.archdaily.com.br/br/01-134992/classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe/520e7bd8e8e44e203000011e-classicos-da-arquitetura-ministerio-de-educacao-e-saude-slash-lucio-costa-e-equipe-foto>.
- Clausi, Marina, Serena C. Tarantino, Laura Lorenza Magnani, Maria Pia Riccardi, Cristina Tedeschi, e Michele Zema. 2016. «Metakaolin as a precursor of materials for applications in Cultural Heritage: Geopolymer-based mortars with ornamental stone aggregates». *Applied Clay Science* 132–133: 589–99. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.08.009>.
- Coelho, Alessandra, e Silvia Odebrecht. 2007. «Arquitetura moderna: reconhecimento e análise de edifícios representativos em Blumenau, SC», 2007.
- Coentro, Susana, João M Mimoso, Augusta M Lima, António S Silva, Alexandre N Pais, e Vânia S F Muralha. 2012. «Multi-analytical identification of pigments and pigment mixtures used in 17th century Portuguese azulejos». *Journal of the European Ceramic Society* 32 (1): 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2011.07.021>.
- Coentro, Susana Xavier. 2017. «An Iberian Heritage: Hispano-Moresque architectural tiles in Portuguese and Spanish collections». Universidade NOVA de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/24220>.
- Constância. sem data. «Constância - Ceramic tiles». Lisboa: Arquivo Museu Nacional do Azulejo.
- Corbusier, Le. sem data. *Le Corbusier Precisoões sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo*. Editado por Carlos Eugênio Marcondes de Moura e Carlos A. Ferreira Martins. Cosac & Na.
- Coroado, João. 2013. «Geopolymers: potential use in sculpture restoration». Tomar. [http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/SPAD Tomar 2013/SPAD Tomar Posters Abstract Book 2013.pdf](http://www.icom-cc.org/ul/cms/fck-uploaded/documents/SPAD_Tomar_2013/SPAD_Tomar_Posters_Abstract_Book_2013.pdf).
- Coroado, João, e Celso Gomes. 2005. «Physical and chemical characterization of ceramic wall tiles, dated to the 17th century, from the “Convento de Cristo” in Tomar, Portugal». *Understanding people through their pottery*, n. 1690: 33–39. <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/trabalhosdearqueologia/42/6.pdf>.
- Correia, Virgílio. 1956. *Azulejos*. Livraria Gonçalves, Coimbra.
- Costa, Marisa, Paulo Cachim, João Coroado, e Ana Luisa Velosa. 2016. «Technical replicas of

- Portuguese ceramic bodies tiles produced in Oporto region in late XIX early XX century». *Studies in Conservation* 61 (1): 1–17. <https://doi.org/10.1179/2047058415Y.0000000001>.
- Costa, Pedro. 2011. «SOCIUS Working Papers». *Socius Working Papers* 5: 1–27. <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1600/1/pc-wp934.pdf>.
- Coutinho, M. L., J. P. Veiga, L. C. Alves, J. Mirão, L. Dias, A. M. Lima, V. S. Muralha, e M. F. Macedo. 2016. «Characterization of the glaze and in-glaze pigments of the nineteenth-century relief tiles from the Pena National Palace, Sintra, Portugal». *Applied Physics A: Materials Science and Processing* 122 (7). <https://doi.org/10.1007/s00339-016-0214-5>.
- Coutinho, Mathilda L., Ana Z. Miller, e Maria F. Macedo. 2015. «Biological colonization and biodeterioration of architectural ceramic materials: An overview». *Journal of Cultural Heritage* 16 (5): 759–77. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2015.01.006>.
- Davidovits, J. 1991. «Geopolymers - Inorganic polymeric new materials». *Journal of Thermal Analysis* 37 (8): 1633–56. <https://doi.org/10.1007/BF01912193>.
- Davidovits, Joseph. 1988. «Geopolymer Chemistry and Properties». Em *Geopolymer '88 Proceedings, vol. 1*, editado por Joseph Davidovits e Joseph Orlinski, 25–48. Compiègne - France.
- . 2013. «Geopolymer Cement a review». *Geopolymer Science and Technics*, n. 0: 1–11.
- . 2015. *Geopolymer Chemistry and Applications*. Editado por Joseph DAVIDOVITS. 4th ed. Saint-Quentin: Institut Géopolymère. www.geopolymer.org.
- Delgado, Carlos. 2010. «Metapolis do Porto : expansão urbana em áreas de forte aptidão agrícola». *Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia* 2: 20.
- DigiTile. sem data. «Carlos Branco, “pintor de azulejos”». Acedido 20 de Maio de 2020. <https://digitile.gulbenkian.pt/digital/collection/jmss/id/7799>.
- Duxson, Peter, Grant Lukey, e Jannie van Deventer. 2006. «Thermal evolution of metakaolin geopolymers: Part 1 - Physical evolution». *Journal of Non-Crystalline Solids* 352 (52–54): 5541–55. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2006.09.019>.
- EGEO. sem data. «O ordenamento do território em Portugal», 1–9. http://www.igeo.pt/instituto/cegig/got/17_Planning/Files/indicadores/ot_portugal.pdf.
- Elert, Kerstin, Eduardo Sebastián Pardo, e Carlos Rodriguez-Navarro. 2014. «Alkaline activation as an alternative method for the consolidation of earthen architecture». *Journal of Cultural Heritage*, Outubro. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.09.012>.
- Elert, Kerstin, Sebastián Pardo, e Carlos Rodriguez-Navarro. 2015. «Alkaline activation as an alternative method for the consolidation of earthen architecture». *Journal of Cultural Heritage* 16 (4): 461–69. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.09.012>.

