



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA
MESTRADO EM ARQUEOLOGIA

AZULEJOS PORTUGUESES DOS SÉCULOS XVII E XVIII EM PERNAMBUCO
Patologias e Caracterização Tecnológica

YURI MENEZES FREITAS

Recife
2015

Yuri Menezes Freitas

AZULEJOS PORTUGUESES DOS SÉCULOS XVII E XVIII EM PERNAMBUCO
Patologias e Caracterização Tecnológica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco, como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre.

Linhas de Pesquisa:

- Conservação e Restauração de Bens Culturais
- Metrologia Arqueológica e Patrimonial

Orientador: Prof. Dr. Paulo Souto Maior

Coorientador: Prof. Dr. Henry S. Lavalle

Recife
2015

Catálogo na fonte
Bibliotecário Rodrigo Fernando Galvão de Siqueira, CRB4-1689

F866a Freitas, Yuri Menezes.
Azulejos portugueses dos séculos XVII e XVIII em Pernambuco:
patologias e caracterização tecnológica / Yuri Menezes Freitas. – 2015.
196 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Souto Maior.
Coorientador: Prof. Dr. Henry S. Lavallo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Recife, 2015.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Arqueologia. 2. Trabalhos em azulejos. 3. Material cerâmico. 4.
Patologia. 5. Azulejos. I. Souto Maior, Paulo (Orientador). II. Lavallo, Henry S.
(Coorientador). III. Título.

930.1 CDD (22.ed.) UFPE (BCFCH2016-15)

*ATA DA SEPTUAGÉSIMA SEXTA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA DO CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, NO DIA
27 DE AGOSTO DE 2015.*

Aos 27(vinte e sete) dias do mês de Agosto de dois mil e quinze (2015), às 9h, no 10º Andar do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco, em sessão pública, teve início a defesa da Dissertação intitulada "Azulejos Portugueses dos Séculos XVII e XVIII em Pernambuco – Patologias e Caracterização Tecnológica" do aluno **Yuri Menezes Freitas**, na área de concentração Arqueologia e Conservação do Patrimônio Cultural no Nordeste, sob a orientação do Prof. Paulo Martin Souto Maior. O mestrando cumpriu todos os demais requisitos regimentais para a obtenção do grau de MESTRE em Arqueologia. A Banca Examinadora foi indicada pelo colegiado do programa de pós-graduação em 12/06/2015, na sua reunião ordinária e homologada pela Diretoria de Pós-Graduação, através do Processo Nº 23076.034275/2015-53 em 17/08/2015 composta pelos Professores: HENRY SÓCRATES LAVALLE SULLASI, do Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), RICARDO PINTO DE MEDEIROS, do Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e NEUVÂNIA CURTY GHETTI, do Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Após cumpridas as formalidades, o candidato foi convidado a discorrer sobre o conteúdo da Dissertação. Concluída a explanação, o candidato foi argüido pela Banca Examinadora que, em seguida, reuniu-se para deliberar e conceder ao mesmo a menção "**Aprovado**" da referida Dissertação. E, para constar, a Secretária de Pós-Graduação lavrou a presente Ata que vai por ela assinada e pelos membros da Banca Examinadora.

Recife, 27 de Agosto de 2015.

Luciane Costa Borba de Albuquerque Carvalho _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Henry Sócrates Lavalles Sullasi

Prof. Ricardo Pinto de Medeiros

Profª Neuvânia Curty Ghetti

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Williams e Raquel.

Ao meu orientador, o professor Paulo Souto Maior.

Ao meu coorientador, o professor Henry Lavalle.

À professora Suely Cisneiros, pela disponibilização do espaço, equipamentos e utensílios do ateliê que coordena nesta universidade.

À Dra. Viviane Kroury, do Departamento de Energia Nuclear da UFPE, pelo apoio prestado nas análises de caracterização química.

Ao professor Pedro Guzzo, do Departamento de Engenharia de Minas da UFPE, por sua disponibilidade em realizar a caracterização mineralógica das amostras enviadas ao laboratório que coordena.

À professora Thais Sanjad, coordenadora do Laboratório de Conservação, Restauração e Reabilitação (LACORE), vinculado à UFPA, pela disponibilização de referências bibliográficas e discussões acerca da caracterização dos azulejos históricos.

Aos responsáveis pelas edificações religiosas visitadas nesta pesquisa, que abriram as portas para que o levantamento de danos dos azulejos históricos ali presentes pudesse ser realizado.

Ao Centro de Artesanato de Tracunhaém, que disponibilizou parte das argilas utilizadas na reprodução dos azulejos.

Ao Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, nas pessoas do engenheiro mecânico Augusto Lima e do técnico José Roberto, que atenderam a demanda dos ensaios em placas cerâmicas.

À Fábrica de Cerâmica Eliana, em Camaçari/BA, que viabilizou minha visita às suas instalações fabris, onde pude acompanhar o atual processo de fabricação das cerâmicas de revestimento.

“Quem não pode lembrar o passado, não pode sonhar o futuro e, portanto, não pode julgar o presente”

(Walter Benjamin)

RESUMO

Em Pernambuco, azulejos portugueses dos séculos XVII e XVIII estão presentes em vinte edificações religiosas. Neste período, em Portugal, houve modificações na organização produtiva dos azulejos, objetivando adaptar-se às demandas de épocas distintas. Esta pesquisa busca compreender se tais modificações promoveram variações na caracterização tecnológica destes azulejos históricos. Foi realizado o levantamento de danos dos azulejos deste período, constatando-se uma baixa qualidade das peças pertencentes à primeira metade do século XVIII, em consequência da alta demanda existente. Os azulejos desta fase são os mais abundantes e apresentam os mais elevados índices de patologias, quando comparados às duas outras fases azulejares. Além da caracterização tecnológica através do levantamento de danos, amostras de azulejos setecentistas foram submetidas às análises química e mineralógica. Os ensaios de caracterização física são destrutíveis, e como as peças históricas não podem ser mutiladas, realizou-se a reprodução tecnológica do corpo cerâmico destas peças, com base na composição identificada através das análises e utilizando-se de técnicas da manufatura tradicional. A caracterização da tecnologia dos azulejos históricos realizada neste trabalho reforça os estudos no âmbito do conhecimento técnico do azulejo, fornecendo subsídios para profissionais da área de conservação do patrimônio material possam intervir com materiais e métodos adequados, preservando assim este bem cultural.

Palavras chave: Azulejo histórico. Patrimônio material. Patologias azulejares. Caracterização tecnológica.

ABSTRACT

In Pernambuco, there are Portuguese tiles from the seventeenth and eighteenth centuries in twenty religious buildings. During this period, in Portugal, to meet the demands of different times, there were changes in the production process of these tiles. This research seeks the understanding of whether such changes cause variations in technological characterization of these historical tiles. A field research was conducted to analyze the damage in these Portuguese tiles, and there was noted that there is a low quality of parts belonging to the first half of the eighteenth century, because of the high demand existent in that period. The tiles of this period are the majority, and have the highest rates of damage compared to tiles from other two periods. Besides the technological characterization obtained through the field research, samples of these eighteenth-century tiles were submitted to chemical and mineralogical analyzes. Physical characterization tests are destructible and, as historical items cannot be damaged, a reproduction of the ceramic body of these parts had been performed, based on the identification of its composition and manufacturing techniques. The characterization of the technology of the historical tiles performed in this work reinforces the studies regarding the specialized knowledge of historical tiles, providing support to professionals of specialized areas to intervene with appropriate materials and methods, thus preserving this cultural asset.

Keywords: Tile history. Material heritage. Pathologies tiles. Technological characterization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tapete policrômico, século XVII. Fonte: o autor.	36
Figura 2 – Painel monocromático, primeira metade do século XVIII. Fonte: o autor.	36
Figura 3 – Painel policrômico, segunda metade do século XVIII. Fonte: o autor.	36
Figura 4 – Mapa com destaque aos municípios pernambucanos que contém azulejos portugueses dos séculos XVII ao XVIII. Fonte: Adaptado dos Dados Cartográficos – Google 2015.	43
Figura 5 – Convento de Santo Antônio, em Igarassu. Fonte: o autor.....	44
Figura 6 – Edícula com lavabo ao fundo, azulejada com cenas profanas em suas paredes e padrão floral no teto. Fonte: Muniz (2009).	44
Figura 7 – Imagem de satélite do Município de Igarassu, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.....	44
Figura 8 – Imagem de satélite do Município de Olinda, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.....	45
Figura 9 – Seminário de Olinda. Fonte: Prefeitura de Olinda.	46
Figura 10 – Tapetes de azulejos policrômicos nos padrões florais laçaria e camélia, localizados no Seminário de Olinda. Fonte: Cavalcanti (2006).	46
Figura 11 – Conjunto arquitetônico que compõe a Igreja de Nossa Senhora das Neves e o Convento de São Francisco, em Olinda. Fonte: Cecília Lucchese.....	46
Figura 12 – Painel figurativo em azul sobre branco, século XVIII, Igreja de Nossa Senhora das Neves. Fonte: o autor.	47
Figura 13 – Claustro do Convento de São Francisco, com painéis figurativos que contam a vida de São Francisco de Assis, produzidos no século XVIII. Fonte: o autor.	47
Figura 14 – Painel em azul sobre branco, apresentando cena profana, século XVIII. Localizado no corredor do Convento de São Francisco, Olinda. Fonte: o autor.....	47
Figura 15 – Tapete policrômico de composição massaroca, presente na Capela do Capítulo do Convento de São Francisco, Olinda. Fonte: o autor.	47
Figura 16 – Fachada frontal da Igreja da Sé, Olinda. Fonte: o autor.....	48

Figura 17 – Painel de azulejos retratando a Fuga da Sagrada Família ao Egito. Estão pintados em azul sobre branco, produzido na primeira metade do século XVIII. Igreja da Sé, Olinda. Fonte: o autor.....	48
Figura 18 – Tapete de azulejos policrômicos do século XVII, composição fitomórfica <i>ferronieres</i> com folhas de acanto, localizado no altar colateral da Igreja da Sé. Fonte: o autor.	48
Figura 19 – Igreja de Nossa Senhora do Amparo, Olinda. Fonte: o autor.	49
Figura 20 – Painel de azulejos com padrão decorativo <i>ferroneries</i> , localizado sobre o arco cruzeiro da Igreja do Amparo, em Olinda. Fonte: Cavalcanti (2006).	49
Figura 21 – Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia. Fonte: o autor.	50
Figura 22 – Azulejos ilustrando a vida de Santa Isabel, produzidos no século XVIII. Estes painéis estão localizados na nave da Igreja de Nossa Senhora de Misericórdia. Fonte: o autor.	50
Figura 23 – Igreja de Santa Teresa, Olinda. Fonte: Pedro Valadares.....	51
Figura 24 – Painel em policromia, atribuído a segunda metade do século XVIII. Fonte: o autor.....	51
Figura 25 – Museu de Arte Sacra, Olinda. Fonte: o autor.....	52
Figura 26 – Painel presente na portaria, à esquerda da entrada do Museu de Arte Sacra, em Olinda. Fonte: Silva (2002)	52
Figura 27 – Painel presente na portaria, à direita da entrada do Museu de Arte Sacra, em Olinda. Fonte: Silva (2002)	52
Figura 28 – Fachada do Museu Regional de Olinda, antiga moradia episcopal. Fonte: o autor.	53
Figura 29 – Tapetes com padrão fitomórfico revestindo a sala principal do Museu Regional de Olinda. Fonte: o autor.....	53
Figura 30 – Capela no Museu Regional de Olinda, com dois painéis de azulejos setecentistas em suas paredes laterais. Fonte: o autor.	53
Figura 31 – Imagem de satélite do Município do Recife, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.....	54
Figura 32 – Azulejos tipo tapete na escadaria do Convento do Recife. Fonte: Elpídio Suassuna.	54

Figura 33 - Grande painel português presente na sala do capítulo, no Convento de Santo Antônio do Recife. Fonte: Elpídio Suassuna.....	55
Figura 34 – Azulejos de figura avulsa, de procedência holandesa, colocados no friso superior do claustro do Convento de Santo Antônio do Recife. Fonte: o autor.	55
Figura 35 – Painel de cena profana, representando "caça ao coelho", presente na nave da Capela Dourada. Fonte: o autor.	56
Figura 36 – Assinatura do mestre azulejeiro Antônio Pereira. Fonte: o autor.	56
Figura 37 – Painel com cena religiosa da Paixão de Cristo, presente na portaria do Convento de Nossa Senhora do Carmo. Pintado em azul sobre fundo branco, com a exceção do rodapé marmoreado amarelo. Fonte: o autor.....	57
Figura 38 – Painel do estilo rococó, pintado em policromia, assentado no corredor da Igreja da Ordem Terceira do Carmo do Recife. Fonte: o autor.	57
Figura 39 – Cúpula da Igreja de Nossa Senhora do Pilar, no Recife, revestida por azulejo policromo português do tipo camélia. Fonte: o autor.	58
Figura 40 – Painéis policromos na nave da Capela da Jaqueira. Fonte: Cavalcanti (2006).	59
Figura 41 – Imagem de satélite do Município de Jaboatão dos Guararapes, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.....	59
Figura 42 – Painéis policromos fixados no frontal do altar da Capela de Nossa Senhora da Piedade, em Jaboatão dos Guararapes. Fonte: o autor.	60
Figura 43 – Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, revestida com azulejos brancos nacarados. Fonte: o autor.	61
Figura 44 – Tapetes de azulejos revestem por completo as paredes internas da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres. Fonte: o autor.....	61
Figura 45 – Remanescente dos azulejos holandeses presentes no Convento de Santo Antônio, em Ipojuca. Fonte: Aguiar (2006)	61
Figura 46 – Azulejos em policromia, com cronologia e procedência não identificados, assentados de maneira desordenada. Fonte: o autor.	61
Figura 47 – Topo da torre do Convento de Santo Antônio, em Ipojuca, revestida com azulejo português de padrão. Fonte: o autor.	62
Figura 48 – Faixa de azulejos portugueses, com duas peças de altura, assentados caoticamente em parte da fachada lateral do convento de Santo Antônio, Ipojuca. Fonte: o autor.	62

Figura 49 – Imagem de satélite do Município de Ipojuca, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.....	62
Figura 50 – Frontispício do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. Fonte: o autor.	63
Figura 51 – Legenda com os dizeres “Maravilhoso poder de Benedicto”, inserido em cartela do painel dedicado a São Benedito, presente no Convento de Sirinhaém. Fonte: o autor.	63
Figura 52 – Painéis retratando passos da vida de São Francisco de Assis, fixados na nave do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. Fonte: o autor.....	63
Figura 53 – Painel retratando cena da vida de São Benedito, registrado em capela interna do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. À esquerda do painel, observamos uma lacuna de dezesseis peças, possivelmente provocada por furto. Fonte: o autor.	64
Figura 54 – Imagem de satélite do Município de Sirinhaém, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.....	64
Figura 55 – Quadriculamento alfanumérico no painel “Fuga do Egito” da Igreja da Sé, em Olinda. Para exemplificar a metodologia de identificação individual dos azulejos adotada, a peça destacada em amarelo recebe o código “4E”. Fonte: o autor.....	65
Figura 56 – Ficha Patologia dos Azulejos. Fonte: o autor.....	67
Figura 57 - Identificação numérica das colunas de azulejos no painel “Fuga do Egito”, objetivando maior fluidez na localização dos códigos de cada peça durante o levantamento de danos. Fonte: o autor.	68
Figura 58 – Alunos da graduação em arqueologia realizando o levantamento de danos dos azulejos do Convento de São Francisco, em Olinda. Fonte: o autor.	68
Figura 59 – Preenchimento, em campo, da Ficha – Patologia dos Azulejos, após observação dos danos constatados nas peças. Fonte: Vitor Tavares / G1.....	68
Figura 60 – Planilha digital do software Microsoft Excel, alimentada com os dados obtidos através do levantamento de danos. Para cada painel de azulejos é preenchida uma planilha como esta contendo as informações de cada peça analisada. Este exemplo demonstra a aba ‘principal’ com os dados do painel S01 do Convento de Santa Tereza, em Olinda. Fonte: o autor.....	69
Figura 61 – Aba ‘estatística’ da planilha elaborada no software Microsoft Excel. Os gráficos representam a incidência dos danos observados no painel S01 do Convento de Santa Tereza, em Olinda. Fonte: o autor.....	69

Figura 62 – Fragmentos de azulejos históricos submetidos à caracterização de seus componentes químicos e mineralógicos. (a) e (b) fragmentos de peças que compunham cercadura de painel distinto, pintadas em azul sobre fundo branco; (c) fragmento de peça do rodapé de painel, pintada em azul sobre fundo branco; (d) fragmento de peça representando possível cena, pintada em azul sobre fundo branco; (e) fragmento de peça utilizada em rodapé, pintada em amarelo sobre branco; (f) fragmento de peça, apresentando pintura de azul e marrom sobre fundo branco. A utilização de cores que não fossem o azul e o branco, como o amarelo e o marrom presente nestas duas últimas peças, não era comum ao período de produção destas peças.....	70
Figura 63 – Esquema do efeito fotoelétrico no qual o elétron ganha energia suficiente para sair do átomo. Fonte: Asfora (2010)	72
Figura 64 – Esquema simplificado do método de EDFRX. Excitação, amostra e detecção. Fonte: Parreira (2006).....	73
Figura 65 – Espectrômetro FRX Portátil X-MET 5100. Fonte: Oxford Instruments.	74
Figura 66 – Reflexão de um feixe de raios-X pelos planos (h k l) de um cristal. (a) Se o ângulo de incidência for arbitrário, não se produz feixe refletido. (b) Para o ângulo de Bragg q , os raios refletidos estão em fase e reforçam-se uns aos outros. (c) O mesmo que (b), exceto que se omitiu a representação das ondas. Fonte: (SMITH e HASHEMI, 2010).....	75
Figura 67 – Difratômetro Bruker D2 PHASER. Fonte: Bruker Corporation.....	76
Figura 68 – Painel de azulejo pintado em 1737, a título de comemoração da fundação da fábrica de azulejos e cerâmica em Bolsward. Este painel está conservado no Rijksmuseum de Amsterdã (Holanda). Fonte: http:// www.rijksmuseum.nl	79
Figura 69 – Matéria-prima dosada de acordo com as proporções indicadas na tabela e gráficos acima. Fonte: o autor.	83
Figura 70 – Trituração da matéria-prima.....	84
Figura 71 – Dosagem de cada matéria-prima.....	84
Figura 72 – Mistura com água.....	84
Figura 73 – Adensamento.....	84
Figura 74 – Moldagem com rolo de madeira.	85
Figura 75 – Corte para divisão das placas.	85
Figura 76 – Secagem natural.	85
Figura 77 - Inserção das peças no forno elétrico, apoiadas sobre placa de cordierita.....	85

Figura 78 – Queima controlada em forno elétrico.....	85
Figura 79 – Placas cerâmicas experimentais após queima. Fonte: o autor.....	86
Figura 80 – Matéria-prima triturada e peneirada, utilizada na composição da pasta cerâmica do azulejo reproduzido. a) argila cinza; b) argila amarela c) óxido de ferro d) areia e) argila vermelha. Fonte: o autor.....	87
Figura 81 – Esquema retratando as etapas desenvolvidas nesta pesquisa, no que envolve a reprodução cerâmica do azulejo histórico e sua caracterização física, mecânica, química e mineralógica. Fonte: o autor.....	89
Figura 82 – Argila cinza antes da moagem.	92
Figura 83 – Argila cinza triturada manualmente com pistilo.	92
Figura 84 – Peneiramento de toda matéria-prima com a peneira granulométrica de 100 mesh.	92
Figura 85 – Detalhe do peneiramento.....	92
Figura 86 – Adição da argila amarela na mistura.....	93
Figura 87 – Adição do óxido de ferro na mistura.....	93
Figura 88 – Homogeneização dos grãos.....	93
Figura 89 – Adição de água.....	93
Figura 90 – Mistura manual, com adição gradual de água.....	94
Figura 91 – Mistura manual.....	94
Figura 92 – Verificação do ponto de liga da mistura.	94
Figura 93 – Massa já misturada, a ponto de passar para a etapa de adensamento.	94
Figura 94 – Rolos de argila apresentando rachaduras, necessitando de maior adensamento. Fonte: Frigola (2005).....	95
Figura 95 – Rolos de argila sem apresentar rachaduras. Ponto ideal de modelagem. Fonte: Frigola (2005).....	95
Figura 96 – Adensamento manual da argila.	95
Figura 97 – Argila pressionada contra a bancada.....	95
Figura 98 – A pasta é dividida para a modelagem.	96

Figura 99 – Massa de argila pronta para modelagem.	96
Figura 100 – Vista superior do posicionamento das ripas. Fonte: o autor.	96
Figura 101 – Dimensões da placa cerâmica modelada. Fonte: o autor.	96
Figura 102 – As ripas de madeira são postas paralelamente, com espaço interno de 15 cm para receber a argila.	97
Figura 103 – Uma fina camada de areia é colocada para evitar aderência da argila na base da moldagem.	97
Figura 104 – O espaço é preenchido com a argila adensada, sendo colocada sobre pressão para evitar bolhas de ar.	97
Figura 105 – Preenchimento total do espaço entre as ripas.	97
Figura 106 – Finalização com o rolo de madeira, onde as peças possuem a mesma espessura das ripas.	98
Figura 107 – Remoção das ripas de madeira, para corte das peças.	98
Figura 108 – As peças são medidas e cortadas com o próprio esquadro de aço.	98
Figura 109 – Peças cortadas com 15x15 cm.	98
Figura 110 – Secagem das peças sobre tábuas de madeira. As peças são viradas diariamente durante o período da secagem, evitando a curvatura de suas extremidades. Fonte: o autor. ...	99
Figura 111 – Programação da temperatura do forno elétrico.	100
Figura 112 – Detalhe: termostato REX-C700. Os dígitos em vermelho indicam a temperatura interna do forno; os dígitos laranja indicam a temperatura programada.	100
Figura 113 – Peça inserida no forno para queima experimental.	101
Figura 114 – Resultado da queima experimental com explosão da peça em decorrência do aumento brusco de temperatura.	101
Figura 115 – Biscoitos inseridos no forno elétrico.	103
Figura 116 – Detalhe da arrumação das peças no forno apoiadas com o suporte dentado. ...	103
Figura 117 – Corpos cerâmicos dos azulejos após a queima. Fonte: o autor.	103
Figura 118 – Placas cerâmicas devidamente embaladas e enviadas ao laboratório para os ensaios de caracterização físico-mecânicas. Fonte: o autor.	103

Figura 119 – Esquema da aparelhagem para o ensaio de absorção de água. Fonte: ABNT (1997)	106
Figura 120 – Esquema do recipiente para ensaio de absorção de água por fervura. Fonte: ABNT (1997).....	107
Figura 121 – Equipamento de medição da carga e módulo de ruptura à flexão. Fonte: (ALMEIDA e CASCUDO, 2011)	109
Figura 122 – Esquema do equipamento de medição da carga e módulo de ruptura à flexão. Fonte: ABNT (1997b)	Abaixo
segue o conjunto de procedimentos do ensaio Determinação da Carga de Ruptura e Módulo de Resistência à Flexão em Placas Cerâmicas, estabelecido pela norma NBR 13.818, anexo C (ABNT, 1997):	109
Figura 123 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-10. Fonte: Software Match!.....	127
Figura 124 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-17. Fonte: Software Match!.....	128
Figura 125 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-18. Fonte: Software Match!.....	129
Figura 126 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-20. Fonte: Software Match!.....	130
Figura 127 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-26. Fonte: Software Match!.....	131
Figura 128 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-31. Fonte: Software Match!.....	132
Figura 129 – Difratoograma da reprodução tecnológica do corpo cerâmico do azulejo histórico, amostra RE. Fonte: Software Match!	133
Figura 130 – Comparativo dos resultados obtidos através da caracterização química..	139
Figura 131 – Resultado médio da absorção de água e resistência à flexão dos corpos de prova resultantes da reprodução tecnológica dos azulejos históricos da fase 2.	140

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Proveniência dos principais danos que acometem os azulejos históricos. Onde: defeitos de origem (Do); defeitos adquiridos (Da); assentamento deficiente (Ad); suporte deficiente (Sd); e ação antrópica (Aa). Fonte: o autor.....39
- Tabela 2 – Relação das proporções da matéria-prima utilizada em cada experimento produzido.....82
- Tabela 3 – Valores da proporção da matéria-prima utilizada para formulação da pasta. Fonte: o autor.....87

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 – Principais danos que acometem os azulejos históricos. Fonte: Relação de danos e comentários adaptados de TINOCO (2007) e MUNIZ (2009), ilustrações do autor. 40
- Quadro 2 – Relação das amostras submetidas à caracterização química e mineralógica. Fonte: o autor. 77
- Quadro 3 – Relação das ferramentas ou utensílios utilizados na reprodução dos azulejos. Fonte: o autor. 90
- Quadro 4 – Associação das fases de azulejo português com as edificações religiosas em Pernambuco. Fonte: o autor. 112
- Quadro 5 – Características dos minerais identificados nas amostras de azulejos históricos e do azulejo reproduzido. Fonte: adaptado de Correia (2011). **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 6 – Valores referentes à taxa absorção de água do corpo cerâmico, expressos em índices percentuais, obtidos através do ensaio de determinação da absorção de água (Abs) realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor. 135
- Quadro 7 – Índices referentes à carga de ruptura, expressos em quilograma-força (Kgf), obtidos com o ensaio de carga de ruptura à flexão realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor. 136
- Quadro 8 – Índices referentes ao módulo de ruptura à flexão, expressos em megapascal (Mpa), obtidos com o ensaio de carga de ruptura à flexão realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor. 137

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Ilustrando os dados da tabela anterior, com a proporção da matéria-prima para formulação da massa cerâmica (pasta). Fonte: o autor..... 88
- Gráfico 2 – Curva de cocção da fornada experimental com uma placa. Detalhe para a explosão da peça ocorrida com 38 minutos de queima, a 280°C. Fonte: o autor. 102
- Gráfico 3 – Curva de cocção da fornada realizada com dezenove placas cerâmicas reproduzidas nesta pesquisa. Fonte: o autor. 102
- Gráfico 4 – Quantitativo das unidades de azulejo por período histórico. Fonte: o autor. 111
- Gráfico 5 – Resultado percentual dos principais danos que acometem os azulejos históricos. Este levantamento compreendeu a análise visual de 77.823 peças de azulejos históricos, distribuídos entre vinte edificações religiosas no estado de Pernambuco. Fonte: o autor..... 115
- Gráfico 6 – Resultado percentual dos principais danos que acometem os azulejos históricos, seccionados entre as três fases. Destaque para os danos que tem como causa os defeitos adquiridos (Da). Fonte: o autor..... 115
- Gráfico 7 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos do século XVII por estes afetadas. Fonte: o autor..... 116
- Gráfico 8 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos da primeira metade do século XVIII por estes afetadas. Fonte: o autor. 116
- Gráfico 9 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos da segunda metade do século XVIII por estes afetadas. Fonte: o autor. 117
- Gráfico 10 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos do século XVII. Fonte: o autor..... 117
- Gráfico 11 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos da primeira metade do século XVIII. Fonte: o autor. 118
- Gráfico 12 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos da segunda metade do século XVIII. Fonte: o autor. 118
- Gráfico 13 – Índices da taxa de absorção de água dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor..... 135
- Gráfico 14 – Índices da carga de ruptura dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor..... 137
- Gráfico 15 – Índices do módulo de ruptura à flexão dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor..... 138

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
1. CONTEXTO HISTÓRICO E TECNOLÓGICO	25
1.1 OS AZULEJOS PORTUGUESES	25
1.2 ARQUEOMETRIA APLICADA AOS MATERIAIS CERÂMICOS	31
1.3 CONCEITOS ACERCA DE TECNOLOGIA	33
2. TÉCNICA DE PESQUISA	38
2.1 LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS	38
2.1.1 Danos que acometem os azulejos	40
2.1.2 Objeto de estudo: azulejos dos séculos XVII e XVIII em Pernambuco	43
2.1.3 Procedimento	65
2.2 COMPOSIÇÃO DOS AZULEJOS HISTÓRICOS	70
2.2.1 Caracterização Química – Fluorescência de Raios-X (FRX)	71
2.2.2 Caracterização Mineralógica – Difração de Raios-X	74
2.3 REPRODUÇÃO TECNOLÓGICA DO AZULEJO HISTÓRICO	78
2.3.1 Pré-reprodução: seleção da matéria-prima	81
2.3.2 A reprodução do azulejo histórico	86
2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA	104
2.4.1 Determinação da Absorção de Água	104
2.4.2 Determinação da Resistência à Flexão	108
3. RESULTADOS	111
3.1 DO LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS	111
3.2 DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA	119
3.2.1 Dos Azulejos Históricos	119
3.2.2 Da Matéria-Prima Utilizada na Reprodução	122
3.2.3 Da Pré-Reprodução Tecnológica	123
3.2.4 Da Reprodução Tecnológica	126
3.3 DA CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA	127
3.3.1 Dos Azulejos Históricos	127
3.3.2 Da Reprodução Tecnológica	133
3.4 DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA	134
3.4.2 Absorção de Água	134
3.4.3 Tensão de Ruptura à Flexão	135

4. CONCLUSÕES	139
REFERÊNCIAS	142
APÊNDICE A - LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS.....	147
APÊNDICE B - FICHAS UTILIZADAS NO LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS	168
APÊNDICE C - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA – FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X	173
ANEXO A - RELATÓRIO DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA ...	184
ANEXO B - GLOSSÁRIO DE REVESTIMENTO CERÂMICO	186

INTRODUÇÃO

O azulejo tem sua origem no árabe *azzelij*, que significa pequena pedra polida, usada para intitular o mosaico bizantino do Próximo Oriente. Designa uma peça de cerâmica de pouca espessura, geralmente quadrada, em que uma das faces é vidrada, resultado da cozedura de uma substância à base de esmalte que se torna impermeável e brilhante (BRANCANTE,1982).

João Miguel dos Santos Simões, que foi um dos grandes nomes no tocante ao estudo da azulejaria histórica, afirma que o azulejo português possui um grande valor. Em sua obra, ele faz a seguinte menção: “[...] o Reino [Português] devolveu ao Brasil em barro esmaltado parte do ouro e das pedras que de lá recebeu [...]” (SIMÕES, 1965). É notável o valor cultural atribuído aos azulejos vindos das terras lusitanas ao Brasil. Medidas que visem a preservação deste patrimônio devem estar sempre em pauta, de modo a não permitir sua destruição ao longo do tempo.

Como o Brasil concentra grande acervo da azulejaria portuguesa, sobretudo no Nordeste, os próprios pesquisadores brasileiros devem se empenhar para adquirir conhecimento concernente a este patrimônio. Mas, infelizmente ainda são poucos os estudos que se debruçam sobre os azulejos históricos, principalmente no que faz referência ao seu aspecto tecnológico, importante muitas vezes para o entendimento das causas das patologias que agridem seus painéis, bem como para a realização de cautelosas medidas interventivas.

Conforme Muniz (2009), o azulejo colonial é encontrado na faixa litorânea do Nordeste do Brasil, especialmente na Bahia e em Pernambuco, com peças desde o século XVII, quando chegaram as primeiras encomendas para revestir as paredes dos templos religiosos. Logo depois, espalhou-se por outras regiões, por todo o século XVIII, chegando ao Rio de Janeiro, Paraíba, Alagoas, Maranhão, Sergipe, entre outros, atingindo Minas Gerais e São Paulo, até estender-se em profusão, em pleno século XIX, nas fachadas dos casarões da arquitetura civil, com maior destaque para a capital do Maranhão.

Esta pesquisa delimita-se cronologicamente entre os séculos XVII e XVIII, sendo este um dos períodos mais recuados da azulejaria e o de maior produção e exportação do azulejo europeu. Especialmente restringisse a Pernambuco, que possui um dos acervos azulejares

mais representativos do Brasil. O estado de Pernambuco contém vinte edificações religiosas¹ que possuem azulejos portugueses históricos deste período delimitado. Tais edifícios estão situados nos municípios de Olinda, Recife, Jaboatão dos Guararapes, Igarassu, Ipojuca e Sirinhaém.

Pesquisas relativas ao acervo azulejar presente em Pernambuco foram publicadas há poucos anos. Cavalcanti (2006) trata em seu livro dos mesmos azulejos presentes em Pernambuco que nesta pesquisa serão estudados. Mas, em sua abordagem, a autora destaca o âmbito da valorização do azulejo enquanto objeto artístico. Defende a necessidade de preservação e realiza um registro iconográfico das peças, não adentrando no caráter técnico.

Muniz (2009), em dissertação defendida na Universidade Federal de Pernambuco, traz uma proposta de cronologia histórica para os painéis presentes nestas unidades religiosas pernambucanas e desenvolve um método de análise das patologias verificadas nos azulejos.

Freitas (2012), realizou um estudo em busca da compreensão dos fatores que promoveram mudanças no uso das cores da azulejaria portuguesa entre os séculos XVII e XVIII. Foi constatada nesta pesquisa que as viragens cromáticas ocorridas não foram acarretadas apenas por influências puramente estéticas, mas, também por necessidades de adequações tecnológicas demandadas por questões econômicas, já que a quantidade de cores aplicadas em uma peça influencia no seu tempo de produção. Chegou-se a esta afirmação quando observado que alguns elementos químicos presentes nos pigmentos necessitariam de maior tempo de cozimento, portanto com a demanda produtiva vigente, estes tons deveriam ser aperfeiçoados ou eliminados da paleta cromática.

A presente dissertação é uma continuidade do trabalho realizado por Freitas (2012), iniciado na graduação e prosseguido com o mestrado. Agora, o azulejo é explorado de maneira mais extenuante, não se limitando apenas à camada pictórica, mas desta vez, caracterizando o suporte desta camada, ou seja, o corpo cerâmico. Esta pesquisa busca abordar um âmbito ainda pouco explorado acerca do estudo azulejar: a sua tecnologia de produção.

Necessidades de mudanças na produção são observadas na história da azulejaria, para ilustrar isto, tomemos o exemplo de Portugal. No ano de 1580 Portugal perde a sua

¹ Igreja de N. Sra. das Neves, Convento de São Francisco, Seminário de Olinda, Igreja de N. Sra. da Misericórdia, Museu Regional, Igreja de N. Sra. do Amparo, Museu de Arte Sacra (Antigo Palácio dos Bispos), Igreja de Santa Tereza, Catedral da Sé, situadas em Olinda; Convento de Santo Antônio do Recife, Capela Dourada, Convento do Carmo, Capela da Jaqueira, Capela de N. Sra. do Pilar, Ordem Terceira do Carmo, situadas em Recife; Igreja de N. Sra. dos Prazeres, Capela de N. Sra. da Piedade, situadas em Jaboatão dos Guararapes; Convento de Santo Antônio, em Ipojuca; Convento de Santo Antônio, em Igarassu; e Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém.

independência. Este sombrio período na história lusitana vai, entretanto, fornecer ao azulejo a oportunidade de se afirmar, ele vai enraizar-se na vida quotidiana e na cultura portuguesas, vai tornar-se indispensável (TEROL, 2002). O azulejo é visto como um material decorativo, higiênico e para a época barato, características estas que influenciam no uso de uma sociedade em crise. Os tapetes² de azulejos são composições simples, realizadas a partir de um padrão³.

Os padrões de repetição são presentes na azulejaria portuguesa do século XVII. Estes azulejos são produzidos em oficinas, de acordo com Terol (2002) mais por artífices de formação prática do que artística. Tais artífices darão definitivamente a escala monumental que caracteriza a azulejaria portuguesa, assim como a sua adequação à arquitetura.

O azulejo português entra no gosto popular, dá-se início a um grande período criativo no fim do século XVII, onde os padrões repetitivos vão sendo aos poucos substituídas por painéis figurativos⁴. O país consegue alcançar um novo equilíbrio financeiro e econômico, várias edificações se submeterão às intervenções, utilizando-se o azulejo.

O fabrico de azulejos aumentou consideravelmente no segundo quartel do século XVIII, em resposta a um crescimento da procura, consequência também de encomendas provenientes do Brasil (HENRIQUES, 2005). Na história da azulejaria portuguesa este período é conhecido como o da ‘Grande Produção’.

Por volta de 1745, a azulejaria reflete as mudanças de gosto na sociedade portuguesa. O terremoto que abalou Lisboa em 1755 exigiu um imenso esforço para a reconstrução rápida e qualificada da cidade. Marquês de Pombal foi o responsável por organizar a reconstrução da cidade arruinada. Terol (2002) afirma que nesse período, o azulejo passa a ser produzido em grande quantidade, perdendo seu caráter artístico, obtendo maior funcionalidade.

Objetivando a rápida reconstrução de Lisboa, é criada a Fábrica Real de Cerâmica do Rato⁵, trazendo mestres de outros países, e realizando estudos para o aprimoramento da confecção das peças. Com isso, o azulejo passa a ser produzido⁶ por uma fábrica e não por artífices individuais. É retomada a policromia dos azulejos, utilizando-se cores que antes não eram utilizadas. Passam ainda a serem aplicados em áreas externas, como nos jardins.

² Painel de azulejos para revestimento parietal, geralmente utilizado na cobertura de vastas superfícies, resultante da repetição regular de padrões, sempre delimitado por guarnições.

³ Composição decorativa regrada pela repetição de um módulo.

⁴ Composições azulejares onde sobre fundo branco são pintadas cenas do cotidiano, com figuras humanas, de animais e plantas.

⁵ Criada em 1767 por Sebastião José de Carvalho e Melo, o marquês de Pombal.

⁶ Produção de azulejo na Real Fábrica de Louça se deu entre 1772 e 1835 (HENRIQUES, 2005, p.125).

Para facilitar o entendimento dos três momentos da azulejaria portuguesa entre os séculos XVII e XVIII, foi realizada a divisão em três fases:

- *Fase 1* – Século XVII – Azulejos policromos, produzidos por artesãos;
- *Fase 2* – 1ª metade do século XVIII – Azulejos em azul e branco, produzidos por artesãos e mestres pintores;
- *Fase 3* – 2ª metade do século XVIII – Azulejos policromos, produzidos por fábrica.

Levando-se em consideração os vários momentos de aumento e redução da demanda da produção de azulejos, ocasionados pelas mais variadas motivações, sejam elas políticas, econômicas ou sociais enfrentadas por Portugal, e tendo em vista os diversos tipos de organização produtiva (dos pequenos artífices até estrutura fabril), é levantada a seguinte questão:

As modificações na organização produtiva dos azulejos portugueses, ocorridas ao longo dos séculos XVII e XVIII, promoveram variações nas características tecnológicas das peças produzidas dentre as três fases?

O conhecimento do estado atual de conservação dos azulejos históricos das três fases mencionadas foi realizado para ajudar a responder tal problemática, sendo uma etapa fundamental. Um conjunto de peças de uma determinada fase apresentando maior incidência de patologias pode sugerir uma baixa qualidade tecnológica deste período histórico. Então, os dados obtidos através do levantamento de danos tornam possível uma comparação entre o estado de conservação dos azulejos de cada fase produtiva.

Conforme conhecimento prévio obtido através da literatura, foi na primeira metade do século XVIII – fase 2 – o período em que houve a maior demanda produtiva dos azulejos portugueses, sobretudo para atender as encomendas oriundas do Brasil. A maior parte do acervo de azulejos históricos presentes em Pernambuco é pertencente a esta segunda fase.

Nesta pesquisa foram realizadas caracterizações químicas, mineralógicas e físico-mecânicas dos azulejos deste período, podendo assim obter informações acerca do perfil tecnológico.

Os ensaios de caracterização físico-mecânica requerem a mutilação da amostra posta à análise. Devido ao caráter não destrutivo do azulejo histórico, foi necessária a reprodução tecnológica de peças contendo características semelhantes às históricas, que vão desde o

modo tradicional de manufatura até a sua composição. Para os ensaios destrutíveis, as peças reproduzidas puderam ser utilizadas como suplentes dos azulejos históricos, sem haver considerável prejuízo aos resultados obtidos.

Este trabalho está dividido em quatro partes. Na **primeira parte** é apresentado o Contexto Histórico e Tecnológico, contendo uma revisão da literatura no tocante ao histórico da azulejaria portuguesa; ponderações acerca da conservação do patrimônio histórico; arqueometria aplicada ao material cerâmico; e a discussão de alguns conceitos acerca do termo tecnologia. Na **segunda parte**, denominada Técnica de Pesquisa, estão detalhados todos os procedimentos e definições de cada etapa efetuada na pesquisa: levantamento de danos dos azulejos históricos; estudo da composição dos azulejos históricos e da matéria-prima utilizada na reprodução; reprodução tecnológica do azulejo histórico; e caracterização físico-mecânica. Na **terceira parte** são expostos e comentados os resultados obtidos através do levantamento de danos; da caracterização química; da caracterização mineralógica; e da caracterização físico-mecânica. Por fim, na **quarta parte** são tecidas considerações conclusivas acerca dos resultados obtidos com a pesquisa, buscando inclusive responder a problemática levantada, e são apresentadas propostas para investigações futuras.

1

CONTEXTO HISTÓRICO E TECNOLÓGICO

1.1 OS AZULEJOS PORTUGUESES

Iniciando pelo próprio termo ‘azulejo’, observa-se que há uma diversidade de formas de grafia desta palavra. *Az’lij, zulej, zelij, azzelij, al zuleiche, azuleich, al zullaucha, zallaja, zuleija, azzulujo, azuleijo, azulejo*. Conforme Cavalcanti (2006), nos relatos históricos todas essas formas são encontradas, mas não há concordância de como chegou à denominação final. E ainda há muita divergência quanto à terminologia, bem como quanto às diversas traduções: “liso e escorregadio”, “úmido e liso”, “polido e brilhante”, “pedra lisa”, “pedra que brilha”, “pequena pedra polida”.

Muniz (2009) menciona que através de testemunhos arqueológicos tem-se constatado o emprego de produtos cerâmicos na decoração da arquitetura no Oriente Próximo, nas primeiras culturas urbanas do Irã, na Antiguidade. Assim como os tijolos de fabricação em série utilizados nos frisos, nas cornijas e nos pilares dos edifícios da antiga Acádia, da Suméria e de Assur.

Os frisos monumentais de Susa e Ashur têm sido acreditados como os mais antigos exemplares da cerâmica esmaltada, ou seja, aquela sobre a qual se aplicaram materiais cromáticos, o que levaria a admitir o conhecimento dos processos de fusão a alta temperatura. Parece, no entanto, que esses efeitos coloridos eram obtidos pela incorporação nas massas siliciosas de terras coloridas cujo efeito de pseudo-esmalte era produzido por polimentação. (SIMÕES, 1969, p. 45-46)

A história do azulejo recua ao nascimento da própria civilização. De acordo com Riley (2004), em período tão remoto como o quarto milênio a.C., os Egípcios já decoravam as suas casas com tijolos vidrados de azul. Por volta do século XIV a.C., desenvolveu-se a técnica de manufatura de azulejo que associava diferentes barros coloridos. Pouco depois apareceriam os exemplares com desenhos riscados no barro sobre o vidrado. Gordon Lang (2004) comenta sobre as primeiras cerâmicas esmaltadas e não esmaltadas resgatadas em escavações arqueológicas:

Os arqueólogos que trabalham no Egito têm recuperado azulejos de cerâmica esmaltada ao fogo que datam do milênio IV a.C. Ao outro lado do mundo, os azulejos de cerâmica sem esmalte da dinastia Han (206 a.C. – 220 d.C.) nos tem legado as primeiras imagens pintadas da China. (LANG, 2004)

Também na Mesopotâmia os tijolos vidrados foram utilizados desde épocas recuadas. Em enormes composições, desenharam-se animais assustadores, como leões, touros e dragões. As cores primárias aplicadas nas representações desses gigantescos animais, de três metros de altura, contrastavam fortemente com o intenso azul vidrado do fundo.