- Emanuel, Cláudia, Eduarda Vieira, José Mirão, e João Manuel Mimoso. 2015. «Jorge Colaço um artista multifacetado . Estudo e caracterização das técnicas de pintura em azulejo». Em *GlazeArch2015 International Conference Glazed Ceramics in Architectural Heritage*, 91–109. <http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/handle/123456789/1007970>.
- «EN-14581:2005 - Natural stone test methods - Determination of linear thermal expansion coefficient». 2005. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fbf72b9c-6b33-4789-a455-29337d9eb726/sist-en-14581-2005>.
- Eppler, Richard, e Mimi Obstler. 2005. *Understanding Glazes*. Ohio: The American Ceramic Society.
- Esteves, Maria de Lurdes, e Teresa Pinto Silva. 2012. «O Restauro De Azulejos Com Fragmentos Cerâmicos: Uma Técnica Desenvolvida No Museu Nacional Do Azulejo». Em *Congresso AZULEJAR 2012*, 1–5.
- «Fábrica Aleluia». sem data. Acedido 20 de Maio de 2020. <https://aleluia.pt/sobre-nos/>.
- Fábrica de Cerâmica Constância. sem data. «Cerâmica Constância». Lisboa: Documento da fábrica.
- «Fábrica Santa'Anna». sem data. Acedido 20 de Maio de 2020. <http://www.santanna.com.pt/pt/historia>.
- Farinha, Catarina Brazão, Jorge De Brito, e Rosário Veiga. 2016. «Desempenho de argamassas com incorporação de agregados finos de resíduos de loiça sanitária: efeito de fíler e potencial efeito pozolânico», 2016.
- Fernandes, Fernanda. sem data. «A SÍNTESE DAS ARTES E A MODERNA ARQUITETURA BRASILEIRA DOS ANOS 1950 Fernanda», 1–16.
- Fernandes, José Manuel. 2011. *Arquitectos Segurado*.
- Ferreira, Bruna. 2012. «Arquitetura Industrial em Coimbra no século XX - A Zona Industrial da Pedrulha». Universidade de Coimbra. <http://hdl.handle.net/10316/20601>.
- Ferreira, João. 2011. «Degradação da pedra provocada por sais em edificios antigos».
- Ferreira, Nuno. sem data. «A arquitectura rural na cidade do Porto na primeira metade do século XX: Construção de quintas em contexto de expansão urbana». http://www.citcem.org/3encontro/docs/pdf/part_011/Nuno_Ferreira.pdf.
- Flores-Colen, Inês, Sofia Ruivo, Pedro Teixeira, Natália Neto, José Silvestre, e Claribel Fernandes. 2002. «Revestimentos de Paredes». *Instituto Superior Técnico*. [http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-pb/21 Revestimentos de paredes - 22ª a 24ª aulas teóricas.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tc-pb/21_Revestimentos_de_paredes_-_22a_a_24a_aulas_teóricas.pdf).
- Freire, Paula. 2017. «E-book». Lisboa.
- Gameiro, Claudia. 2015. «OURÉM: UM ÚLTIMO FÔLEGO PARA A “TIJOMEL” DE JÚLIO REDOL (C/VÍDEO)». *mediotejo.net*. 2015. <http://www.mediotejo.net/ourem-um-ultimo-folego-para-a>

tijomel-de-julio-redol-cvideo/.

- Gazulla, M. F., E. Sánchez, J. M. González, M. C. Portillo, e M. Orduña. 2011. «Relationship between certain ceramic roofing tile characteristics and biodeterioration». *Journal of the European Ceramic Society* 31 (15): 2753–61. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2011.07.023>.
- Geraldes, Catarina. 2015. «Geopolymers as infill material for conservation of azulejos». Universidade NOVA de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/16409>.
- Geraldes, Catarina, Augusta M. Lima, José Delgado-Rodrigues, João Manuel Mimoso, e Sílvia R. M. Pereira. 2016. «Geopolymers as potential repair material in tiles conservation». *Applied Physics A*, 122–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00339-016-9709-3>.
- Geraldes, Catarina, João Manuel Mimoso, e Alexandre Pais. 2018a. «The use of “Tijomel” tiles in Portuguese modern architecture». Em *International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage*, editado por J. D. Rodrigues (eds.) S. Pereira, M. Menezes, 125–39. Lisbon. <http://glazeart2018.lnec.pt/>.
- . 2018b. «Unknown Porto - the use of azulejos in the modern architecture of the northern Portuguese town». Em *International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage*, editado por J. D. Rodrigues (eds.) S. Pereira, M. Menezes, 451. <http://glazeart2018.lnec.pt/>.
- Geraldes, Catarina, Alexandre N. Pais, e João Manuel Mimoso. 2017a. «Aesthetic, utility and values: a systematization of glazed ceramics in the façades of modernist architecture». Em *IPERION CH international conference - Intangibility Matters*, editado por J. D. Rodrigues M. Menezes, D. R. Costa (eds.), 23–31. Lisbon. <http://imatte2017.lnec.pt/>.
- . 2017b. «The integration of azulejos in the modernist architecture of Portugal as a unique case in Europe». Em *IPERION CH international conference - Intangibility Matters*, editado por J. D. Rodrigues M. Menezes, D. R. Costa (eds.), 139–47. Lisbon. <http://imatte2017.lnec.pt/>.
- Gharzouni, A., E. Joussein, B. Samet, S. Baklouti, e S. Rossignol. 2015. «Effect of the reactivity of alkaline solution and metakaolin on geopolymer formation». *Journal of Non-Crystalline Solids* 410: 127–34. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2014.12.021>.
- Gomes, F, e J Santos. 2004. *A publicidade no Azulejo*. Editado por Inapa. Lisboa.
- Granato, Marcus, e Guadalupe do Nascimento Campos. 2013. «Teorias da conservação e desafios relacionados aos acervos científicos». *Midas*, n. 1: 0–14. <https://doi.org/10.4000/midas.131>.
- Granger, Albert. 1905. *Ceramique industrielle*. Editado por Gauthier-Villars. <https://core.ac.uk/download/pdf/158967143.pdf>.
- Gravato, Maria. 2004. «Trajecto do risco urbano : a arquitectura na cidade do Porto, nas décadas de 30 a 50 do século XX, através do estudo do conjunto da Avenida dos Aliados à Rua de Ceuta». Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/19456>.