Presume-se que entre os mesopotâmicos a invenção e uso do azulejo não resultaram de causas artísticas, mas de necessidades construtivas de proteção contra umidade. Com o tempo, e entre outros povos, o azulejo se enriqueceu naturalmente de valores decorativos e sua utilidade prática ficou em segundo plano, superada por sua finalidade ornamental. Na Mesopotâmia, devido à escassez de pedra e pela abundância de solo úmido, os povos babilônicos tornaram-se grandes ceramistas. Fabricavam tijolos com resistência e durabilidade e aperfeiçoaram a técnica da vitrificação⁷.

Os Assírios, cuja cultura era semelhante à dos Babilônicos, empregaram igualmente os tijolos vidrados nos seus edifícios, em especial no palácio de Nimrud (século IX. a.C.). (RILEY, 2004)

Foi, porém, na Mesopotâmia e na Pérsia que a arte da manufatura de azulejos atingiu o seu primeiro grande apogeu, acabando a prática por se disseminar dessas regiões para o mundo ocidental.

Assim, de origem árabe, em forma e nome, o azulejo chegou à Península Ibérica pela Espanha, mais precisamente por Andaluzia, onde teve início a produção, em meados do século XIV. (CAVALCANTI, 2006)

A Pérsia, centro de quase todas as técnicas empregadas na Europa na produção do azulejo, deve ter sido também seu berço. Das terras do Oriente, ele foi trazido, pelos árabes, para a Itália e Espanha. Nos séculos XVI e XVII, em Triana, nos arredores de Sevilha, na Espanha, Portugal comprou muitos azulejos do tipo mudéjar: alfardeões⁸, azulejos corda seca⁹, aresta¹⁰ e maiólica¹¹, ou relevados¹². (CAVALCANTI e CRUZ, 2002)

⁷ A temperatura máxima de queima de uma argila é chamada de ponto de vitrificação. Se a argila for queimada a uma temperatura mais alta, se deforma e pode derreter. A não porosidade e impermeabilidade são características de um corpo vitrificado.

⁸ *Alfardon*, traduzindo ao português ‘alfardão’, consiste em uma placa cerâmica em forma hexagonal.

⁹ Tipo de azulejo hispano-mourisco, que imita o azulejo alicatado (técnica que consiste na combinação de seções recortadas de azulejos de diferentes cores lisas, com múltiplas formas geométricas justapostas, seguindo esquemas preestabelecidos), e no qual as cores são separadas por um filete de pigmento refratário à cozedura, impedindo a sua mistura.

¹⁰ Azulejo hispano-mourisco em que o desenho formado pelo azulejo alicatado é englobado na face do ladrilho, dispondo de arestas salientes que impedem a mistura das diferentes cores na cozedura.

As primeiras utilizações conhecidas do azulejo em Portugal como revestimento monumental das paredes foram realizadas com azulejos hispano-mouriscos, importados de Sevilha por volta de 1503.

A presença árabe na Península Ibérica fez-se sentir pela permanência de uma prática da cerâmica, sendo Sevilha o grande centro produtor de azulejos ainda nas técnicas arcaicas de corda-seca e aresta, até meados do século XVI.

Em Portugal, o azulejo entrou no gosto do povo e desenvolveu-se aproveitando a técnica flamenga e utilizando o desenho colorido, ardente e voluptuoso dos tecidos indianos, além de decorações de arte mudéjar, obtendo assim o privilégio de atingir uma beleza incomparável no século XVII na realização de tapetes murais, que revestiam, sobretudo, paredes de igrejas.

Conforme Henriques (2005), entre os finais do século XV e a primeira metade do XVI, o azulejo passa a ser utilizado em Portugal com grande originalidade, revestindo completamente paredes monumentais, definindo-se o gosto por espaços decorativos envolventes cuja origem pode ser encontrada na presença da requintada cultura árabe na Península Ibérica.

Em 1508, o rei de Portugal D. Manuel I realiza uma grande encomenda de 10.146 peças de azulejos, chegando ao porto de Belém, em Lisboa. Tais peças seriam para a decoração do seu Palácio em Sintra, aplicando-o em suas salas com grande variedade de padrões e técnicas, estando presentes os de corda seca, aresta, esgrafitados¹³ e relevados.

Outra significativa encomenda de azulejos hispano-mouriscos produzidos em Sevilha foi a de Dom Jorge de Almeida, bispo de Coimbra, em 1503. Revestiu-se completamente a catedral desta cidade, um edifício românico cujo interior se transformou completamente com o revestimento cerâmico integral de paredes e colunas, simulando a presença de tecidos e vãos arquitetônicos.

¹¹ Designação italiana com origem provável no nome da ilha de Maiorca, cujo comércio de cerâmica vidrada se estendia pelo Mediterrâneo Ocidental no século XV. Tal técnica consistia no revestimento da chacota com vidro estanífero, ficando a superfície preparada para se pintar diretamente.

¹² Relevo: marcação de motivos na chacota com recorrência de moldes de madeira ou metal.

¹³ Técnica de decoração que consiste na gravação de motivos decorativos riscados no vidro com estilete ou prego, deixando aparecer a chacota (corpo cerâmico cozido no forno uma única vez e sem vidro).

Com relação a azulejos datados¹⁴, conforme Simões (1969), os mais antigos de que se tem conhecimento e se pode atribuir origem portuguesa, são os que se encontram em uma dependência do antigo Palácio dos Castros, em Évora.

Trata-se de azulejos de superfícies planas, esmaltados com verde de cobre, dispostos em composições enxaquetadas¹⁵, ornamentando molduras de arcos e janelas. Nos azulejos gravaram-se a buril certos ornatos, nomeadamente escudentes com as três arruelas deste ramo dos Castros, um medalhão com uma figura barbada, um leão e uma folha de figueira. É aqui que, sobre a porta, se pode ler a inscrição, rasgada nos azulejos: a *29 de mayo* 1551, sendo esta, provavelmente, a data da conclusão da obra de decoração. (SIMÕES, 1969)

Em meados do século XVI, os azulejos hispano-mouriscos, caracterizados pelas técnicas de corda seca e aresta, caem em desuso em Portugal e são substituídos por azulejos com decoração diretamente pintada sobre o vidro, em técnica de majólica ou faiança. (HENRIQUES, 2005)

A descoberta da técnica de majólica (ou maiólica), que permitiu pintar diretamente sobre o azulejo sem o risco de ocorrer mistura das cores com as altas temperaturas da cozedura, trouxe importantes consequências na criação do azulejo português. Permitiu uma grande produção de azulejos e propiciou uma rica evolução desta expressão artística.

No início do século XVI, fizeram-se, em Lisboa, tentativas de fabricar ladrilhos vidrados, destinados a pavimentos e decorações murais. Das experiências, resultaram posteriormente os primeiros azulejos lisos, esmaltados, pintados de verde-cobre, para composição de enxadrezados e enxaquetados da época pombalina. Segundo Cavalcanti e Cruz (2002), admite-se que, em meados do século XVI, se instalaram em Lisboa os primeiros fornos do tipo Veneza de cozer o esmalte¹⁶ estanífero.

A produção de peças únicas, como o Retábulo de Nossa Senhora da Vida¹⁷, possuía um custo bastante elevado. Então, para satisfazer o gosto português por grandiosos revestimentos cerâmicos, iniciou-se entre os finais do século XVI e até cerca de 1630, a grande produção e o uso de azulejos de repetição.

¹⁴ Painéis ou peças que contém algum elemento gráfico indicando o ano de sua produção.

¹⁵ Composição decorativa obtida por um esquema de aplicação de azulejos de duas cores em alternância com formas geométricas e dimensões variáveis, separadas por faixas retangulares, tarjas, em geral de cores lisas.

¹⁶ Genericamente, um esmalte é um produto vitrificável, resultante da mistura de substâncias minerais que, ao fundir a uma determinada temperatura, adere ao corpo cerâmico, tornando-o mais resistente e impermeável.

¹⁷ Confeccionada em faiança sobre barro vermelho, proveniente da Capela de Nossa Senhora da Vida, Igreja de Santo André, Lisboa, 1580.

Ao longo do século XVII, nas olarias de Lisboa produziram-se padrões cujo módulo poderia ser de 2x2, 4x4, 6x6 e mesmo de 12x12 azulejos [elemento], unidades que repetiam motivos decorativos vegetalistas e geométricos. (HENRIQUES, 2005)

Na edificação, a metamorfose dos espaços era obtida com a aplicação de frisos e grandes cercaduras que reforçavam os contornos das paredes, portas e janelas e separavam composições de diferentes padrões. Esta sequência de peças, por lembrarem tecidos e tapeçarias suspensas, são designadas de tapetes.

A partir da última década do século XVII, o azulejo português inicia um novo ciclo evolutivo, caracterizado, antes de mais, pela pintura exclusivamente a azul. Coincidindo com uma época de grande renovação decorativa das igrejas e palácios, o azulejo vai ser exaustivamente procurado. Os tapetes, tão presentes nos séculos XVI e XVII, caem de produção, sendo confeccionados painéis que representam cenas. O azulejo português passa a incorporar pintores que começam a assinar suas obras, responsáveis pela afirmação do gosto barroco¹⁸ na azulejaria. Este período, correspondente à primeira metade do século XVIII, é conhecido como o Ciclo dos Mestres.

Estes pintores tinham uma formação erudita adquirida geralmente na prática da pintura a óleo; conscientes do seu valor artístico assinavam as suas obras, quebrando assim o anonimato anterior da maioria dos pintores ceramistas. O primeiro grande mestre vem da Espanha próxima. Naquela altura a cerâmica espanhola está em plena decadência. Gabriel Del Barco instala-se em Lisboa, casa-se com uma portuguesa e trabalha ao lado dos oleiros lisbonetas. Sua contribuição será decisiva para o surto da azulejaria barroca. (TEROL, 2002, p. 61)

Estes artistas reproduzem obras com temas religiosos e profanos. Estes narram a vida de Cristo, da Virgem Maria ou dos santos nos espaços religiosos, enquanto os espaços profanos se decoram com episódios mitológicos e cenas galantes, marítimas e bucólicas.

No ano de 1755, Lisboa é abalada por um grandioso terremoto. A cidade baixa fica completamente destruída. O incêndio que sucedeu vai durar mais de quinze dias, aniquilando a cidade. De acordo com Terol (2002), esta data vai significar uma mudança profunda na sociedade portuguesa assim como na história do azulejo. Este ano marca, de certa maneira, o

¹⁸ Estilo artístico que floresceu entre o final do século XVI e meados do século XVIII.

fim do azulejo artístico, fabricado com cuidado em oficinas. Realizado agora em grande quantidade, será menos perfeito, mas mais funcional.

Nesta segunda metade do século XVIII, o estilo Rococó¹⁹ entra em vigência, trazendo delicadeza e fantasia aos painéis historiados. Muitas das peças deste período são confeccionadas na Fábrica Real de Cerâmica do Rato, criada em 1767 por marquês de Pombal, objetivando uma produção massiva do azulejo para a rápida reconstrução de Lisboa.

O azulejo chegou ao Brasil em sincronia com as demais artes e seguiu o mesmo processo cultural presente em Portugal. Wanderley (2006), afirma que para o Brasil foram transportados o mesmo gosto, a mesma técnica e os mesmos materiais de Portugal. O azulejo trazido ao Brasil era o mesmo utilizado pelos portugueses. Abaixo segue uma citação, na qual Santos Simões confirma a informação de que os azulejos presentes no Brasil são oriundos dos mesmos produtores que abasteciam o mercado interno português:

A não ser muito mais tarde – nos meados do século XIX – não se particularizou no Reino [Português] nenhuma fabricação especialmente destinada ao Brasil: os azulejos que para ali foram no decorrer dos séculos XVII e XVIII eram precisamente os mesmos que se utilizavam na Europa e, se alguma diferença existiu, ela foi principalmente de qualidade, preferindo a clientela transatlântica o que de melhor se podia encontrar no mercado fornecedor. (SIMÕES, 1965)

Durante o século XVII, o emprego da azulejaria se desenvolveu nos dois países e atingiu um grande apelo decorativo. Os gostos, modas, costumes, enfim, quase tudo o que a corte produzia era trazido ao mesmo tempo para a Colônia. Acontecendo o mesmo com a azulejaria, havendo uma massiva importação deste produto.

Não há dúvida de que tudo aquilo que era possível fazer no próprio Brasil se procurou ali realizar por forma a dispensar a importação. Quando, porém, não existiam no Brasil as matérias primas ou quando os processos técnicos envolviam dificuldades e exigiam apetrechamentos de difícil transplantação, era ao Reino que se recorria sem as restrições que seriam economicamente naturais: estavam neste caso os azulejos, de forçosa importação. Nem a distância implicando demoras, nem a dificuldade na escolha dos fornecedores, nem o próprio preço, extraordinariamente acrescido pelos fretes, foram obstáculos para que no Brasil o azulejo tivesse aquele lugar

¹⁹ Estilo artístico que aparece na Europa no século XVIII, sendo considerado como um desdobramento do estilo barroco.

reconhecido como indispensável na decoração arquitetônica portuguesa dos séculos XVII e XVIII. (SIMÕES, 1965)

Como afirma Simões (1965), não chegaram às terras brasileiras os azulejos quinhentistas de importação espanhola ou flamenga, antes se recorreu à fabricação nacional portuguesa para a decoração dos primeiros edifícios que jesuítas e franciscanos começariam a construir.

Reconheciam-se nos revestimentos cerâmicos qualidades mecânicas garantindo uma proteção eficaz contra intempérie e, simultaneamente, um meio de suprir a carência de materiais nobres para o embelezamento da arquitetura. Com isso, se explica o emprego do azulejo em revestimentos externos, no Brasil, prática então pouco utilizada em Portugal.

Conforme Simões (1965), a azulejaria portuguesa no Brasil finca suas raízes no ano de 1620 através da importação de azulejos da cidade do Porto para ornamentar o Convento de Santo Amaro de Água-Fria²⁰, do Engenho Frágoso, em Olinda, e no ano de 1737 a partir da importação de azulejos para a construção dos painéis que foram aplicados na Capela Mor do Convento de São Francisco, na Bahia.

No século XVII, período entre 1640 a 1650, a importação de azulejos portugueses é intensa, mas sua aplicação ainda é de pequena amplitude, somente em prédios religiosos. De acordo com Curval (2009), os exemplares mais antigos deste século estão na Igreja da Sé, em Salvador, usados no corredor e sacristia.

Os azulejos portugueses continuaram chegando ao Brasil nos séculos XVIII e XIX, sendo aplicados, sobretudo, na decoração de igrejas e, posteriormente, nas fachadas da edificação civil.

1.2 ARQUEOMETRIA APLICADA AOS MATERIAIS CERÂMICOS

Um dos primeiros passos para identificação de características tecnológicas de um artefato é através do conhecimento de sua matéria-prima (composição). As mais diversas técnicas arqueométricas contribuem substancialmente para o cumprimento deste objetivo.

A arqueometria é o estudo dos artefatos arqueológicos, através do ponto de vista científico, analítico, objetivo, com resultados mensuráveis e com possibilidade de repetição. A arqueometria complementa os estudos das sociedades estudadas pelas ciências humanas,

²⁰ O Convento de Santo Amaro de Água-Fria (1662/1833) encontra-se atualmente em ruínas.

podendo aportar uma nova dimensão aos dados arqueológicos. Como afirma Calza (2010), esta ciência vem adquirindo crescente interesse, possibilitando o envolvimento de restauradores, conservadores, arqueólogos, historiadores, físicos e químicos em torno de um objetivo comum.

Conforme Chamón Fernández (2010), as sociedades antigas desenvolveram diferentes níveis tecnológicos que estão relacionados intrinsecamente com suas necessidades e maneiras de pensar. Esta tecnologia ou fabricação de artefatos parte das matérias-primas que estão a seu alcance, por proximidade geográfica ou por estruturas mais complexas de comércio e intercâmbio. Hoje em dia podemos estudar os vestígios materiais para compreender e conhecer estas sociedades, e é a arqueometria uma ferramenta de conhecimento da tecnologia e das matérias primas utilizadas.

A arqueometria realiza, portanto, uma promissora conexão entre química, física, ciência de materiais e arqueologia, constituindo um significativo avanço para os estudos voltados ao patrimônio material da sociedade. Elementos derivados de rochas, metais, coprólitos e cerâmicas podem ser estudados, gerando importantes informações para os arqueólogos (SILVA, 2011). Suas técnicas têm contribuído consideravelmente nos estudos etnoarqueológicos e arqueológicos sobre o ciclo de vida dos artefatos cerâmicos. Em outras palavras, sobre a cadeia de eventos por que passam os artefatos cerâmicos desde a sua produção, passando pelo uso, manutenção e armazenagem até chegar aos estágios do seu descarte definitivo. Os dados fornecidos podem auxiliar a reconstruir esta trajetória artefactual, contribuindo para o entendimento do comportamento tecnológico das populações arqueológicas e etnográficas investigadas (SILVA, APPOLONI, *et al.*, 2004).

O vasto campo de estudo, combinados com o desenvolvimento de instrumentação e técnicas de alta precisão, como o microscópio eletrônico de varredura (MEV), difração de raios-X (DRX), fluorescência de raios-X (FRX), aceleradores de partículas (PIXE), fotoluminescência, espectroscopias (ultravioleta, infravermelho, RAMAN), técnicas radiológicas, ultrassons, partículas magnéticas, cromatografias; têm possibilitado nas últimas décadas um leque de possibilidades de melhoramento na qualidade dos estudos de arqueólogos, conservadores e restauradores. É então, tarefa destes de juntar os dados fidedignos gerados por meio destas técnicas e elucubrar dentro de seus contextos uma melhor compreensão do passado do homem, através dos elementos da cultura material por estes outrora produzidos.

Nesta pesquisa foram empregadas duas técnicas comumente utilizadas na arqueometria: a Difração de Raios-X (DRX), objetivando a caracterização mineralógica de amostras de azulejos históricos; e a Fluorescência de Raios-X (FRX), onde foi verificada a composição química de amostras de azulejos históricos, e também de argilas e outras matérias-primas a serem utilizadas na reprodução tecnológica de azulejos.

Por meio destas técnicas, tornou-se possível o conhecimento acerca da matéria-prima utilizada na produção de azulejos históricos, bem como questões que envolvem a tecnologia produtiva destes artefatos, como o conhecimento da temperatura de queima utilizada na época de sua produção, através da identificação das fases cristalinas de minerais considerados ‘termômetros mineralógicos’ presentes no corpo cerâmico das amostras. Portanto, como poderá ser constatado adiante, a utilização de tais técnicas arqueométricas foi elemento chave para o cumprimento dos objetivos propostos nesta pesquisa.

1.3 CONCEITOS ACERCA DE TECNOLOGIA

Como já visto, o conhecimento das características tecnológicas de um bem material histórico pode subsidiar intervenções que visem sua conservação. Mas, afinal, quais são os conceitos de tecnologia?

O termo tecnologia tem sua origem nas palavras gregas *tekhne* (arte ou ofício) e *logos* (área de estudo), desta maneira, tecnologia será literalmente o estudo ou ciência dos ofícios. (EIROA, GIL, *et al.*, 1999). A utilização da palavra “tecnologia” vem sendo ampliada para muitas áreas do conhecimento, alterando muitas vezes seu significado e distanciando-se da conceituação tradicional. Assim, seria oportuno caracterizar o significado do vocábulo ‘tecnologia’ que será utilizado neste trabalho.

A definição de termos que envolvessem a tecnologia e uma revisão de sua história foi realizada notavelmente por Gama (1987)²¹. Sua preocupação com os termos que definem o processo tecnológico a partir dos elementos que compõem o trabalho (de acordo com ele: homens, materiais, máquinas e saber), fez com que utilizasse a ciência filológica, de modo possível a refazer um percurso histórico do trabalho com certa firmeza. A partir de análises de

²¹ Ruy Gama era arquiteto, nascido em 1928, tendo maior destaque como historiador da técnica e da tecnologia.

natureza semântico-históricas, Ruy Gama perpassa o conceito tecnologia nas línguas portuguesa, francesa, alemã e, especialmente, inglesa.

Considerando uma distinção categórica entre os termos ‘técnica’ e ‘tecnologia’, Gama (1987) conceitua tais vocábulos da seguinte forma:

Técnica: é o conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, envolvendo a habilidade do executor e transmitidas, verbalmente, por exemplo, no uso das mãos, dos instrumentos e ferramentas e das máquinas. Alarga-se frequentemente para nele incluir o conjunto dos processos de uma ciência, arte ou ofício, para obtenção de um resultado determinado com o melhor rendimento possível.

Tecnologia: é o estudo e conhecimento científico das operações técnicas ou da técnica. Compreende o estudo sistemático dos instrumentos, das ferramentas e das máquinas empregadas nos diversos ramos da técnica, dos gestos e dos tempos de trabalho e dos custos, dos materiais e da energia empregada. A tecnologia implica na “aplicação dos métodos” das ciências físicas e naturais e, como assinala (com propriedade, mas não com primazia) Alan Birou²², também na comunicação desses conhecimentos pelo ensino técnico (GAMA, 1987).

Podem ser apresentadas várias abordagens conceituais a respeito da tecnologia, em especial as interpretações de Milton Vargas que em seu livro²³ situa historicamente o surgimento da tecnologia a partir da constituição da ciência moderna e subordina a compreensão da mesma enquanto ciência aplicada. Ou seja, tecnologia pressupõe a utilização de conhecimentos teórico/científicos, portanto antes do advento da ciência moderna não existe tecnologia, apenas técnicas, visto que esta se reveste de um caráter pré-científico e se circunscreve no âmbito de um saber empírico desprovido de qualquer sistematização teórico/científica e anterior a ela.

De acordo com Basalla (1990), os conceitos de ciência e tecnologia muitas vezes se confundem e é importante salientar as suas diferenças, pois suas motivações são diferentes. Pode-se dizer que a ciência produz ideias, artigos, teorias e informações, já a tecnologia produz objetos, bens. A tecnologia é muito mais antiga que a ciência e ela nasceu junto com a humanidade, por isso não podemos defini-la como aplicação de teorias científicas.

²² Alan Bitou. **Dicionário das Ciências Sociais**. Lisboa, Ed. D. Quixote, 1966.

²³ Vargas, Milton. **Para uma Filosofia da Tecnologia**. Editora Alfa Ômega, 1944.

Para Eiroa (et. al. 1999), técnica é o conjunto de procedimentos e métodos de uma ciência, arte, ofício ou indústria e, por extensão, o conjunto de meios tendentes a aperfeiçoar os sistemas de obtenção ou elaboração de produtos. E tecnologia é o estudo dos meios técnicos e dos procedimentos empregados nos diversos ramos da indústria, desde sua origem. Se trata então, de um processo através do qual os seres humanos, utilizando sua inteligência e sua vontade, tenham desenhado ferramentas e máquinas para controlar seu entorno material e utilizá-lo em benefício próprio. Na pré-história a tecnologia poderia ser um meio para se dominar o ambiente inóspito no qual os homens estariam inseridos. Com o processo acumulativo de informações haveria o avanço dos processos técnicos. A mudança tecnológica ocorre, conforme os autores, com a observação e por uma busca de soluções práticas para necessidades específicas (EIROA, GIL, *et al.*, 1999).

Juan Eiroa (1999) ainda aponta a respeito da importância dos paralelismos etnográficos para o entendimento da tecnologia, através da observação de culturas tradicionais na atualidade, é possível levantar informações dos processos de evolução técnicas de tais grupos e realizar analogias com relação ao desenvolvimento das técnicas ao longo do tempo. Outra questão levantada é a importância da arqueologia experimental, onde há a possibilidade do pesquisador realizar uma reprodução tecnológica do artefato estudado.

Compartilhando ainda das ideias de Eiroa (1999), a invenção da cerâmica pelos grupos humanos, utilizando matérias primas que a natureza colocava a sua disposição, foi um dos mais destacados avanços tecnológicos da pré-história, e isto significou colocar-se a disposição destes grupos, recipientes para conter e transportar diversos produtos, sobretudo líquidos, com garantias de conservação, assim como para elaborar outros objetos de culto, de adorno ou de diversas aplicações práticas. Seu uso prolongou-se até os dias atuais, e houve uma melhora com novos aportes tecnológicos, tornando a cerâmica um produto praticamente imprescindível, desdobrando amplamente a aplicação inicial.

Para a arqueologia, a invenção e uso da cerâmica têm um significado plural: seu estudo da tecnologia; rede de intercâmbio e comércio; religião; ritual funerário; definição de categorias sociais; dentre vários outros aspectos. Para os autores, foi na olaria, confeccionando seus artefatos cerâmicos, que ocorreu a primeira utilização consciente, realizada pelo homem, de uma transformação química. No século XVIII ocorrem os primeiros estudos por aspectos tecnológicos da produção cerâmica. Foram as pesquisas sobre os fornos

de olaria, dos primeiros oleiros e dos processos de manufatura e queima (EIROA, GIL, *et al.*, 1999).

Com relação ao processo produtivo tecnológico do azulejo, convém levar em consideração a concepção de Rye (1981) no que se refere ao processo de manufatura da cerâmica. Ressalte-se que, independentemente do azulejo ser uma categoria de cerâmica, sua concepção pode ser aplicada a qualquer outra categoria de material. Conforme defende o autor, o processo de manufatura obedece a um conjunto de operações culturalmente estabelecidas, às quais ele identifica dois conjuntos distintos: o das operações essenciais e o das não essenciais, sendo as primeiras bem mais resistentes às mudanças que as últimas. Rye (*Op. cit.*) argumenta que as operações por ele denominadas "essenciais" estariam relacionadas tanto à tecnologia do grupo responsável pela manufatura, quanto à utilização a qual seria destinada a peça produzida. E, considerando que, no processo de manufatura, todos os elementos e fases do processo estejam inter-relacionados, o autor observa que qualquer alteração em uma destas operações interferiria necessariamente em outras, quer a nível de ajuste ou até mesmo de mudança. Tais alterações, conseqüentemente, requereriam tempo para que houvesse uma readaptação tecnológica. (RILEY, 2004)

A variação na utilização das cores na camada pictórica dos azulejos portugueses, ocasionadas por questões econômicas e mudanças de gostos influenciados por modismos da época, é um exemplo da necessidade de adequação tecnológica ocorrida com estas peças entre os séculos XVII e XVIII. As figuras abaixo apresentam três fases cromáticas passadas pelos azulejos portugueses.



Figura 1 – Tapete policromático, século XVII. Fonte: o autor.



Figura 2 – Painel monocromático, primeira metade do século XVIII. Fonte: o autor.



Figura 3 – Painel policromático, segunda metade do século XVIII. Fonte: o autor.

O azulejo português do século XVII, marcado pela composição em tapetes e sua paleta cromática em majoritária policromia, no final deste século e início do século posterior,

passaram a ser substituídos por peças monocromáticas. Conforme Freitas (2013), uma forte influência estética contribuiu para esta viragem cromática: as porcelanas chinesas da Dinastia Ming, em que as tonalidades azul e branco são fortemente empregadas. Além deste fator puramente estético, questões econômicas favoreceram esta alteração cromática. Na primeira metade do século XVIII houve o momento de maior produtividade do azulejo português, conhecido como ‘A Grande Produção Joanina’. Era necessário atender a demanda, e para que isso fosse realizado, a simplificação da produção foi uma alternativa escolhida.

Reduzindo a quantidade de cores, o tempo necessário para a queima das peças é menor devido a não utilização de elementos contidos em algumas cores, como o amarelo, que tendem a aumentar a temperatura de fusão do azulejo. Então, pintando somente o azul sobre branco, o tempo de cocção seria reduzido, proporcionando maior produtividade em menos tempo.

Na segunda metade do século XVIII ocorre o regresso da policromia nos painéis de azulejos portugueses. O estilo rococó, vigente neste período, influenciou diretamente para este retorno da policromia em meados dos setecentos. A produção azulejar neste período também necessitava ser intensa, pois Lisboa demandava muitas peças para sua reconstrução, após o terremoto que a abalou em 1755. Com a instalação da Real Fábrica de Louça e a vinda de expoentes técnicos estrangeiros, houve um salto qualitativo na azulejaria portuguesa, havendo uma atualização na tecnologia dos pigmentos aplicados ao corpo cerâmico do azulejo. Tal adaptação tecnológica promoveu o uso de maior quantidade de cores, sem alterar significativamente o tempo de cozimento das peças. Houve, neste caso, o aumento no conhecimento da tecnologia dos pigmentos, onde é permissível utilizar-se várias cores, sem prejuízo considerável ao tempo de produção.

Compreendamos que a tecnologia não se reduz aos instrumentos produzidos e nem tampouco aos meios de trabalho. E, portanto, não pode ser devidamente compreendida sem a dimensão dos fatores político-econômico-sociais que a envolvem; sem o entendimento do significado daquilo que é produzido e sem a percepção das razões e condições históricas de uso de determinados meios de produção.

2 TÉCNICA DE PESQUISA

2.1 LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS

Muitas vezes, as patologias que se verificam nos revestimentos com azulejos são diretamente provocadas pelo mau estado de conservação da edificação onde estão integrados. É, portanto, primordial que se observe e analise com o suficiente cuidado o estado geral de conservação dos imóveis para que se possa sustentar um diagnóstico credível e prescrever as medidas necessárias à conservação e eventual restauração de painéis de azulejos (AGUIAR, 1995).

Os principais danos verificados nos painéis azulejares são derivados basicamente dos defeitos de origem; defeitos adquiridos; assentamento deficiente; suporte deficiente; ação da umidade e ação antrópica. A seguir serão apontados cada um destes fatores originários de danos:

- a) **Defeitos de origem**, provenientes de descuidos no transporte dos azulejos. As peças podem vir apresentando defeitos ocasionados por um mal acondicionamento durante o transporte;
- b) **Defeitos adquiridos** pela peça em decorrência de falhas em sua tecnologia produtiva. São danos adquiridos ao longo do tempo, e são acarretados por matéria prima de má qualidade, falhas durante os processos de adensamento da argila, secagem do biscoito, queima, dentre outras etapas ligadas à tecnologia produtiva cerâmica;
- c) **Assentamento deficiente** dos azulejos no suporte, que pode configurar a utilização de argamassa de má qualidade, espaçamentos entre as peças mal executados, e assentamento caótico das peças, sem preocupação figurativa;
- d) Efeitos da movimentação da estrutura de um **suporte deficiente** do painel, provocado por ações mecânicas devidas aos efeitos de dilatação/retração térmica ou ao surgimento de cargas nas paredes;
- e) **Ação da umidade**, proveniente da própria parede, que absorve a umidade por capilaridade, ou por ação da exposição do painel à chuva;
- f) **Ação antrópica**, provocando furtos, vandalismo ou tentativas inapropriadas de manutenção (recomposição das perdas no corpo cerâmico e/ou de pintura com materiais e procedimentos inadequados).

Dentre os seis possíveis fatores que oriunda os danos nos azulejos históricos, devemos destacar para esta pesquisa os que estão diretamente ligados ao processo produtivo, que são os defeitos adquiridos pela peça em decorrência de falhas em sua tecnologia produtiva, citado no item ‘b’ acima. Consideramos que muitas vezes é difícil dar um diagnóstico preciso da proveniência dos danos dentre tais fatores acima listados. Mas, entendemos que falhas no processo produtivo geram peças com características físicas desfavorecidas, oportunizando a ação danosa. O defeito adquirido é, então, um dos fatores preponderantes e que merece ser observado com bastante atenção, mas sem deixar de levar em conta, é claro, as outras possibilidades de proveniência dos danos.

A tabela abaixo associa cada dano²⁴ com a sua possível proveniência, podendo ser única ou múltipla.

Tabela 1 – Proveniência dos principais danos que acometem os azulejos históricos. Onde: defeitos de origem (Do); defeitos adquiridos (Da); assentamento deficiente (Ad); suporte deficiente (Sd); ação da umidade (Au); e ação antrópica (Aa). Fonte: o autor.

DANO	PROVENIÊNCIA
Alteração Cromática	Da
Contaminação	Sd; Au
Concreção	Sd; Da ; Au
Desagregação	Sd; Au
Desordem	Ad
Eflorescências	Sd, Au
Elementos Espúrios	Aa
Esfoliação	Da ; Au
Fissuras do Vidrado	Da
Lacunas	Do; Aa; Ad
Manchas Superficiais	Aa
Perda	Do; Da ; Sd; Ad; Au
Perda do Vidrado	Da
Recomposição de Pintura	Aa
Trinca	Do; Da ; Ad; Sd; Au

²⁴ Os danos que contam na tabela 1 serão apresentados com comentários individuais no item 2.1.1 – Danos que acometem os azulejos

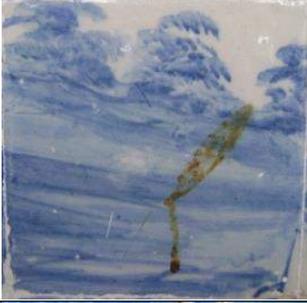
2.1.1 Danos que acometem os azulejos

Consideraremos para esta pesquisa quinze possíveis danos que podem acometer os painéis de azulejos históricos: alteração cromática; contaminação; concreção; desagregação; desordem; eflorescência; elementos espúrios; esfoliação; fissuras do vidrado; lacuna; manchas superficiais; perda; perda do vidrado; recomposição de pintura; e trinca (TINOCO, 2007; MUNIZ, 2009). O quadro a seguir apresenta tais danos, apontando o efeito provocado na peça.

Quadro 1 – Principais danos que acometem os azulejos históricos. Os danos que estão com o número de ordem em **negrito** são aqueles que podem ser recorrentes de falhas na tecnologia produtiva. Fonte: Relação de danos e comentários adaptados de TINOCO (2007) e MUNIZ (2009), ilustrações do autor.

	Tipo de Dano	Descrição	Ilustração
01	Alteração Cromática	Reação química dos elementos constitutivos do azulejo ou dos vernizes de proteção.	
02	Contaminação	Processo deletério de alterações físico-químicas na chacota e vidrado pela proliferação de material orgânico patogênico, cloretos, nitritos, sulfatos etc., infiltrados no corpo cerâmico.	
03	Concreção	Massa endurecida, formada pela precipitação ou exsudações magnesianas ou calcárias, sucessivas	
04	Desagregação	Reação física de esfacelamento e dissolução do corpo cerâmico e vidrado em decorrência de ações físico-químicas deletérias. Muito comum em nível próximo ao rodapé.	

05	Desordem	Assentamento caótico dos azulejos no silhar.	
06	Eflorescência	Depósitos, geralmente brancos e porosos, sobre o corpo cerâmico do azulejo.	
07	Elementos espúrios	Agressão à estética do silhar e aos materiais do corpo cerâmico, com o emprego de material grosseiro na tentativa de reparo das peças.	
08	Esfoliação	Desagregação com desprendimento de lâminas (descamação) do vidrado e chacota.	
09	Fissuras do vidrado	Microfissuras da superfície esmaltada, geralmente com formato circular, ou espiral, ou em forma de teia de aranha.	
10	Lacuna	Área de perda total de uma ou mais peças de azulejo.	

11	Manchas superficiais	Sujidades superficiais, sem comprometimento do corpo cerâmico.	
12	Perda	Ausência de uma das partes do azulejo.	
13	Perda do vidrado	Destacamento de parte ou totalidade do esmalte do azulejo, sem afetar o corpo cerâmico.	
14	Recomposição de pintura	Descaracterização e agressão à estética do painel e aos materiais do corpo cerâmico e vidrado.	
15	Trinca	Fissura no corpo cerâmico do azulejo.	
	Outros	Qualquer dano que não se enquadre aos anteriores.	

2.1.2 Objeto de estudo: azulejos dos séculos XVII e XVIII em Pernambuco

Realizamos um levantamento quantitativo dos principais danos que acometem a azulejaria portuguesa dos séculos XVII ao XVIII, presentes no estado de Pernambuco. Os painéis deste período estão vinculados às edificações históricas religiosas, dentre estas: capelas, igrejas, conventos, moradia episcopal e seminário. Tais edifícios estão distribuídos entre os municípios de Igarassu, Olinda, Recife, Jaboatão dos Guararapes, Ipojuca e Sirinhaém, todos estes geograficamente localizados no litoral pernambucano. A figura 4 situa tais municípios no litoral pernambucano.



Figura 4 – Mapa com destaque aos municípios pernambucanos que contém azulejos portugueses dos séculos XVII ao XVIII. Fonte: Adaptado dos Dados Cartográficos – Google 2015.

No município de Igarassu está presente o Convento de Santo Antônio (figura 5), construído em 1588 pelos franciscanos da Província de Santo Antônio de Portugal. O convento contém azulejos portugueses pintados em azul sobre fundo branco, pertencentes ao século XVIII, localizados em sua nave, capela-mor, sacristia e edícula (figura 6). Conforme Muniz (2009), entre 1997 e 1999 o convento passou por intervenções restaurativas em sua talha dourada e nos painéis de azulejos. Participaram a fundação Espírito Santo Silva, de Portugal, a Fundação Joaquim Nabuco (Pernambuco) e a Fundação Xavier de Sallas (Espanha).



Figura 5 – Convento de Santo Antônio, em Igarassu.
Fonte: o autor.



Figura 6 – Edícula com lavabo ao fundo, azulejada com cenas profanas em suas paredes e padrão floral no teto. Fonte: Muniz (2009).

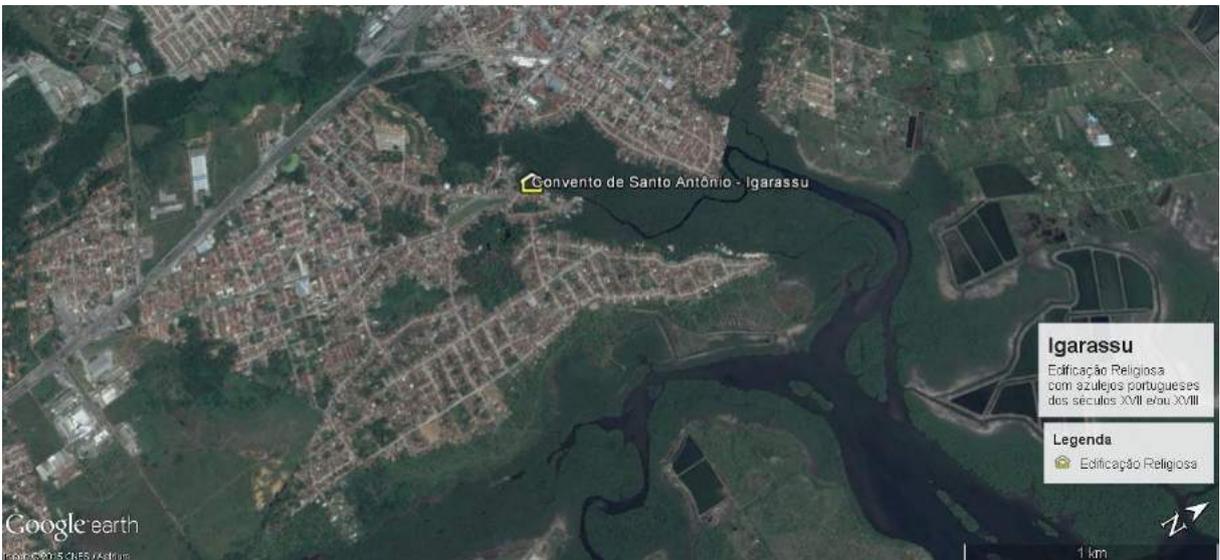


Figura 7 – Imagem de satélite do Município de Igarassu, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.

O município de Olinda tem o seu sítio histórico declarado pela UNESCO²⁵ em 1982²⁶ como Patrimônio Cultural da Humanidade. Em Pernambuco, é neste município onde existe a maior concentração de edificações religiosas com azulejos portugueses do período abordado nesta dissertação, totalizando nove unidades históricas: Seminário de Olinda, Igreja de Nossa

²⁵ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

²⁶ Fonte: <http://whc.unesco.org/en/list/189> <acesso em 21/02/2015>

Senhora das Neves, Convento de São Francisco, Igreja de São Salvador do Mundo, Igreja de Nossa Senhora do Amparo, Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia, Igreja de Santa Teresa, Museu de Arte Sacra e Museu Regional de Olinda. A figura a seguir situa tais edificações.

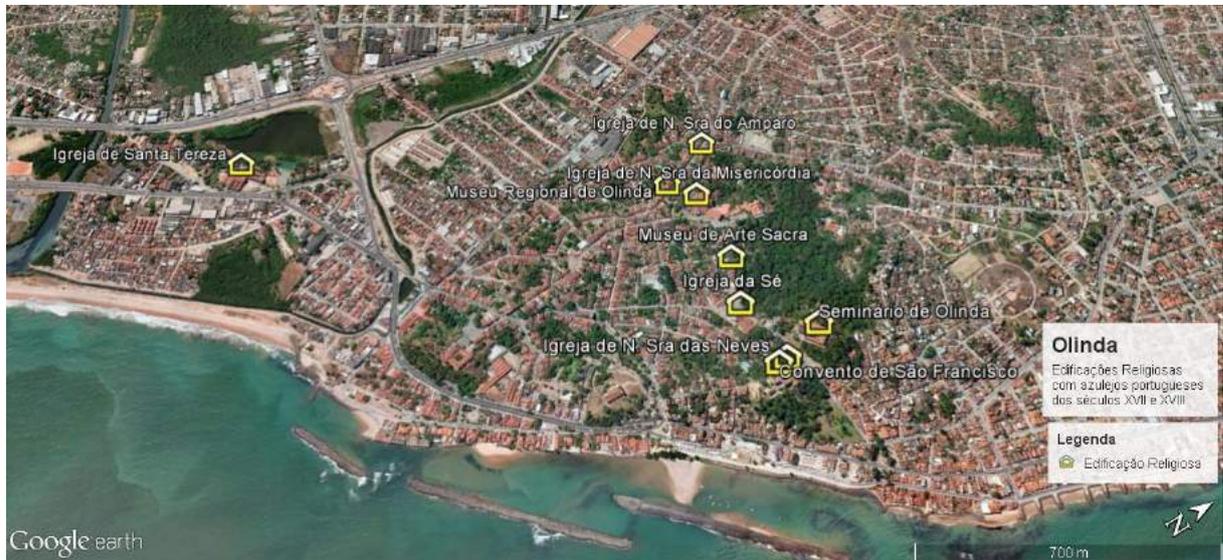


Figura 8 – Imagem de satélite do Município de Olinda, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.

Erguido em 1575, o antigo Colégio dos Padres Jesuítas, atual Seminário Diocesano de Olinda (figura 9), possui azulejos seiscentistas, que em padrões de tapetes policrômicos (azul e amarelo sobre fundo branco) revestem as paredes de uma das salas situadas no pavimento superior do seminário (figura 10). Tais padrões dos azulejos assentados nesta sala do Seminário de Olinda são semelhantes aos que estão revestindo as cúpulas da Igreja de Nossa Senhora do Pilar e Convento de Santo Antônio, ambos em Recife. O Seminário de Olinda abriga a Igreja de Nossa Senhora da Graça, datada de 1552 e inspirada na Igreja de São Roque, em Lisboa.



Figura 9 – Seminário de Olinda. Fonte: Prefeitura de Olinda.



Figura 10 – Tapetes de azulejos policrômicos nos padrões florais laçaria e camélia, localizados no Seminário de Olinda. Fonte: Cavalcanti (2006).

A Igreja de Nossa Senhora das Neves e o Convento de São Francisco (figura 11) formam um conjunto arquitetônico, tendo sua construção primitiva em 1585, passando por várias ampliações ao longo dos séculos, tendo a primeira sido concluída ainda no século XVI, em 1590. A Igreja de Nossa Senhora das Neves possui em sua nave azulejos figurativos em azul sobre branco do XVIII (figura 12) e azulejos policrômicos de composição fitomórfica laçaria do século XVII em sua torre. O Convento de São Francisco apresenta um dos maiores acervos da azulejaria histórica do Brasil, revestido com azulejos seiscentistas e setecentistas. No convento, os azulejos figurativos presentes no claustro (figura 13), na Capela de Sant'Anna, no corredor (figura 14) e na sacristia são monocromáticos, em azul sobre fundo branco e pertencem ao século XVIII. Já os azulejos da Capela do Capítulo (figura 15) e os assentados nas paredes da escadaria são mais antigos, atribuídos ao século XVII, apresentam composição fitomórfica *massaroca* em policromia.



Figura 11 – Conjunto arquitetônico que compõe a Igreja de Nossa Senhora das Neves e o Convento de São Francisco, em Olinda. Fonte: Cecília Lucchese.



Figura 12 – Painel figurativo em azul sobre branco, século XVIII, Igreja de Nossa Senhora das Neves. Fonte: o autor.



Figura 13 – Claustro do Convento de São Francisco, com painéis figurativos que contam a vida de São Francisco de Assis, produzidos no século XVIII. Fonte: o autor.



Figura 14 – Painel em azul sobre branco, apresentando cena profana, século XVIII. Localizado no corredor do Convento de São Francisco, Olinda. Fonte: o autor.



Figura 15 – Tapete policrômico de composição massaroca, presente na Capela do Capítulo do Convento de São Francisco, Olinda. Fonte: o autor.

A Igreja da Sé de Olinda, também conhecida como Igreja de São Salvador do Mundo (figura 16), foi construída entre 1537 e 1540. Desde esse período, sofreu diversas intervenções, as quais mudaram sua aparência de forma bem radical. Destruída quase totalmente no período holandês, foi restaurada nos anos seguintes à expulsão destes, quando então recebeu os primeiros azulejos, que datam de meados do século XVII (CAVALCANTI, 2006). Em sua nave, nas paredes laterais que separavam as capelas existiam painéis historiados de azulejos com cenas religiosas pintadas em azul de cobalto e fundo branco, a

exemplo do que se encontra atualmente assentado na parede da escada que dá acesso a antessala da sacristia, com o tema “Fuga para o Egito” (figura 17). Eram azulejos que caracterizavam a grande produção de 1740, das oficinas anônimas de Portugal. Em uma intervenção na igreja da segunda década do século XX os painéis da nave foram todos removidos (MUNIZ, 2009). Na capela colateral do Santíssimo (lado do evangelho) existem azulejos de padrão, policrômicos, e pertencentes ao século XVII (figura 18).



Figura 16 – Fachada frontal da Igreja da Sé, Olinda. Fonte: o autor.



Figura 17 – Painel de azulejos retratando a Fuga da Sagrada Família ao Egito. Estão pintados em azul sobre branco, produzido na primeira metade do século XVIII. Igreja da Sé, Olinda. Fonte: o autor.



Figura 18 – Tapete de azulejos policrômicos do século XVII, composição fitomórfica *ferronieres* com folhas de acanto, localizado no altar colateral da Igreja da Sé. Fonte: o autor.

A Igreja de Nossa Senhora do Amparo (figura 19) foi construída em 1613 pela Irmandade de Nossa Senhora do Amparo dos Homens Pardos. Possui os azulejos portugueses

com uma das datações mais recuadas do Brasil, ainda da primeira metade do século XII. Estes azulejos são pintados em policromia, apresentando padrão decorativo *ferronerias*, estão fixados na nave da igreja, localizados na parte superior da parede do arco cruzeiro (figura 20). Em sua parte central, o painel continha o registro de Nossa Senhora do Amparo, apresentando atualmente lacunas de várias peças, ocorridas por furtos.



Figura 19 – Igreja de Nossa Senhora do Amparo, Olinda. Fonte: o autor.

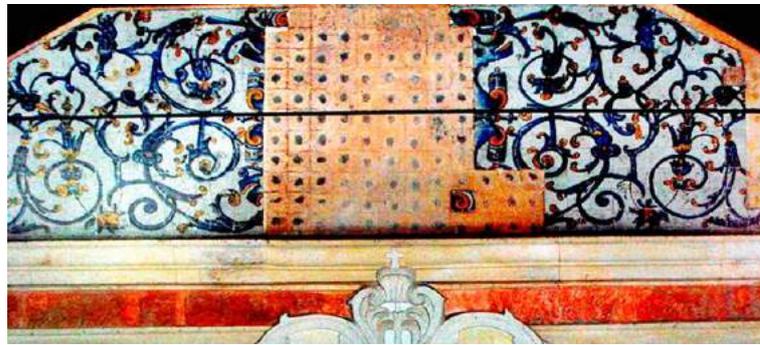


Figura 20 – Painel de azulejos com padrão decorativo ferronerias, localizado sobre o arco cruzeiro da Igreja do Amparo, em Olinda. Fonte: Cavalcanti (2006).

A antiga Igreja de Nossa Senhora da Luz, hoje conhecida como Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia (figura 21) por ser parte integrante do antigo Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Olinda, foi construída em 1540. Os azulejos desta igreja são painéis figurativos que historiam partes da vida de Santa Isabel. Tais painéis são pintados em azul sobre fundo branco, atribuídos à primeira metade do século XVIII, e estão fixados nas paredes da nave (figura 22), próximo às portas principais, e capela-mor da igreja.



Figura 21 – Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia. Fonte: o autor.



Figura 22 – Azulejos ilustrando a vida de Santa Isabel, produzidos no século XVIII. Estes painéis estão localizados na nave da Igreja de Nossa Senhora de Misericórdia. Fonte: o autor.

No século XVII, para cumprimento de promessa de João Fernandes Vieira, foi construída a Igreja de Nossa Senhora do Desterro. Em 1686 esta igreja passou a ter como padroeira Santa Teresa D'Ávila devido à Ordem dos Carmelitas Descalços assumirem a edificação. A Igreja de Santa Teresa (figura 23) possui azulejos policrômicos (figura 24), produzidos na segunda metade do século XVIII. Tais painéis azulejares encontram-se revestindo a nave, capela-mor, coro e sacristia, apresentando ornamentos e figurações que retratam cenas religiosas e profanas.



Figura 23 – Igreja de Santa Teresa, Olinda. Fonte: Pedro Valadares.



Figura 24 – Painel em policromia, atribuído a segunda metade do século XVIII.
Fonte: o autor.

O edifício que abriga o Museu de Arte Sacra de Olinda (figura 25) foi construído no século XVIII e serviu como residência dos bispos de Olinda e Recife. No antigo saguão de entrada existiam painéis de azulejos que o contornavam. Em reforma ocorrida no século XIX, tais painéis foram removidos e parte deles colocados no terraço aberto no pavimento superior. Em visita, Santos Simões os encontrou já fixados na varanda e com peças faltantes, os atribuindo a produção portuguesa da década de 1730 e 1740. Numa restauração ocorrida nos anos de 1970, o terraço foi fechado e dois painéis foram transferidos para a portaria (figuras 26 e 27). Estes painéis em azul sobre branco, contendo cenas profanas, apresentam-se mutilados ausentando-se suas molduras originárias.



Figura 25 – Museu de Arte Sacra, Olinda. Fonte: o autor.



Figura 26 – Painel presente na portaria, à esquerda da entrada do Museu de Arte Sacra, em Olinda. Fonte: Silva (2002)



Figura 27 – Painel presente na portaria, à direita da entrada do Museu de Arte Sacra, em Olinda. Fonte: Silva (2002)

O Museu Regional de Olinda (figura 28) é um sobrado do século XVIII antes utilizado como moradia episcopal. Em sua sala principal existem tapetes de azulejos com padrão fitomórfico, pintados em azul sobre fundo branco. Estas peças atribuídas ao século XVIII tem altura de sete peças e possuem rodapé com marmoreado em tons de azul (figura 29). Santos Simões os considera raros e estranha a produção destas peças neste período, uma vez que os painéis historiados estavam em uso e não padrões de repetição que apenas voltam a ocorrer no último quartel do século XVIII. Dois painéis historiados, possivelmente originários da Igreja da Sé, estão fixados na capela presente na sala principal do Museu Regional (figura 30). Tais painéis são pintados em azul e branco, atribuídos à primeira metade do século XVIII.



Figura 28 – Fachada do Museu Regional de Olinda, antiga moradia episcopal. Fonte: o autor.



Figura 29 – Tapetes com padrão fitomórfico revestindo a sala principal do Museu Regional de Olinda. Fonte: o autor.



Figura 30 – Capela no Museu Regional de Olinda, com dois painéis de azulejos setecentistas em suas paredes laterais. Fonte: o autor.

Em Pernambuco, Recife é o segundo município com maior quantidade de azulejos históricos portugueses dos séculos XVII e XVIII. Tais painéis estão presentes nas seguintes edificações religiosas: Convento de Santo Antônio do Recife, Ordem Terceira de São Francisco da Penitência (Capela Dourada), Basílica de Nossa Senhora do Carmo, Ordem Terceira de Nossa Senhora do Carmo, Capela de Nossa Senhora do Pilar e Capela de Nossa Senhora das Barreiras (Capela da Jaqueira). No Convento de Santo Antônio uma peculiaridade são os azulejos holandeses que ali estão fixados, bem como, um painel assinado pelo mestre produtor de azulejos, assentado na Capela Dourada. Tais casos remetem a peças históricas pouco comuns no Brasil. A figura 31 apresenta a localização destas edificações situadas em Recife.

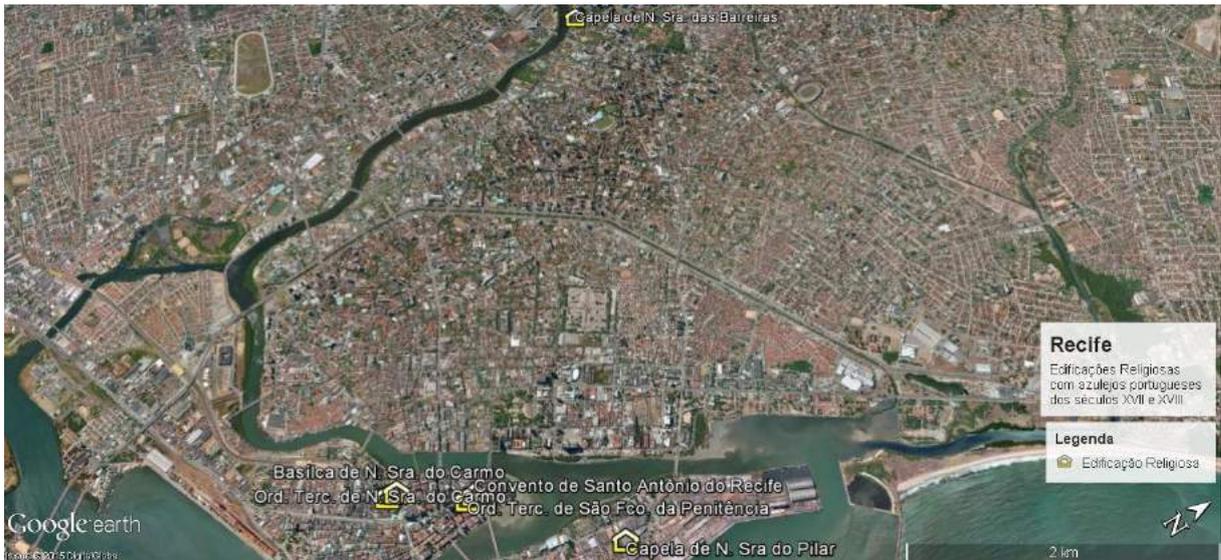


Figura 31 – Imagem de satélite do Município do Recife, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.

O Convento de Santo Antônio do Recife possui exemplares da azulejaria histórica portuguesa e holandesa. Fundado em 1606, e tombado a nível federal em 1938, o Convento de Santo Antônio do Recife foi o segundo em importância no Brasil, após o franciscano de Olinda. Esteve sob domínio dos holandeses que o utilizaram como fortificação durante a ocupação destes em Pernambuco. Os azulejos foram instalados em diferentes épocas, e apesar das diversas intervenções pelas quais o convento passou, muitos ainda se conservam no lugar original.

São encontrados azulejos do tipo tapete apenas no pavimento superior e na escada de acesso ao mesmo, estes datados de fins do século XVII ou início do XVIII. Na escadaria, tem-se uma fiada de azulejos brancos rente ao chão, seguido de uma fiada de meio azulejo (na horizontal) azul (figura 32). Os demais azulejos são azuis, apresentados em dois padrões, camélia e um segundo pouco conhecido.



Figura 32 – Azulejos tipo tapete na escadaria do Convento do Recife. Fonte: Elpídio Suassuna.

Os azulejos da nave da igreja, de aproximadamente 1745-50, são figurativos, de barra recortada. Estes painéis retratam passos da vida de Santo Antônio, relatando alguns dos seus milagres. A cúpula da capela-mor é revestida por azulejos do padrão camélia, nas cores amarela, azul, roxo e verde. Na portaria, encontram-se quatro painéis de barra recortada, representando cenas de mártires da igreja. No corredor de acesso à sacristia, cinco painéis figurativos retratam a criação do mundo, continuados com os painéis presentes no claustro, a começar pela criação de Adão. Na sala do capítulo se encontram os maiores painéis deste convento, que retratam a devoção ao Rosário, com legendas em português (figura 33). A sacristia e nicho do lavabo são também revestido por painéis. Todos estes azulejos portugueses são pertencentes ao século XVIII, pintados em azul sobre fundo branco.



Figura 33 - Grande painel português presente na sala do capítulo, no Convento de Santo Antônio do Recife.
Fonte: Elpídio Suassuna.

Os azulejos holandeses presentes no Convento de Santo Antônio estão localizados no friso superior do claustro (figura 34). São representados por peças de figura isolada, apresentando temática variada, que incluem embarcações, vasos floridos, cavaleiros, animais, dentre outros.



Figura 34 – Azulejos de figura avulsa, de procedência holandesa, colocados no friso superior do claustro do Convento de Santo Antônio do Recife. Fonte: o autor.

Integrante da estrutura arquitetônica do Convento Franciscano do Recife, a Ordem Terceira de São Francisco da Penitência, mais conhecida como Capela Dourada, guarda exemplares da azulejaria portuguesa, possuindo uma peculiaridade com relação aos azulejos históricos presentes no Brasil.

Inicialmente, foi erguida a Capela Dourada, em 1696, como um apêndice, ao sul da Igreja do Convento de São Francisco do Recife, sendo erguido, depois, o Convento da Ordem Terceira e sua igreja (Igreja de São Francisco). A Capela Dourada, ou Capela dos Noviços da Ordem Terceira de São Francisco, foi tombada pelo IPHAN em 1938.

Com uma única nave, tem as paredes forradas com talha dourada e apresenta silhar de azulejos na parte inferior das mesmas, com sete azulejos de altura. Os painéis têm a borda recortada com molduras de folhas de acanto e tratam de cenas profanas (figura 35). Em um dos painéis, encontra-se uma inscrição que indica a autoria destes azulejos, sendo atribuídos ao mestre português Antônio Pereira (figura 36).



Figura 35 – Painel de cena profana, representando "caça ao coelho", presente na nave da Capela Dourada. Fonte: o autor.



Figura 36 – Assinatura do mestre azulejeiro Antônio Pereira. Fonte: o autor.

O Convento de Nossa Senhora do Carmo, no Recife, foi construído em 1767, de acordo com data inscrita na fachada, na base do nicho que decora o frontispício. Os azulejos presentes nesta edificação estão assentados nas paredes da portaria conventual. São painéis historiados com cenas religiosas da Paixão de Cristo, em sua maioria pintados em azul sobre fundo branco, com a exceção da faixa dos azulejos de rodapé, marmoreado amarelo com tons de azul e roxo (figura 37). O enquadramento apresenta concheado mais rebuscado, típico do Rococó.



Figura 37 – Painel com cena religiosa da Paixão de Cristo, presente na portaria do Convento de Nossa Senhora do Carmo. Pintado em azul sobre fundo branco, com a exceção do rodapé marmoreado amarelo. Fonte: o autor.

A Ordem Terceira de Nossa Senhora do Carmo do Recife foi fundada em Pernambuco no ano de 1695. Situada à direita do Convento Carmelita, sua igreja é dedicada a Santa Tereza d'Ávila. A obra do seu interior somente foi concluída em 1737. A Igreja da Ordem Terceira do Carmo possui azulejos portugueses pertencentes a segunda metade do século XVIII.

Estes painéis estão localizados apenas nos dois corredores laterais à capela-mor, ligando a nave à sacristia. São painéis de estilo rococó, com moldura policromada em tons de amarelo, roxo e verde (figura 38). Tais painéis retratam a vida de Santa Teresa d'Ávila. No enquadramento, existem flores e rocalhas.



Figura 38 – Painel do estilo rococó, pintado em policromia, assentado no corredor da Igreja da Ordem Terceira do Carmo do Recife. Fonte: o autor.

A Capela de Nossa Senhora do Pilar preserva sua cúpula (figura 39) e parte da capela-mor revestida em azulejos com padrão em tapete policromado do tipo camélia, atribuídos ao século XVII. Situada no extremo norte da antiga vila do Recife, a construção da ermida nas proximidades do antigo Forte de São Jorge, edificado em 1597, aconteceu em terras do istmo que une o Recife à Olinda. A nave da igreja apresenta vestígios da remota presença de painéis de azulejos revestindo suas paredes. A edificação permaneceu em ruínas por um período de tempo, o que propiciou a degradação e desaparecimento destas peças por meio dos vândalos que a saqueavam.

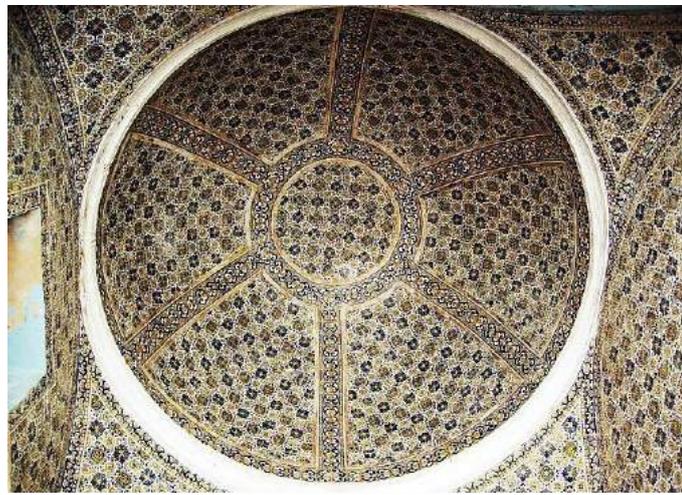


Figura 39 – Cúpula da Igreja de Nossa Senhora do Pilar, no Recife, revestida por azulejo policromo português do tipo camélia. Fonte: o autor.

A Capela de Nossa Senhora da Conceição das Barreiras, popularmente conhecida como Capela da Jaqueira devido sua localização no Sítio das Jaqueiras, na Estrada Ponte D'Uchôa, foi construída entre 1765-6, pelo capitão Henrique Martins em terras de sua propriedade. Esta capela tem sua nave, capela-mor, sacristia e coro revestidos por azulejos policromos portugueses, pertencentes à segunda metade do século XVIII.

Na nave (figura 40), encontram-se painéis historiados com moldura *rocaille* apresentando rodapé de marmoreado roxo. As cenas representam a vida de São José do Egito. Na capela-mor, as peças formam semelhante composição, diferindo apenas na dimensão lateral, apresentando maior largura. A sacristia apresenta silhar baixo, com cinco azulejos de altura, com barra recortada, apresentando cenas de caça e paisagem. No coro, situam-se painéis de igual composição ao dos outros ambientes, estes representando a imagem de Nossa Senhora da Conceição e uma aparição de Nossa Senhora a um oficial eclesiástico.



Figura 40 – Painéis policromos na nave da Capela da Jaqueira. Fonte: Cavalcanti (2006).

O Município de Jaboatão dos Guararapes possui duas edificações religiosas que contém azulejos portugueses históricos: a Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, situada nos Montes dos Guararapes; e a Capela de Nossa Senhora da Piedade, localizada na Praia de Piedade. A ilustração abaixo identifica a situação destas unidades religiosas.

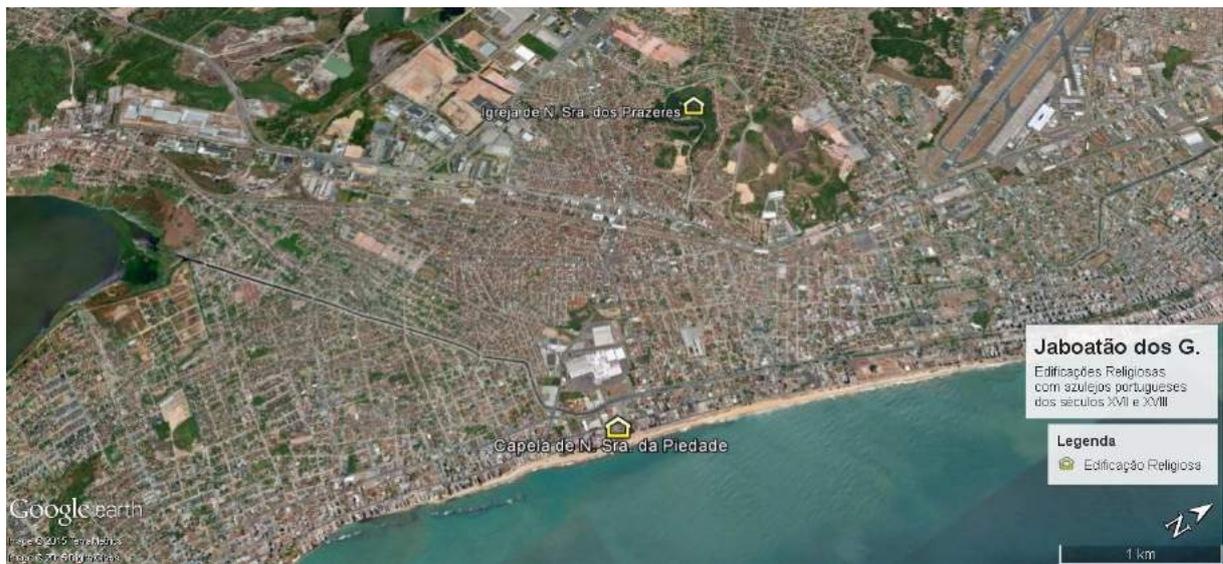


Figura 41 – Imagem de satélite do Município de Jaboatão dos Guararapes, apontando a localização das edificações religiosas que contém azulejos portugueses dos séculos XVII-XVIII. Fonte: Google Earth.

No Brasil, o único registro de frontal de altar azulejado está na Capela de Nossa Senhora de Piedade, em Jaboatão dos Guararapes. A utilização deste tipo de painel foi bastante comum em Portugal no século XVII.

Simões (1965) relata que o este painel tripartido (figura 42), provavelmente com data de 1660-80, apresentava cartela central com imagem de Nossa Senhora da Piedade com Cristo em seus braços. As peças contendo esta cena foram removidas do conjunto, provavelmente em decorrência de furto. Na parte inferior do frontal, existem um par de leões, de elefantes e

lobos. Além do frontal, dois painéis contendo o desenho de um vaso de flores e aves ladeiam o conjunto azulejar central. Estas peças apresentam-se pintadas em policromia nas cores azul, amarela, verde e roxa.



Figura 42 – Painéis policromos fixados no frontal do altar da Capela de Nossa Senhora da Piedade, em Jaboatão dos Guararapes. Fonte: o autor.

A Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres (figura 43), construída em 1656 pelo General Francisco Barreto de Menezes, está situada nos Montes dos Guararapes e guarda um importante acervo azulejar português. A igreja é a única em Pernambuco a apresentar azulejos revestindo a fachada. São peças lisas, de cor branca e com efeito nacarado no vidro.

Outra singularidade desta edificação são os azulejos do século XVII que revestem toda a nave, com tapetes formados por dois padrões, divididos por uma barra (figura 44). Todas as peças são azuis sobre fundo branco, envolvem as paredes num padrão 4x4/4 na parte inferior, e após a barra de dois azulejos, que também circunda elementos de cantaria, portas e púlpito, está o outro padrão de composição 6x6/8. São encontrado também azulejos na capela-mor; estes formam um arco, com dois azulejos de largura, que contorna a parede voltada para o altar.

Simões (1965) demonstra a admiração a estes azulejos e em seus escritos faz a seguinte menção: *"o notabilíssimo conjunto azulejar do interior da Igreja dos Montes Guararapes é o mais vasto e importante repositório de azulejos de padrão azul de que tenho conhecimento"*.



Figura 43 – Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, revestida com azulejos brancos nacarados. Fonte: o autor.



Figura 44 – Tapetes de azulejos revestem por completo as paredes internas da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres. Fonte: o autor.

No litoral sul pernambucano estão localizados dois conventos da ordem franciscana, o Convento de Santo Antônio, em Ipojuca; e o também Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém.

Fundado em 1606, o Convento de Santo Antônio em Ipojuca é simples quando comparado a outros conventos franciscanos presentes no estado de Pernambuco. Passou por várias reformas arquitetônicas de modo a eliminar quase por completo o acervo azulejar que ali outrora existiu. As peças de azulejos históricos hoje presentes neste convento são representadas por: quinze peças de azulejos holandeses, assentados em formato de cruz; por um conjunto desordenado de dezoito peças de azulejos em policromia (cronologia e procedência não identificada); uma faixa com azulejos setecentistas portugueses em azul sob fundo branco, assentados caoticamente em parte da fachada lateral esquerda do convento; e na torre sineira, com azulejos português de padrão, possivelmente do século XVII.



Figura 45 – Remanescente dos azulejos holandeses presentes no Convento de Santo Antônio, em Ipojuca. Fonte: Aguiar (2006)



Figura 46 – Azulejos em policromia, com cronologia e procedência não identificados, assentados de maneira desordenada. Fonte: o autor.



Figura 47 – Topo da torre do Convento de Santo Antônio, em Ipojuca, revestida com azulejo português de padrão. Fonte: o autor.



Figura 48 – Faixa de azulejos portugueses, com duas peças de altura, assentados caoticamente em parte da fachada lateral do convento de Santo Antônio, Ipojuca. Fonte: o autor.



Figura 49 – Imagem de satélite do Município de Ipojuca, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.

Em Sirinhaém, o Convento de Santo Antônio (figura 50) abriga uma riqueza de azulejos portugueses em azul sobre fundo branco, característicos da primeira metade do século XVIII. Este convento franciscano foi construído pelos portugueses em 1630 e, entre os anos de 1632 e 1637, em consequência da invasão holandesa, foi abandonado e após a expulsão, em 1654, foi retomada.

Os azulejos do convento de Sirinhaém, de acordo com Simões (1965), são provenientes de uma encomenda feita em Lisboa, por volta de 1745, provável data do pedido

dos painéis para o Convento de São Francisco, em Olinda. Inclusive, os painéis (figura 52) que estão fixados na igreja do convento de Sirinhaém são muito parecidos com os fixados no claustro do convento de Olinda. Ambos retratam cenas da vida de São Francisco de Assis.

O Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém, possui também azulejos fixados em uma capela interna destinada a São Benedito. Estes painéis são delineados em barra reta, com faixa inferior de duas peças de altura, semelhante aos da igreja, porém com partes em tons de roxo, além do comum azul de cobalto. Os painéis representam cenas da vida de São Benedito, identificados através das legendas escritas nas cartelas dos painéis (figura 51 e 53).



Figura 50 – Frontispício do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. Fonte: o autor.



Figura 51 – Legenda com os dizeres “Maravilhoso poder de Benedito”, inserido em cartela do painel dedicado a São Benedito, presente no Convento de Sirinhaém. Fonte: o autor.



Figura 52 – Painéis retratando passos da vida de São Francisco de Assis, fixados na nave do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. Fonte: o autor.



Figura 53 – Painel retratando cena da vida de São Benedito, registrado em capela interna do Convento de Santo Antônio, em Sirinhaém. À esquerda do painel, observamos uma lacuna de dezesseis peças, possivelmente provocada por furto. Fonte: o autor.



Figura 54 – Imagem de satélite do Município de Sirinhaém, apontando a localização do Convento de Santo Antônio, que contém azulejos portugueses do século XVIII. Fonte: Google Earth.

2.1.3 Procedimento

O trabalho de levantamento de danos dos azulejos históricos portugueses – pertencentes aos séculos XVII e XVIII – presentes em Pernambuco contemplou a avaliação de aproximadamente 78 mil peças, distribuídas em vinte edificações religiosas no estado. Para tal feito, foram necessários cerca de três anos de estudo, iniciados em projetos de iniciação científica da Universidade Federal de Pernambuco, e findados com este mestrado. Contou com o apoio de turmas de estudantes da graduação em arqueologia, que após treinamento, contribuíram com este exaustivo levantamento.

Nesta etapa, as peças foram analisadas individualmente, de modo a identificar as possíveis patologias presentes em cada azulejo. Para se obter maior controle das informações coletadas foi realizado o quadriculamento alfanumérico do painel²⁷, onde cada peça recebeu um código individual. As linhas – sequência de azulejos dispostos horizontalmente – foram identificadas com letras, em ordem crescente da esquerda do painel para a direita; as colunas – sequência de azulejos dispostos verticalmente – foram identificadas com números, em ordem crescente da peça inferior a superior do painel.

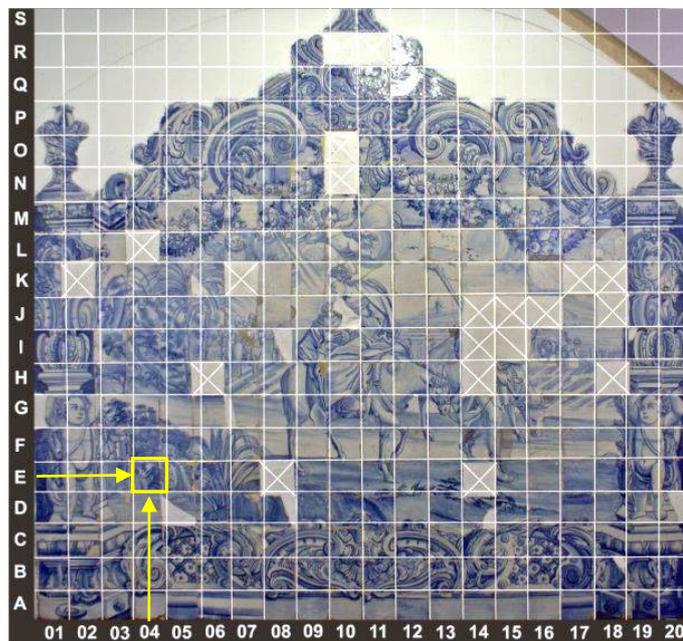
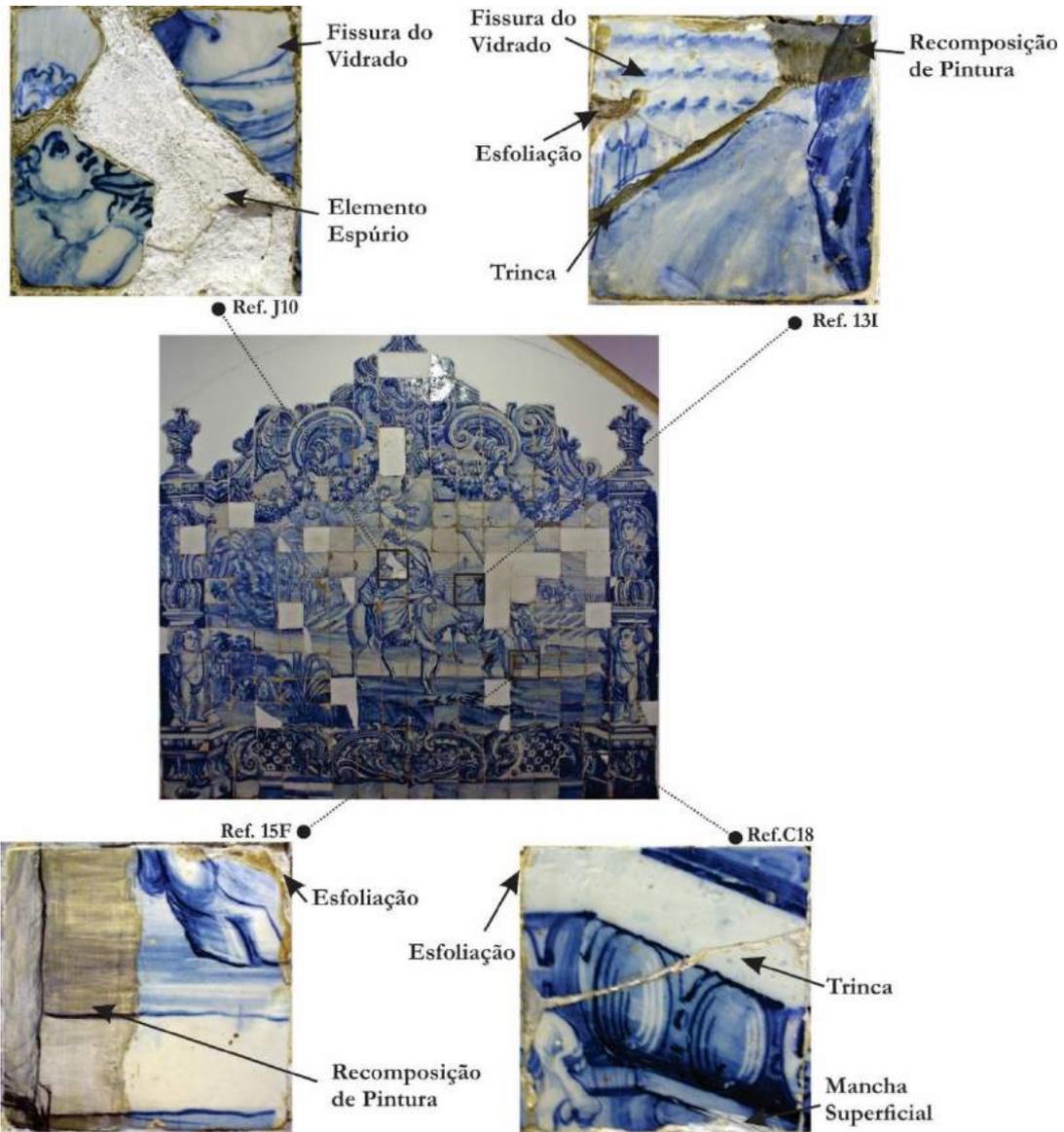


Figura 55 – Quadriculamento alfanumérico no painel “Fuga do Egito” da Igreja da Sé, em Olinda. Para exemplificar a metodologia de identificação individual dos azulejos adotada, a peça destacada em amarelo recebe o código “4E”. Fonte: o autor.

²⁷ Nesta pesquisa, consideramos painel como o limite do conjunto composto pela cena e sua respectiva moldura, no caso de um painel azulejar figurativo; e no caso de azulejos de padrão, considera-se como um painel a sequência de azulejos ladeados horizontalmente até a existência de interrupção construtiva (porta, parede, corredor, vão, etc.).

Abaixo são ilustradas quatro peças de azulejos do painel ‘Fuga do Egito’, referenciados seguindo o padrão do quadriculamento alfanumérico. Os danos observados são identificados e registrados na ficha ‘Patologia dos Azulejos’, comentada seguir.



Para registro e controle dos dados, foi elaborada a ficha “Patologia dos Azulejos”, que é composta pelos seguintes atributos: identificação da edificação; código do painel; e linhas com campos para a identificação individual da peça, número do registro fotográfico e a sequência de números do 01 ao 16, onde cada algarismo representa um dos danos²⁸ apresentados na seção 3.1.1 deste trabalho. Caso a peça apresente ou não algum dano, a

²⁸ 01 - Alteração cromática; 02 - Contaminação; 03 - Concreção; 04 - Desagregação; 05 - Desordem; 06 - Eflorescências; 07 - Elemento espúrio; 08 - Esfoliação; 09 - Fissuras do vidrado; 10 - Lacunas; 11 - Manchas superficiais; 12 - Perda; 13 - Perda do vidrado; 14 - Recomposição de pintura; 15 - Trinca; 16 - outras (não listada anteriormente).



Figura 57 – Identificação numérica das colunas de azulejos no painel “Fuga do Egito”, objetivando maior fluidez na localização dos códigos de cada peça durante o levantamento de danos. Fonte: o autor.



Figura 58 – Alunos da graduação em arqueologia realizando o levantamento de danos dos azulejos do Convento de São Francisco, em Olinda. Fonte: o autor.



Figura 59 – Preenchimento, em campo, da Ficha – Patologia dos Azulejos, após observação dos danos constatados nas peças. Fonte: Vitor Tavares / G1.

Após serem identificadas e registradas na Ficha de Patologia dos Azulejos, as informações relativas aos danos presentes em todas as peças de um painel devem ser gerenciadas, para que dados estatísticos possam ser elaborados. O software Microsoft Excel foi utilizado para a criação de planilhas e gráficos com os dados coletados em campo. Através deste gerenciamento, inserido num vasto universo de correlações, é possível se estabelecer:

- Quais danos e seus respectivos percentuais estão presentes nos diversos momentos produtivos dos azulejos: século XVII (azulejos de padrão), primeira metade do século XVIII (painéis figurativos - azulejo azul e branco) e segunda metade do século XVIII (painéis figurativos – azulejo policrômicos);

- Quais danos e seus respectivos percentuais estão presentes no acervo azulejar de determinada edificação, obtendo-se o panorama específico do estado de conservação;

- Quais danos e seus respectivos percentuais estão presentes nos diversos ambientes da edificação (nave, claustro, fachada, sacristia, etc.) para se verificar a relação entre o quantitativo de patologia e o grau de exposição às intempéries.

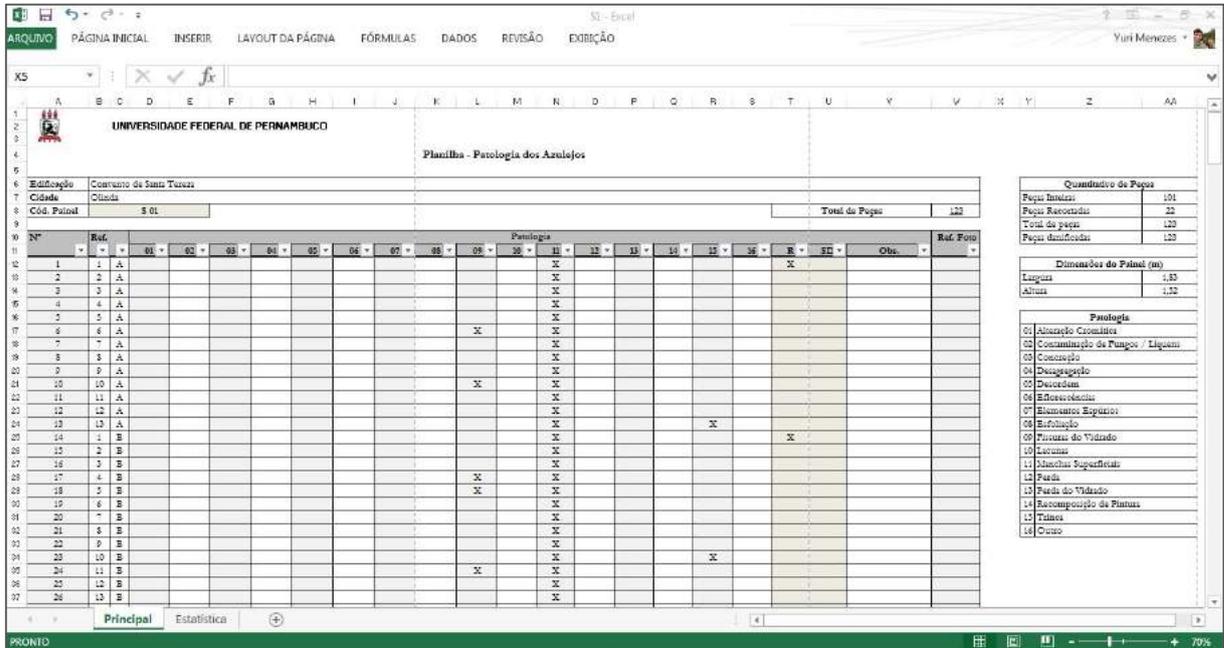


Figura 60 – Planilha digital do software Microsoft Excel, alimentada com os dados obtidos através do levantamento de danos. Para cada painel de azulejos é preenchida uma planilha como esta contendo as informações de cada peça analisada. Este exemplo demonstra a aba ‘principal’ com os dados do painel S01 do Convento de Santa Tereza, em Olinda. Fonte: o autor.

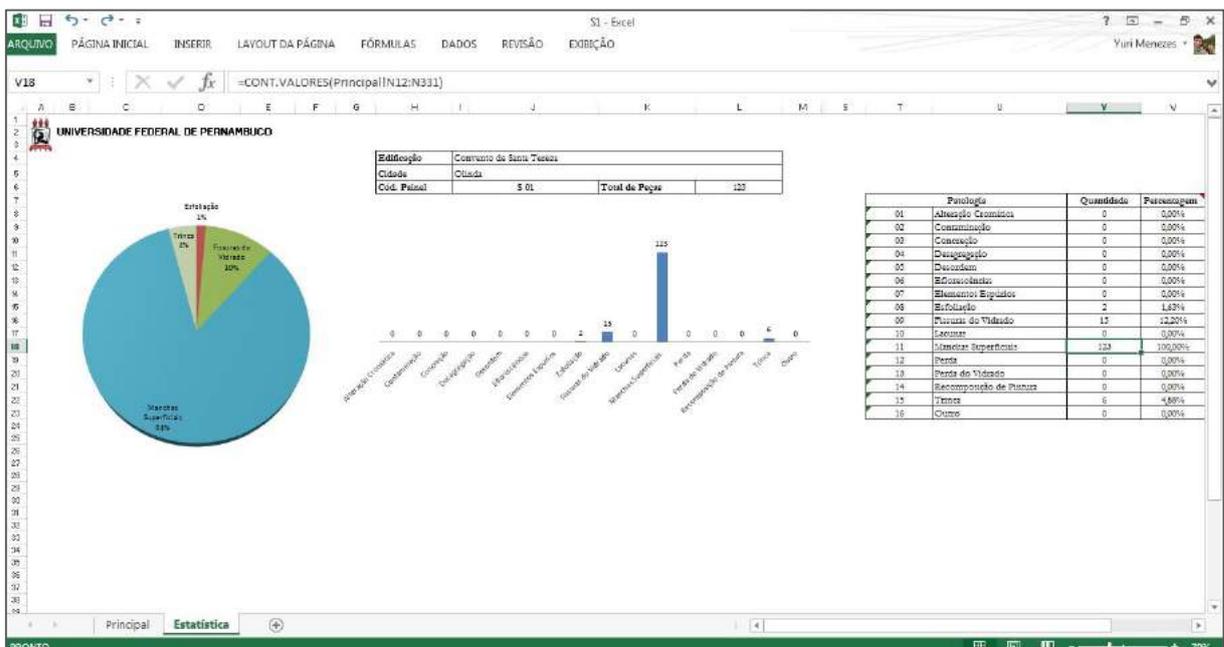


Figura 61 – Aba ‘estatística’ da planilha elaborada no software Microsoft Excel. Os gráficos representam a incidência dos danos observados no painel S01 do Convento de Santa Tereza, em Olinda. Fonte: o autor.