- Guedes, Luís. 2015. «O Porto e os seus planos, análise comparativa do território nos Planos Diretores do Porto e concelhos limítrofes». Fernando Pessoa. <http://hdl.handle.net/10284/4940>.
- Guo, Wenying, Guolin Wu, Jianda Wang, Ziyun Wen, e Suhong Yin. 2008. «Preparation and performance of geopolymers». *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.* 23 (3): 326–30. <https://doi.org/10.1007/s11595-007-3326-0>.
- Hajimohammadi, Ailar, e Jannie S.J. van Deventer. 2016. «Dissolution behaviour of source materials for synthesis of geopolymer binders: A kinetic approach». *International Journal of Mineral Processing* 153: 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2016.05.014>.
- Hamilton, David. 1978. *Architectural Ceramics*. Editado por Tames and Hudson Manuals General Editor: W.S. Taylor. London: Cox & Wynan Ltd.
- Hanse, Tony. sem data. «Ferro Frit 3134». Acedido 20 de Agosto de 2021. <https://digitalfire.com/material/ferro+frit+3134>.
- Hanzlíček, Tomas, Michaela Steinerová, Pavel Straka, Ivana Perná, Petr Siegl, e Tereza Švarcová. 2009. «Reinforcement of the terracotta sculpture by geopolymer composite». *Materials & Design* 30 (8): 3229–34. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.12.015>.
- Henriques, Paulo. 2004. *O Azulejo em Portugal no século XX*. Editado por Inapa.
- Hounsi, Ayi D., Gisèle Lecomte-Nana, Glandé Djétéli, Philippe Blanchart, Dovenam Alowanou, Pali Kpelou, Kossi Napo, Gado Tchchangbéjji, e Mirela Praisler. 2014. «How does Na, K alkali metal concentration change the early age structural characteristic of kaolin-based geopolymers». *Ceramics International* 40 (7): 8953–62. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.02.052>.
- Hounsi, Ayi D., Gisèle L. Lecomte-Nana, Glandé Djétéli, e Philippe Blanchart. 2013. «Kaolin-based geopolymers: Effect of mechanical activation and curing process». *Construction and Building Materials* 42 (Maio): 105–13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.069>.
- ICOMOS. 1964. «Carta de Veneza». *Carta de Veneza*. Vol. 1. <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/cc/CartadeVeneza.pdf>.
- . 2019. *Conservation Ethics today: are our Conservation-Restoration theories and practice ready for the 21st century?* Editado por Ursula Schädler-Saub e Boguslaw Szmygin. Florence: International Scientific Committee on Theory and Philosophy of Conservation and Restoration ICOMOS.
- ICOMOS - Tradução por António de Borja Araújo. 1994. «Documento de Nara sobre a Autenticidade (1994)». *Conferência sobre a autenticidade em relação à convenção do Património Mundial*, n. 1994: 1–5. https://www.culturante.gov.pt/wp-content/uploads/2020/07/1994-declaracao_de_nara_sobre_autenticidade-icomos.pdf?x69634.
- . 2006. «Carta do ICOMOS. Princípios para a análise, Conservação e Restauro estrutural do Património arquitectónico – 2003», 1–5. <https://5cidade.files.wordpress.com/2008/03/carta-do->

icomos-2003_principios.pdf.

- Irfan Khan, M., Khairun Azizli, Suriati Sufian, e Zakaria Man. 2015. «Sodium silicate-free geopolymers as coating materials: Effects of Na/Al and water/solid ratios on adhesion strength». *Ceramics International* 41 (2): 2794–2805. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.10.099>.
- «ISO 10545-4: Ceramic tiles - Determination of modulus of rupture and breaking strength». 1997. <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000001217231>.
- Khale, Divya, e Rubina Chaudhary. 2007. «Mechanism of geopolymerization and factors influencing its development: a review». *Journal of Materials Science* 42 (3): 729–46. <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0401-4>.
- Khan, Hasan-Uddin. 1999. *Estilo Internacional. Arquitectura Moderna de 1925-1965*. Editado por Philip Jpddidio. Köln: Taschen.
- Khatib, Jamal M, Oussama Baalbaki, e Adel A EIKordi. 2018. «Metakaolin». Em *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, 493–511. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102156-9.00015-8>.
- Król, M., P. Rožek, D. Chlebda, e W. Mozgawa. 2019. «ATR/FT-IR studies of zeolite formation during alkali-activation of metakaolin». *Solid State Sciences* 94 (January): 114–19. <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2019.06.004>.
- Kuenzel, Carsten, Luc J. Vandeperre, Shane Donatello, Aldo R. Boccaccini, e Chris Cheeseman. 2012. «Ambient Temperature Drying Shrinkage and Cracking in Metakaolin-Based Geopolymers». Editado por P. Brown. *Journal of the American Ceramic Society* 95 (10): 3270–77. <https://doi.org/10.1111/j.1551-2916.2012.05380.x>.
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 1996. «LERO PE-10: Ensaio de determinação do coeficiente de dilatação por absorção de água, Manual de Procedimentos de Ensaio». <http://www.lnec.pt/pt/ensaios/encomendar.php?tipo=1&pesq=1&departamento=1&nucleo=54>.
- «Le Corbusier - Decorative Art Today (1925)». sem data. Acedido 1 de Fevereiro de 2017. https://en.wikipedia.org/wiki/Le_Corbusier#cite_ref-FOOTNOTELe_Corbusier192570-81_29-1.
- Lepierre, Charles. 1899. *Estudo Chimico e Technologico sobre a Ceramica Portuguesa Moderna*. Editado por Imprensa Nacional. Lisboa.
- Lino, Raul. 1992. *Casas Portuguesas. Alguns apontamentos sobre o architectar das casas simples*. Editado por Lisboa Herdeiros de Raul Lino e Edições Cotovia, Lda. 11ª edição.
- Lobo, Manuel da Costa. 2011. «Planeamento urbanístico em portugal». *On the w@terfront*, n. 18: 5–15. <http://revistes.ub.edu/index.php/waterfront/article/view/18715/21212>.
- Lopes, Vitor Sousa. 2001. *Testemunho nas paredes Ensaio de azulejaria*. Editado por ACD.
- Luso, Eduarda, Paulo Lourenço, e Manuela Almeida. 2004. «Breve história da teoria da conservação

- e do restauro». *Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho* 1 (20): 31–44. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2554>.
- Madkour, Fatma S, e Mohamed K Khallaf. 2012. «Degradation Processes of Egyptian Faience Tiles in the Step Pyramid at Saqqara». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 68: 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.207>.
- Malard, Maria Lucia. 2003. *Forma, Arquitectura*. Rio de Janeiro.
- Mantas, Helena Alexandra Jorge Soares. 2012. «Maria Keil, “uma operária das artes” (1914-2012) Arte portuguesa do século XX». Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. <http://hdl.handle.net/10316/24453>.
- Marques, Sofia. 2005. «Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos». Universidade de Aveiro.
- Martins, Fausto. 2001. *Azulejaria Portuense: História e Iconografia*. Editado por Inapa.
- Martins, João Palla. 2012. «O Lugar do Desenho na Obra de Victor Palla Proposta expositiva Parte I». Universidade de Lisboa.
- Matos, Maria Antónia Pinto de, João Manuel Mimoso, Alexandre Nobre Pais, Maria de Lurdes Esteves, e Marluce Menezes. 2015. «Portuguese Azulejos, World Heritage». Em *International Conference Glazed Ceramics in Architectural Heritage*. Lisboa. <http://azulejos.Inec.pt/AzuRe/GlazeArch2015/index.html>.
- Mendes, Luís. 2013. «A regeneração urbana na política de cidades: inflexão entre o fordismo e o pós-fordismo»\rUrban regeneration in cities policy: inflection between fordism and postfordism». *Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 33–45. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7213/urbe.7784>.
- Mendes, Marta. 2015. «Conservação e Restauro de Azulejo: Metodologias de Intervenção Vs Indicadores de Compatibilidade».
- Mendes, Marta, Teresa Ferreira, António Candeias, José Delgado Rodrigues, João Manuel Mimoso, e Sílvia R. M. Pereira. 2015. «Volumetric and chromatic reintegration in conservation of in situ glazed tiles». Em *GlazeArch2015*, 259–61.
- Mendes, Marta T., Lurdes Esteves, Teresa A. Ferreira, António Candeias, Norman H. Tennent, José Delgado Rodrigues, e Sílvia R.M. Pereira. 2016. «Lacunae infills for in situ treatment of historic glazed tiles». *Applied Physics A: Materials Science and Processing* 122 (5). <https://doi.org/10.1007/s00339-016-0053-4>.
- Mendes, Stephanie Assef, Thais Alessandra Bastos Caminha Sanjad, e Barbara Sobrinho Dias. 2017. Hot restoration technologies for external coating tiles: Nossa senhora da soledade cemetery (Belém, Brazil). *Revista Escola de Minas*, issued 2017. <https://doi.org/10.1590/0370-44672016700067>.

- Menezes, Marlucci, e Sílvia Pereira. 2018. «Memories of the Production of Azulejo At the Constância Ceramic Factory Memórias Do Fazer Azulejo Na Fábrica Constância», 70–80.
- «Método Executivo - execução de revestimentos cerâmicos para pisos e paredes». sem data. 2012. Acedido 20 de Maio de 2020. <https://construcaociviltips.blogspot.com/2012/04/metodo-executivo-execucao-de.html?m=1>.
- Milheiro, Ana Cristina Fernandes Vaz, e Jorge Manuel Figueira Fernandes Ferreira. 2009. «A Joyous Architecture As exposições de Arquitectura Moderna Brasileira em Portugal e a sua influência nos territórios português e africano Jorge Manuel Figueira Fernandes Ferreira A Joyous Architecture As exposições de Arquitectura Moderna Brasileira em P».
- Mimoso, João Manuel. 2011. «Levantamento em obra de patologias em azulejos históricos - Visitas realizadas em 2009-2010». http://www-ext.Inec.pt/AzTek/download/Rel_022_11.pdf.
- . 2014. «Azulejos históricos: de como a investigação analítica pode apoiar os Conservadores e os historiadores». *Pós: Belo Horizonte* 4: 112. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistapos/article/view/15483>.
- . 2016. «Early Façade Azulejo Frames By Fábrica Roseira of Lisbon Palavras-Chave Early Façade Azulejo Frames». *Azulejos and Frames AZLAB#14*, 2016.
- . 2019. *Estudo microscópico dalgumas técnicas usadas por Jorge Colaço in "Jorge Colaço e a azulejaria figurativa do seu tempo"*. Editado por Ana Almeida, Maria Antónia Pinto de Matos, e Alexandre Nobre Pais. Museu Nacional do Azulejo.
- Mimoso, João Manuel, e Antonina Chaban. 2016. «O recozimento de azulejos à luz da abordagem teórica ao restauro». *Conservar Património* 23 (23): 55–61. <https://doi.org/10.14568/cp2015044>.
- Mimoso, João Manuel, e Maria De Lurdes Esteves. 2016. «Uma sistematização do destacamento do vidro em azulejos». *Conservar Património* 23 (2016) 9-14, 2016. <https://doi.org/10.14568/cp2015043>.
- Mimoso, João Manuel, e Sílvia Pereira. 2011. «Sobre a degradação física dos azulejos de fachada em Lisboa - Relatório 303/2011-NPC».
- Mimoso, João Manuel, Sílvia Pereira, e Lurdes Esteves. 2012. «A Matter of Strength – Measuring the Glaze-Biscuit Adherence in Portuguese Tiles». Em *Congresso AZULEJAR*, 1–7.
- Mimoso, João Manuel, Sílvia Pereira, Lurdes Esteves, e António Santos Silva. 2012. «A tour of façade azulejos decay in Lisbon». Em *Azulejar*, 1–11.
- Mimoso, João Manuel, Sílvia Pereira, Alexandre N. Pais, Maria Augusta Antunes, Ana Margarida Cardoso, Maria de Lurdes Esteves, e António Candeias. 2019. «A technical comparison of three renaissance azulejo panels from the workshops of Lisbon». *Studies in Heritage Glazed Ceramics No. 1*, Fevereiro de 2019. <http://glazedceramics.Inec.pt/Legal>.