2.2 COMPOSIÇÃO DOS AZULEJOS HISTÓRICOS

A caracterização qualitativa e quantitativa dos componentes químicos e mineralógicos dos azulejos históricos é uma etapa que nos permite inferir aspectos importantes com relação à matéria prima utilizada para a confecção das peças, bem como extrair informações sobre a sua tecnologia produtiva. Nesta etapa foram utilizadas as técnicas de Fluorescência de Raios-X (FRX) e Difração de Raios-X (DRX), que nos trazem informações das propriedades químicas e mineralógicas, respectivamente, dos materiais postos às análises.

Foram coletadas e submetidas a estas técnicas, seis amostras de azulejos históricos. Tais amostras são fragmentos de azulejos portugueses, pertencentes à primeira metade do século XVIII, oriundos do Convento de Santo Antônio, em Igarassu, removidos do suporte por uma equipe de restauradores em intervenção ocorrida no final do século XX.

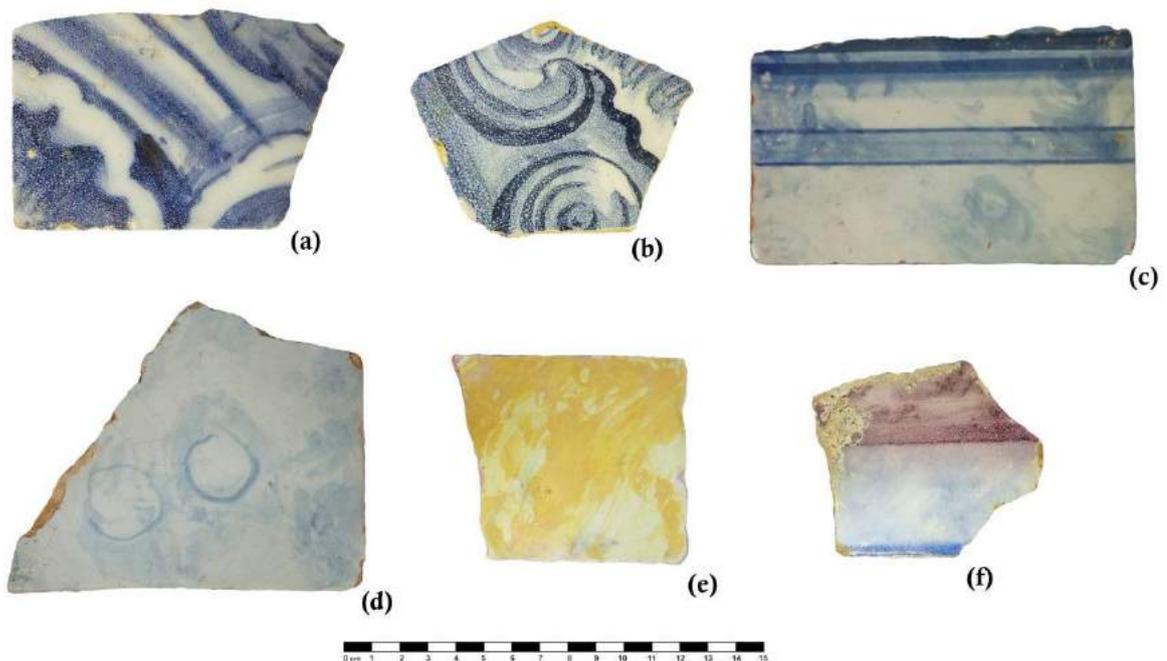


Figura 62 – Fragmentos de azulejos históricos submetidos à caracterização de seus componentes químicos e mineralógicos. (a) e (b) fragmentos de peças que compunham cercadura de painel distinto, pintadas em azul sobre fundo branco; (c) fragmento de peça do rodapé de painel, pintada em azul sobre fundo branco; (d) fragmento de peça representando possível cena, pintada em azul sobre fundo branco; (e) fragmento de peça utilizada em rodapé, pintada em amarelo sobre branco; (f) fragmento de peça, apresentando pintura de azul e marrom sobre fundo branco. A utilização de cores que não fossem o azul e o branco, como o amarelo e o marrom presente nestas duas últimas peças, não era comum ao período de produção destas peças.

2.2.1 Caracterização Química – Fluorescência de Raios-X (FRX)

A técnica analítica nuclear de Fluorescência de Raios-X (FRX) tem sido utilizada para a avaliação quali-quantitativa da composição química em vários tipos de amostras, de interesse arqueológico, geológico, industrial, ambiental, dentre vários outros. Esta técnica, por não ser destrutiva e instrumental, e por permitir a análise de vários elementos simultaneamente, de modo rápido e a baixo custo (quando comparado a outras técnicas), tem um elevado potencial de aplicação em várias áreas onde há necessidade do conhecimento e quantificação dos elementos químicos presentes na amostra.

Em análises de objetos cerâmicos, como cita Calza (2010), esta técnica permite identificar a composição elementar da argila utilizada. Associando os resultados obtidos à estatística multivariada, é possível estabelecer similaridades ou diferenças entre grupos grandes de amostras, de forma a caracterizar sua procedência e/ou grupos de produção. Para uma avaliação de procedência, considera-se que objetos produzidos a partir de uma argila específica apresentarão uma composição química semelhante entre si, diferindo em relação a outros que sejam produzidos a partir de uma argila diferente.

Explanando a partir de seus aspectos técnicos, a análise multielementar instrumental por fluorescência de raios-X (FRX) é baseada na medida das intensidades dos raios-X característicos emitidos pelos elementos químicos componentes da amostra, quando devidamente excitada. (NASCIMENTO FILHO, 1999) A identificação dos raios-X característicos pode ser feita através da dispersão de comprimento de onda²⁹ (WDXRF - *Wave Dispersive X-Ray Fluorescence*) ou por dispersão de energia³⁰ (EDXRF - *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence*). As intensidades medidas destes raios-X característicos (número de fótons detectados por unidade de tempo) estão relacionadas com as concentrações dos elementos da amostra. (ASFORA, 2010)

²⁹ A técnica de fluorescência de raios X por dispersão de comprimento de onda (WDXRF) descreve a dispersão da radiação em uma rede cristalina e se baseia na lei de Bragg. Nesta técnica utilizam-se cristais difratores e um detector proporcional ou cintilador sólido [NaI(Tl)]. Sendo o primeiro detector utilizado para energias na faixa de 1 a 15 keV e o segundo para energias na faixa de 15 a 100 keV.

³⁰ A técnica de fluorescência de raios X por dispersão de energia foi desenvolvida na década de 1970, a partir do surgimento dos detectores semicondutores. Nesta técnica, as radiações características de todos os elementos de uma amostra são registradas por um detector, produzindo pulso eletrônico cuja amplitude é proporcional à energia da radiação emitida pela amostra. Com o auxílio de um sistema analisador multicanal é possível separar os pulsos pela sua amplitude, obtendo-se assim um espectro em função da energia de radiação incidente no detector.

A citação de Calza (2010) apresenta a seguir, de uma maneira simplificada, o funcionamento da técnica de FRX:

A fluorescência de raios X (FRX) é uma técnica de análise não destrutiva, que tem sido muito utilizada em arqueometria para investigar a composição elementar de pigmentos (em manuscritos, pinturas e outros artefatos), objetos cerâmicos, ligas metálicas e estátuas. Em uma interpretação bastante simplificada dos processos envolvidos, pode-se dizer que, quando o feixe de raios X atinge a superfície do objeto analisado, um elétron é retirado de um nível mais interno, gerando uma vacância, que será preenchida por um outro elétron de um nível mais externo. Este processo – denominado efeito fotoelétrico³¹ – ocasiona a emissão de raios X característicos, que apresentam uma energia específica para cada elemento químico. O resultado observado na tela do microcomputador é um gráfico denominado "espectro de FRX" [ou espectrograma], que apresenta picos em determinados valores de energia. Através da consulta a uma tabela de energias, é possível, então, identificar os elementos químicos presentes na amostra. (CALZA, 2010, p. 20)

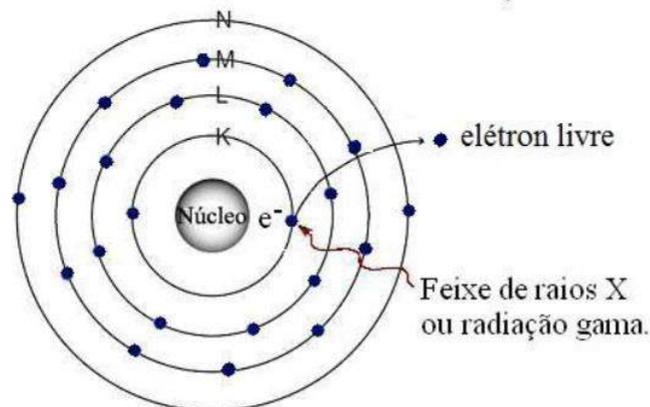


Figura 63 – Esquema do efeito fotoelétrico no qual o elétron ganha energia suficiente para sair do átomo.
Fonte: Asfora (2010)

³¹ Este efeito ocorre em simultâneo a outros dois tipos de difusão de energia fotônica, a difusão elástica e a inelástica. É caracterizado pela emissão de toda a energia do fóton incidente para o elétron ionizado sob a forma de energia cinética. A utilização deste efeito deve-se a facilidade em proporcionar a excitação de elétrons em um nível energético específico, bastando para isso utilizar radiação com energia controlada. Após este processo, com o átomo ionizado, pela sua tendência para permanecer em estado fundamental, inicia-se o processo de reorganização eletrônica.

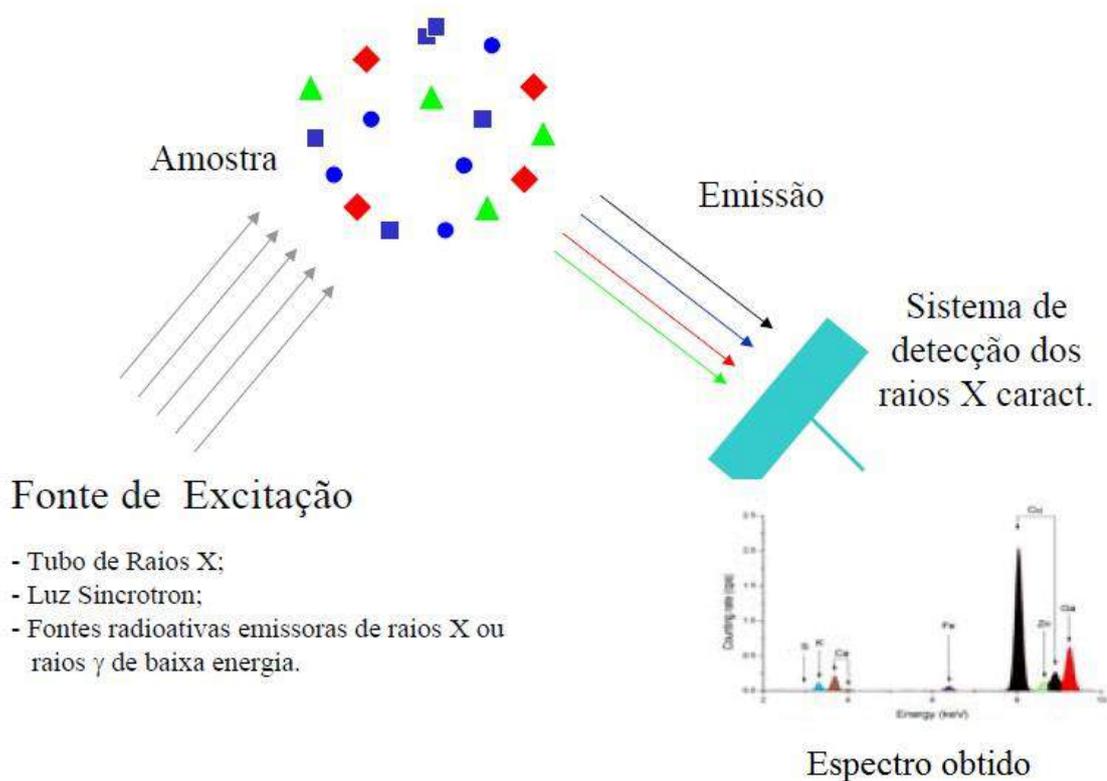


Figura 64 – Esquema simplificado do método de ED-FRX. Excitação, amostra e detecção.

Fonte: Parreira (2006)

A técnica de FRX apresenta, de acordo com Nascimento Filho (1999) e Calza (2010), limitações para detectar elementos de número atômico baixo, como por exemplo, o berílio ($Z=4$), boro ($Z=5$), magnésio ($Z=12$), alumínio ($Z=13$), etc. Portanto, não costuma ser utilizada em análises de vernizes ou de pigmentos que apresentem este tipo de elementos em sua composição, como pigmentos orgânicos e azul ultramarino, por exemplo. Usualmente, os melhores resultados são obtidos para elementos acima do enxofre ($Z=16$), embora já existam alguns equipamentos que utilizam câmaras de vácuo para auxiliar na detecção de tais elementos.

As análises de FRX foram realizadas no Laboratório de Arqueometria, pertencente ao Departamento de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Os espectrogramas de raios X foram obtidos através de um espectrômetro FRX portátil de marca Oxford Instruments, modelo X-MET 5100. O método para quantificar os elementos na amostra foi o Soil_LE_FP, método este que determina elementos leves usando parâmetros fundamentais. Foram realizadas três medidas para cada amostra, com tempo de acumulação de 30 segundos.



Figura 65 – Espectrômetro FRX Portátil X-MET 5100. Fonte: Oxford Instruments.

2.2.2 Caracterização Mineralógica – Difração de Raios-X

A difratometria de raios X (DRX) é um método instrumental aplicado à mineralogia, correspondendo a uma das principais técnicas de caracterização microestrutural de materiais cristalinos, encontrando aplicações em diversos campos do conhecimento, dentre estes arqueologia, geologia e engenharia de materiais.

Os raios X ao atingirem um material podem ser espalhados elasticamente, sem perda de energia pelos elétrons de um átomo. O fóton de raio X após a colisão com o elétron muda sua trajetória, mantendo, porém, a mesma fase e energia do fóton incidente. Sob o ponto de vista da física ondulatória, pode-se dizer que a onda eletromagnética é instantaneamente absorvida pelo elétron e reemitida; cada elétron atua, portanto, como centro de emissão de raios X. (KAHN, 2011)

Se os átomos que geram este espalhamento estiverem arranjados de maneira sistemática, como em uma estrutura cristalina³², apresentando entre eles distâncias próximas ao do comprimento de onda da radiação incidente, pode-se verificar que as relações de fase entre os espalhamentos tornam-se periódicas e que efeitos de difração dos raios X podem ser observados em vários ângulos. (KAHN, 2011)

³² Estruturas cristalinas são arranjos *regulares*, tridimensionais, de átomos no espaço. A regularidade com que os átomos se agregam nos sólidos decorre de condições geométricas impostas pelos átomos envolvidos, pelo tipo de ligação atômica e pela compacidade (CARDOSO, 2005).

A equação conhecida como lei de Bragg³³, dá a relação entre as posições angulares dos feixes difratados reforçados, em termos do comprimento de onda λ do feixe de raios-X incidente e da distância interplanar $d(hkl)$ dos planos cristalográficos. Na maior parte dos casos, usa-se difração de primeira ordem, em que $n = 1$ (SMITH e HASHEMI, 2010).

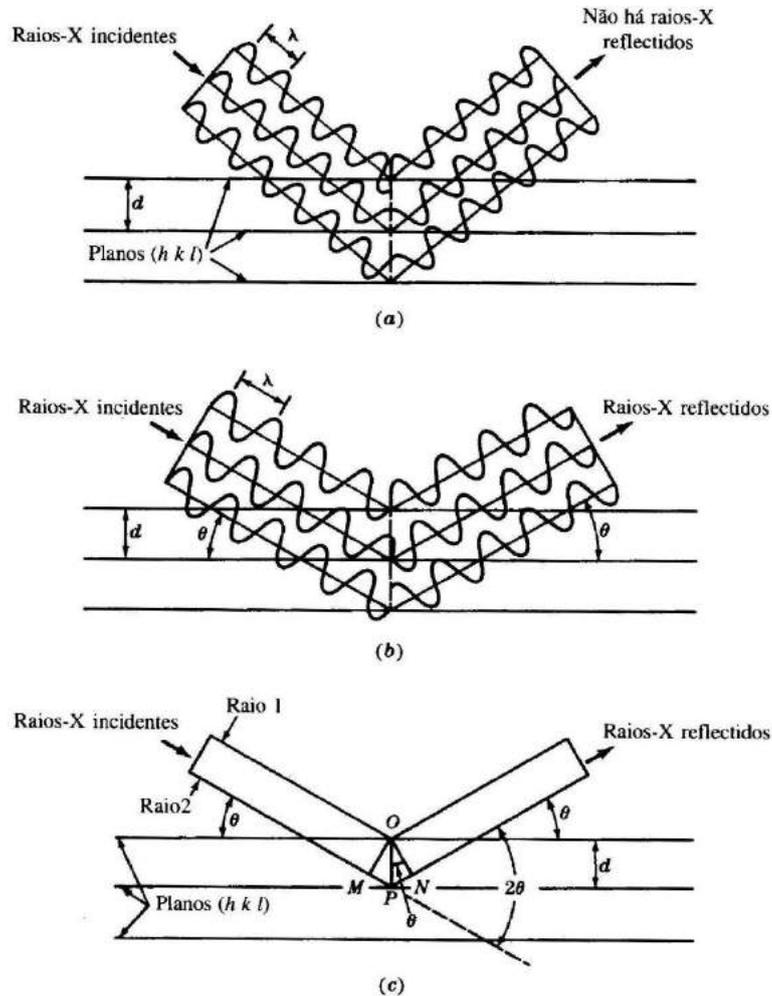


Figura 66 – Reflexão de um feixe de raios-X pelos planos (h k l) de um cristal. (a) Se o ângulo de incidência for arbitrário, não se produz feixe refletido. (b) Para o ângulo de Bragg θ , os raios refletidos estão em fase e reforçam-se uns aos outros. (c) O mesmo que (b), exceto que se omitiu a representação das ondas. Fonte: (SMITH e HASHEMI, 2010)

Os dados obtidos através da difração de raios X (DRX) permitem o conhecimento da composição mineralógica dos azulejos históricos, tornando viável caracterizar a possível matéria-prima utilizada para a sua fabricação e a provável temperatura de queima alcançada

³³ Em 1913 W.H. Bragg e W.L. Bragg descobriram que substâncias que apresentavam formas macroscópicas cristalinas forneciam padrões notavelmente característicos quando sujeitos a incidência de raios X, bem diferentes dos apresentados, por exemplo, por líquidos, ou ainda, para comprimentos de onda incidentes bem definidos, são observados picos intensos de radiação espalhada (ERDÓCIA, 2011).

durante a cozedura, através da identificação das fases cristalinas dos minerais observados, por isso mesmo também se denomina por "termômetro mineralógico" (SANJAD, ANGÉLICA, *et al.*, 2004) (CARVALHO, 2012). Tal conhecimento dos materiais permite ainda caracterizar os processos de fabrico relacionados com a tecnologia dos fornos, ou seja, perceber, ainda que de forma genérica, os processos de cozedura nomeadamente as temperaturas alcançadas (CARVALHO, 2012).

As análises de DRX foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Mineral, pertencente ao Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Os difratogramas de raios X foram obtidos em um difratômetro de marca Bruker, modelo D2 PHASER, operando com uma voltagem de 30 kV e corrente de 10 mA, com irradiação de Cu-Ka1 = 1.5406 Å e usando o detector Bruker-Lynxeye. A faixa de leitura foi de 2θ : 4-80 °; passo do goniômetro: 0,0202 °/s; tempo de contagem por passo: 1 s; fenda primária: 0,2 mm. As amostras foram preparadas por black-loading.

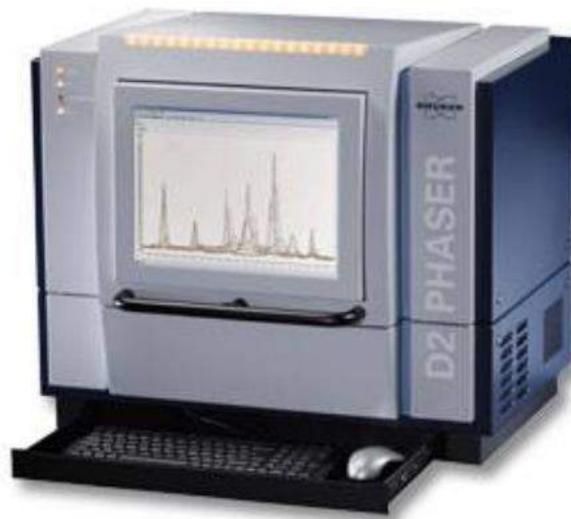


Figura 67 – Difratômetro Bruker D2 PHASER. Fonte: Bruker Corporation.

O quadro abaixo aponta as amostras que foram submetidas nesta pesquisa às técnicas de fluorescência de raios-X e difração de raios-X:

Quadro 2 – Relação das amostras submetidas à caracterização química e mineralógica. Fonte: o autor.

Grupo	Amostra	FRX	DRX
Azulejos Históricos	AH-10	x	x
	AH-17	x	x
	AH-18	x	x
	AH-20	x	x
	AH-26	x	x
	AH-31	x	x
Matéria-prima	Argila Cinza	x	
	Argila Vermelha	x	
	Argila Amarela	x	
	Areia	x	
	Óxido de Ferro	x	
Pré-reprodução (experimentos realizados antes da reprodução dos azulejos)	E01	x	
	E02	x	
	E03	x	
	E04	x	
	E05	x	
	E06	x	
	E07	x	
	E08	x	
Reprodução dos azulejos	RE	x	x

2.3 REPRODUÇÃO TECNOLÓGICA DO AZULEJO HISTÓRICO

Como já comentado nesta dissertação, a caracterização física do azulejo, com o ensaio de tensão de ruptura à flexão (TRF); e mineralógica, com o uso da técnica de difração de raios-X, necessitam da mutilação das amostras submetidas às análises. Sobretudo a TRF, que necessita de um grande quantitativo de corpos de prova para a obtenção do seu resultado.

Devida a não passibilidade de destruição dos azulejos históricos, pensou-se em reproduzir peças com características tecnológicas semelhantes às dos azulejos portugueses do século XVIII. Em suma, a etapa de reprodução pretende gerar peças passíveis de mutilação, que contenham características físicas e químicas semelhantes às das peças históricas portuguesas.

Considerando a matéria-prima selecionada e empregada na reprodução, bem como as etapas de manufatura seguidas com compatibilidade ao modo de produção daquele período, os resultados dos ensaios implementados nas peças reproduzidas serão, portanto, muito próximos caso tivessem sido realizados nas peças históricas.

São escassas as referências que abordam o *modus operandi* da produção dos azulejos portugueses seiscentas e setecentistas. Em Lisboa, a fábrica Sant'Anna mantém seus processos de produção artesanal de azulejos e faianças desde sua fundação, em 1741, até os dias de hoje. No Brasil, dois importantes centros realizam a produção de azulejos seguindo técnicas tradicionais: o Laboratório de Conservação, Restauração e Reabilitação – LACORE e o Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada – CECI. O LACORE, vinculado a Universidade Federal do Pará, possui avançados estudos com relação a mineralogia dos azulejos históricos, produzindo principalmente azulejos de fachada, atribuídos ao século XIX. Já o CECI, situado em Olinda – Pernambuco, possui oficinas tradicionais de diversos materiais, incluindo oficina de azulejos tradicionais.

O embasamento desta pesquisa que tornou possível a reprodução tecnológica do azulejo histórico, se deu através da visualização na prática dos que promovem a manutenção deste patrimônio imaterial que é o ‘saber fazer’ das técnicas tradicionais da azulejaria, uma vez que relatos descritivos são escassos.

A figura abaixo ilustra um painel de azulejos pintado em 1737, que retrata as diversas etapas de manufatura dos azulejos e outros artefatos cerâmicos produzidos no século XVIII. Esta, portanto, é uma rara e importante fonte que ilustra o *modus operandi* da produção da azulejaria histórica.

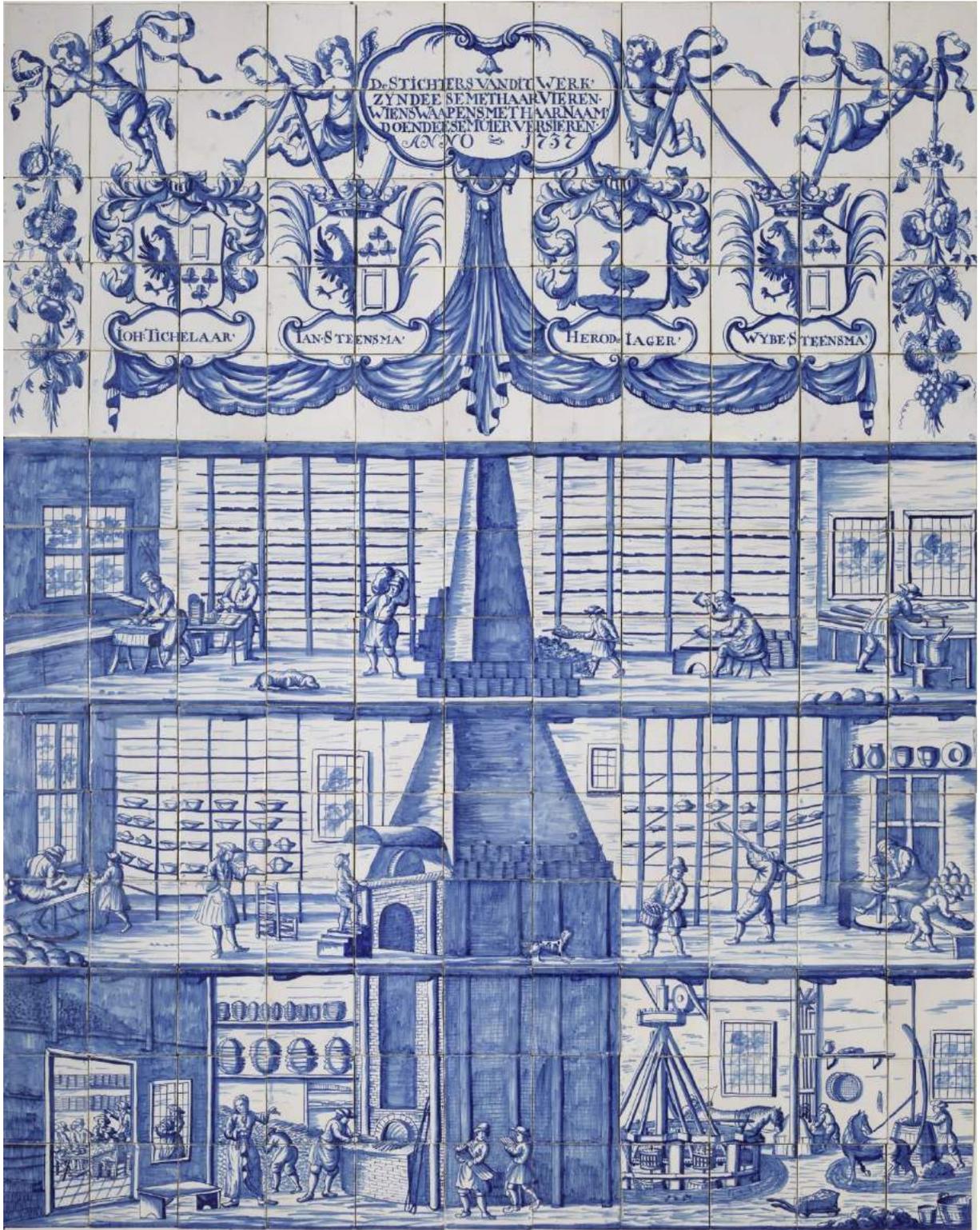


Figura 68 – Painel de azulejo pintado em 1737, a título de comemoração da fundação da fábrica de azulejos e cerâmica em Bolsward. Este painel está conservado no Rijksmuseum de Amsterdã (Holanda). Fonte: <http://www.rijksmuseum.nl>

A olaria representada neste painel está dividida em três andares, Riley (2004) faz uma boa interpretação das etapas produtivas então representadas.

- Térreo.

Do lado direito, é possível observar um misturador de argila, girado por tração animal. Esta mistura do barro é, então, levada parte para o primeiro andar, o sobrado dos oleiros, e outra parte para o segundo andar, o sobrado dos produtores de azulejos. Próximo ao misturador de argila está o moinho de triturar vidro, igualmente movido por um cavalo. O vidro começa a ser esmagado, sendo em seguida processado no moinho, proporcionando um fino pó.

Do lado esquerdo, vemos a sala dos decoradores e, nas prateleiras superiores, os azulejos pintados e empilhados, prontos para serem cozidos e vidrados. Vemos também, no chão, o amontoado de madeira que irá alimentar o forno, erguendo-se este no centro da edificação.

- Primeiro andar, o sobrado dos oleiros.

Tanto à direita como à esquerda, há um oleiro sentado no seu torno a moldar o barro, sendo ajudado por um rapaz que prepara o barro para ser trabalhado. Outro ajudante coloca os objetos já moldado, na maioria pratos, numa prateleira de estante reservada para a secagem.

- Segundo andar, o sobrado dos produtores de azulejos.

Em cada extremidade da composição, vemos um produtor de azulejos a trabalhar numa moldura. O homem situado do lado direito está a aspergir areia sobre a mesa, preparando, assim, a moldura, que irá encher depois com barro e alisar no final com um rolo de madeira. O rapaz, à direita do forno, amontoa o barro que sobra para ser reaproveitado. Quando o azulejo estiver formado, é retirado da moldura e colocado numa prateleira para secar.

O segundo homem situado no lado direito está a empilhar os azulejos meio secos, alternando a disposição dos lados – depois de secos os azulejos ficam planos, mas perdem o formato quadrangular exato. O segundo homem à esquerda corrige essas falhas, colocando as placas cerâmicas numa mesa, cobre-as uma a uma com uma tábua quadrada de 13 cm, e depois aparca o material excedente. Por fim, os azulejos são empilhados para completarem o processo de secagem.

- **Execução da Reprodução**

Buscou-se seguir o processo tradicional de confecção dos azulejos históricos com base em fontes bibliográficas, iconográficas e de práticas que ainda se preservam. Mas, algumas alterações foram necessárias para sua execução, sendo a utilização do forno elétrico ao invés do forno alimentado à lenha uma destas. Tal adaptação se fez necessária visando um controle de temperatura mais eficaz durante o cozimento das peças.

A professora Suely Cisneiros, coordenadora do ateliê de Desenho, Pintura e Modelagem em Argila, pertencente ao Departamento de Teoria da Arte da UFPE, disponibilizou o espaço, equipamentos e utensílios necessários às etapas de produção das placas cerâmicas.

2.3.1 Pré-reprodução: seleção da matéria-prima

Uma variedade de argilas foi coletada e analisada quimicamente, através da técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX), visando conhecer quais tinham propriedades mais próximas àquelas utilizadas em peças de azulejos do século XVIII, também submetidos à análise química nesta pesquisa. Os resultados da caracterização química de todas as amostras deste trabalho estão apresentados no próximo capítulo.

As réplicas frutos deste trabalho devem ter seu corpo cerâmico com composição semelhante aos dos azulejos históricos postos às análises. Buscando-se observar a interação entre o material coletado, foram realizados oito experimentos com diferentes concentrações de misturas das seguintes matérias-primas:

- Argila amarela, proveniente da região do Paiva, no Cabo de Santo Agostinho – PE;
- Argila cinza, proveniente de Tracunhaém, zona da mata de Pernambuco;
- Argila vermelha, também proveniente de Tracunhaém;
- Areia quartzosa, proveniente de Paulista, litoral de Pernambuco;
- Caulim, proveniente de Trindade, município do semiárido pernambucano;
- Chamote³⁴

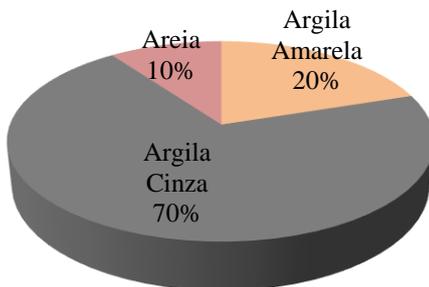
³⁴ São restos de tijolos, telhas ou de louças cerâmicas previamente trituradas, quando adicionada à pasta reduz a retração nas massas cerâmicas.

A tabela abaixo indica as proporções da matéria-prima nas oito amostras experimentais.

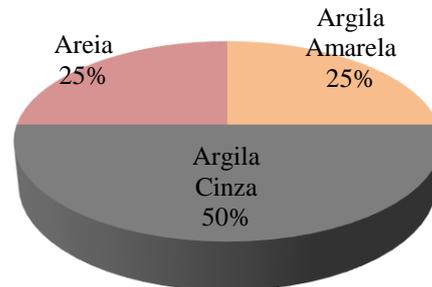
Tabela 2 – Relação das proporções da matéria-prima utilizada em cada experimento produzido.

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	Experimento 5	Experimento 6	Experimento 7	Experimento 8
Argila Amarela	20%	25%	40%	20%	40%	30%	20%	30%
Argila Cinza	70%	50%	40%	40%	40%	30%	60%	40%
Argila Vermelha				20%		30%		
Areia Quartzosa	10%	25%	10%	10%				10%
Caulim			10%	10%			10%	20%
Chamote					20%	10%	10%	

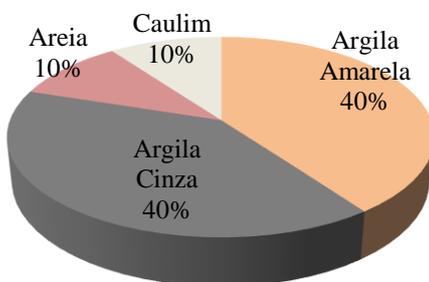
Experimento 1



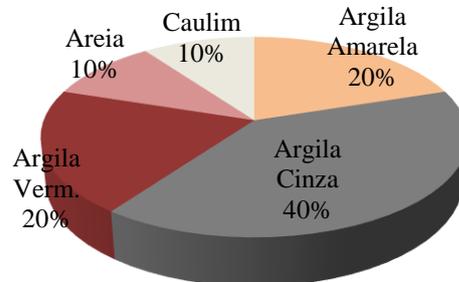
Experimento 2



Experimento 3



Experimento 4



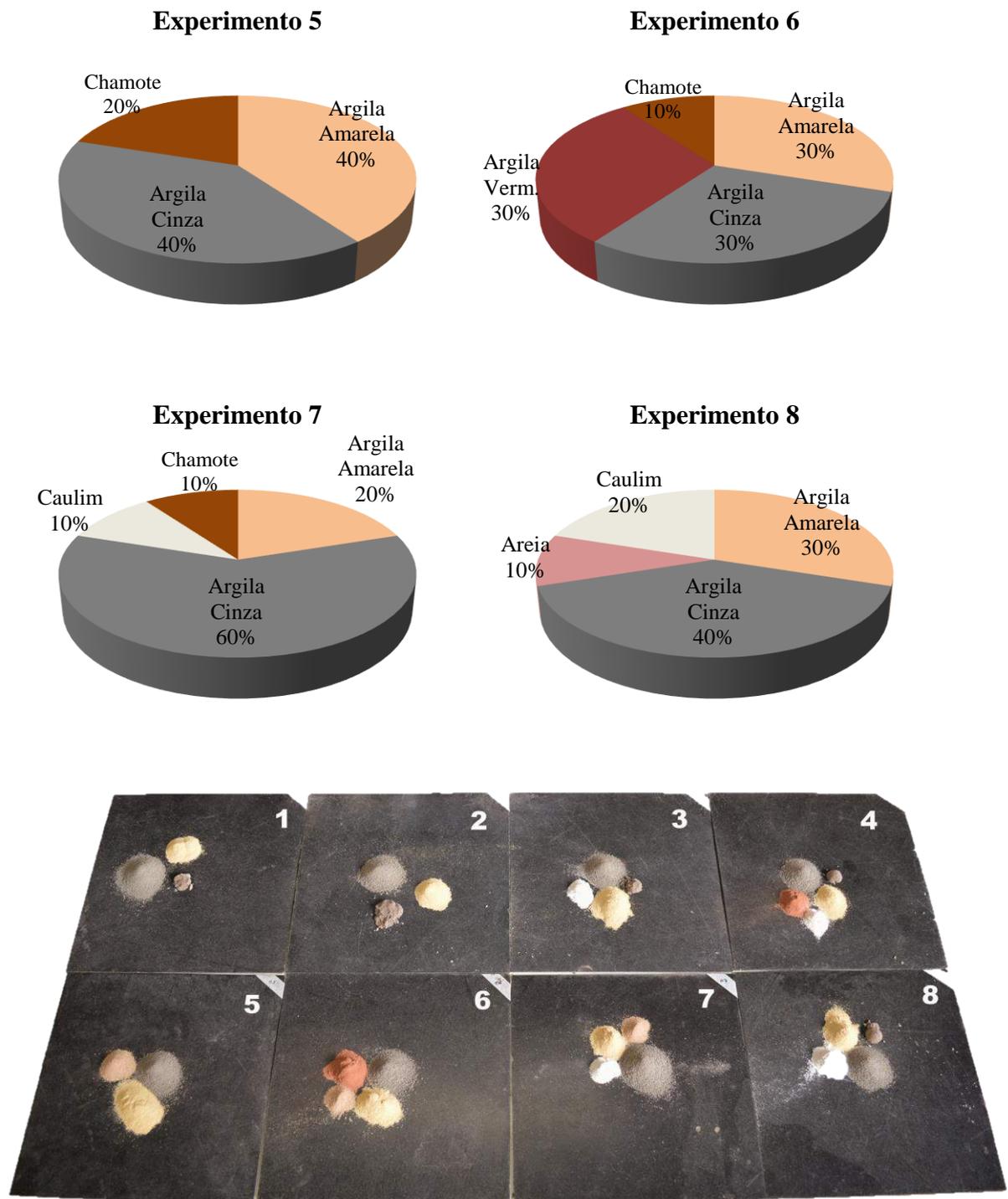


Figura 69 – Matéria-prima dosada de acordo com as proporções indicadas na tabela e gráficos acima. Fonte: o autor.

Para cada experimento foram confeccionadas duas pequenas placas cerâmicas (denominadas P1 e P2), com dimensões aproximadas 4x4 cm. As etapas envolvidas para a produção destes experimentos que antecederam a reprodução das réplicas seguiram a seguinte ordem:

1. Trituração e peneiramento da matéria-prima;
2. Dosagem da matéria-prima;
3. Mistura da matéria-prima com água;
4. Adensamento;
5. Modelagem;
6. Corte;
7. Secagem natural;
8. Queima das placas 'P1' a 900°C;
9. Queima das placas 'P2' a 1.100°C;
10. Caracterização química.



Figura 70 – Trituração da matéria-prima.



Figura 71 – Dosagem de cada matéria-prima.



Figura 72 – Mistura com água.



Figura 73 – Adensamento.



Figura 74 – Moldagem com rolo de madeira.



Figura 75 – Corte para divisão das placas.



Figura 76 – Secagem natural.



Figura 77 - Inserção das peças no forno elétrico, apoiadas sobre placa de cordierita.



Figura 78 – Queima controlada em forno elétrico.

Optamos por realizar queima com dois patamares máximos de temperatura, a 900°C e a 1.100°C, para observar possíveis variações no comportamento físico-químico das placas quando submetidas a temperaturas diferentes.

A figura abaixo ilustra o resultado final dos experimentos após a queima:

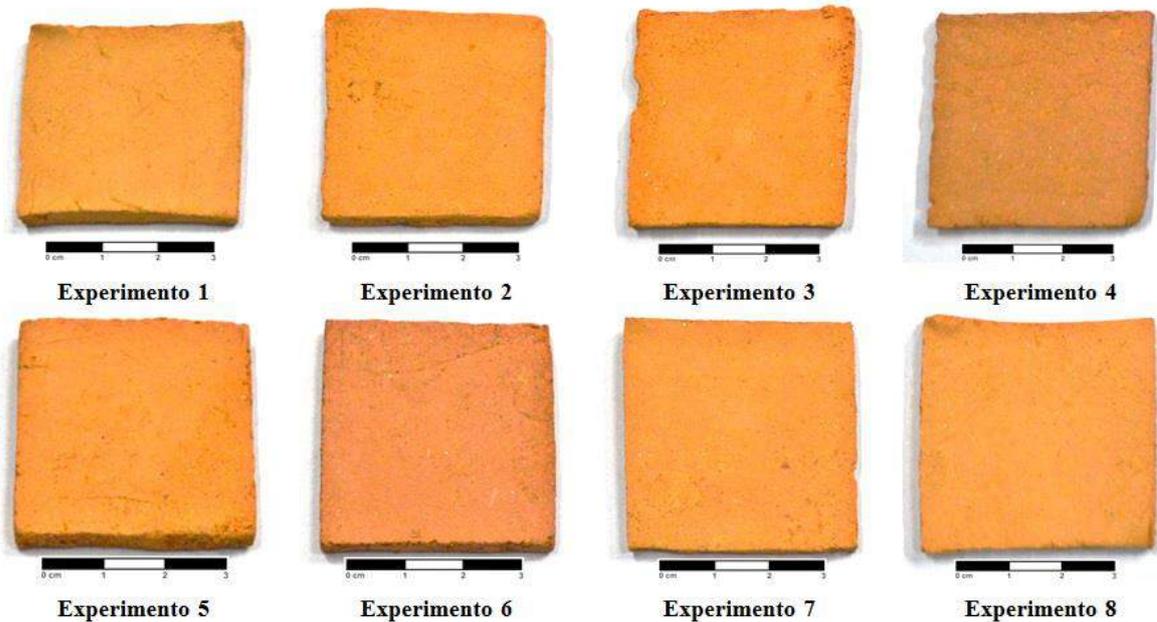


Figura 79 – Placas cerâmicas experimentais após queima. Fonte: o autor.

O propósito desta etapa contendo diferentes misturas é: a) observar possíveis reações diferentes nas etapas produtivas, devido ao uso de proporções distintas de matéria prima; b) verificar qual dos oito experimentos confeccionados possui as características químicas mais próximas às do azulejo histórico que pretendemos reproduzir. A partir daí, implementar-se-á adequações nas concentrações de matéria-prima deste experimento, caso necessário, tornando-o mais semelhante à composição da peça histórica.

2.3.2 A reprodução do azulejo histórico

Dentre os experimentos realizados na etapa precedente, o ‘experimento 6’ foi o que mais se aproximou da formulação pretendida (conferir resultados das análises no próximo capítulo) e serviu como base para as adequações necessárias. A união de três tipos de argila (cinza, vermelha e amarela), misturadas em concentrações diferentes e adicionando-se óxido de ferro e areia quartzosa, proporcionaram uma formulação muito próxima ao que buscávamos: a composição da peça histórica. Observamos que a matéria-prima do azulejo histórico continha alta concentração de ferro (Fe), sendo necessária a adição de pequena

quantidade de óxido de ferro na formulação para manter este índice. A areia quartzosa foi adicionada para obtermos plasticidade ideal da cerâmica e adequação no índice de silício (Si).