- Mimoso, João Manuel, Sílvia Pereira, e António Santos Silva. 2011. «A research on manufacturing defects and decay by glaze loss in historical portuguese azulejos - Relatório 24/2011 – NPC/NMM».
- Mimoso, João Manuel, António Santos Silva, Miguel Marinho Abreu, Dória Costa, Teresa Gonçalves, e Susana Coentro. 2009. «Decay of historic azulejos in Portugal- an assessment of research needs». Em *International Seminar “Conservation of Glazed Ceramic Tiles. Research and practice”*. Lisbon.
- Mo, Bing-hui, He Zhu, Xue-min Cui, Yan He, e Si-yu Gong. 2014. «Effect of curing temperature on geopolymerization of metakaolin-based geopolymers». *Applied Clay Science* 99 (Setembro): 144–48. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.06.024>.
- Mohd Salahuddin, M. B., M. Norkhairunnisa, e F. Mustapha. 2015. «A review on thermophysical evaluation of alkali-activated geopolymers». *Ceramics International* 41 (3): 4273–81. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.11.119>.
- Moimas, Valentina. 2014. «Arquitetura Moderna no Brasil Uma história em processo de escritura». Vitruvius - arquitextos ISSN 1809-6298. 2014. <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.168/5217>.
- Molera, Judit, Trinitat Pradell, Nati Salvadó, e Màrius Vendrell-Saz. 2001. «Interactions between Clay Bodies and Lead Glazes». *Journal of the American Ceramic Society* 84 (5): 1120–28. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.2001.tb00799.x>.
- Moniz, Gonçalo Esteves de Oliveira do Canto. 2011. «O Ensino Moderno da Arquitectura A Reforma de 57 e as Escolas de Belas-Artes em Portugal (1931-69)» I. <http://hdl.handle.net/10316/18438%0Ahttps://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/18438/1/GCM-V1-20120301.pdf>.
- Monteiro, Florival Baiôa, e Vítor Serrão. 2015. *ARTE AZULEJAR DE BEJA : SÉCULOS XV A XX*. Beja : Associação para a Defesa do Património Cultural de Beja.
- Monteiro, João Pardal. 2012. «Para o Projecto Global - Nove décadas de Obra. Arte, Design e Técnica na Arquitectura do atelier Pardal Monteiro - Vol I».
- Mortari, Camila, Alexandre Nobre Pais, Lurdes Esteves, Alexandra Gago da Câmara, Maria Luísa Carvalho, e Marta Manso. 2020. «Raman and X-ray fluorescence glaze characterisation of Maria Keil’s decorative tile panels». *Journal of Raman Spectroscopy* 52 (1): 59–70. <https://doi.org/10.1002/jrs.5960>.
- Moutinho, Sara, Cristiana Costa, Ângela Cerqueira, Fernando Rocha, e Ana Velosa. 2019. «Geopolymers and polymers in the conservation of tile facades». *Construction and Building Materials* 197: 175–84. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.058>.
- Muñiz-Villarreal, M.S., a. Manzano-Ramírez, S. Sampieri-Bulbarela, J. Ramón Gasca-Tirado, J.L.

- Reyes-Araiza, J.C. Rubio-Ávalos, J.J. Pérez-Bueno, L.M. Apatiga, a. Zaldivar-Cadena, e V. Amigó-Borrás. 2011. «The effect of temperature on the geopolymerization process of a metakaolin-based geopolymer». *Materials Letters* 65 (6): 995–98. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2010.12.049>.
- Museu Nacional do Azulejo. sem data. «Ficha de Inventário». Lisboa.
- Narciso, Natacha. 2018. «Recordar a Secla que, se existisse, teria 70 anos». 2018. <https://gazetadascaldas.pt/sociedade/recordar-secla-existisse-teria-70-anos/>.
- Nath, S. K., e Sanjay Kumar. 2019. «Reaction kinetics of fly ash geopolymerization: Role of particle size controlled by using ball mill». *Advanced Powder Technology* 30 (5): 1079–88. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.03.003>.
- Nery, Eduardo. 2007. *Apreciação Estética do Azulejo*. Editado por Inapa.
- Okada, Kiyoshi, Asami Ooyama, Toshihiro Isobe, Yoshikazu Kameshima, Akira Nakajima, e Kenneth J.D. MacKenzie. 2009. «Water retention properties of porous geopolymers for use in cooling applications». *Journal of the European Ceramic Society* 29 (10): 1917–23. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2008.11.006>.
- Oliveira, Rogério. 2008. «O pensamento de John Ruskin». Vitruvius - resenhas online ISSN 2175-6694. 2008. <https://vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/07.074/3087>.
- Ottosen, Lisbeth M., Celia Dias-Ferreira, e Alexandra B. Ribeiro. 2015. «Electrochemical desalination of historic Portuguese tiles – Removal of chlorides, nitrates and sulfates». *Journal of Cultural Heritage* 16 (5): 712–18. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2014.11.003>.
- Ottosen, Lisbeth M., Célia M.D. Ferreira, e Iben V. Christensen. 2010. «Electrokinetic desalination of glazed ceramic tiles». *Journal of Applied Electrochemistry* 40 (6): 1161–71. <https://doi.org/10.1007/s10800-010-0086-x>.
- Pais, Alexandre. 1998. *A Produção - da Oficina à Fábrica in: As Idades do Azul: Formas e Memórias da Azulejaria Portuguesa*. Feira Internacional de Artesanato.
- Pais, Alexandre, e Joana Campelo. 2012. «As primeiras fachadas azulejadas de lisboa». Em *Azulejar*, 1–10.
- Palomo, A., M. T. Blanco-Varela, M. L. Granizo, F. Puertas, T. Vazquez, e M. W. Grutzeck. 1999. «Chemical stability of cementitious materials based on metakaolin». *Cement and Concrete Research* 29 (7): 997–1004. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(99)00074-5).
- Páscoa, Liliana. 2012. «ÍNDICE DE SECAGEM COMO PARÂMETRO EM SERVIÇO DOS REBOCOS APLICADOS EM PAREDES EXTERIORES». Instituto Superior Técnico.
- «Paul Charles Lepierre». sem data. Acedido 15 de Agosto de 2019. https://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Lepierre.