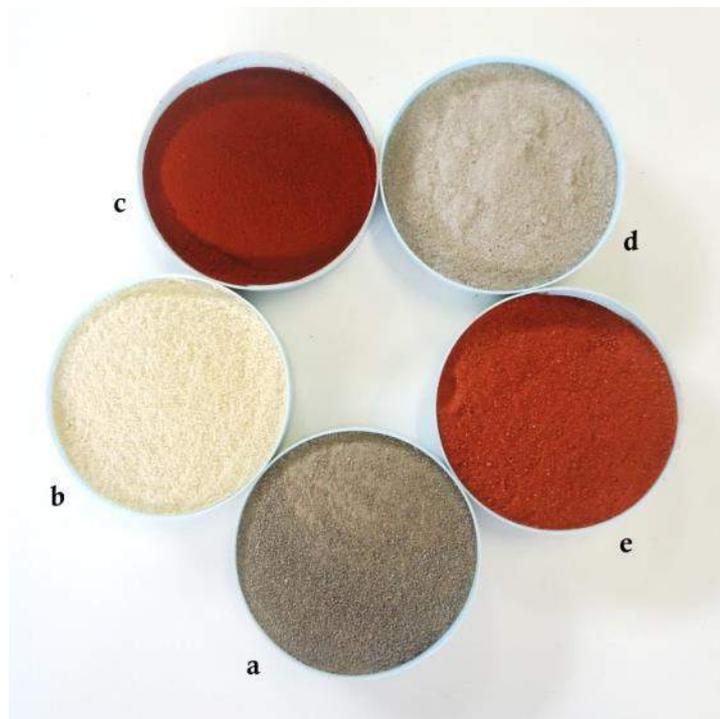


Figura 80 – Matéria-prima triturada e peneirada, utilizada na composição da pasta cerâmica do azulejo reproduzido. a) argila cinza; b) argila amarela c) óxido de ferro d) areia quartzosa e) argila vermelha. Fonte: o autor.

O cálculo combinatório com os resultados da caracterização das matérias-primas a serem utilizadas permitiu alcançarmos a proporção ideal de cada componente na formulação da pasta. Abaixo a tabela indica os valores obtidos:

Tabela 3 – Valores da proporção da matéria-prima utilizada para formulação da pasta. Fonte: o autor.

Matéria Prima	%
Areia Quartzosa	5
Argila Amarela	5
Argila Cinza	50
Argila Vermelha	35
Óxido de Ferro	5

Então, a formulação alcançada contém 10 partes de argila cinza, rica em silício (Si) e alumínio (Al); 07 partes de argila vermelha, rica em Si, Al e ferro (Fe); 01 parte de argila amarela, rica em Si e Al; 01 parte de areia quartzosa; e 01 parte de óxido de ferro.

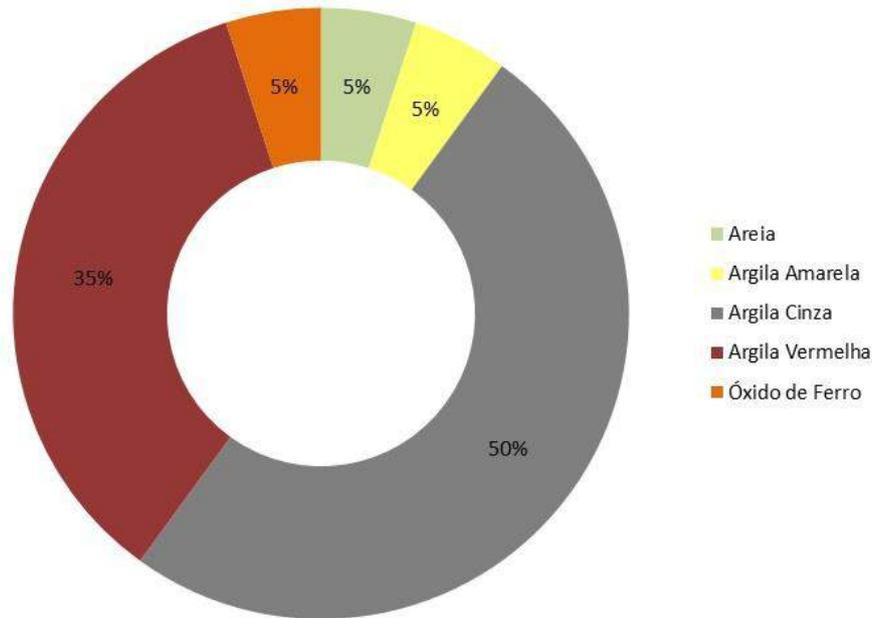


Gráfico 1 – Ilustrando os dados da tabela anterior, com a proporção da matéria-prima para formulação da massa cerâmica (pasta). Fonte: o autor.

O esquema a seguir aponta as etapas envolvidas na reprodução do corpo cerâmico dos azulejos. O primeiro passo é a preparação, por meio da moagem e peneiramento, da matéria-prima a ser utilizada. Em seguida, a caracterização química da matéria-prima e formulação das proporções, de acordo com o que foi comentado no parágrafo anterior. Então, é iniciada a produção cerâmica com a mistura da matéria-prima com água, adensamento da pasta, modelagem, secagem natural e queima. As placas cerâmicas reproduzidas são conduzidas até a etapa final, que envolve as caracterizações: física, com o ensaio de absorção de água; mecânica, com o ensaio de tensão de ruptura à flexão; química, através da técnica de fluorescência de raios-X; e mineralógica, com a técnica de difração de raios-X.

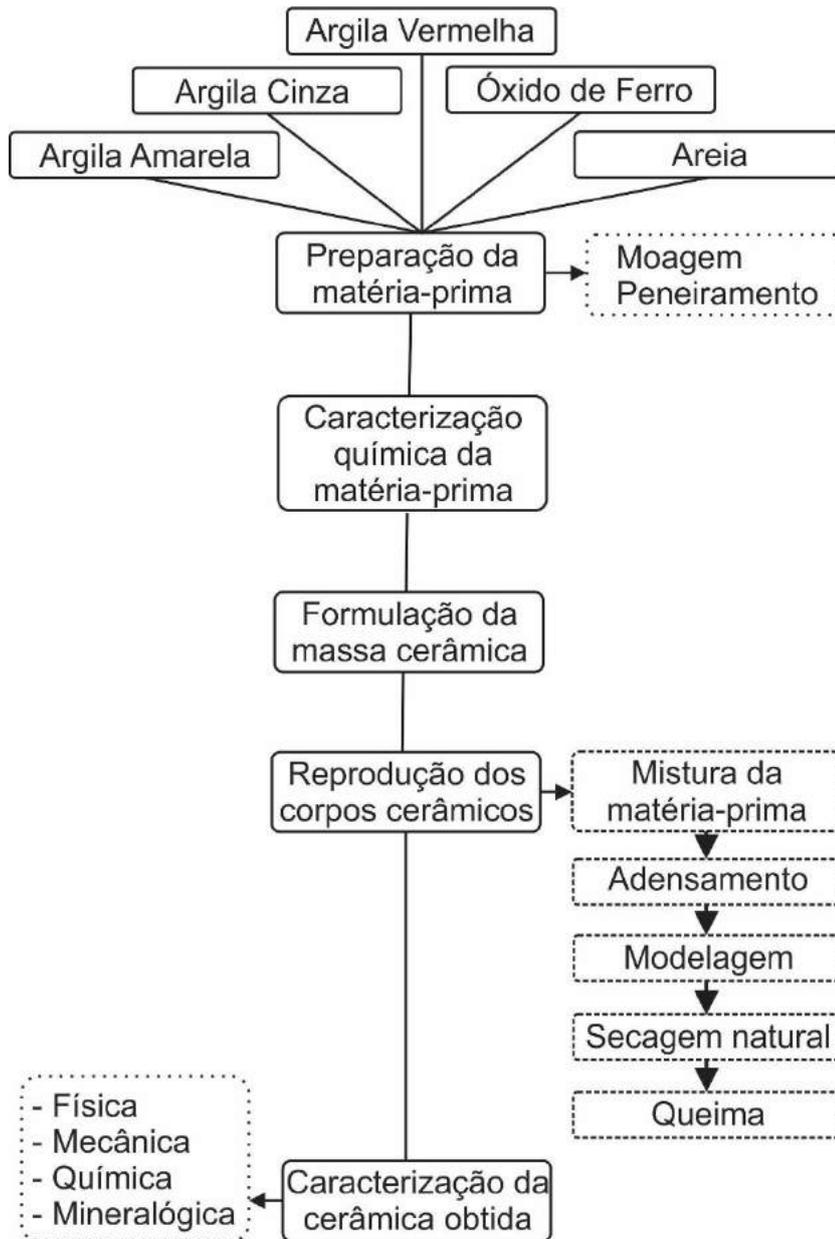
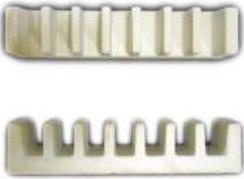


Figura 81 – Esquema retratando as etapas desenvolvidas nesta pesquisa, no que envolve a reprodução cerâmica do azulejo histórico e sua caracterização física, mecânica, química e mineralógica. Fonte: o autor.

A produção manual das peças cerâmicas contou com ferramentas e utensílios que, mesmo possuindo características modernas, não descaracterizam o modo produtivo dos azulejos que buscamos reproduzir. O quadro abaixo lista quais ferramentas e utensílios foram utilizados nesta pesquisa.

Quadro 3 – Relação das ferramentas ou utensílios utilizados na reprodução dos azulejos. Fonte: o autor.

Ilustração	Ferramenta / Utensílio	Função
	Pistilo de madeira	Pulverizar as matérias-primas
	Peneira granulométrica 100 mesh	Seleção de grãos para a mistura
	Recipiente graduado	Controlar a proporção adequada de cada matéria-prima a ser inserida
	Bacia plástica 10L	Recipiente para conter a mistura da matéria-prima
	Pá / Colher	Auxiliar na mistura da matéria prima na bacia plástica
	Ripa de madeira	Moldar as peças com maior precisão das dimensões laterais e espessura

	<p>Rolo de madeira</p>	<p>Espalhar a massa entre as ripas, auxiliando na modelagem</p>
	<p>Esquadro em aço</p>	<p>Medir e cortar as peças após a modelagem</p>
	<p>Tábua de madeira</p>	<p>Apoiar as peças durante a secagem</p>
	<p>Suporte dentado refratário</p>	<p>Apoiar as peças durante a queima no forno</p>
	<p>Forno elétrico marca Arts Fire - Kilns & Supplies</p>	<p>Realização da cozedura das peças a alta temperatura</p>

A seguir será ilustrado o passo-a-passo da reprodução tecnológica dos azulejos, contemplando as etapas de moagem, peneiramento, mistura, modelagem, corte, secagem e queima.

- **Moagem**

As argilas coletadas vieram com grandes pedaços maciços, sobretudo a argila cinza, por ser rica em matéria orgânica. Foi então realizada a trituração manual de toda a matéria-prima, utilizando um pistilo de madeira, batendo o material contra a bancada até converter em grãos menores.



Figura 82 – Argila cinza antes da moagem.



Figura 83 – Argila cinza triturada manualmente com pistilo.

- **Peneiramento**

Após a moagem, foi realizada a seleção de grãos menores (até 100 mesh³⁵) de toda matéria-prima através do peneiramento.



Figura 84 – Peneiramento de toda matéria-prima com a peneira granulométrica de 100 mesh.



Figura 85 – Detalhe do peneiramento.

³⁵ '100 mesh' corresponde a uma malha de peneira com abertura de 0,154 mm.

- **Mistura**

Os grãos da argila cinza, argila vermelha, argila amarela, areia e óxido de ferro foram inseridos na bacia plástica, respeitando as proporções estabelecidas constante na Tabela 3. Após toda matéria-prima ser depositada, houve o revolvimento com auxílio da pá, objetivando a homogeneização dos grãos. Então, há a adição gradual de água para formar a pasta.

Para atribuir consistência à pasta, toda mistura é mexida e pressionada com as mãos, até tornar-se consistente.



Figura 86 – Adição da argila amarela na mistura.



Figura 87 – Adição do óxido de ferro na mistura.



Figura 88 – Homogeneização dos grãos.



Figura 89 – Adição de água.



Figura 90 – Mistura manual, com adição gradual de água.



Figura 91 – Mistura manual.



Figura 92 – Verificação do ponto de liga da mistura.



Figura 93 – Massa já misturada, a ponto de passar para a etapa de adensamento.

- **Adensamento**

O adensamento é um dos processos que conferem qualidade plástica à argila. Este procedimento popularmente conhecido como ‘bater a argila’ torna os grãos mais unidos e reduz a possibilidade da presença de bolhas de ar na pasta.

Um teste pode ser realizado para verificar a plasticidade da argila. Conforme Muniz (2009), ao se fazer um rolinho de argila na espessura aproximada de um lápis, quando giramos em círculo constata-se que: quanto maior for o número de rachaduras, menor será a plasticidade da argila testada. E se o mesmo, não apresentar nenhuma rachadura durante o giro (enrolamento em círculo), estamos diante de uma argila plástica.

Utilizamos este teste para verificar o quão adensada estava a argila trabalhada. Quando as rachaduras não mais apareciam no arco, a massa estava pronta para ser modelada.



Figura 94 – Rolos de argila apresentando rachaduras, necessitando de maior adensamento. Fonte: Frigola (2005)

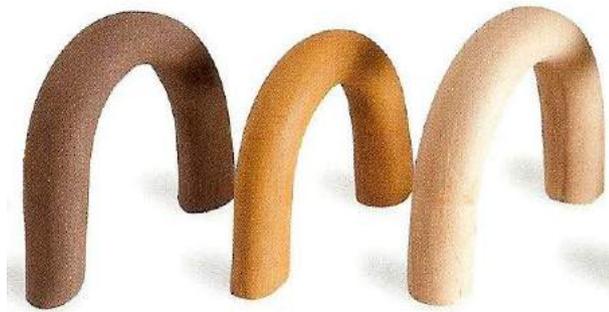


Figura 95 – Rolos de argila sem apresentar rachaduras. Ponto ideal de modelagem. Fonte: Frigola (2005)

A argila é batida com força contra a bancada a fim de unir os grãos e excluir o ar interno, já que uma bolha pode provocar a fratura do azulejo durante a dilatação no processo de queima.



Figura 96 – Adensamento manual da argila.



Figura 97 – Argila pressionada contra a bancada.



Figura 98 – A pasta é dividida para a modelagem.



Figura 99 – Massa de argila pronta para modelagem.

- **Modelagem**

Nesta etapa o corpo cerâmico do azulejo toma sua forma. Ripas de madeira com 1,5 cm de espessura são colocadas paralelamente, distantes 15 cm. A argila preenche o espaço entre as ripas, conforme ilustração abaixo.



Figura 100 – Vista superior do posicionamento das ripas. Fonte: o autor.

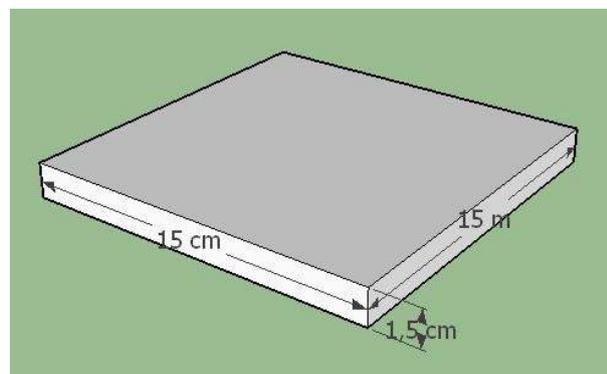


Figura 101 – Dimensões da placa cerâmica modelada. Fonte: o autor.

Sob as ripas é colocado papel jornal para absorver a umidade da massa. Nos espaços que irão receber a argila, coloca-se uma fina camada de areia para evitar a aderência da massa ao papel jornal.

Os espaços são preenchidos com a massa, fazendo pressão com os dedos para evitar lacunas e bolhas de ar.



Figura 102 – As ripas de madeira são postas paralelamente, com espaço interno de 15 cm para receber a argila.



Figura 103 – Uma fina camada de areia é colocada para evitar aderência da argila na base da moldagem.



Figura 104 – O espaço é preenchido com a argila adensada, sendo colocada sobre pressão para evitar bolhas de ar.



Figura 105 – Preenchimento total do espaço entre as ripas.

Após o preenchimento com argila do espaço entre as ripas, deve-se regular a espessura das peças passando o rolo de madeira, nivelando-as com a parte superior das ripas. O rolo deve ainda deixar a superfície lisa, para então serem retiradas as ripas e iniciado o corte.



Figura 106 – Finalização com o rolo de madeira, onde as peças possuem a mesma espessura das ripas.



Figura 107 – Remoção das ripas de madeira, para corte das peças.

- **Corte**

As peças são cortadas com 15 cm de lado.



Figura 108 – As peças são medidas e cortadas com o próprio esquadro de aço.



Figura 109 – Peças cortadas com 15x15 cm.

- **Secagem natural**

Depois de modelados e cortados, os azulejos são transferidos para uma tábua de madeira para que ocorra a perda de água das peças por meio da secagem natural à sombra. Esta é uma etapa que requer muita atenção, pois com a eliminação da água, ocorre a retração da peça. Esta redução dimensional pode provocar fissuras e/ou o empeno da placa.

A secagem é um fator considerável no processo da pós-confecção das peças de argilas, sejam elas cerâmicas ou azulejos. Uma vez que, se a secagem for muito rápida (decorrentes de um fator externo) ou as peças estando expostas ao sol, intensificará retrações diferenciadas que vão originar trincas e rachaduras acentuadas. Tecnicamente a secagem é o ponto de equilíbrio entre a quantidade de umidade do ar que envolve a peça e a umidade da mesma. Quando o ar tem a mesma umidade da peça a secagem retarda ou para de se realizar. (MUNIZ, 2009, p.149)

O tempo de secagem depende diretamente da umidade do ar que entra em contato com a peça neste período. No caso dos azulejos desta reprodução, trinta dias foram suficientes para que as peças pudessem ir ao forno.

Na manufatura de azulejos, um dos maiores problemas passa por impedir que o azulejo deforme, já que o barro retrai durante a secagem. Se a retração se verificar mais numa superfície ou numa só direção, o objeto irá secar deformado. Diariamente cada peça deve ser virada de lado para proporcionar secagem igual das superfícies, evitando o empeno. A tendência na secagem de uma placa é a suspensão de suas extremidades. Portanto, seguindo este procedimento de alternância dos lados este problema é corrigido.



Figura 110 – Secagem das peças sobre tábuas de madeira. As peças são viradas diariamente durante o período da secagem, evitando a curvatura de suas extremidades. Fonte: o autor.

- **Queima**

A queima é a transformação físico-química dos elementos que constitui a massa cerâmica. Após a cocção, ela passa a ser chamada de corpo cerâmico, adquire consistência, dureza, resistência e alteração na tonalidade da massa. O corpo cerâmico que forma o azulejo geralmente vai à queima por duas vezes. A primeira queima chama-se “biscoito ou chacota” e pode atingir a temperatura entre 800 a 1000°C (MUNIZ, 2009). Todos os objetos de barro requerem uma cozedura inicial num forno, de modo a transformá-los numa cerâmica durável. As queimas subsequentes servem para as camadas de decoração na superfície, tais como vidrados e engobes cerâmicos. (JONES, JANIS e JILL, 2001).

Para a cozedura das peças reproduzidas nesta pesquisa, utilizou-se um forno elétrico específico para cerâmica que atinge até 1200°C. Com este forno foi possível controlar a temperatura de queima das placas através do termostato digital, monitorando o tempo e patamares³⁶ desejados até atingir a temperatura máxima.



Figura 111 – Programação da temperatura do forno elétrico.



Figura 112 – Detalhe: termostato REX-C700. Os dígitos em vermelho indicam a temperatura interna do forno; os dígitos laranja indicam a temperatura programada.

A queima é uma etapa delicada que requer muito cuidado, podendo ocasionar danos irreparáveis aos objetos. Portanto, antes de inserir no forno todas as peças reproduzidas, foi realizada uma queima experimental com apenas uma placa.

A placa foi colocada no forno apoiada sobre o suporte refratário dentado. A temperatura máxima estabelecida na qual a cocção deveria atingir foi de 1000°C. Durante os 25 min iniciais a temperatura foi mantida até 100°C, a fim de eliminar a umidade existente na

³⁶ Patamar é o período de tempo na qual uma determinada temperatura é mantida durante a cozedura.

peça. Após este tempo, o forno foi programado para atingir 300°C. Mas, ao chegar em 280°C houve a explosão da peça.

O fator que ocasionou a explosão da placa nesta queima foi o brusco aumento da temperatura para 300°C, somado ao patamar de 100°C em curto período de tempo. A umidade ainda concentrada na peça não foi liberada por completo, ocasionando a explosão com sendo o resultado do aumento da pressão exercida pela água no interior da peça.

O maior risco das peças partirem ou explodirem, de acordo com as experiências realizadas, acontece entre 90 e 200°C, essencialmente quando suas paredes forem muito espessas (grossas). Quanto mais secas estiverem as peças antes da queima, ponto de osso, menor será o risco das fissuras, rachaduras ou explosões. A partir de 200°C, a cocção poderá acontecer mais acelerada, porém, para alguns tipos de argilas é preferível diminuir a velocidade [de aquecimento] (do forno) até que lentamente as impurezas sejam queimadas, num patamar entre os 900°C. Com este procedimento, as grandes bolhas e os inchaços causados pelo carbono preso poderão ser evitados. Uma queima executada com atenção, cuidado, terá a possibilidade de ser concluída em oito horas. (MUNIZ, 2009, p.173)

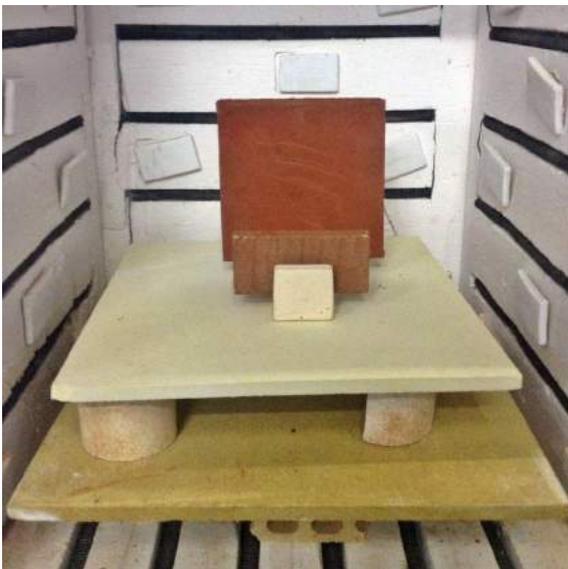


Figura 113 – Peça inserida no forno para queima experimental.



Figura 114 – Resultado da queima experimental com explosão da peça em decorrência do aumento brusco de temperatura.

Dezenove chacotas foram inseridas para uma nova fornada, todas apoiadas em suportes refratários dentados, sobre placas de cordierita. Esta queima agora, com patamares de temperatura até 100°C mais longos, para que seja garantida a evaporação total de água das peças.

Os gráficos 2 e 3 apresentam as curvas de cocção das queimas realizadas.

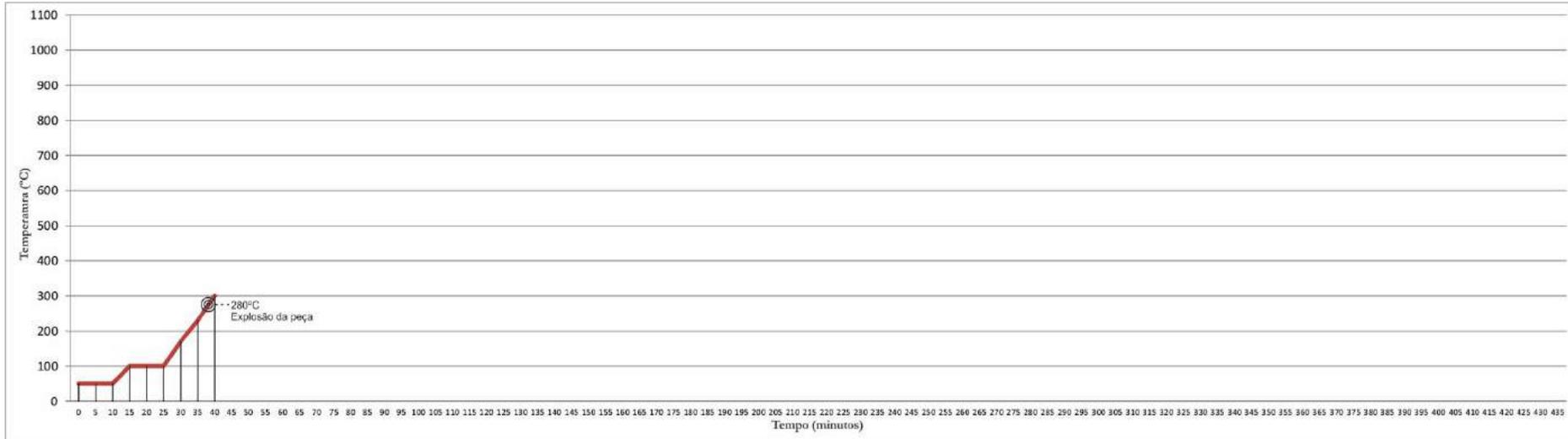


Gráfico 2 – Curva de cocção da fornada experimental com uma placa. Detalhe para a explosão da peça ocorrida com 38 minutos de queima, a 280°C. Fonte: o autor.

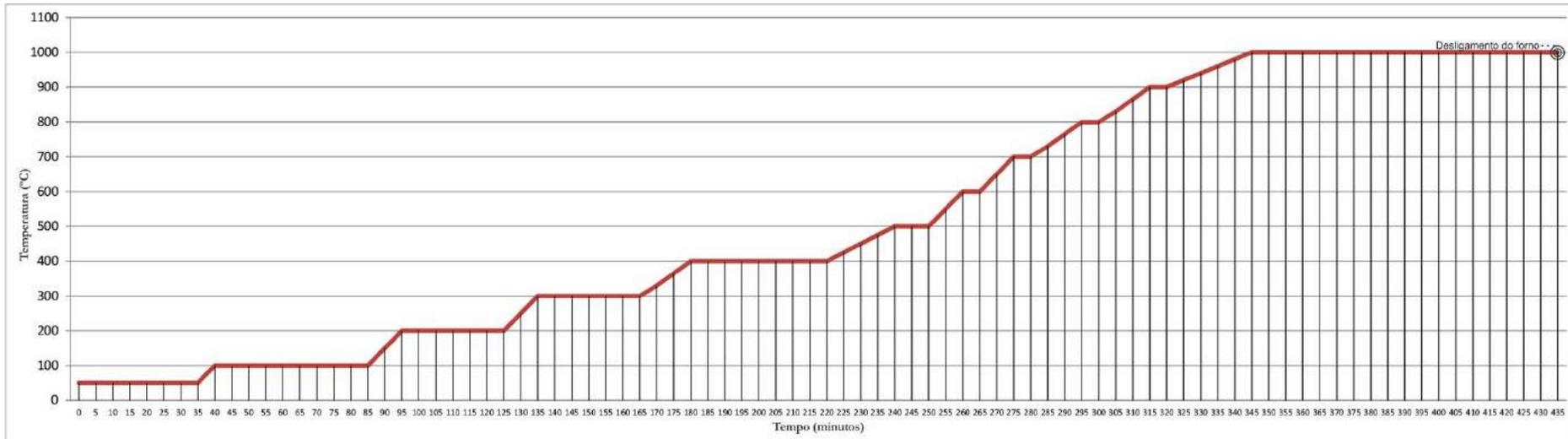


Gráfico 3 – Curva de cocção da fornada realizada com dezenove placas cerâmicas reproduzidas nesta pesquisa. Fonte: o autor.



Figura 115 – Biscoitos inseridos no forno elétrico.



Figura 116 – Detalhe da arrumação das peças no forno apoiadas com o suporte dentado.



Figura 117 – Corpos cerâmicos dos azulejos após a queima. Fonte: o autor.



Figura 118 – Placas cerâmicas devidamente embaladas e enviadas ao laboratório para os ensaios de caracterização físico-mecânicas. Fonte: o autor.

2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA

Foram realizados ensaios de caracterização das propriedades físicas e mecânicas em placas cerâmicas, fruto de reproduções do corpo cerâmico de azulejos históricos, devido ao caráter não destrutível das peças originais. O objetivo da caracterização das propriedades físico-mecânica realizada é o conhecimento da qualidade técnica destas peças reproduzidas, para que seja possível estabelecer relações entre características do processo produtivo tradicional com as patologias nas quais as peças históricas estão acometidas.

Dois ensaios foram realizados nesta etapa: o ensaio de Determinação da Absorção de Água; e o ensaio de Determinação da Carga de Ruptura e Módulo de Resistência. Ambos trazem informações importantes relacionadas às características físicas e mecânicas da cerâmica.

Para que tenhamos resultados comparáveis a outras pesquisas, optou-se pela normatização estabelecida pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) no que diz respeito à terminologia, classificação e especificação dos métodos de ensaios em placas cerâmicas. As normas para revestimentos cerâmicos estão agrupadas em três conjuntos:

- NBR 13.816 - Terminologia;
- NBR 13.817 - Classificação;
- NBR 13.818 - Especificação e métodos de ensaio.

Estas normas são baseadas nas normatizações internacionais, ISO 10.545-1 a 17 e ISO 13.006, que contemplam os mesmos aspectos das normas brasileiras.

2.4.1 Determinação da Absorção de Água

A absorção de água é definida como o ganho em peso, expresso em porcentagem, que a peça cerâmica apresenta quando submetida à imersão em um banho com água em ebulição durante um período determinado (CASAGRANDE, 2002). Corresponde, portanto, à quantidade de água que a cerâmica permite absorver pelo seu tardo.

A durabilidade estrutural do corpo cerâmico está diretamente ligada à sua taxa de absorção de água. Um menor índice de infiltração de água determina a maior durabilidade e resistência da cerâmica ao ambiente natural ao qual este material é exposto. Portanto, a

estrutura do material cerâmico precisa ter uma superfície capaz de evitar a entrada de água (PRESOTTO, 2012).

Um dos parâmetros de classificação das placas cerâmicas é a absorção de água, que tem influência direta sobre outras propriedades do produto. Conforme o INMETRO³⁷ A resistência mecânica do produto, por exemplo, é tanto maior, quanto mais baixa for a absorção.

As atuais placas cerâmicas de revestimentos são classificadas pela ABNT (1997) em função da absorção de água da seguinte maneira:

- Porcelanatos: de baixa absorção e resistência mecânica alta (0 a 0,5%);
- Grés: de baixa absorção e resistência mecânica alta (0,5 a 3%);
- Semi-Grés: de média absorção e resistência mecânica média (3 a 6%);
- Semi-Porosos: de alta absorção e resistência mecânica baixa (6 a 10%);
- Porosos: de alta absorção e resistência mecânica baixa (acima de 10%).

Vale ressaltar que as placas cerâmicas classificadas com absorção de água acima de 10%, são recomendadas para serem utilizadas como revestimento de parede, ou seja, azulejos, justamente por possuírem alta absorção e, portanto, resistência mecânica reduzida.

O ensaio para Determinação da Absorção de Água foi realizado no Laboratório de Materiais (LMAT) do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), de acordo com a norma NBR 13.818, anexo B (ABNT, 1997). Esta norma estabelece os padrões adotados para o ensaio de Determinação da Absorção de Água em Placas Cerâmicas. Os materiais e aparelhos necessários para a execução deste ensaio são os seguintes:

- Estufa capaz de operar à temperatura de 110 ± 5 °C;
- Recipiente de hidratação construído com material inerte;
- Fonte de aquecimento;
- Balança com resolução de 0,01% da massa do corpo-de-prova;
- Água destilada ou deionizada;
- Dessecador;
- Camurça, flanela ou similar.

³⁷ Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

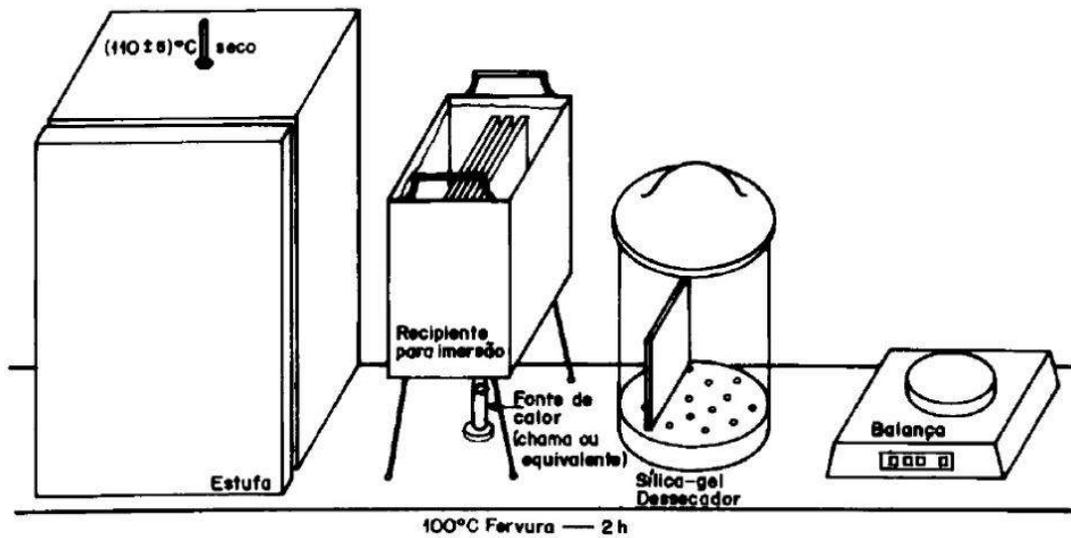


Figura 119 – Esquema da aparelhagem para o ensaio de absorção de água. Fonte: ABNT (1997)

Abaixo segue o conjunto de procedimentos do método de ensaio estabelecido pela norma NBR 13.818, anexo B (ABNT, 1997):

- Cada placa inteira constitui um corpo-de-prova, sendo necessárias dez placas para a realização do ensaio;
- Secar os corpos-de-prova na estufa a temperatura de $(110 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ até que atinjam massa constante, isto é, até que a diferença entre as sucessivas pesagens efetuadas em um intervalo de 24h seja menor que 0,1%.
- Resfriar os corpos-de-prova no dessecador com sílica-gel ou outro dessecante apropriado, até atingir a temperatura ambiente.
- A seguir, determinar a massa (m_1) de cada corpo-de-prova.
- Imergir os corpos-de-prova verticalmente no recipiente cheio de água deionizada ou destilada, sem que eles entrem em contato entre si, conforme a ilustração 3, de maneira que o nível da água esteja 5 cm acima das placas.
- Manter este nível de água durante todo o ensaio, aquecendo a água até a fervura, mantendo-a em ebulição durante 2h.
- Remover a fonte de aquecimento e colocar os corpos-de-prova sob circulação de água, na temperatura ambiente, para que os corpos-de-prova entrem em equilíbrio.
- Com a camurça ligeiramente úmida, enxugar suavemente as superfícies dos corpos-de-prova.

2.4.2 Determinação da Resistência à Flexão

A resistência mecânica de um produto cerâmico está diretamente ligada à força de coesão entre as partículas. No material cerâmico seco, esta força, é normalmente inferior àquele material quando sinterizado. Durante a queima, na temperatura máxima ideal, ocorrem reações químicas e, com isso, a formação de novas fases cristalinas e fusões parciais, consolidando o material, que em processo de resfriamento torna-se rígido e com maior resistência que o material seco (PADILHA, 1997).

Para determinar a resistência à flexão de uma placa cerâmica, o aparelho aplica uma força com velocidade definida e controlada no centro do corpo-de-prova, estando o ponto de aplicação de força em contato com a peça. Quando a peça rompe, o aparelho fornece o valor da força máxima aplicada no momento de ruptura. (PRESOTTO , 2012)

O ensaio para Determinação da Resistência à Flexão foi realizado no Laboratório de Materiais (LMAT) do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), conforme a norma NBR 13.818, anexo C (ABNT, 1997). Esta norma estabelece os padrões adotados para o ensaio de Determinação da Carga de Ruptura e Módulo de Resistência à Flexão em Placas Cerâmicas. Os materiais e aparelhos necessários para a execução deste ensaio são os abaixo listados:

- Estufa capaz manter a temperatura entre 110 ± 5 °C;
- Medidor de força com resolução de 2%;
- Dois apoios metálicos de formato cilíndrico, com borrachas (com dureza de 50 ± 5 IRHD) em sua extremidade que mantém contato com o corpo-de-prova;
- Barra cilíndrica central com diâmetro igual ao dos apoios, revestida de borracha com dureza de 50 ± 5 IRHD.



Figura 121 – Equipamento de medição da carga e módulo de ruptura à flexão.

Fonte: (ALMEIDA e CASCUDO, 2011)

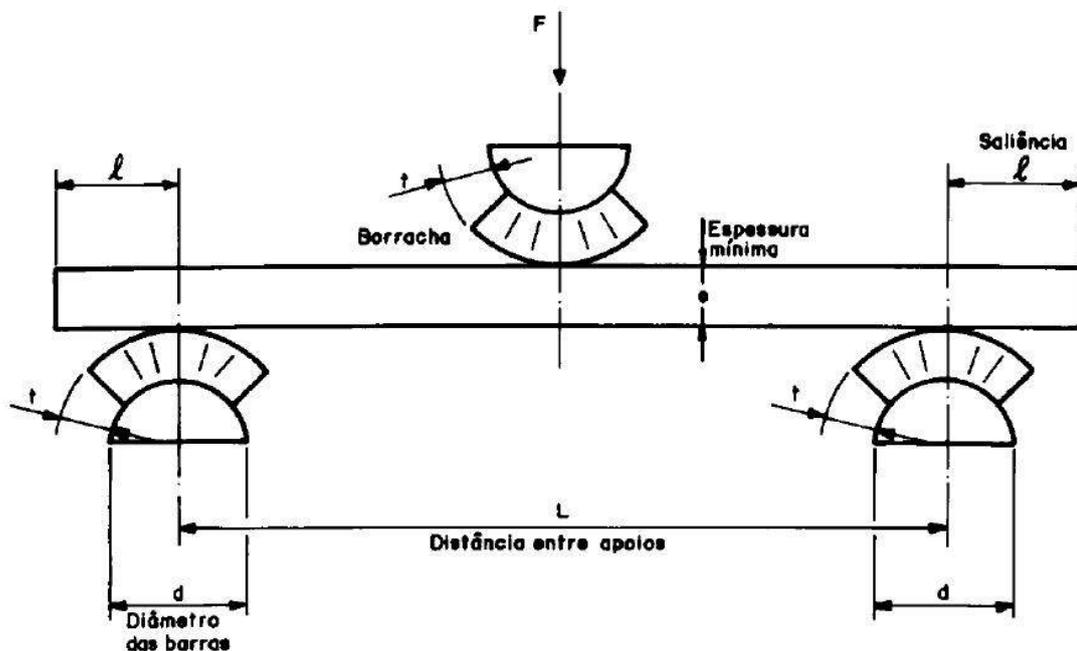


Figura 122 – Esquema do equipamento de medição da carga e módulo de ruptura à flexão. Fonte: ABNT (1997b)

Abaixo segue o conjunto de procedimentos do ensaio Determinação da Carga de Ruptura e Módulo de Resistência à Flexão em Placas Cerâmicas, estabelecido pela norma NBR 13.818, anexo C (ABNT, 1997):

- Remover, com uma escova dura, quaisquer partículas soltas, aderidas no verso do corpo-de-prova;
- Secar cada corpo-de-prova na estufa a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ até a massa constante, isto é, até que a diferença entre duas pesagens sucessivas, a intervalos de 2h, seja menor que 0,1%, deixando esfriar dentro da estufa ou no dessecador até temperatura ambiente;

- As placas devem ser ensaiadas até 26h depois que o aquecimento começou, desde que estejam com massa constante. Caso os corpos-de-prova tenham que ser retirados da estufa depois do aquecimento e armazenamentos no laboratório, eles devem ser ensaiados no máximo até 3h após o retorno à temperatura ambiente;
- Colocar o corpo-de-prova sobre os apoios, com a superfície de uso para cima e com a largura paralela aos apoios, de modo que fique para fora da barra de apoio uma saliência;
- Posicionar a barra central para que fique equidistante dos apoios. Aplicar a força de maneira gradativa, a fim de obter velocidade de aumento de carga à razão de $(1\pm 0,2)$ MPa/s;
- A espessura é medida na seção de ruptura, excluídas as bordas da seção de ruptura.

Para determinar a carga de ruptura³⁸ da placa, usar a equação:

$$CR = \frac{F \times L}{b}$$

Onde:

CR é a carga de ruptura, em newtons;

F é a força de ruptura, em newtons;

L é a distância entre as barras de apoio, em milímetros;

b é a largura do corpo-de-prova ao longo da ruptura após o ensaio, em milímetros.

Para determinar o módulo de resistência à flexão³⁹ da placa, utilizar a seguinte equação:

$$MRF = \frac{3F \times L}{2b \times e^2}$$

Onde:

MRF é o módulo de resistência à flexão, em megapascais;

F é a força de ruptura, em newtons;

L é a distância entre as barras de apoio, em milímetros;

b é a largura do corpo-de-prova ao longo da ruptura após o ensaio, em milímetros; **e** é a mínima espessura do corpo-de-prova, em milímetros.

³⁸ A carga de ruptura é uma característica da placa cerâmica; uma placa com maior espessura que outra apresenta uma carga maior, para uma mesma massa ou composição química, resultando em uma característica relevante para o uso. Fonte: ABNT (1997b)

³⁹ O módulo de resistência à flexão é uma característica do material cerâmico; placas com diferentes espessuras e mesma massa tendem a ter o mesmo módulo. Fonte: ABNT (1997b)

3 RESULTADOS

3.1 DO LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS

O levantamento realizado nas vinte edificações religiosas em Pernambuco que contém azulejos portugueses do período estudado nesta pesquisa, contabilizou o total de 77.823 peças. Os azulejos parietais verificados, foram todos aqueles que estavam assentados em paredes internas das edificações, não sendo contabilizados as peças presentes nas torres e fachada, como o conjunto de azulejos que reveste a fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres, em Jaboatão dos Guararapes. Considerando que os azulejos de revestimento externo são submetidos a condições mais severas de intempéries, suas patologias são potencializadas, tornando indevida a comparação do seu levantamento de danos com aqueles de uso interno.

Dentre as três fases de azulejos históricos portugueses identificados nestas edificações, ou seja, os azulejos do século XVII; os azulejos da primeira metade do século XVIII; e os azulejos da segunda metade do século XVIII, observa-se a expressiva quantidade de peças do período de grande produção azulejar em Portugal – primeira metade do século XVIII – onde mais da metade destes azulejos presentes em Pernambuco foram produzidos nesta fase. Abaixo o gráfico apresenta as unidades de peças azulejares contabilizadas e o respectivo percentual para cada período.

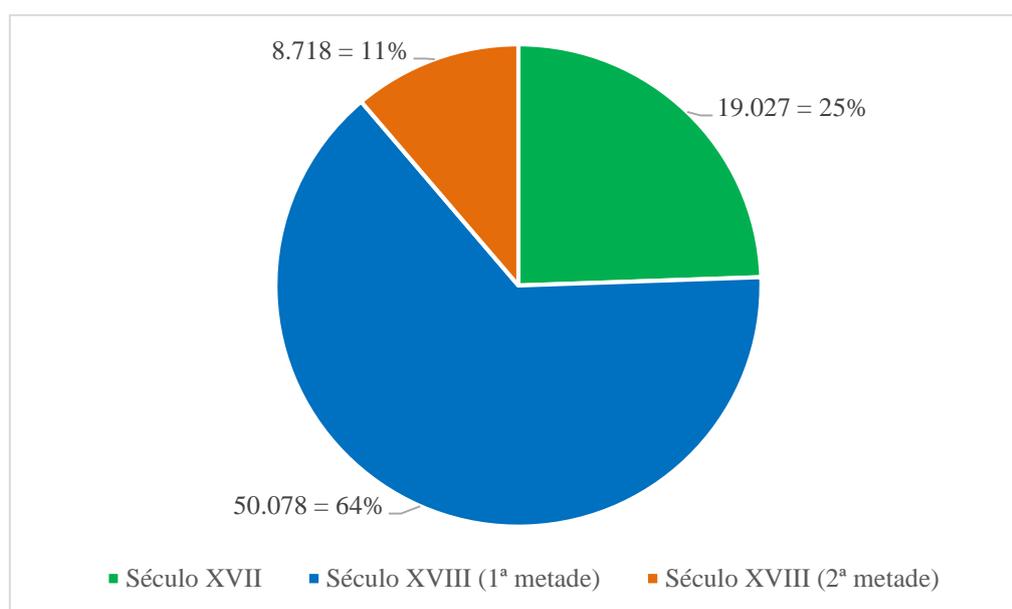


Gráfico 4 – Quantitativo das unidades de azulejo por período histórico. Fonte: o autor.

O quadro a seguir associa as edificações estudadas com as três fases da azulejaria portuguesa já comentadas.

Quadro 4 – Associação das fases de azulejo português com as edificações religiosas em Pernambuco. Fonte: o autor.

Edificação	Fase I Séc. XVII	Fase II Séc. XVIII.1	Fase III Séc. XVIII.2
Igreja de Nossa Senhora das Neves – Olinda			
Convento de São Francisco – Olinda			
Convento de Santo Antônio – Recife			
Ordem Terceira de São Francisco da Penitência – Recife			
Igreja de N. Sra. dos Prazeres – Jaboatão dos Guararapes			
Capela de N. Sra. da Piedade – Jaboatão dos Guararapes			
Seminário de Olinda – Olinda			
Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia – Olinda			
Museu Regional – Olinda			
Igreja de Nossa Senhora do Amparo – Olinda			
Museu de Arte Sacra – Olinda			
Igreja de Santa Tereza – Olinda			
Igreja de São Salvador do Mundo – Olinda			
Convento do Carmo – Recife			
Capela de Nossa Senhora da Conceição – Recife			
Ordem Terceira do Carmo – Recife			
Convento de Santo Antônio – Igarassu			
Convento de Santo Antônio – Sirinhaém			

Observamos a predominância numérica dos azulejos em ‘azul e branco’, pertencentes à Fase II, aplicados em onze edificações religiosas, totalizando 50.078 peças divididas em 177 painéis. Em seguida, os azulejos compostos principalmente por padrões de repetição, representantes da Fase I (século XVII), presentes em seis edificações, somando 27 painéis e 19.027 peças. Por fim, àqueles azulejos policrômicos do estilo rococó, produzidos na segunda metade do século XVIII (Fase III), presentes em três edificações religiosas, em um conjunto com 67 painéis e 8.718 peças.

Em Olinda, o Convento de São Francisco e a Igreja de São Salvador do Mundo, dentre todas as edificações identificadas nesta pesquisa, são os únicos representantes que abrigam numa mesma construção duas fases azulejares. Em ambos os casos, estas unidades religiosas possuem painéis azulejares tanto do século XVII – Fase I, quanto da primeira metade do século XVIII – Fase II.

Todas as 77.823 peças foram submetidas à análise visual afim de verificar a presença de algum dos quinze principais danos que acometem os azulejos históricos: alteração cromática; contaminação; concreção; desagregação; desordem; eflorescência; elemento espúrio; esfoliação; fissura do vidrado; lacuna; mancha superficial; perda; perda do vidrado; recomposição de pintura; e trica. A categoria denominada ‘outro’ foi acrescentada visando contemplar algum tipo de dano verificado nas peças que não estejam elencados previamente.

Como já discutido no capítulo anterior, os danos presentes nos azulejos históricos são provenientes de, ao menos, uma das cinco causas: defeitos de origem (Do); defeitos adquiridos (Da); assentamento deficiente (Ad); suporte deficiente (Sd); e ação antrópica (Aa).

Dentre os principais danos que podem estar presentes em peças de azulejos históricos, em especial, sete destes são mais consideráveis para esta pesquisa. Este número restrito é referente àqueles danos classificados como defeitos adquiridos, tendo estreita relação com a tecnologia de produção dos painéis azulejares. Os dados obtidos através do levantamento quantitativo destes danos permitem inferir a respeito da qualidade técnica das peças produzidas em cada período. Estes sete danos são, portanto, a alteração cromática; concreção; esfoliação; fissuras do vidrado; perda; perda do vidrado; e trinca.

Os resultados apontam como dano mais frequente as manchas superficiais, presente em 72,2% de todas as peças, destacando-se quantitativamente em todas as edificações. Dentre principais patologias, as manchas superficiais podem ser tratadas com maior facilidade. Por agredir apenas a superfície do esmalte do azulejo, uma limpeza cuidadosa pode eliminar as sujidades como manchas de tinta e dejetos biológicos que acabaram se fixando à superfície externa da peça.

A esfoliação, caracterizada pela desagregação com desprendimento de lâminas do vidrado e corpo cerâmico do azulejo, é o segundo dano mais abundante entre as peças analisadas, presente em 38,3%. Este dano tem relação direta com a qualidade tecnológica da peça, é então classificada como um defeito adquirido (Da). Os azulejos da fase II são os que apresentam maior índice de esfoliação – 41,8% de suas peças, seguido pela fase I – 33,3% e fase III – 29,2%.

A fissura do vidrado, encontrada em 22,7% das peças analisadas, também tem relação direta com a qualidade tecnológica. É provocada pela diferença nos índices de dilatação do corpo cerâmico e do vidrado. Quando há uma disparidade entre tais índices, a camada

pictórica do azulejo tende a microfissurar. As peças da fase II foram as que mais apresentaram este dano – 25,4% das peças, seguidos pelas peças da fase I – 18% e fase III – 17,4%.

Os elementos espúrios se destacam entre os danos mais abundantes, presentes em 18,4% das peças analisadas. A tentativa grotesca de reparo das peças, associada a utilização de materiais inadequados configuram um dano a peça, que podem provocar o surgimento ou potencializar outras patologias. 22% dos azulejos da fase III apresentam este dano. A Igreja de Santa Tereza, em Olinda, evidenciou quantitativo elevado de peças com elemento espúrio, aumentando assim o índice da fase III. As fases I e II contém, respectivamente, 21% e 16,8% de suas peças comprometidas com elemento espúrio.

A perda do vidrado, presente em 17,6% dos azulejos, é um dano com relação direta com a qualidade produtiva. O resultado deste dano é o destacamento integral ou parcial do esmalte do azulejo, sem afetar o biscoito. As peças da fase II são as que apresentam o maior índice deste dano, com 19,8% de seus azulejos afetados. As fases I e III possuem, respectivamente, 14,6% e 12% de suas peças com perda do vidrado.

A fissura no corpo cerâmico do azulejo – ou trinca, manifestada em 16,4% das peças levantadas, também pode ser um defeito adquirido (Da), possuindo relação com suas características tecnológicas. Os azulejos da fase II são os que evidenciam o maior índice de trincas, com 18,9% de suas peças avariadas. As fases I e III apresentam, respectivamente, 14,6% e 9,5% de seus representantes com este dano.

Ausência de uma das partes do azulejo caracteriza o dano perda, verificado em 11,4% das peças. Pode possuir também relação com questões de qualidade tecnológica da produção dos azulejos. As peças da fase II apresentam o maior índice de partes faltantes, com 13% de suas peças. Os azulejos das fases I e III contém perda de 10,4% e 5%, respectivamente.

Os demais danos contêm índices menores de incidência no universo de peças analisadas: lacuna (3,1%); recomposição de pintura (2,5%); desordem (2,4%); outros (1%); contaminação (0,9%); desagregação (0,4%); alteração cromática (0,4%); concreção (0,3%); e eflorescências (0,04%).

Os gráficos 5 e 6 apresentam os resultados globais do levantamento quantitativo e qualitativo dos danos que acometem os azulejos históricos portugueses dos

séculos XVII e XVIII, assentados nas edificações religiosas em Pernambuco. No Apêndice A deste trabalho, é possível verificar os resultados individuais de cada edificação estudada

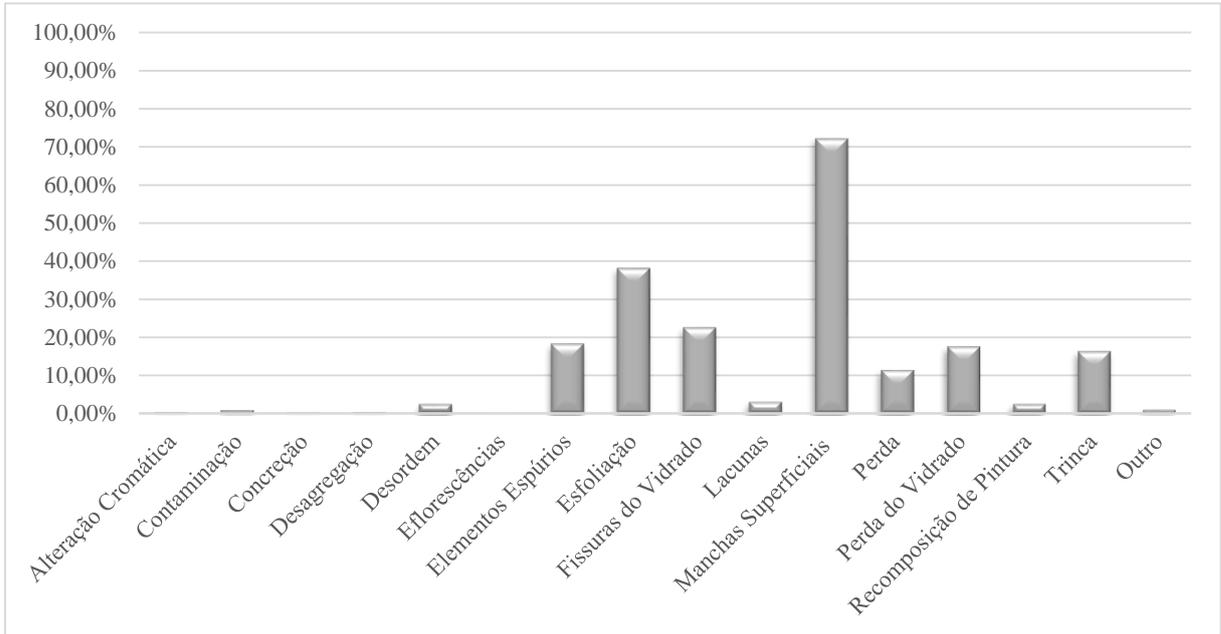


Gráfico 5 – Resultado percentual dos principais danos que acometem os azulejos históricos. Este levantamento compreendeu a análise visual de 77.823 peças de azulejos históricos, distribuídos entre vinte edificações religiosas no estado de Pernambuco. Fonte: o autor.

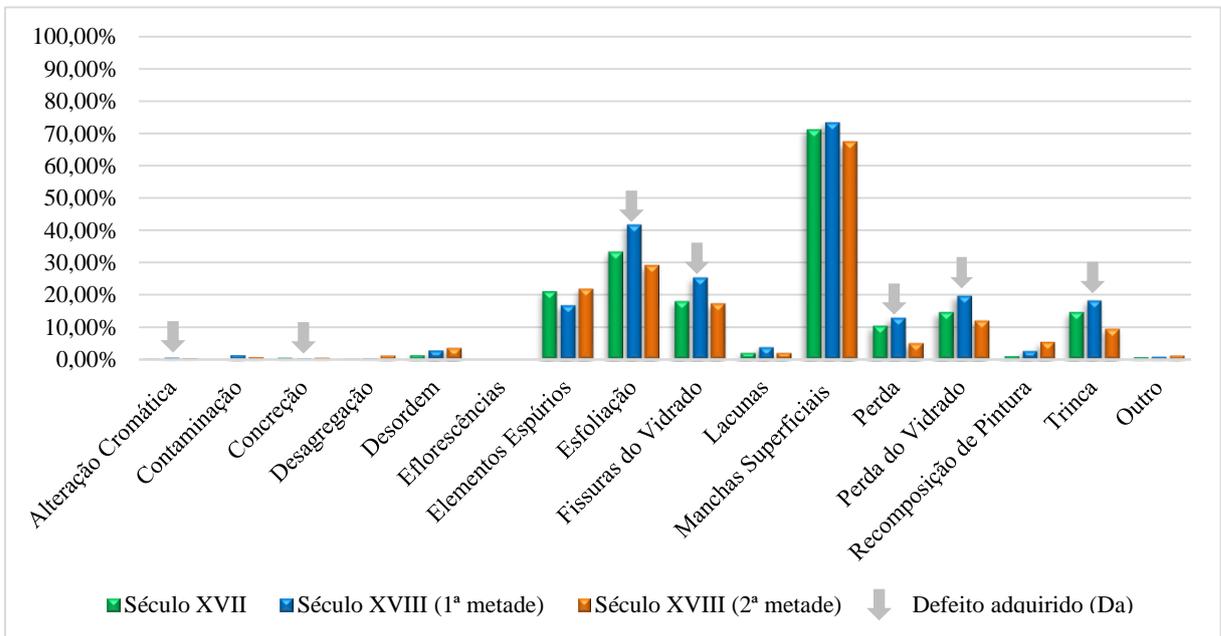


Gráfico 6 – Resultado percentual dos principais danos que acometem os azulejos históricos, seccionados entre as três fases. Destaque para os danos que tem como causa os defeitos adquiridos (Da). Fonte: o autor.

O gráfico 6 ilustra bem que os azulejos da primeira metade do século XVIII apresentam maior índice em todos os danos atribuídos aos defeitos adquiridos (Da), tendo relação direta com os processos que envolveram a produção de azulejos deste período.

Abaixo, os gráficos 7 ao 12 apresentam os resultados numéricos subdivididos de acordo com os três momentos produtivos da azulejaria seiscentista e setecentista portuguesa: fase I (século XVII), fase II (primeira metade do século XVIII) e fase III (segunda metade do século XVIII).

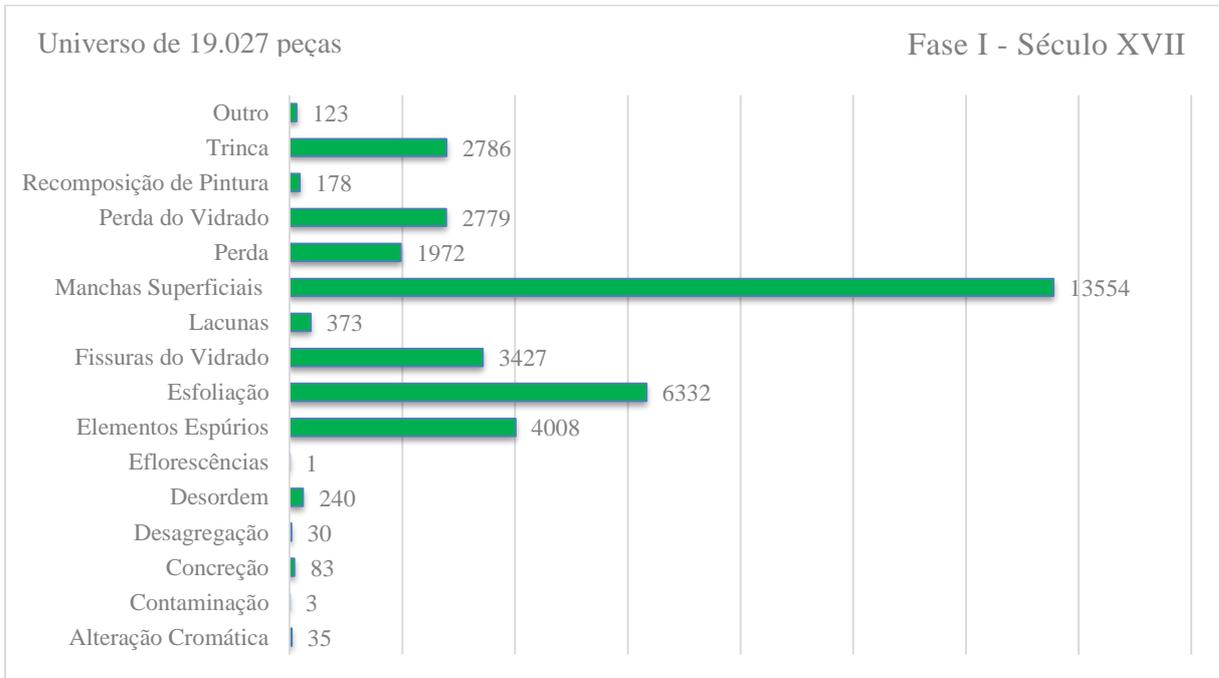


Gráfico 7 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos do século XVII por estes afetados. Fonte: o autor.

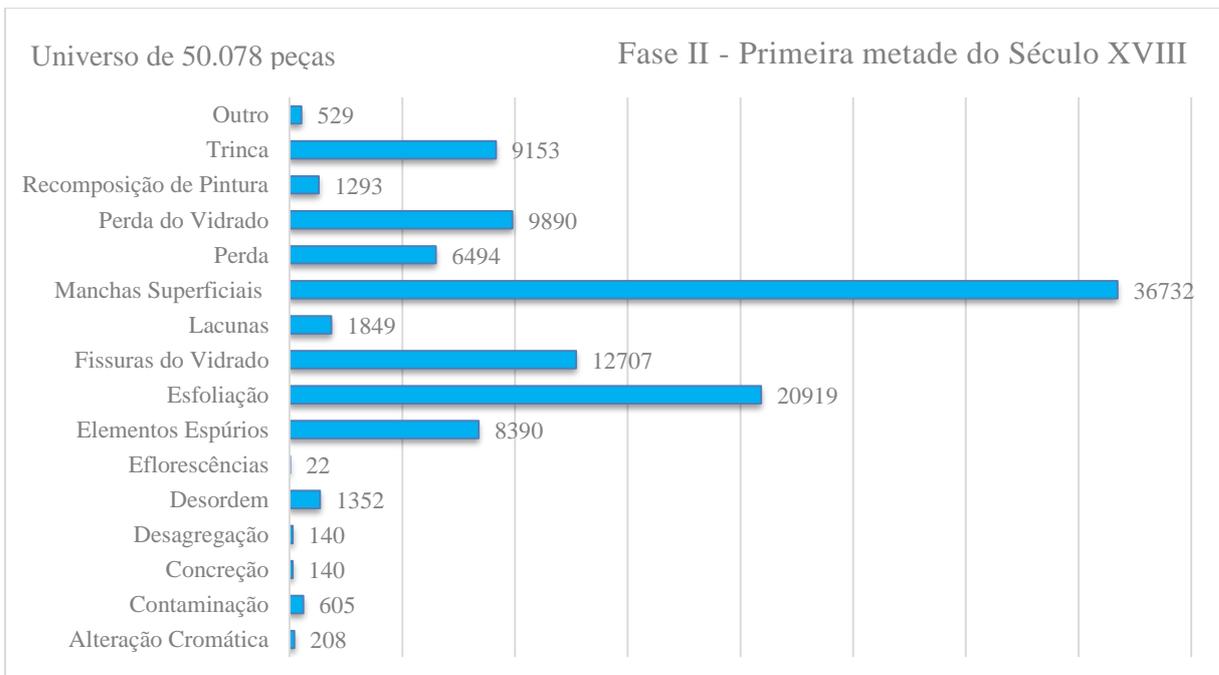


Gráfico 8 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos da primeira metade do século XVIII por estes afetados. Fonte: o autor.

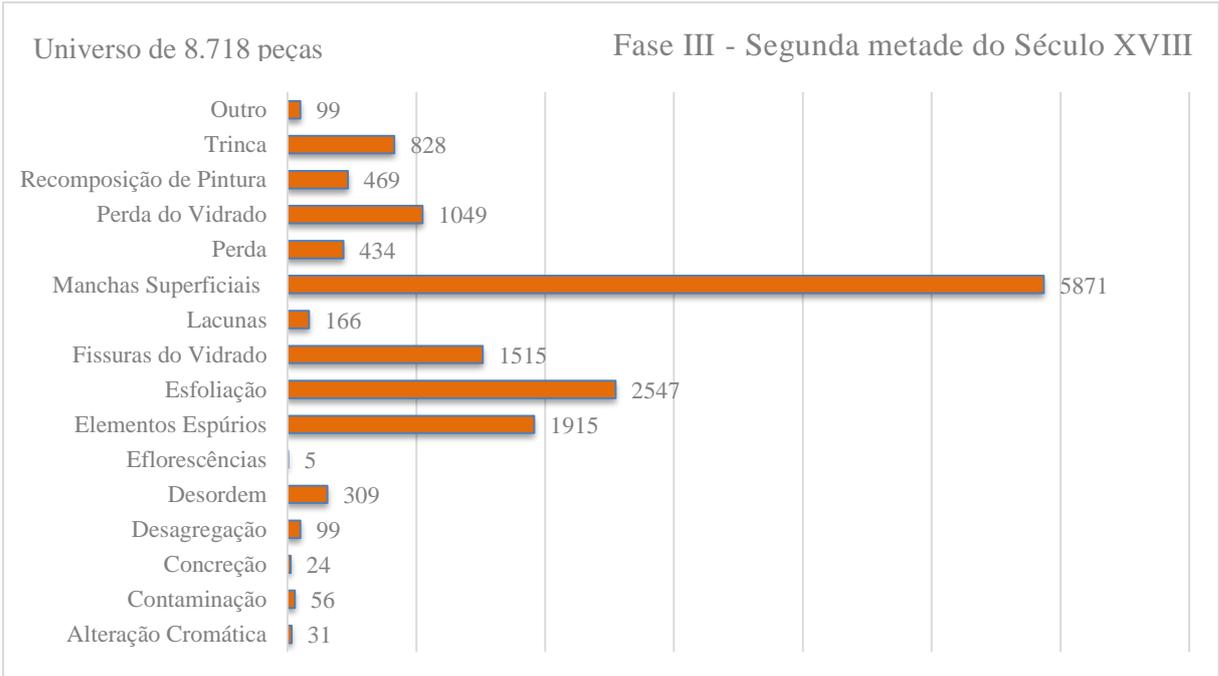


Gráfico 9 – Relação entre os principais danos e a quantidade de azulejos da segunda metade do século XVIII por estes afetados. Fonte: o autor.

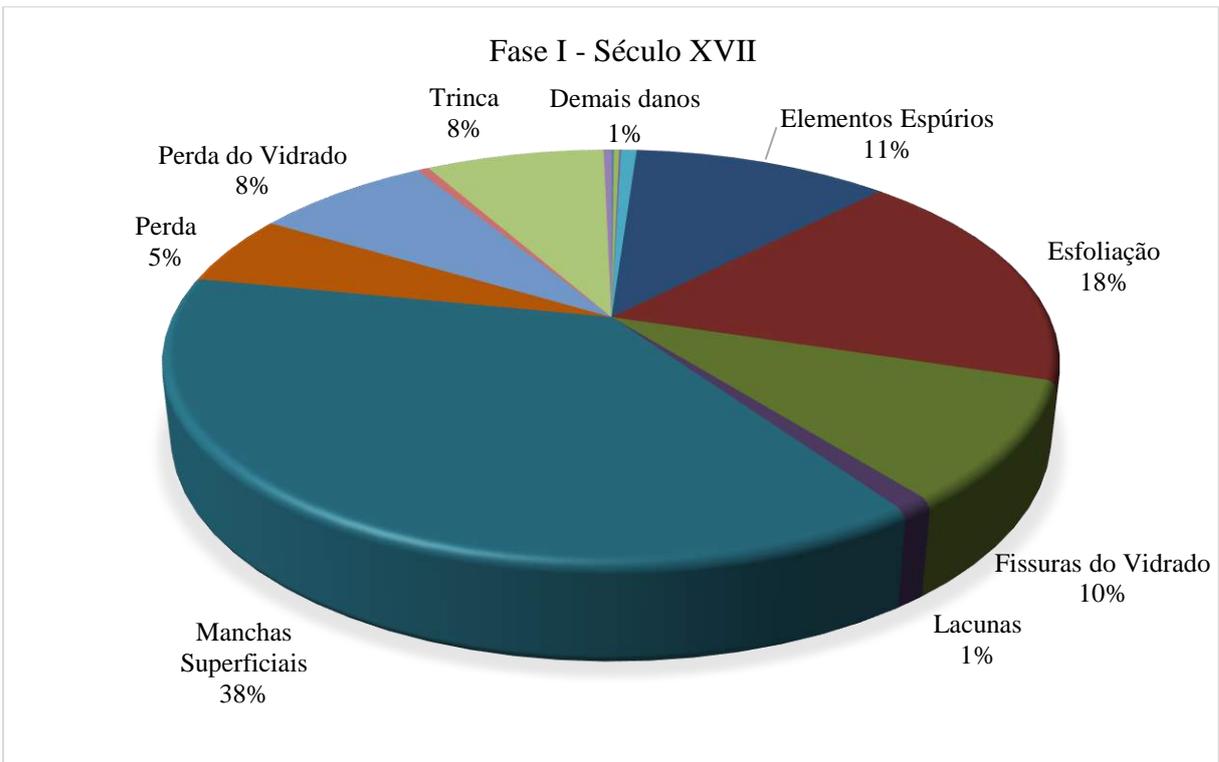


Gráfico 10 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos do século XVII. Fonte: o autor.

Demais danos
1%

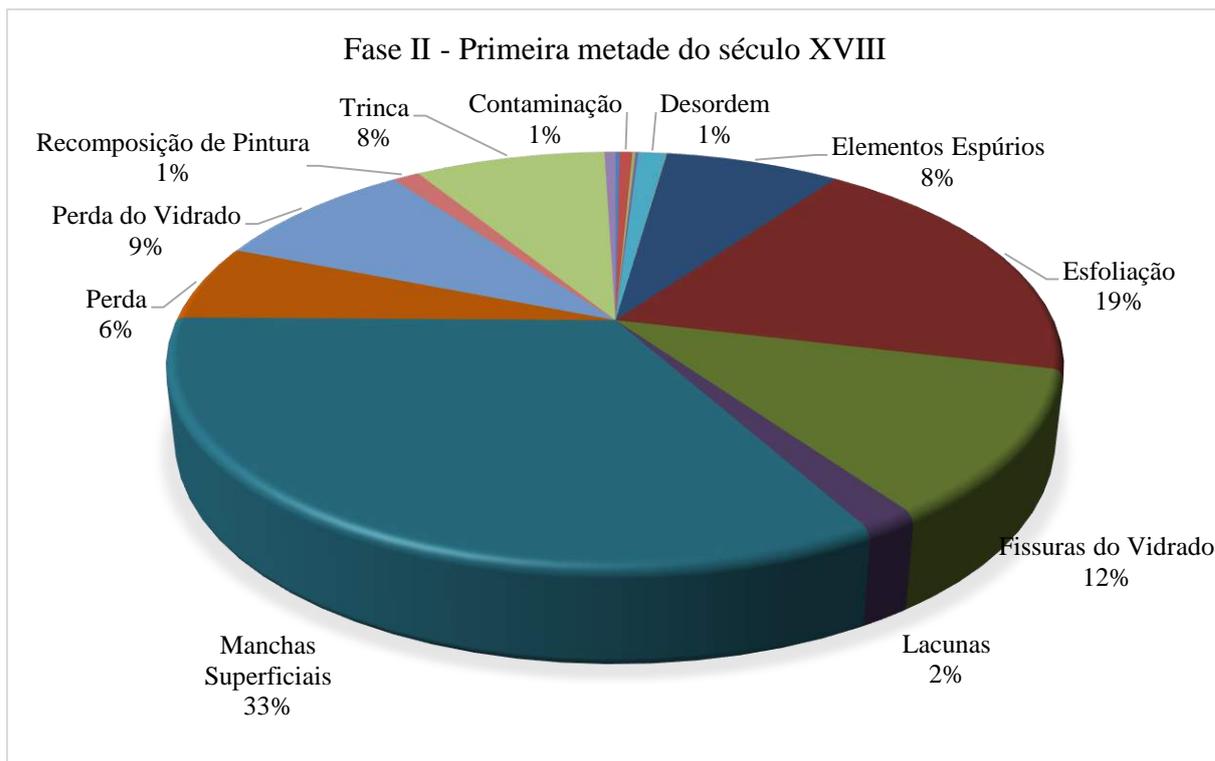


Gráfico 11 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos da primeira metade do século XVIII. Fonte: o autor.

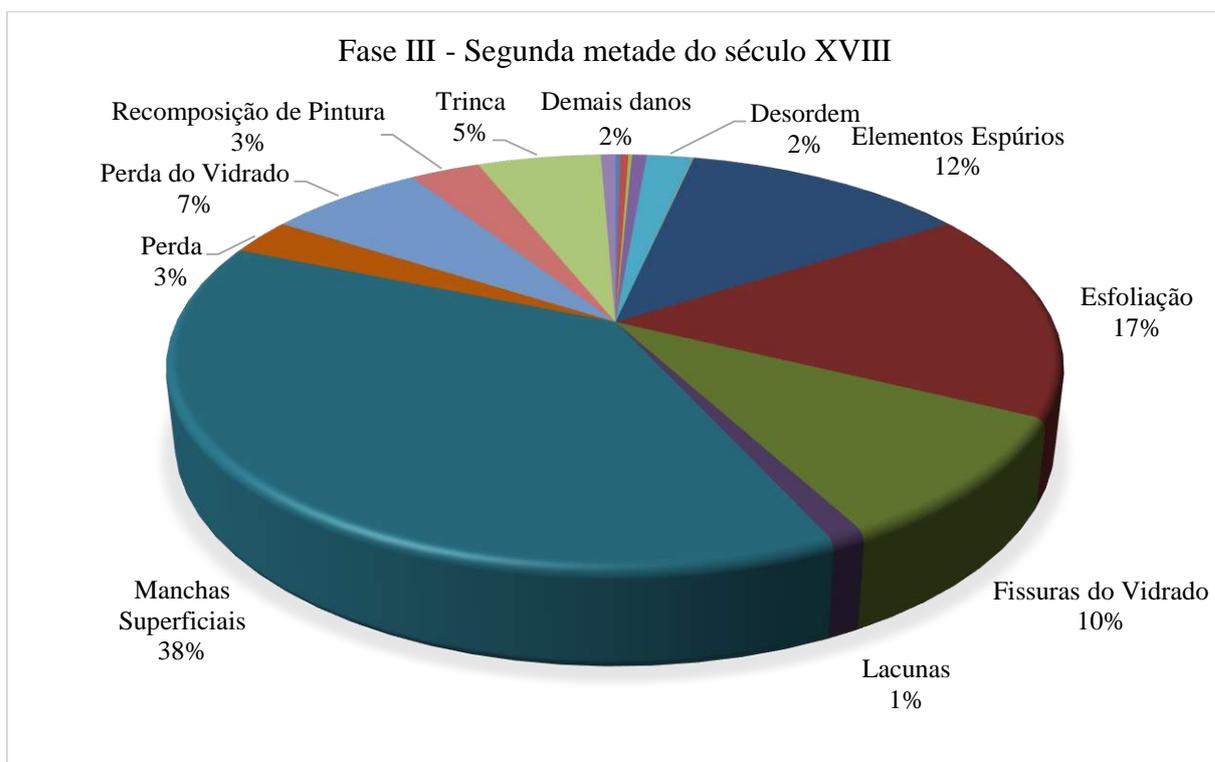
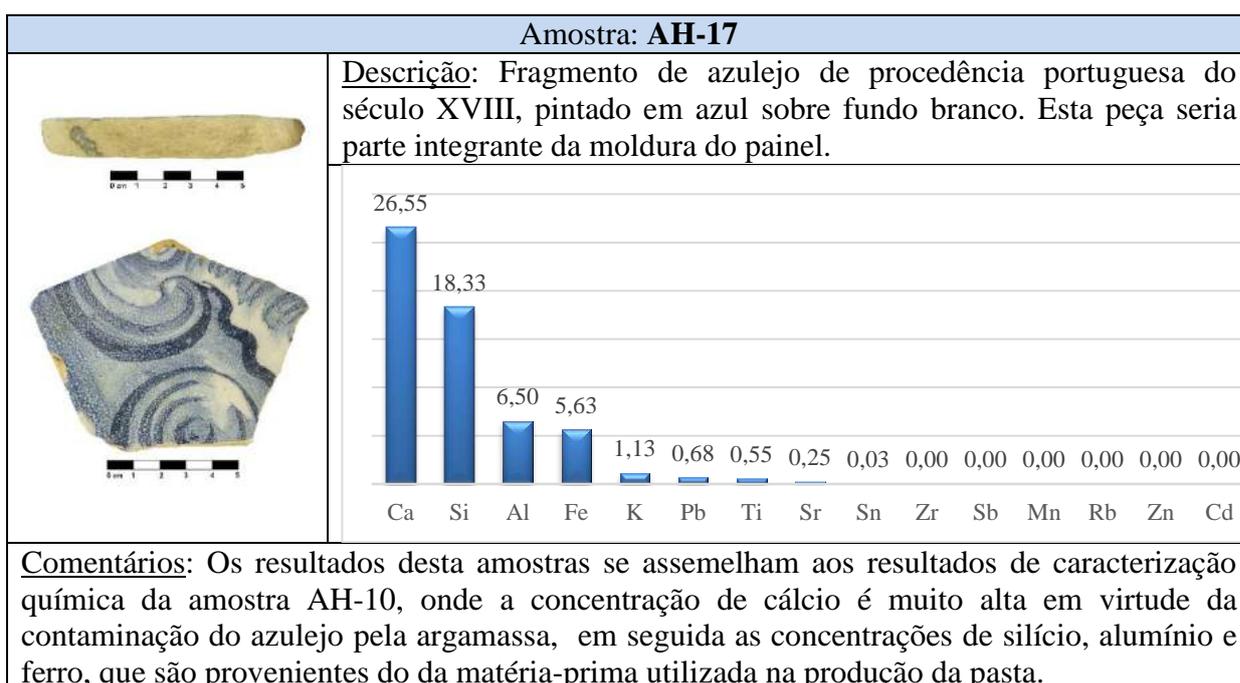
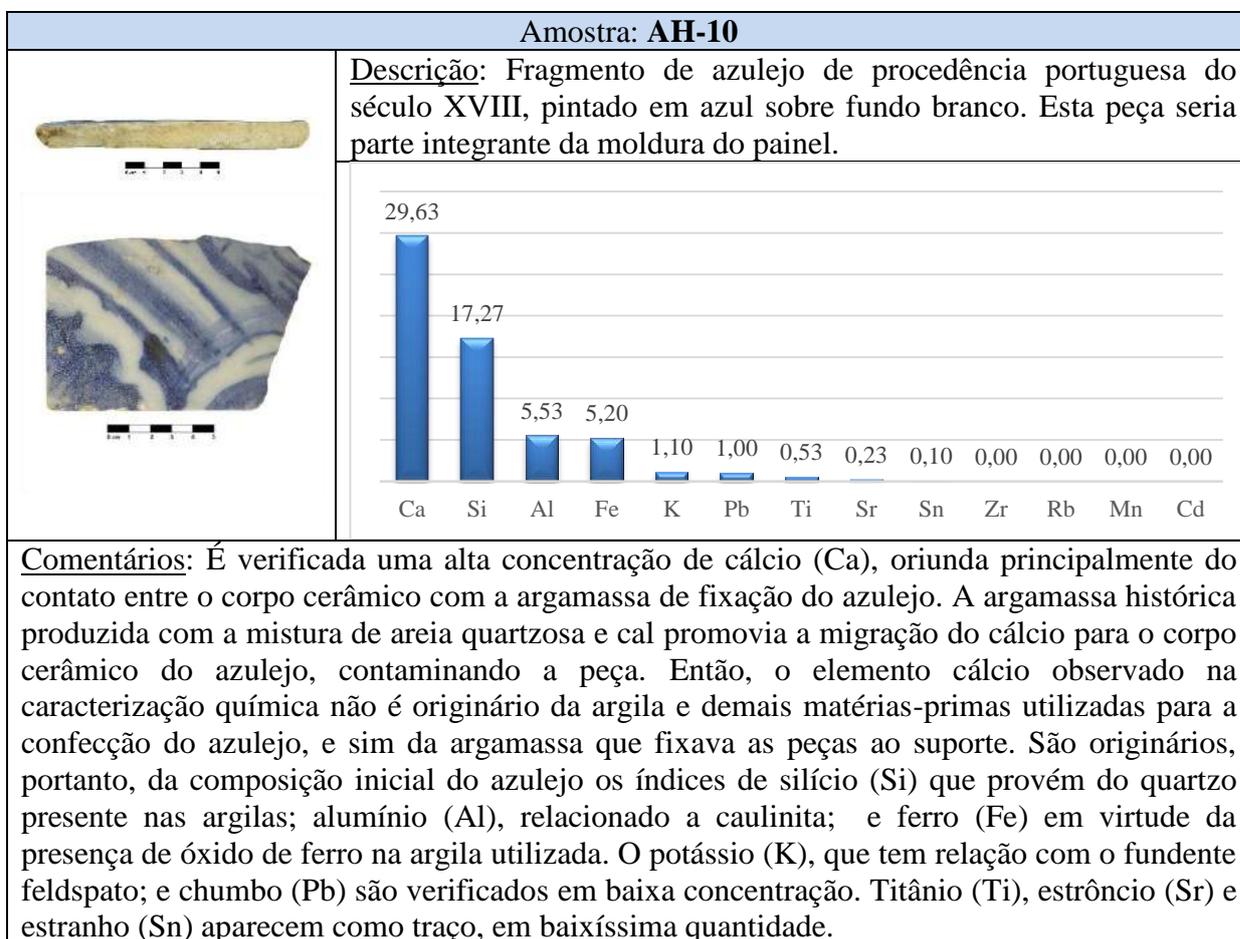
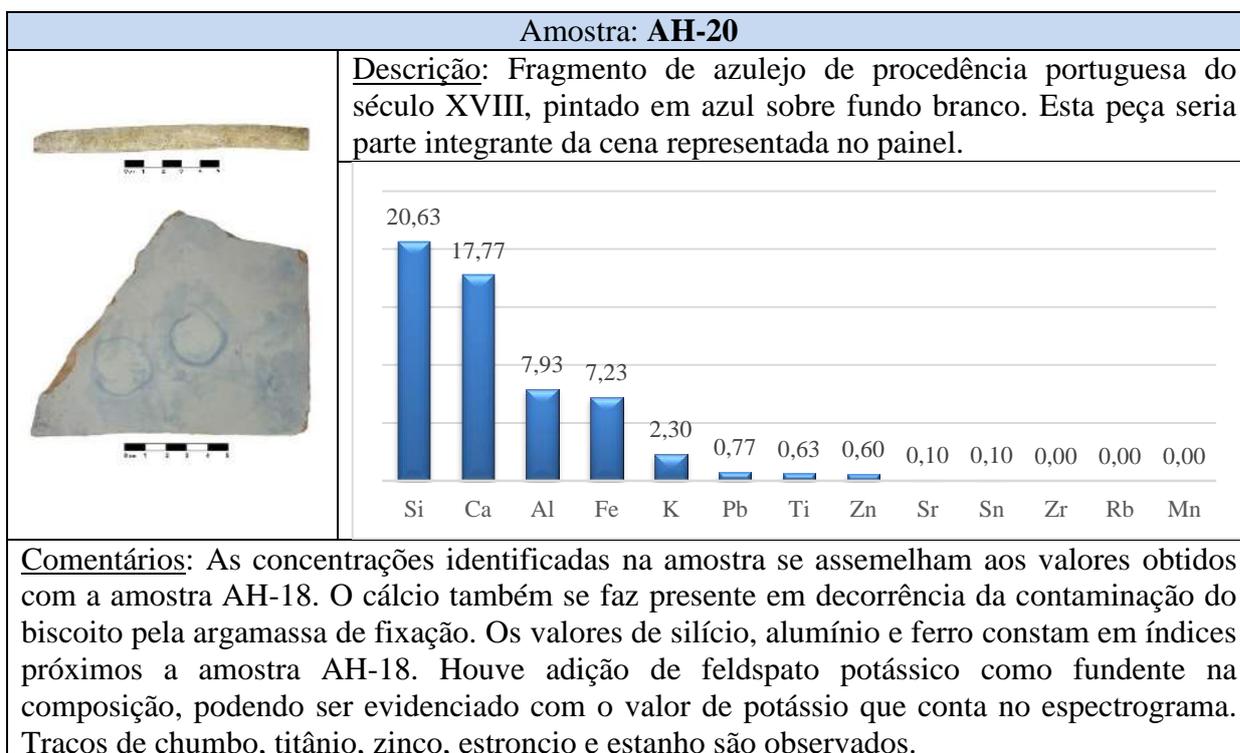
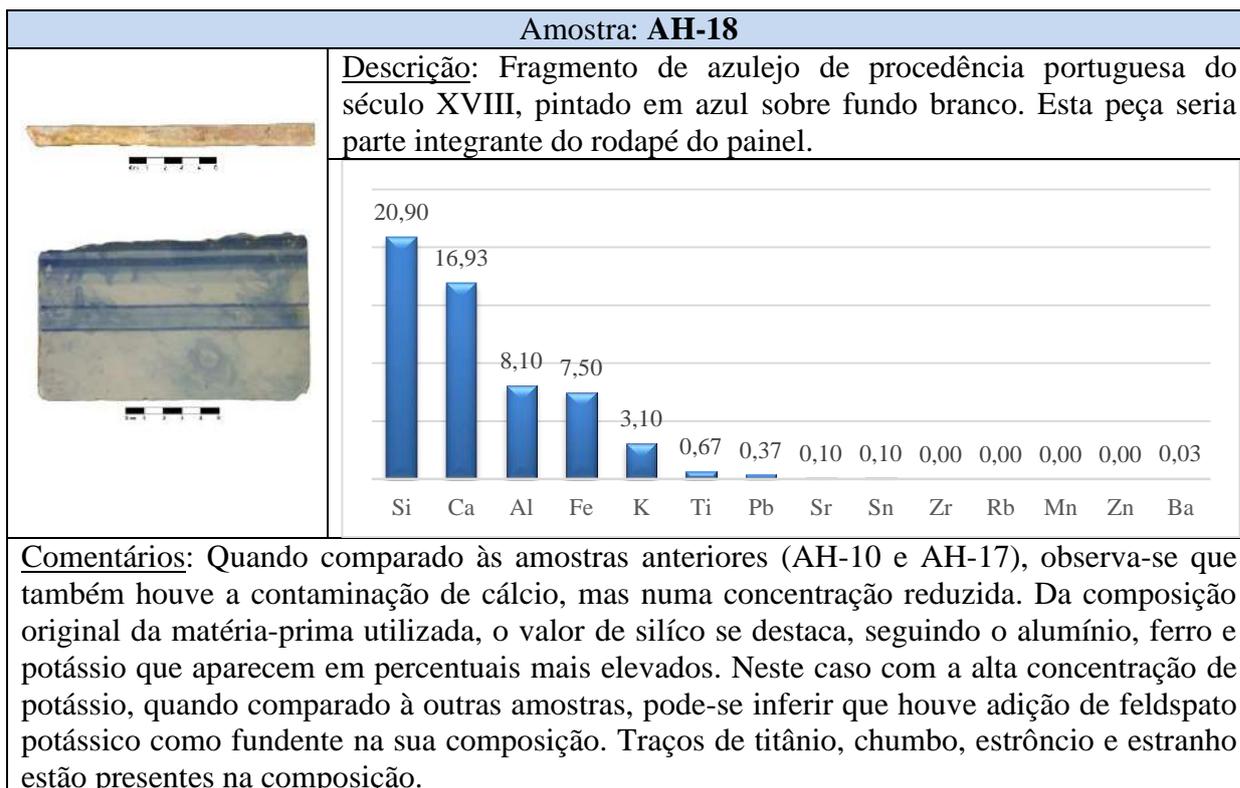