- Pereira, João Castel-Branco. 1990. *AZULEJOS no Metropolitano de Lisboa*. Lisboa.
- Pereira, Luís. 2011. «Arquitetura portuguesa anos 30-50: atitude e crise de identidade: elementos para a construção de um percurso». Universidade Lusíada de Lisboa. <http://repositorio.ulusiada.pt/handle/11067/444#>.
- Pereira, Rúben. 2017. «Ao Redol da Tijomel. Projeto de Investigação | 2014 – 2015. Indústria criativa». 2017. <https://industriacriativa.pt/projeto/18632/ao-redol-da-tijomel>.
- Pereira, Sílvia. 2018. «Entrevista a ex-trabalhador da fábrica Constância».
- Pereira, Sílvia, Lurdes Esteves, Marta T. Mendes, Jessica Musacchi, José Delgado-Rodrigues, e João Manuel Mimoso. 2012. «Cerazul: Assessment and Development of Materials and Techniques for the». Em *Azulejar*, 1–8.
- Pereira, Sílvia, e João Manuel Mimoso. 2011. «Salt Degradation of Historic Portuguese Azulejos - Relatório 203/2011 - DM/NPC». Lisboa.
- . 2012a. «Degradation forms of historical Portuguese tiles under accelerated salt ageing». Em *Azulejar*, 1–10.
- . 2012b. «Studying Azulejo Decay Through Azulejos Replicants : Salt / Water Degradation». Em *Azulejar*, 1–9.
- . 2012c. «TILES DEGRADATION DUE TO GLAZE- CERAMICS INTERFACE DEFECTS : STUDY ON». Em *Azulejar*.
- Pereira, Sílvia, João Manuel Mimoso, e António Santos Silva. 2011. «Physical-Chemical characterization of Historic Portuguese Tiles - RELATÓRIO 23/2011 – NPC/NMM». Lisbon.
- Pereira, Sílvia, Jessica Musacchi, Joana Loureiro, Susana Cabral-fonseca, Helena Silva, Maria Paula Rodrigues, e João Manuel Mimoso. 2015. «Adhesives for outdoor architectural historic azulejo conservation». Em , 263–67.
- Pessoa, J. Costa Jc, J.L Farinha Jlf L. Farinha Antunes, M.O. O. Mo Figueiredo, e M.a a. Fortes. 1996. «Removal and Analysis of Soluble Salts From Ancient Tiles». *Studies in conservation* 41 (3): 153–60. <http://www.jstor.org/stable/10.2307/1506530>.
- Pincha, João Pedro. 2019. «Destrução de azulejos leva câmara a embargar obra no Chiado». *Jornal Público*. 2019. <https://www.publico.pt/2019/05/21/local/noticia/destruicao-azulejos-provoca-embargo-obra-chiado-1873429>.
- Procopius. 2016. «The Ship Of Aeneas: A Unique And Mysterious Vessel». 2016. <https://qcurtius.com/2016/12/26/the-ship-of-aeneas-a-unique-and-mysterious-vessel/>.
- «Projeto SOS Azulejo». sem data. 2007. Acedido 20 de Maio de 2020. https://www.psp.pt/Pages/atividades/SOS_Azulejo.aspx.

- Queiroz, Francisco, Alexandre Pais, Ana Almeida, e Isabel Pires. 2013. «Do azulejo manual ao azulejo industrial : a presença da padronagem portuguesa tradicional na produção da Fábrica do Carvalhinho» 1: 136–55.
- Queiroz, Rodrigo, e Maria Luiza Freiras. 2012. «Dos movimentos modernizantes ao espírito novo : arquitetura brasileira após a Semana de Arte Moderna». *REVISTA USP*, 2012.
- Raes, E. L. sem data. *THE GLAZER'S BOOK*. UNIVERSITY. London: John Heywood. <https://archive.org/details/glazersbookhowto00raesiala/mode/2up>.
- Rede de Investigação em Azulejo, AZ. sem data. «Cronologia do azulejo português». AZ, rede de investigação em azulejo. Acedido 1 de Julho de 2017. <http://redeazulejo.fl.ul.pt/timeline/timeline-pt.html>.
- Renato Saboya Photo. sem data. «Le Corbusier, Villa Savoye». Acedido 22 de Maio de 2020. <https://www.khanacademy.org/humanities/ap-art-history/late-europe-and-americas/modernity-ap/a/corbusier-savoye>.
- Rescic, S., P. Plescia, P. Cossari, E. Tempesta, D. Capitani, N. Proietti, e a.M. Mecchi. 2011. «Mechano-chemical activation: an ecological safety process in the production of materials to stone conservation». *Procedia Engineering* 21: 1061–71. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2112>.
- Revez, Maria João Cassis Valadas. 2016. «Compatibility matters : Assessing the risks of built heritage cleaning». Universidade NOVA de Lisboa.
- Rhodes, Daniel. 1957. *Clay and Glazes for the Potter*. New York: Greenberg. <https://archive.org/details/clayandglazesfor006089mbp/page/n7/mode/2up>.
- Ricciotti, Laura, Antonio Jacopo Molino, Valentina Roviello, Elena Chianese, Paola Cennamo, e Giuseppina Roviello. 2017. «Geopolymer composites for potential applications in cultural heritage». *Environments - MDPI* 4 (4): 1–15. <https://doi.org/10.3390/environments4040091>.
- Rocha, João Carlos. 2009. «A Eficácia dos PDM no Controlo da Dispersão Urbana: o Caso do Município de Alijó». Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Rodrigues, J. Delgado, e A. Grossi. 2007. «Indicators and ratings for the compatibility assessment of conservation actions». *Journal of Cultural Heritage* 8 (1): 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.04.007>.
- Rodrigues, Michael. 2009. «A forma urbana em Portugal continental: aplicação de índices quantitativos na caracterização morfológica das cidades», 147. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/1706>.
- Rodrigues, Teresa, e Maria Luís Pinto. 1997. «A evolução urbana em Portugal no último século (1890-1991)». *População E Sociedade* 3: 7–22.