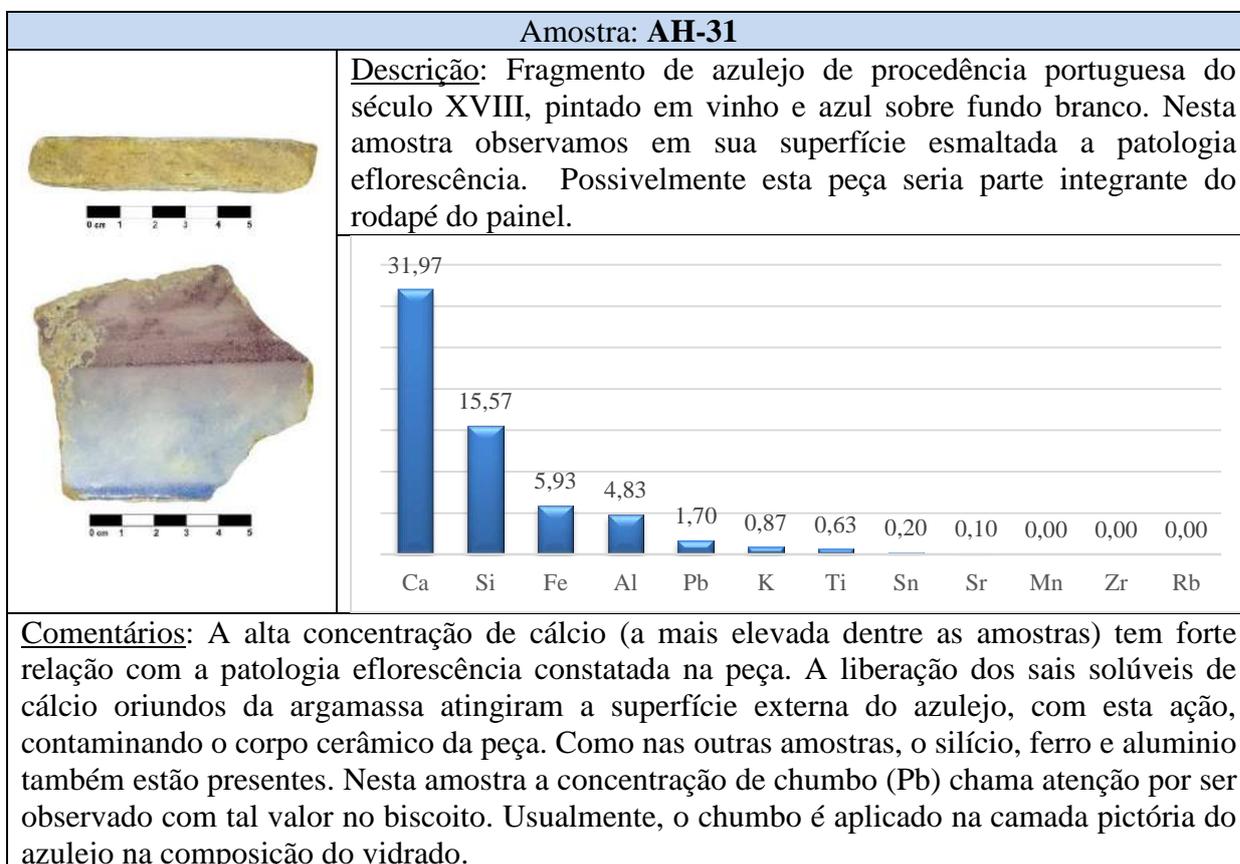
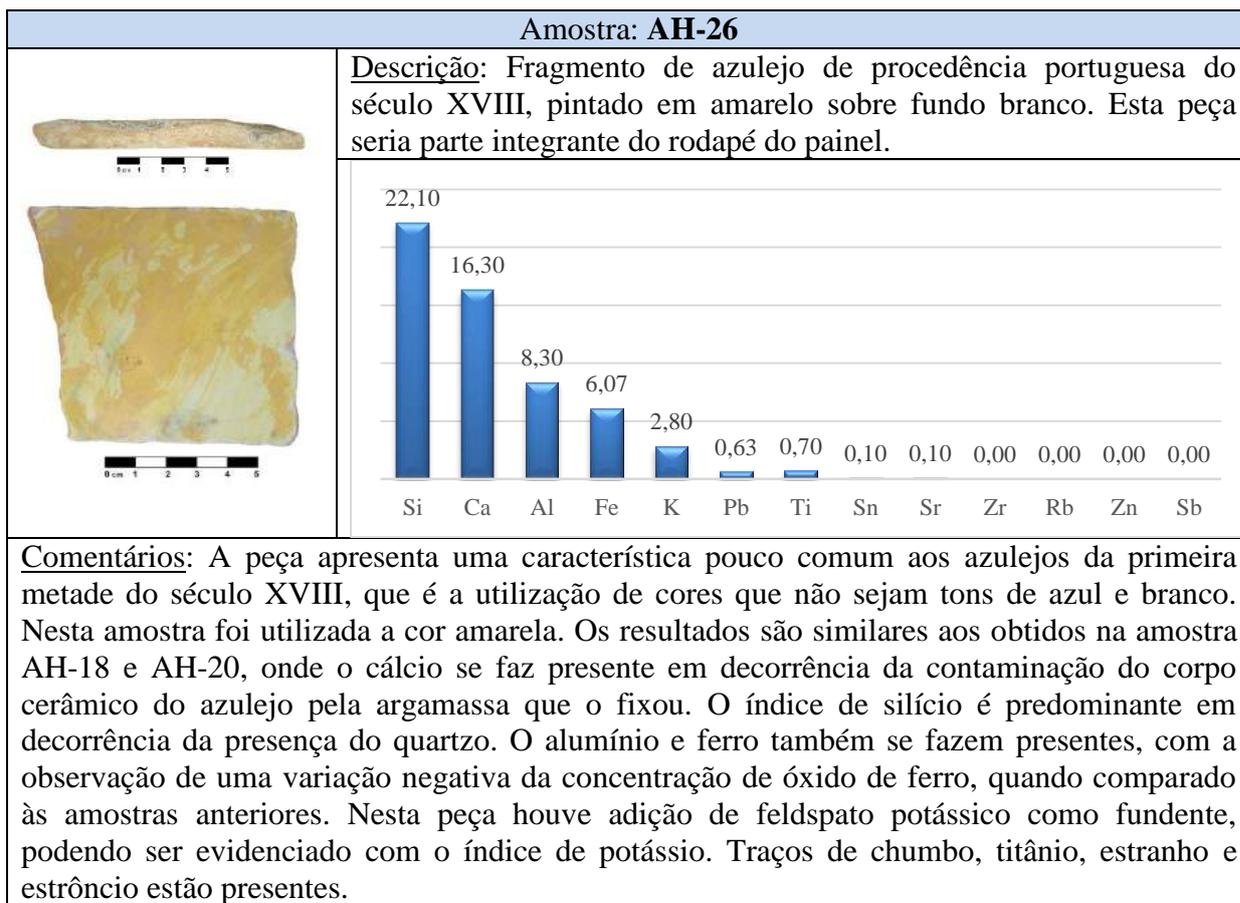
Gráfico 12 – Apresentação percentual dos danos que acometeram os azulejos da segunda metade do século XVIII. Fonte: o autor.

3.2 DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

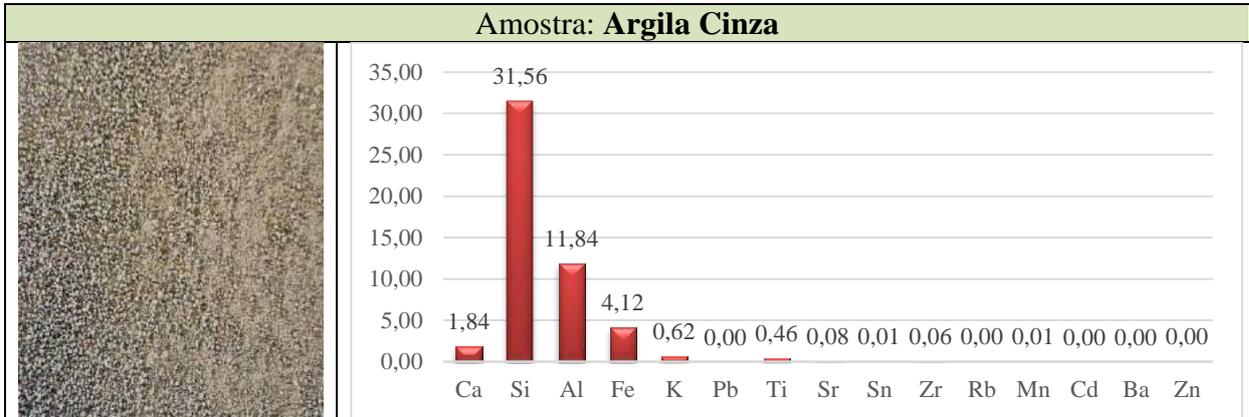
3.2.1 Dos Azulejos Históricos



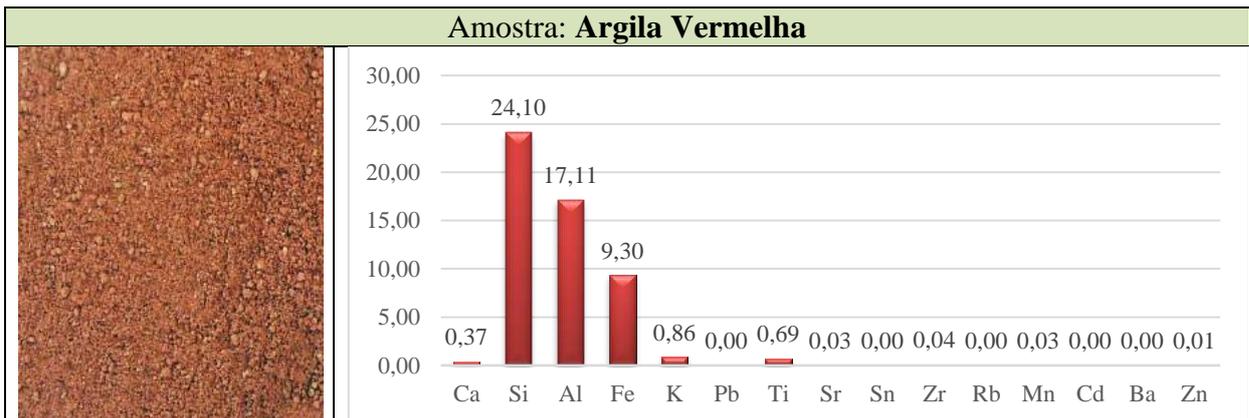




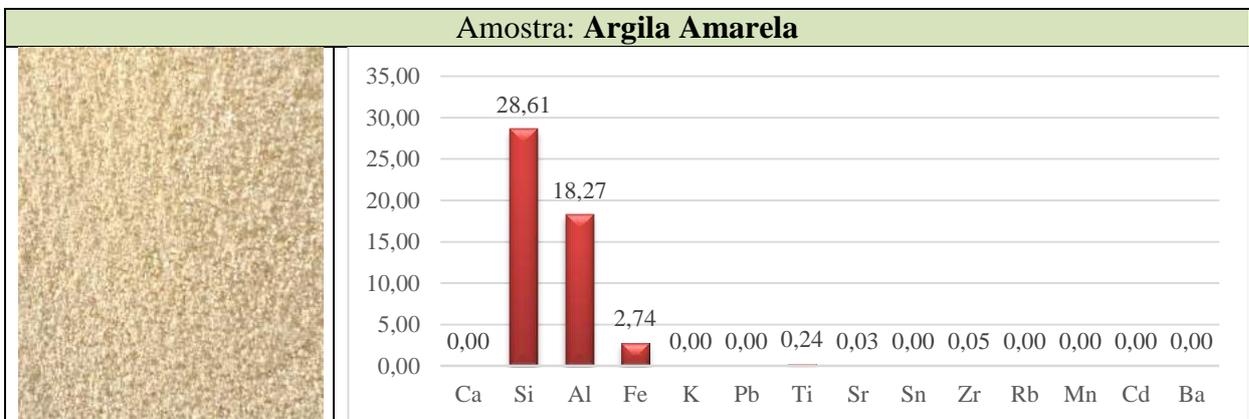
3.2.2 Da Matéria-Prima Utilizada na Reprodução



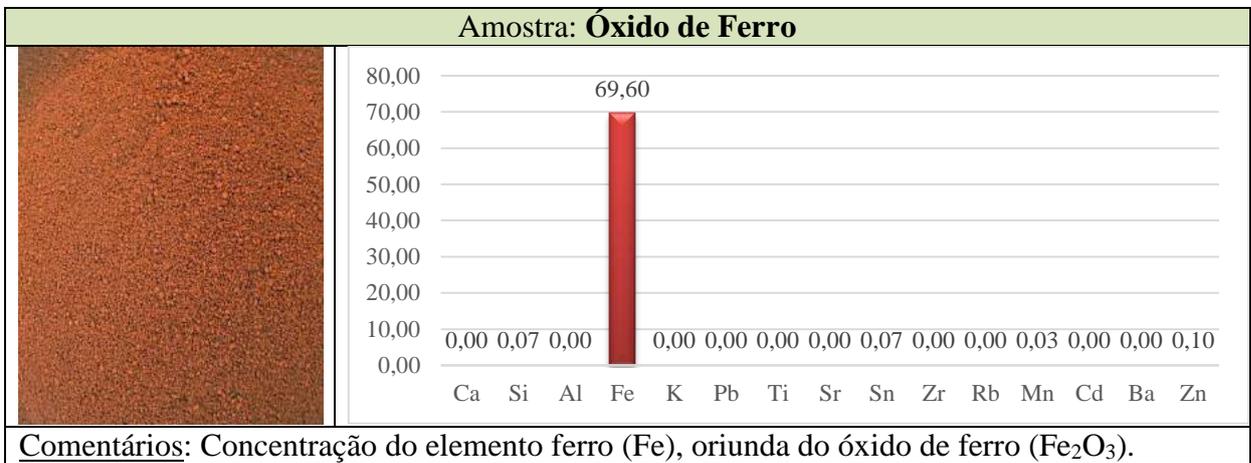
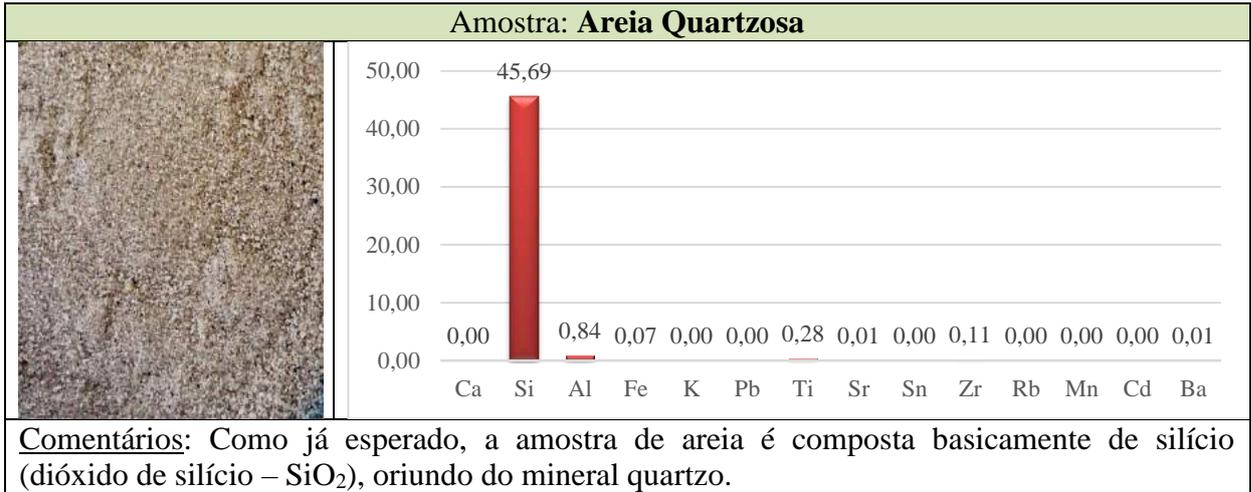
Comentários: A amostra de argila cinza apresenta alta concentração de silício (dióxido de silício – SiO₂), indicando presença majoritária de quartzo. Alumínio (óxido de alumínio – AlO₃), ferro (óxido de ferro – Fe₂O₃) e cálcio (óxido de cálcio – CaO) são também verificados. O potássio, titânio e outros elementos encontram-se em baixíssima concentração.



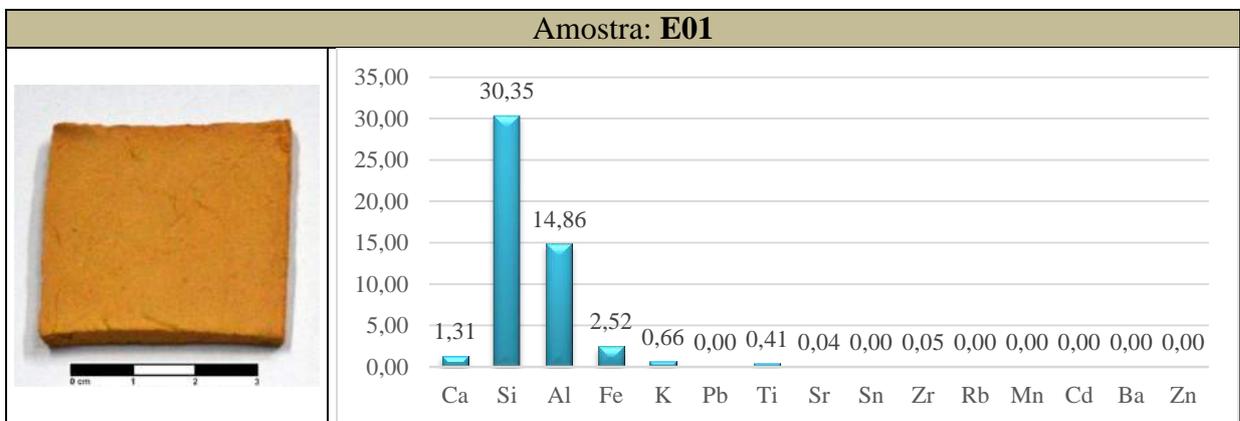
Comentários: Dentre as amostras de argila analisadas esta é a que contém maior concentração de ferro, proveniente da presença do óxido de ferro (Fe₂O₃) em sua composição química. Os demais elementos comuns às argilas, dióxido de silício (SiO₂) e óxido de alumínio (AlO₃) estão presentes.

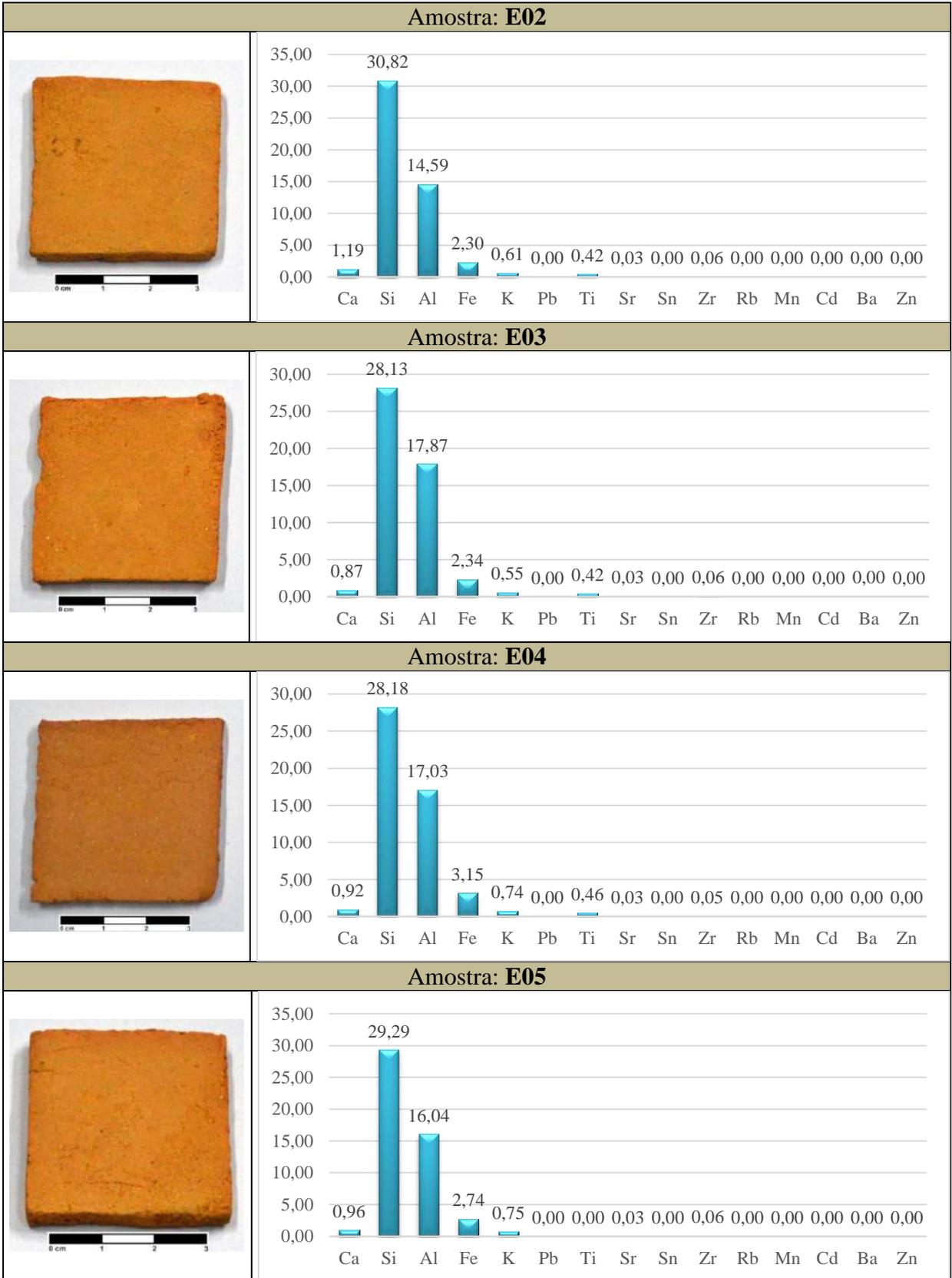


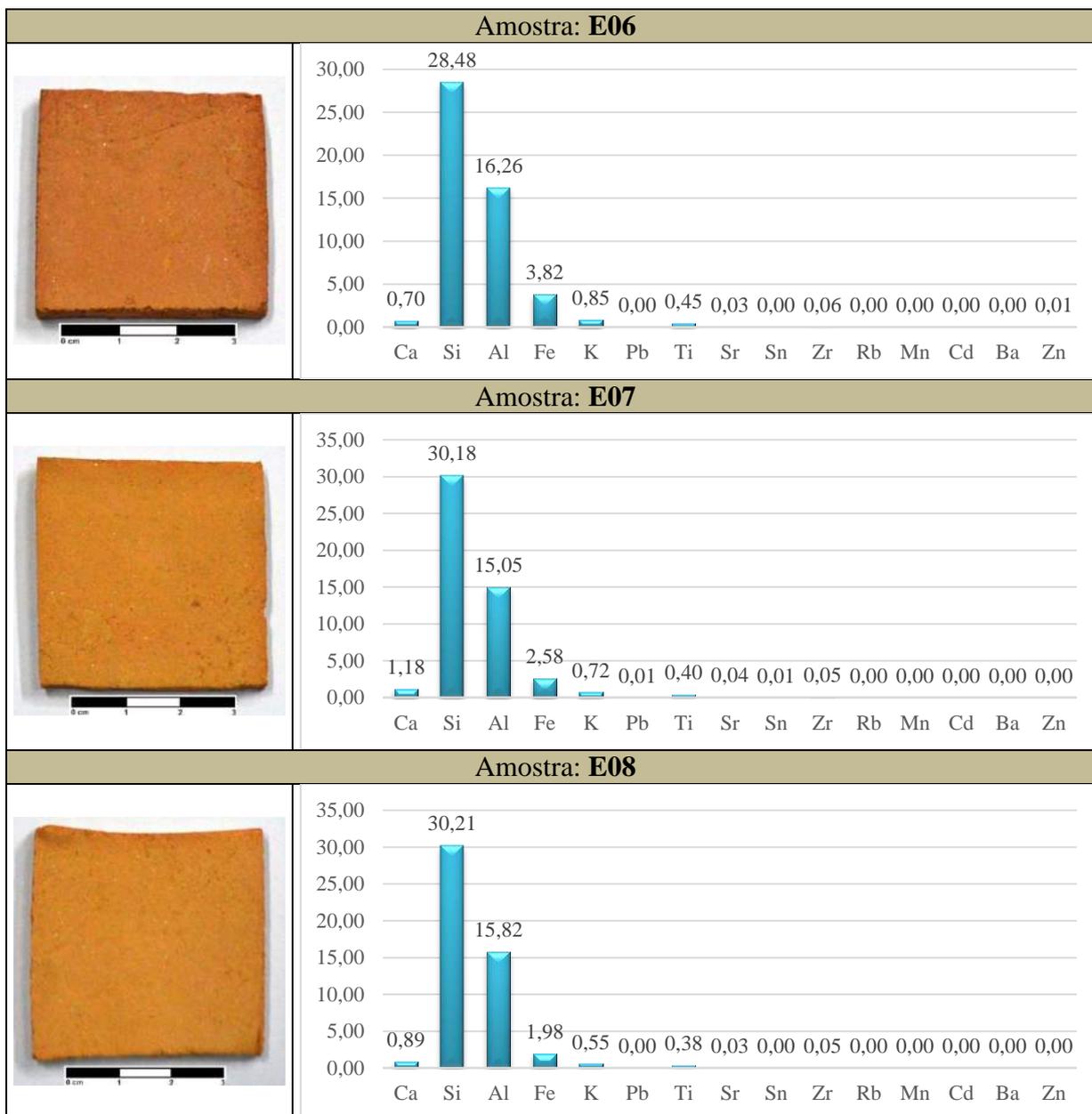
Comentários: A argila amarela contém a maior concentração de alumínio dentre as argilas analisadas. É proveniente da presença do óxido de alumínio (AlO₃) em sua composição química. A concentração de ferro (óxido de ferro – Fe₂O₃) é muito baixa.



3.2.3 Da Pré-Reprodução Tecnológica

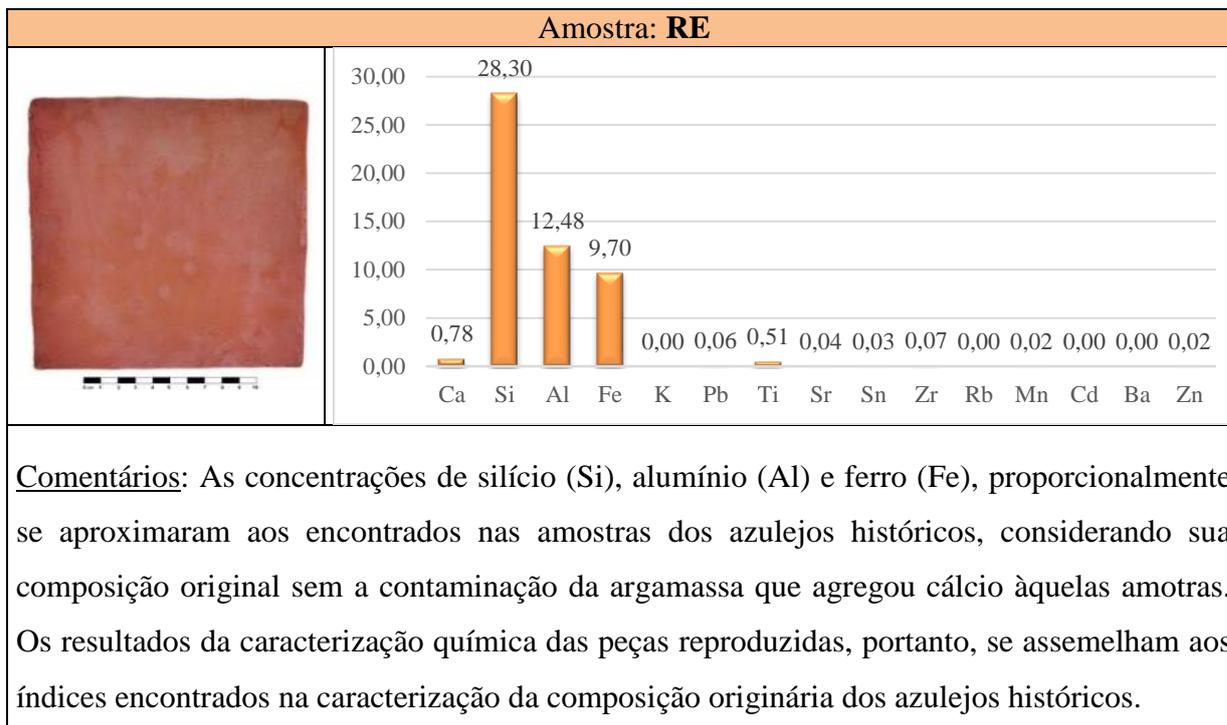






Os resultados da caracterização química dos oito experimentos que antecederam a reprodução tecnológica dos azulejos históricos apresentam as concentrações mais elevadas de silício (Si), seguida por alumínio (Al). Comparando aos resultados obtidos das amostras de azulejos históricos, observa-se que a concentração de ferro nas peças históricas é bem maior do que nas obtidas através dos experimentos que antecederam a reprodução. Para tornar a reprodução com característica química próxima às peças históricas, o ideal é minimizar o desequilíbrio entre os índices de Al e Fe, implicando numa adequação da formulação com a adição do óxido de ferro à mistura.

3.2.4 Da Reprodução Tecnológica



3.3 DA CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

3.3.1 Dos Azulejos Históricos

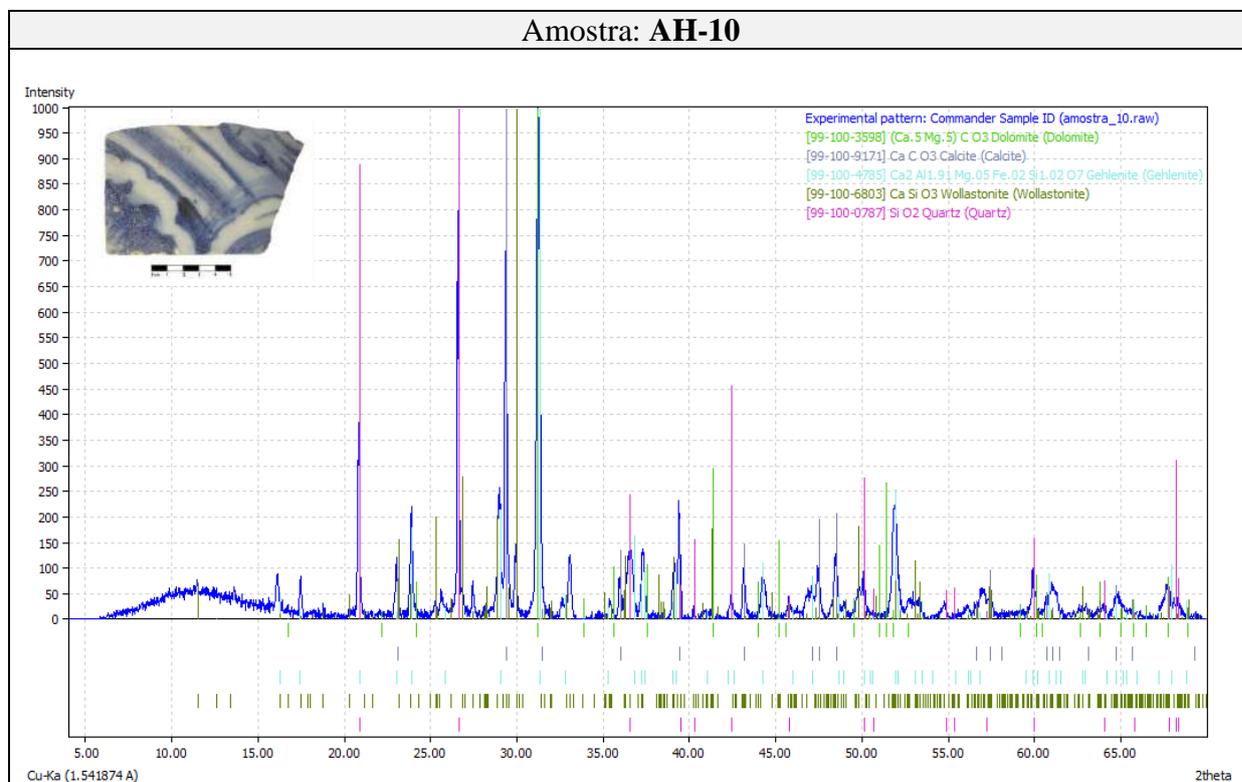
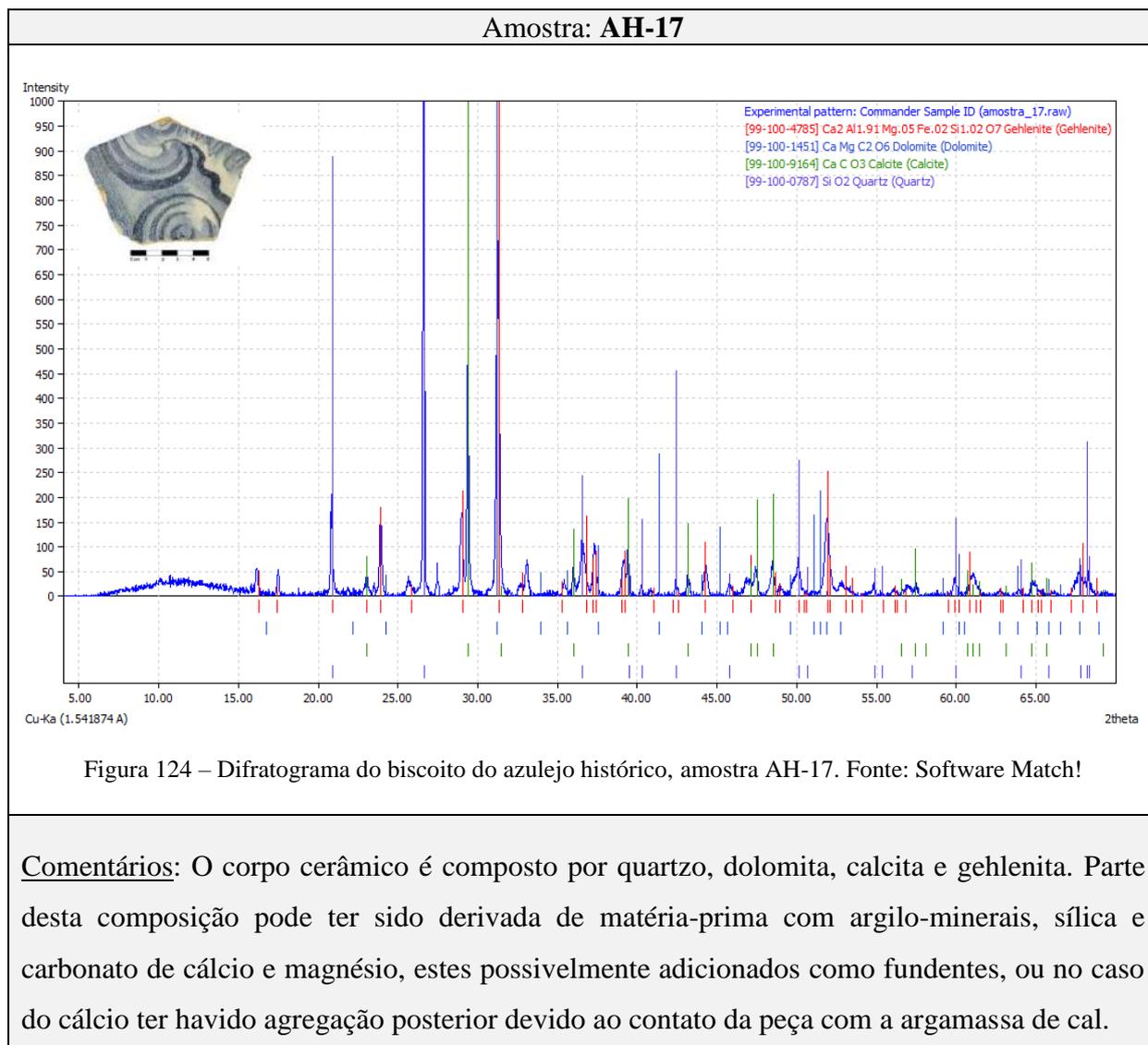
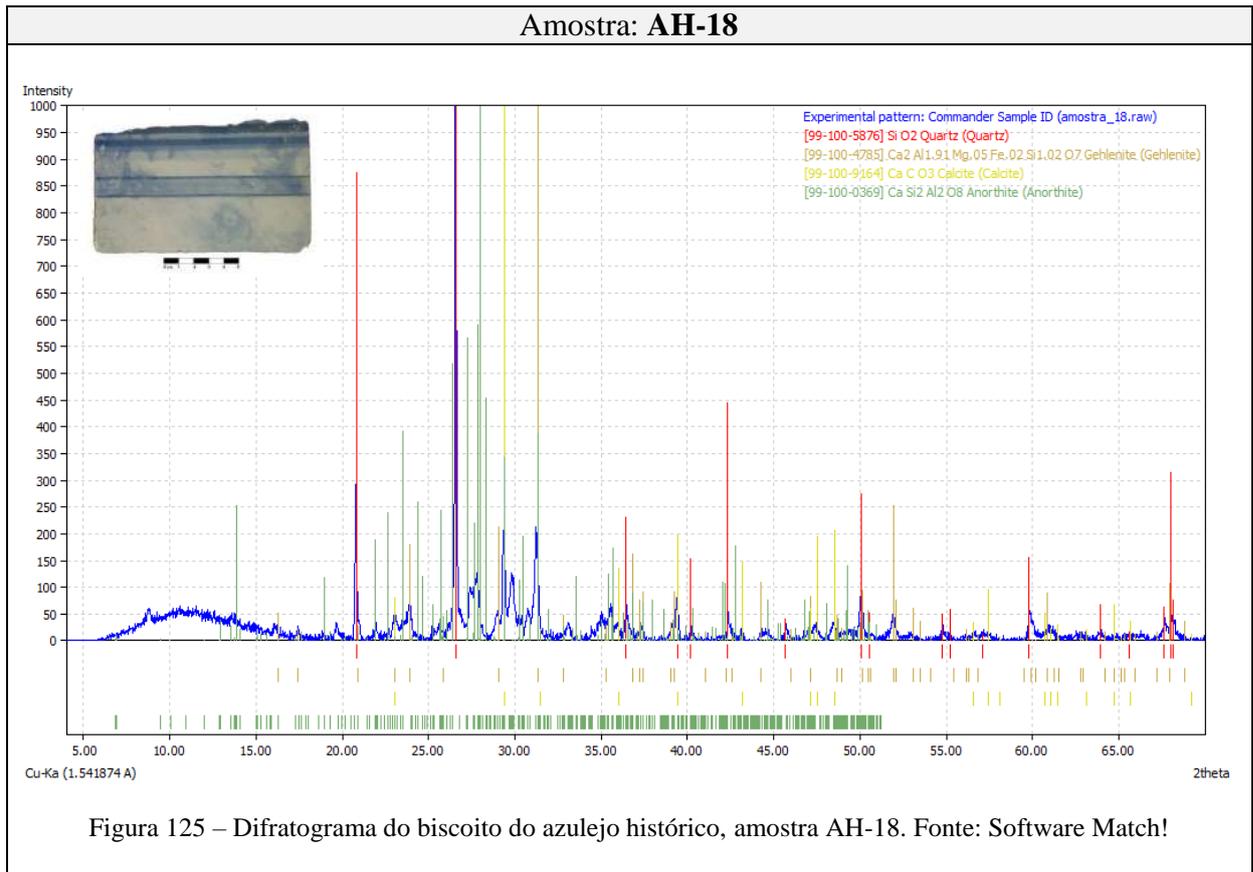


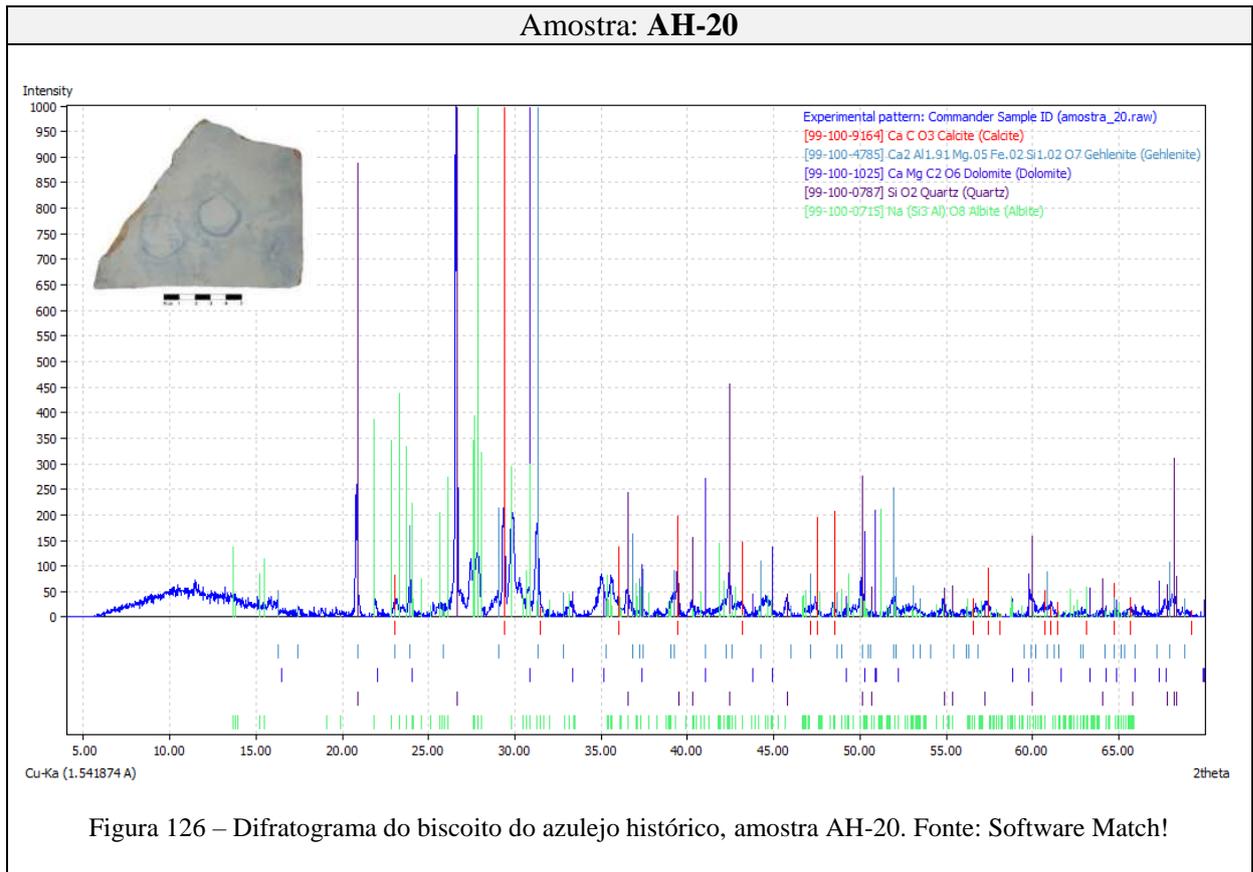
Figura 123 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-10. Fonte: Software Match!