- Rosa, Paulo Jorge Pereira da. 2016. «Caracterização de argamassas históricas do Convento de Cristo - Tomar». <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/25618?locale=en>.
- Rovnaník, Pavel. 2010. «Effect of curing temperature on the development of hard structure of metakaolin-based geopolymer». *Construction and Building Materials* 24 (7): 1176–83. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.12.023>.
- Salgueiro, Teresa. 2002. «Desenvolvimento Urbano de Lisboa». *Revista de Estudos Regionais*, n. 2º semestre: 7–22.
- Sanjad, T., e M. Costa. 2009. *Azulejaria Histórica em Belém do Pará. Contribuição tecnológica para réplicas de restauro*. Editado por UFPA/SEDECT. Gráfica e editora Ronda Ltda.
- Santos, Cecilia. 2014. «Revisitando a sede do Ministério da Educação e Saúde no Rio de Janeiro O último livro de Roberto Segre». Retrieved February 1, 2017, from <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/13.147/4942>. Vitruvius - resenhas online ISSN 2175-6694. 2014.
- Santos, Cláudia Emanuel Franco dos. 2015. *Artes Decorativas nas Fachadas da Arquitectura Bairradina*. Editado por Câmara Municipal da Mealhada.
- Santos, Hugo. 2009. «Azulejo não é crime!»
- Saporiti, Teresa. 1992. *Azulejos de Lisboa do século XX*. Editado por Porto: Afrontamento.
- . 1998. *Azulejos Portugueses: padrões do século XX*.
- Schuller, D., E. C. Bianchi, e P. R. Aguiar. 2008. «Influência de defeitos e diferentes processos de fabricação nas propriedades mecânicas finais de cerâmicas». *Cerâmica* 54 (332): 435–42. <https://doi.org/10.1590/s0366-69132008000400008>.
- Silva, Filipe, Teresa Sá Marques, e Carlos Delgado. 2012. «Processos de expansão urbana e mudanças na paisagem: ensaio metodológico (1950-2000)». *Geografia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.*, 2012. <https://hdl.handle.net/10216/64641>.
- Silva, João. 1992. «Teatro Eden». Património Cultural, Direção-Geral do Património. 1992. http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=6228.
- Silva, Libório Manuel, e Rosário Salema Carvalho. 2018. *Azulejo, o que é*. Editado por Libório Manuel Silva e Rosário Salema Carvalho. Edições Ce.
- Silva, Libório Manuel, e Rosário de Carvalho Salema. 2017. *AZULEJOS À MESA / AZULEJOS IN RESTAURANTS*. Editado por Centro Atlântico.
- Silva, Raquel. 2006. «Das Avenidas Novas à Avenida Berna». *Revista do IHA Nº 2 2*: 126–41. <http://hdl.handle.net/10362/12455>.

- Silveira, Marcele Cristiane da. 2008. «O Azulejo na Modernidade Arquitetônica». Universidade de São Paulo para. <https://doi.org/10.11606/D.16.2008.tde-25032010-154757>.
- Simões, João Manuel dos Santos. 2001. *Estudos de Azulejaria*. Editado por Vitor Sousa Lopes. Imprensa N. Recolha de textos, org. apres. notas e bibliografia de Vitor Sousa Lopes.
- Soeiro, Teresa, Jorge Fernandes Alves, Silvestre Lacerda, e Joaquim Oliveira. 1995. «A Cerâmica portuense Evolução Empresarial e Estruturas Edificadas».
- Stamp, Elizabeth. 2016. «The World's Most Beautiful Art Deco Buildings». 2016. <https://www.architecturaldigest.com/gallery/worlds-most-beautiful-art-deco-buildings/amp>.
- Stephenson, D G. 1963. «CBD-47. Extreme Temperatures at the Outer Surfaces of Buildings». <https://doi.org/10.4224/40000763>.
- «Teatro Eden». sem data. Acedido 22 de Maio de 2020. <https://discover-lisboa.blogspot.com/2015/04/teatro-eden-e-sua-historia.html>.
- Thang, Xiem Nguyen, Dora Kroisová, Petr Louda, Oleg Bortnovsky, Petra Prokop Áková, Petra Zdobinská, e Pavel Kejzlar. 2010. «Moisture and Chemical Resistant of Geopolymer Composites». *7th International Conference - TEXSCI*, n. September: 2–9. https://www.researchgate.net/profile/Nguyen-Thang-Xiem/publication/332301051_MOISTURE_AND_CHEMICAL_RESISTANT_OF_GEOPOLYMER_COMPOSITES/links/5caccb50092851ccd4abee8bf/MOISTURE-AND-CHEMICAL-RESISTANT-OF-GEOPOLYMER-COMPOSITES.pdf.
- Tietz, Jurgen. 2000. *História da Arquitectura do século XX*. Peter Deli. Könemann Verlagsgesellschaft mbh.
- Tostões, Ana. sem data. «Construção moderna : as grandes mudanças do século XX», 1–35.
- . sem data. «Construção moderna : as grandes mudanças do século XX». Acedido 1 de Maio de 2018. <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12920771/construcao-moderna-as-grandes-mudancas-do-seculo-xx>.
- . 1997. *Os Verdes anos na arquitectura Portuguesa dos anos 50*. Editado por Manuel Mendes. Porto: Faculdade de Arquitectura da universidade do Porto.
- Toussaint, Michel. 2009. «Da arquitectura à teoria e o universo da teoria da arquitectura em portugal na primeira metade do século xx». Universidade Técnica de Lisboa.
- Vasconcellos, Eduardo Mendes de. 2005. «Le Corbusier e Lucio Costa, “le Maître” e o Mestre, um intercâmbio de saberes.» *6º Seminário DOCOMOMO Brasil*, 1–14.
- Vasconcellos, Joaquim; 1907. *Indústria de Cerâmica*. Editado por Allaud e Bertrand. Bibliotheca de Instrução Profissional, Ed. Manual do Operário.
- Veloso, A. Barros, e Isabel Alamasqué. 1989. *Azulejo de Fachada em Lisboa*. Editado por Câmara

Municipal de Lisboa.

- Veloso, A. Barros, e Isabel Almasqué. 1991. *Azulejaria de Exterior em Portugal*. Editado por Inapa D.L.
- Viana, Alexandre Sá, Fernando Duarte, e Nuno Proença. 2011. «Análise preliminar a uma metodologia para o tratamento de lacunas em azulejos antigos». Em *VI Jornadas de Arte e Ciência – Conservação & Restauro de Artes Decorativas*, 87–93. Porto: Universidade Católica Portuguesa | Porto. <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12615708/aqui-escola-das-artes-universidade-catolica-portuguesa>.
- Vickers, Les, Arie van Riessen, e William D. A. Rickard. 2015. «Thermal Properties of Geopolymers». Em *Ceramics International*, 41:4273–81. Springer, Singapore. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-287-311-8_5.
- Viollet-le-Duc, Eugène Emmanuel. 2000. *Restauração. Série Artes & Ofícios. Tradução por Beatriz Mugayar Kühl*. Editado por Plínio Martins Filho e Ricardo Assis. Brazil: Ateliê Editorial.
- Wanderley, Ingrid Moura. 2006. «azulejo na arquitetura brasileira os painéis de athos bulcão». Universidade de São Paulo.
- Xavier, Rafaela. 2020. «Catalogação de Azulejos Hispano-Mouriscos em Portugal: o Palácio Nacional de Sintra como Estudo de Caso». Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/43850>.
- Xie, Jiting, e Obada Kayali. 2014. «Effect of initial water content and curing moisture conditions on the development of fly ash-based geopolymers in heat and ambient temperature». *Construction and Building Materials* 67 (Setembro): 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.047>.
- Zevi, Bruno. 1984. *A Linguagem Moderna da Arquitectura*. Editado por Dom Quixote. 1ª edição. Lisboa.
- Zhang, Zuhua, Hao Wang, John L. Provis, Frank Bullen, Andrew Reid, e Yingcan Zhu. 2012. «Quantitative kinetic and structural analysis of geopolymers. Part 1. the activation of metakaolin with sodium hydroxide». *Thermochimica Acta* 539: 23–33. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2012.03.021>.
- Zuhua, Z., Y. Xiao, Z. Huajun, e C. Yue. 2009. «Role of water in the synthesis of calcined kaolin-based geopolymer». *Applied Clay Science* 43 (2): 218–23. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.09.003>.

PUBLICAÇÕES

- C. Geraldes. 2021. Estética ao nível dos olhos - aplicação de azulejos modernos (1950-1975) em frentes de lojas e similares. III Encontro no Largo das Belas-Artes, sob a temática “Arquiteturas brilhantes. Revestimentos cerâmicos do século XV ao XXI”.
- C. Geraldes, J. M. Mimoso, A. Pais. 2018. The use of “Tijomel” tiles in Portuguese modern architecture, in: S. Pereira, M. Menezes, J. D. Rodrigues (eds.) Congress Book Proceedings for the International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage, p. 125-139.
- C. Geraldes, J. M. Mimoso, A. Pais. 2018. The use of modern azulejos and panels in Portuguese shop fronts, in: S. Pereira, M. Menezes, J. D. Rodrigues (eds.) Congress Book Proceedings for the International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage, p. 337-346.
- C. Geraldes, J. M. Mimoso, A. Pais. 2018. Unknown Porto - the use of azulejos in the modern architecture of the northern Portuguese town, in: S. Pereira, M. Menezes, J. D. Rodrigues (eds.) Congress Book Proceedings for the International Conference Glazed Ceramics in Cultural Heritage, p. 451-346.
- C. Geraldes, A. Pais, J. M. Mimoso. 2017. Aesthetics, Utility and Values: a systematization of glazed ceramics in the façades of Modernist Architecture, in: M. Menezes, D. R. Costa, J. D. Rodrigues (eds.) Congress Book Proceedings for the IPERION CH international conference - Intangibility Matters, p. 23-31.
- C. Geraldes, A. Pais, J. M. Mimoso. 2017. The Integration of Azulejos in the Modernist Architecture of Portugal as a unique case in Europe, in: M. Menezes, D. R. Costa, J. D. Rodrigues (eds.) Congress Book Proceedings for the IPERION CH international conference - Intangibility Matters, p. 139-147.
- C. Geraldes, A.M. Lima, J. M. Mimoso, J. Delgado-Rodrigues, S. R. M. Pereira. 2016. Geopolymers as potential repair material in azulejos conservation. Paper accepted to Applied Physics A., 122:197.