Comentários: O biscoito é composto de quartzo, dolomita, calcita, gehlenita e wollastonita, indicando matéria-prima composta de sílica e argilo-mineral, provavelmente caulinita. Os minerais que contém cálcio podem ter sido incorporados à amostra por meio da contaminação da argamassa de cal que fixava a peça ao suporte.





Comentários: Biscoito composto por quartzo, calcita, gehlenita e anortita. Tal composição pode ter sido derivada de matéria-prima com argilo-minerais, sílica e carbonato de cálcio e magnésio, estes provavelmente adicionados como fundentes. O mineral calcita pode ainda ter sido incorporadas à amostra através do contato direto do tardo da peça com a argamassa que a fixava no suporte.



Comentários: O biscoito desta amostra é composto pelos minerais quartzo, dolomita, calcita, gehlenita e albita. A composição pode ter sido derivada de matéria-prima com argilo-minerais, sílica e carbonato de cálcio e magnésio, provavelmente adicionados como fundentes, com observação para o cálcio que pode também ser proveniente da contaminação da argamassa de cal utilizada para fixar a peça ao suporte.

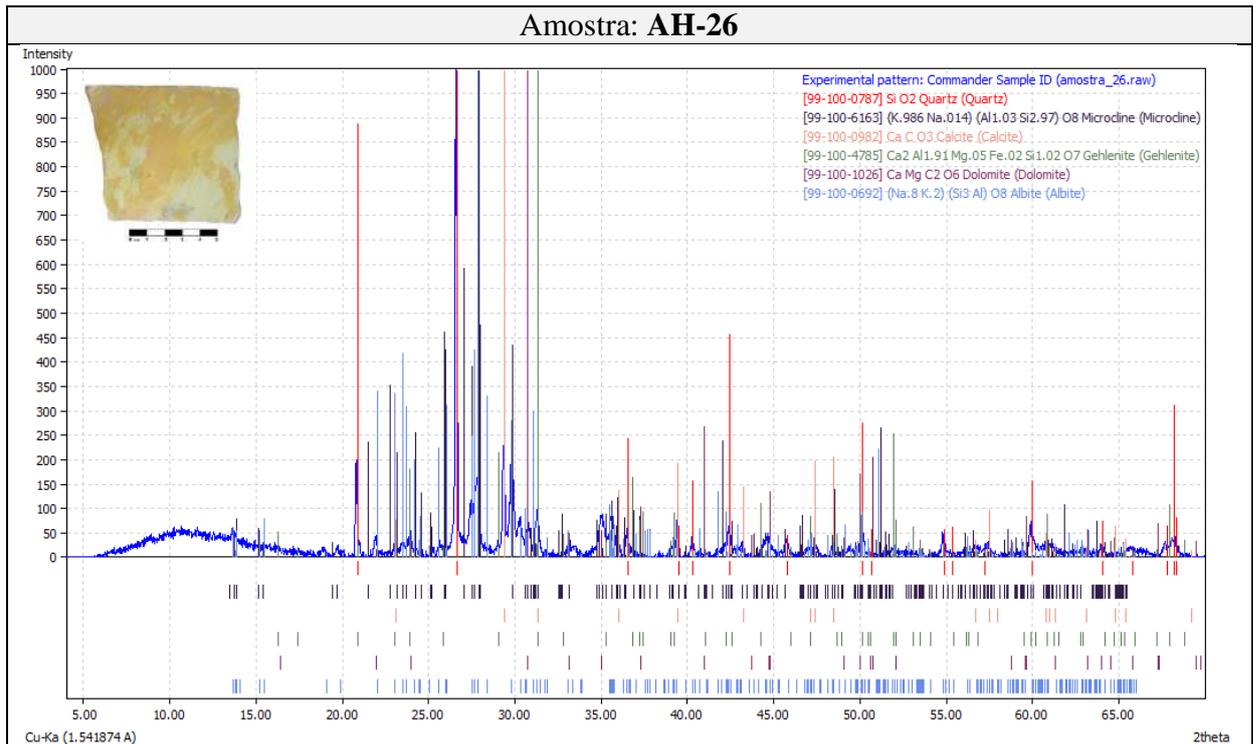


Figura 127 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-26. Fonte: Software Match!

Comentários: Identificados os minerais quartzo, dolomita, calcita, gehlenita, microcline, e albita no corpo cerâmico da amostra. O potássio presente na estrutura do microcline e albita podem indicar a introdução de feldspato com um fundente da amostra. Há também a presença do cálcio, proveniente em sua maioria da contaminação da argamassa à peça.

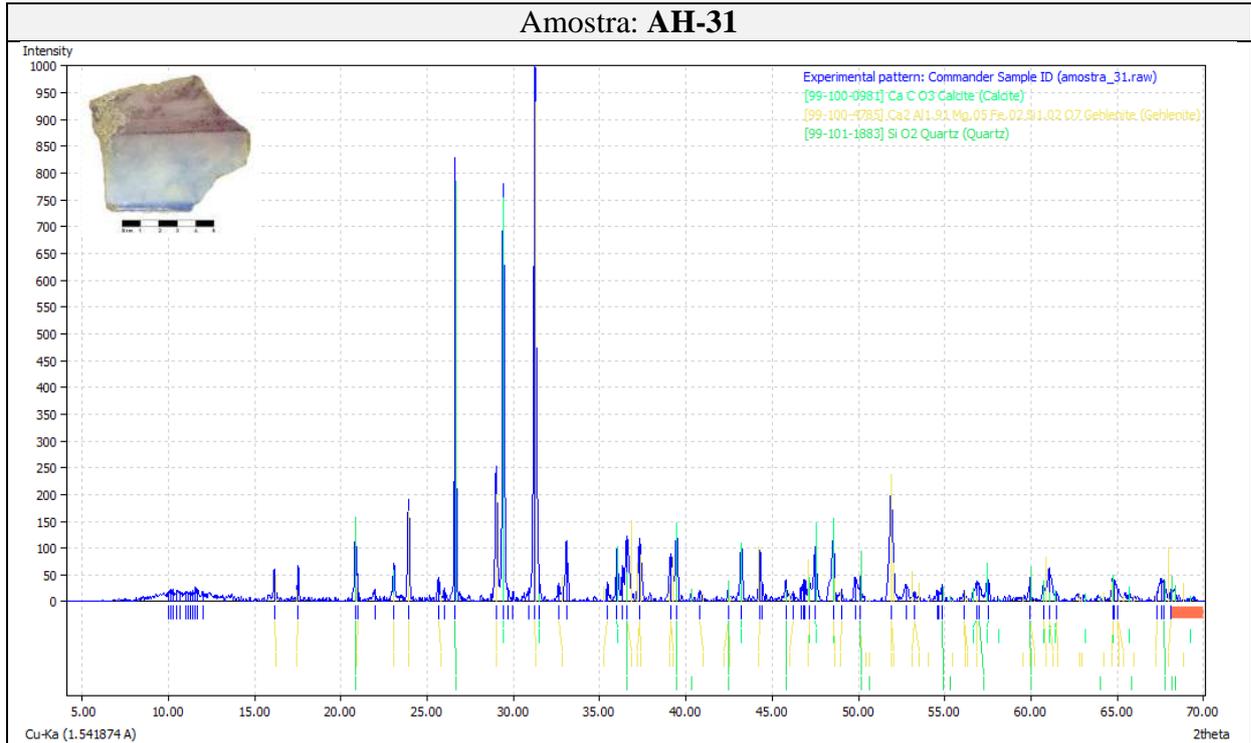


Figura 128 – Difratoograma do biscoito do azulejo histórico, amostra AH-31. Fonte: Software Match!

Comentários: Foram identificado basicamente três minerais nesta amostra: quartzo, calcita e gehlenita. A sua composição possivelmente derivada de matéria-prima com argilo-minerais, sílica e carbonato de cálcio. O cálcio foi provavelmente adicionado como fundente na pasta e/ou fruto da migração do cálcio da argamassa para o biscoito.

3.3.2 Da Reprodução Tecnológica

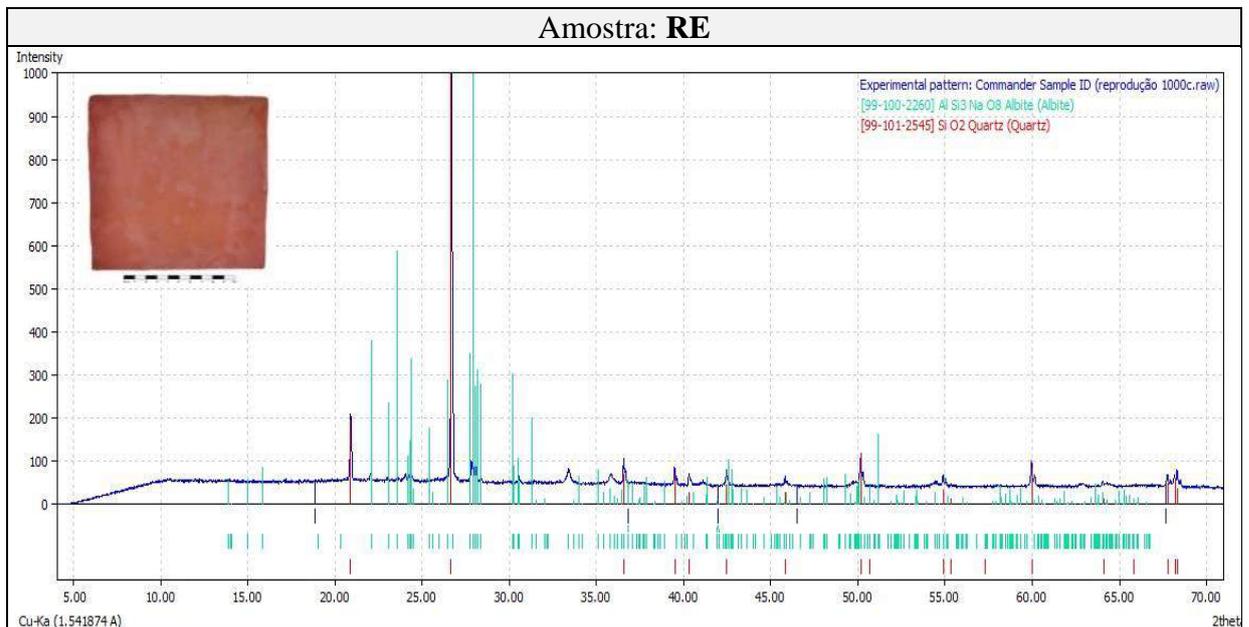


Figura 129 – Difratoograma da reprodução tecnológica do corpo cerâmico do azulejo histórico, amostra RE. Fonte: Software Match!

Comentários: A difratometria de raio-x apontou a presença principal dos minerais quartzo e albita na cerâmica reproduzida. Parte dos componentes da matéria prima utilizada na formulação deste peça foi evidenciada nos resultados desta análise. Verificou-se a massiva presença da sílica (quartzo), proveniente das argilas e areia utilizada; e o mineral albita – com estrutura identificada na queima ao atingir 880°C – indica o alumínio presente nas argilas, sobretudo na amarela, que dentre as argilas foi quem apresentou a maior concentração de óxido de alumínio na caracterização química. A ausência de minerais contendo ferro pode ser explicada pelas ações químicas que ocorrem durante a cozedura, havendo o metamorfismo deste elemento. As amostras históricas submetidas a DRX na maioria dos casos não apresentaram índices de minerais contendo ferro, quando houve, constatou-se baixa incidência, inserido no mineral gehlenita.

3.4 DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA

Para caracterização físico-mecânica de amostras reproduzidas com base nas técnicas tradicionais de produção da azulejaria histórica, foram realizados os ensaios de Absorção de Água, Carga de Ruptura à Flexão e Módulo de Ruptura à Flexão em dez corpos de prova reproduzidos nesta pesquisa. A seguir estão os resultados das caracterizações obtidas pelo Laboratório de Materiais (LMAT) do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), de acordo com a norma NBR 13.818/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No Anexo 1 deste trabalho consta o documento Relatório de Ensaio, emitido pelo ITEP contendo os índices constatados nas devidas análises realizadas.

3.4.2 Absorção de Água

A absorção de água está intimamente ligada com a porosidade do material cerâmico; quanto maior a porosidade de uma amostra, mais fácil será a sua penetração por líquidos e vapores (JONES e BERARD, 1985) Portanto, altos índices de absorção de água fazem com que o azulejo possua maior valor de expansão por umidade, que por sua vez, causariam destacamentos e estufamentos do revestimento, podendo acarretar danos como fissuras, trincas, esfoliação, perda do vidrado, dentre outras.

Com o ensaio de absorção de água realizado em dez corpos de prova, constatou-se que as peças reproduzidas são porosas, com índice médio de absorção de 14,76%. Considerando os parâmetros atuais de classificação⁴⁰ em função da absorção de água em placas cerâmicas, temos os seguintes valores categorizados de acordo com a taxa de absorção: porcelanatos, 0% a 0,5% de abs., apresentando baixa absorção; grés, 0,5% a 3% de abs., apresentando baixa absorção; semi-grés, 3% a 6% de abs., apresentando média absorção; semi-porosos, 6% a 10% de abs., apresentando alta absorção; e porosos, acima de 10% de abs., apresentando alta absorção. As peças caracterizadas pertencem, portanto, ao último grupo listado.

A seguir, o quadro apresenta os resultados individuais dos dez corpos de prova e a média aritmética do ensaio de absorção de água, representados em valores percentuais.

⁴⁰ De acordo com as normas NBR 13.817 e NBR 13.818 da ABNT (1997).

Absorção de Água (%)										
CORPO DE PROVA										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
14,34	15,10	14,85	15,26	14,73	14,76	14,41	15,03	14,52	14,61	14,76

Quadro 5 – Valores referentes à taxa absorção de água do corpo cerâmico, expressos em índices percentuais, obtidos através do ensaio de determinação da absorção de água (Abs) realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor.

O gráfico abaixo ilustra os índices apresentados no quadro acima. O método de manufatura das peças foi totalmente artesanal. Portanto, o adensamento desigual ou até mesmo a localização da peça no forno durante a queima podem acarretar em pequenas variações no índice de absorção de água, apenas 0,96% de discrepância entre os índices deste ensaio, sendo importante considerar o valor médio.

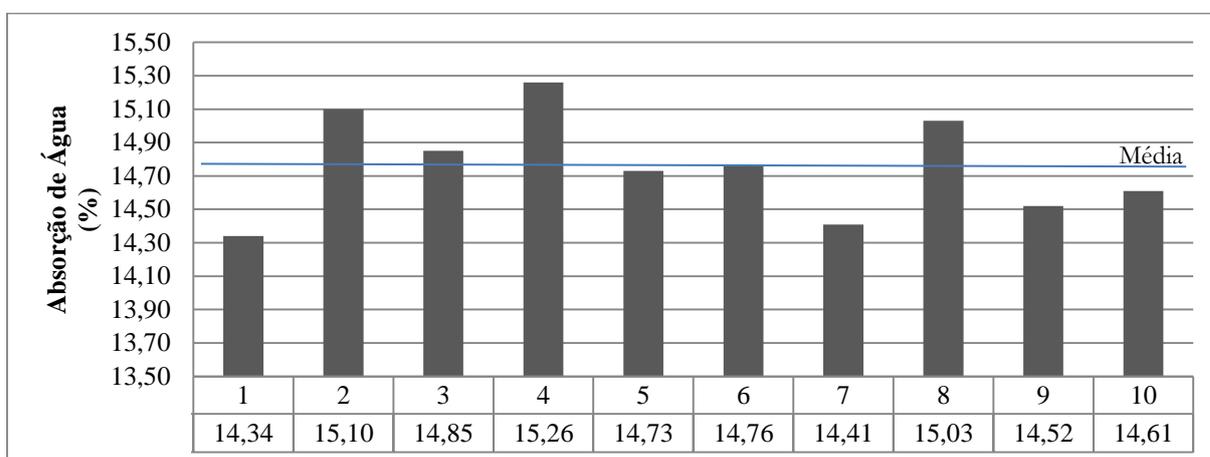


Gráfico 13 – Índices da taxa de absorção de água dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor.

3.4.3 Tensão de Ruptura à Flexão

Resistência à Flexão indica a capacidade da placa cerâmica em suportar esforços exercidos por cargas que possam levar a rupturas e outros danos ao azulejo. As características da Carga e Módulo de Resistência à Flexão estão relacionadas diretamente à absorção de água do produto. Quão menor o índice de Absorção de Água da placa cerâmica, maior deverá ser o valor da taxa de Tensão de Ruptura à Flexão.

Corroborando com as informações obtidas através do ensaio de absorção de água, os índices apresentados nos ensaios de Ruptura à Flexão indicam que as peças reproduzidas podem ser classificadas como porosas, quando enquadradas nas normas atuais de

classificação⁴¹ de placas cerâmicas de revestimento. Para esta característica, as categorias e seus respectivos intervalos de valores são assim definidos: porcelanatos, suportando acima de 350 kgf/cm² de tensão, apresentando resistência mecânica alta; grés, suportando de 300 a 350 kgf/cm², apresentando resistência mecânica alta; semi-grés, suportando de 220 a 300 kgf/cm² de tensão, apresentando resistência mecânica média; semi-porosos, suportando de 180 a 220 kgf/cm², apresentando resistência mecânica baixa; e porosos, suportando menos de 180 kgf/cm² de tensão, apresentando resistência mecânica baixa. Os corpos de prova caracterizados neste ensaio de Carga de Ruptura à Flexão apresentaram valor médio de 110,03 kgf/cm², portanto se enquadram como porosos nos tipos de classificação apresentado.

Com relação ao Módulo de Ruptura à Flexão, caso os valores obtidos sejam iguais ou menores a 15 Mpa, a placa cerâmica deverá ser classificada como porosa. O índice médio constatado com este ensaio foi de 6,57 Mpa, o que indica peças com baixa resistência mecânica.

Os valores obtidos através dos ensaios de Absorção de Água e Tensão de Ruptura à Flexão são concordantes em indicar que as peças reproduzidas são classificadas como porosas, peças estas que por sua vez devam ser similares aos azulejos históricos. Tais valores obtidos nestes ensaios eram esperados, quando observados alguns indicadores como o modo de manufatura do azulejo histórico, onde o preparo da pasta e queima possuíam limitações, e também a função do azulejo como um revestimento unicamente parietal, devendo-se haver maior preocupação com índices de resistência mecânica aplicadas a cerâmicas de revestimento de pisos, já que estes sofrem maiores impactos mecânicos.

3.4.3.1 Carga de Ruptura à Flexão

O valor da carga de ruptura à flexão, expresso em Kgf ou N, depende tanto do material cerâmico quanto da espessura da peça. Os índices verificados nos dez corpos de prova através deste ensaio de caracterização mecânica são apresentados a seguir.

CR = Carga de Ruptura											
CORPO DE PROVA											
Unidade de Força	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Kgf	122,15	97,50	95,67	110,04	116,71	102,94	135,64	103,70	108,52	107,41	110,03

Quadro 6 – Índices referentes à carga de ruptura, expressos em quilograma-força (Kgf), obtidos com o ensaio de carga de ruptura à flexão realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor.

⁴¹ De acordo com as normas NBR 13.817 e NBR 13.818 da ABNT (1997).

O gráfico a seguir ilustra os índices apresentados no quadro acima. Houve apenas 0,7% de discrepância entre o menor e maior valor obtido neste ensaio, considerando-se 107,41 Kgf como o valor médio de Carga de Ruptura à Flexão.

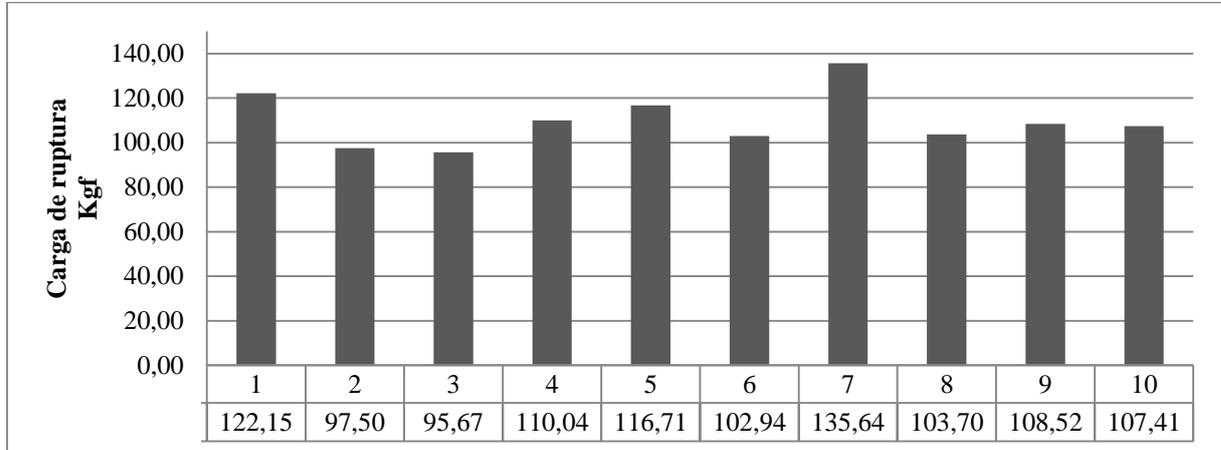


Gráfico 14 – Índices da carga de ruptura dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor.

3.4.3.2 Módulo de Ruptura à Flexão

A resistência própria do material cerâmico é denominada módulo de ruptura à flexão (expresso em N/mm^2 ou Mpa) e revela a medida de coesão interna do material. O quadro abaixo apresenta dos valores obtidos em cada corpo de prova submetido à análise.

Módulo de Ruptura à Flexão											
CORPO DE PROVA											
Unidade de Força	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
N/mm^2 (Mpa)	7,68	5,97	5,57	6,40	6,38	6,07	8,41	6,52	6,48	6,17	6,57

Quadro 7 – Índices referentes ao módulo de ruptura à flexão, expressos em megapascal (Mpa), obtidos com o ensaio de carga de ruptura à flexão realizado em dez corpos de prova. Fonte: o autor.

O gráfico a seguir ilustra os índices apresentados no quadro acima. Houve apenas 0,66% de discrepância entre o menor e maior valor obtido neste ensaio, considerando-se 6,57 como o valor médio do Módulo de Ruptura à Flexão.

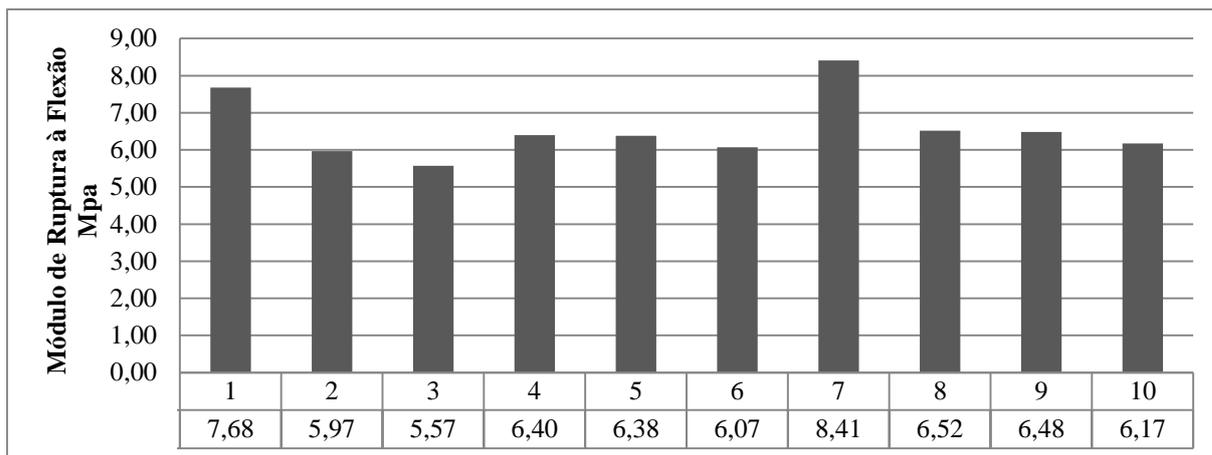


Gráfico 15 – Índices do módulo de ruptura à flexão dos dez corpos de prova reproduzidos. Fonte: o autor.

4 CONCLUSÕES

As modificações na organização produtiva dos azulejos portugueses, ocorridas ao longo dos séculos XVII e XVIII, promoveram sim variações nas características tecnológicas das peças produzidas entre as três fases da azulejaria, definidas nesta pesquisa. Os resultados obtidos através do levantamento de danos dos azulejos históricos permitiram identificar que há desigualdade no atual estado de conservação das peças entre as três fases estudadas.

Verificou-se que o período histórico português onde ocorreu a maior demanda produtiva, ou seja, a primeira metade do século XVIII (fase 2), apresenta proporcionalmente o maior índice de peças danificadas. Constatou-se que tais danos que acometem os azulejos desta fase são oriundos principalmente dos defeitos adquiridos – àqueles relacionados ao perfil tecnológico.

As peças pertencentes a segunda metade do século XVIII (fase 3), apresentam o melhor estado de conservação. Esta fase é correspondente ao momento histórico onde foram incorporadas inovações tecnológicas na produção dos azulejos portugueses, proporcionando peças com a qualidade de maior resistência às intempéries.

A reprodução tecnológica do corpo cerâmico do azulejo da fase 2 foi realizada seguindo procedimentos da manufatura tradicional e incorporada com matéria-prima caracterizada quimicamente através de técnica arqueométrica. Os resultados da caracterização química realizada na peça histórica e na peça reproduzida contém elementos químicos com valores percentuais de concentração próximos, conforme pode ser observado na ilustração abaixo.

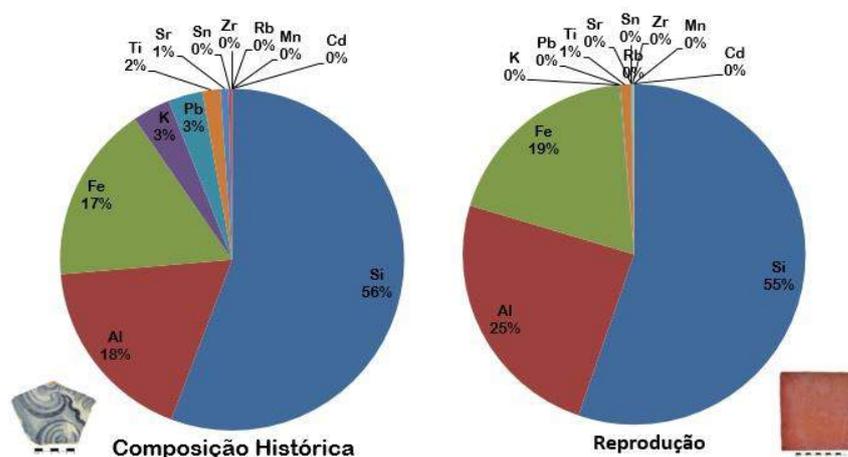


Figura 130 – Comparativo dos resultados obtidos através da caracterização química.

Para além das características químicas, os resultados da análise mineralógica das peças históricas e das peças reproduzidas nesta pesquisa foram também satisfatórios. A reprodução tecnológica torna possível a realização de procedimentos destrutíveis em materiais que não podem sofrer danos.

A caracterização físico-mecânica trouxe resultados que apontam um déficit na qualidade dos corpos de prova ensaiados – que são peças reproduzidas. Através do ensaio de absorção de água constatou-se alta porosidade, acarretando elevada absorção de água, que ao longo do tempo acarreta danos à peça. O ensaio de resistência à flexão trouxe resultado que corrobora na comprovação da alta porosidade da peça, apresentando índice que atribui baixa resistência mecânica ao corpo de prova. A ilustração abaixo indica os resultados obtidos por meio destes ensaios.



Figura 131 – Resultado médio da absorção de água e resistência à flexão dos corpos de prova resultantes da reprodução tecnológica dos azulejos históricos da fase 2.

A caracterização físico-mecânica reforça, portanto, que os azulejos pertencentes à primeira metade do século XVIII - fase 2, possuíam baixa eficiência nas características tecnológicas – acarretadas pela necessidade de uma rápida produção para atender a demanda vigente naquele período – o que propiciou a grande incidência de patologias nas peças históricas desta fase, verificadas através do levantamento de danos.

A técnica de pesquisa proposta neste trabalho apresentou êxito, tornando possível: o conhecimento do atual estado de conservação das três fases azulejares através do levantamento de danos; a identificação da composição química e mineralógica – através das

técnicas arqueométricas – das amostras submetidas às análises; a reprodução tecnológica dos azulejos históricos, que concebeu peças com características semelhantes aos azulejos históricos, podendo ser submetidos às técnicas destrutíveis de caracterização físico-mecânica.

Dentre sua ínfima importância, a caracterização tecnológica de um bem de valor histórico serve como subsídio especificação de protocolos de preservação. O conhecimento tecnológico do bem auxilia na escolha de materiais e técnicas adequadas quando se faz necessária uma intervenção conservativa. A caracterização tecnológica é importante ainda como identidade cultural, uma vez que através deste conhecimento torna possível inferências acerca dos modos de fazer, das fontes e recursos existentes para um determinado grupo humano produzir seus artefatos.

Como sugestão para investigação futura e desdobramento deste estudo, a técnica de pesquisa aqui adotada para a caracterização dos azulejos da fase 2 poderá ser aplicada às peças do século XVII (fase 1) e da segunda metade do século XVIII (fase 3), obtendo assim um panorama completo que compreenda os três momentos produtivos da azulejaria portuguesa deste período.

A composição e confecção da camada vítrea do azulejo histórico poderá ser estudada particularmente. Tal estudo viria a complementar a reprodução tecnológica empregada neste trabalho, aprofundando ainda mais o estudo do corpus da tecnologia produtiva do azulejo histórico português.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. D. **Azulejos em Pernambuco: Uma visão da arquitetura religiosa luso-brasileira nos séculos XVII e XVIII.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2006. TCC.
- AGUIAR, J. **O tratamento de azulejos em obras de reabilitação. Contributos para um vídeo.** CENFIC. Évora. 1995.
- ALCÂNTARA, D. M. E. S. D. **Patrimônio Azulejar Brasileiro: Aspectos Históricos e de Conservação.** Azulejo, Documento de nossa Cultura. Brasília: Monumenta BID / Ministério da Cultura, 2001.
- ALMEIDA, G. M. D. B. et al. Glossário de Revestimento Cerâmico. **Cadernos de Terminologia**, São Paulo, 2011. 03-56.
- ALMEIDA, M. A. M. D.; CASCUDO, O. Estudo e Determinação das Propriedades Mecânicas de Azulejos Históricos. **XIX Seminário de Iniciação Científica da UFG - PIVIC**, Goiânia, 2011.
- AMARAL, C. H. **Azulejaria Portuguesa em Belém (PA): História, estética e significado.** Belém: Universidade da Amazônia, 2002. Monografia.
- ARRUDA, L. **Caminho do Oriente: guia do azulejo.** Lisboa: Livros Horizonte, 1998.
- ASFORA, V. K. **Fluorescência de Raios X por dispersão de energia aplicada à caracterização de tijolos de sítios históricos em Pernambuco.** Recife: [s.n.], 2010. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares - UFPE. Dissertação de Mestrado.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.818. Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 1997.
- BASALLA, G. **A Evolução da Tecnologia.** Porto: Porto Editora, 2001.
- BORDIGON, F. **Uma análise da metodologia de produção de cerâmica: comparação da produção de monoqueima na Itália e no Brasil.** São Paulo: USP, 2007. Dissertação de Mestrado.
- BRACANTE, E. F. **O Brasil e a cerâmica antiga.** São Paulo: Edição do autor, 1982.
- BRAGA, M. **Conservação e Restauro.** Rio de Janeiro: Ateliê Editorial, 2003.
- BRANDI, C. **Teoria da Restauração.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2005.
- BURY, J.; OLIVEIRA, (.). M. A. R. D. **Arquitetura e Arte no Brasil Colonial.** Brasília: IPHAN / MONUMENTA, 2006.

CALADO, R. S. **Roteiro de Faiança Portuguesa. Museu Nacional de Arte Antiga.** Lisboa: IMP, 2005.

CALZA, C. Fluorescência de Raios X aplicada à análise de bens culturais. **Boletim Eletrônico da ABRACOR**, Junho 2010.

CARDOSO, A. V. **LMDM - Laboratório de Material Didático Multimídia**, 2005. Disponível em: <<http://www.cienciadosmateriais.org/>>. Acesso em: Janeiro de 2015.

CARVALHO, M. D. R. S. C. C. D. **A pintura do azulejo em Portugal [1675-1725]. Autorias e biografias - um novo paradigma.** Lisboa: Universidade de Lisboa. Faculdade de Letras. Departamento de História, 2012. Tese de Doutorado.

CASAGRANDE, M. C. **Efeito da adição de chamote semi-gresificado no comportamento físico de massa cerâmica de pavimento.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina - Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, 2002. Dissertação de Mestrado.

CAVALCANTI, S. T. D. H. **O Azulejo na Arquitetura Religiosa de Pernambuco- Século XVII e XVIII.** São Paulo: Metalivros, 2006.

CAVALCANTI, S. T. D. H.; CRUZ, A. D. M. **O Azulejo na Arquitetura Civil de Pernambuco- Século XIX.** São Paulo: Metalivros, 2002.

CHAVARRIA, J. **Esmaltes: Aula de Cerâmica.** 4ª edição. ed. Barcelona: Parramón Ediciones, 2007.

COENTRO, S. X. **Estudo da Camada Pictórica na Azulejaria Portuguesa do Século XVII.** Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2010. Dissertação de Mestrado.

CONESA, J. C. A azulejaria valenciana desde os séculos medievais até o século XVII (900-1680). In: MÂNTUA, A. A. **Cores para a arquitectura. Azulejaria Valenciana: século XVII ao século XX.** 1ª edição. ed. Lisboa: IPM, 2005. p. 17-75.

CORRÊA, W. **Caracterização de Azulejos Históricos Provenientes de Portugal e do Brasil.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2011. Dissertação de Mestrado.

CURVAL, R. B. F. **Azulejaria portuguesa no patrimônio edificado do sul do Brasil. Dissertação de Mestrado.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008. Dissertação de Mestrado.

EIROA, J. J. et al. **Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria.** Barcelona: Editorial Ariel, 1999.

ENZWEILER, J. **Espectrometria de Fluorescência de Raios X.** UNICAMP. Campinas, p. 10. 2010.

ERDÓCIA, F. A. B. **Difração de Raios X em Minerais de Bauxita e Análise Através de Refinamento pelo Método de Rietveld.** Belém: Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará (UFPA), 2011. Dissertação de Mestrado.

FERNÁNDEZ, J. C. **Arqueometría, Conservación y Restauración de los Metales Dorados Medievales**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2010. Tese.

FREITAS, Y. M. **Policromia e Monocromia. Análise do emprego das cores na azulejaria portuguesa presente na arquitetura religiosa em Pernambuco, entre os séculos XVII e XVIII**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2013. TCC.

FRIGOLA, M. D. R. **Cerâmica Artística**. Barcelona: Parramo Ediciones, S.A., 2005.

FRIGOLA, M. D. R. **Cerâmica Artística**. Barcelona: Parramo Ediciones S.A, 2005.

GAMA, R. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

GÜETO, J. M. **Tecnología de los materiales cerámicos**. Espanha: Ediciones Diaz Santos, 2005.

HENRIQUES, P. **Museu Nacional do Azulejo. Roteiro**. 2ª Edição. ed. Lisboa: Instituto Português de Museus, 2005.

JONES, J. T.; BERARD, M. F. **Ceramic Industrial Processing and Testing**. Iowa, USA: Library of Congress, 1985.

JONES, M.; JANIS, F.; JILL, B. **A arte e o ofício do azulejo**. Lisboa: Editorial Estampa, Lda., 2001.

KAHN, H. **PMI-2201 - Difração de Raio X**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2011. Apostila.

LANG, G. **1000 Azulejos-2000 Años de Cerámica Decorativa**. Espanha: Lisma Ediciones, L.S.R, 2004.

LEMOES, C. I. **O comércio de materiais de demolição. Análise histórica e conceitual sobre a proteção do patrimônio histórico e cultural**. 239. ed. [S.l.]: Arqutextos. Portal VITRUVIUS, 2004.

LIMA, C. D. C. **Francisco Brennand: Aspectos da Construção de uma Obra em Escultura Cerâmica**. São Paulo: Ed. Cultura Acadêmica, 2009.

MALAGÓN, E. D. C. V. **Materiales Cerámicos. Propriedade, Aplicaciones y Elaboración**. México: Centro de Investigaciones de Diseño Industrial. , v. Colección CIDI Investigación 1, 2005.

MAYER, R. **Manual do artista de técnicas e materiais**. 2ª ed. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MONTEIRO, J. P. O século XVII. In: LOUREIRO, M. D. F.; HENRIQUES, P. **Tapetes cerâmicos de Portugal: o azulejo do século XVI ao século XX**. Madrid: [s.n.], 2007. p. 39-62.

MUNIZ, S. C. **Cronologia histórica e patologias dos azulejos em Pernambuco, entre os séculos XVII e XVIII**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2009. Dissertação de Mestrado.

MUSSI, S. **Majolica: the Method od Decorating Ceramic**. Barcelona: [s.n.], 2008.

NASCIMENTO FILHO, V. F. Técnicas analíticas nucleares de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (ED-XRF) e por Reflexão Total (TXRF), São Paulo, junho 1999. 33p.

NELSON, G. C. **Ceramics**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1960.

PARREIRA, P. S. Metodologia de EDXRF e aplicações com um sistema portátil. **LFNATEC - Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada**, Londrina, v. 10 n.1, n. 1ª, Junho 2006.

PINHEIRO, O. Azulejo Colonial Luso-Brasileiro: uma leitura plural. In: TIRAPELI, P. **Arte Sacra Colonial – Barroco Memória Viva**. São Paulo: Editora UNESP, 2001. p. 118 - 145.

PRESOTTO , P. **Desenvolvimento de novos materiais cerâmicos a partir de resíduos da mineração de serpentinito: obteção e caracterização**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. Dissertação de Mestrado.

RABELLO, S. **Tombamento e proteção aos bens culturais**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1981. IN: PESSOA, Álvaro (org.), **Direito do urbanismo**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, IBAM.

REIS , M. D. L. B. C.; MOREIRA, A. M. **Propriedades dos Materiais - Materiais de Construção I**. Instituto Politécnico de Tomar. Escola Superior de Tecnologia de Tomar. Tomar. 2008.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. D. S.; STARLING,. **Materiais de Construção Civil**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG - Escola de Engenharia da UFMG , 2011.

RILEY, N. **A arte do azulejo. A história. As técnicas. Os artistas**. Lisboa: Editora Estampa, 2004.

RYE, O. S. **Pottery technology principles on reconstruction**. Washington: Australia National University, 1981.

SANJAD, T. A. B. C.; COSTA, L. D. **Azulejaria histórica em Belém do Pará: contribuição tecnológica para réplicas e restauro**. Belém: UFPA / SEDECT, 2009.

SANJAD, T. A. B. et al. Caracterização mineralógica de azulejos de Salvador e Belém dos séculos XVI, XVII e XIX. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, n. 57(4), p. 255-260, out. dez. 2004.

SILVA, C. P. D. et al. Azulejos históricos europeus produzidos no final do século XIX e início do século XX: caracterização mineralógica e química dos biscoitos., Belém.

SILVA, F. A. et al. A arqueometria e a análise de artefatos cerâmicos: um estudo de fragmentos cerâmicos etnográficos e arqueológicos por fluorescência de Raios X (EDXRF) e transmissão Gama. **Revista de Arqueologia**, n. 17, p. 41-61, 2004.

SILVA, F. E. C. D. **Caracterização de Resíduos Orgânicos em Cerâmicas Arqueológicas - As Contribuições da Ciência de Materiais para a Arqueologia**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais, 2011. Dissertação de Mestrado.

SILVA, L. D. **Pernambuco Preservado - Histórico dos Bens Tombados no Estado de Pernambuco**. Recife. 2002.

SILVA, M. J. E. S. B. **Festa Barroca a Azul e Branco: os azulejos do claustro e do consistório da Ordem Terceira de São Francisco, São Salvador da Bahia**. 2ª ed. ed. Lisboa: Fundação Ricardo do Espírito Santo Silva, 2003.

SILVA, T. P.; GOMES, M. M. M.; SILVA, A. R. D. **São Bento Renascido Conservação e Restauro de Azulejos do Palácio de São Bento**. Lisboa: Assembléia de República – Divisão de Edições, 2002.

SIMÕES, J. M. D. S. **Azulejaria Portuguesa no Brasil 1500-1822**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbernkian, 1965.

SIMÕES, J. M. D. S. **Azulejaria em Portugal nos séculos XV e XVI. Introdução geral**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbernkian, 1969.

SMITH, W. F.; HASHEMI, J. **Fundamentos de Engenharia e Ciência dos Materiais**. 5ª. ed. [S.l.]: Bookman. The McGraw-Hill Companies, 2010.

TEROL, M. **Azulejos em Lisboa: a luz duma cidade**. Paris: Éditions Hervas, 2002.

TINOCO, J. E. L. **Restauração de azulejos - Recomendações Básicas**. Olinda: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI), 2007. Textos para discussão - nº 12.

VANESSA, Z. **Azulejo como suporte do design gráfico**. Novo Hamburgo: Centro Universitário Feevale, 2008. Trabalho de Conclusão de Curso.

VICENTIZ, J. L. **Esmaltes ceramicos - fichas técnicas**. Bizkaia. 2002.

WANDERLEY, I. M. **Azulejo na arquitetura brasileira: os painéis de Athos Bulcão**. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2006. Dissertação de Mestrado.

WANDERLEY, I. M.; SICHIERI, E. P. Azulejo - Revestimento Cerâmico em Áreas Externas. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, 10 (4), Julho/Agosto 2005.

APÊNDICE A

LEVANTAMENTO DE DANOS DOS AZULEJOS HISTÓRICOS

Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Convento de São Francisco**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Século XVII**

Quantidade de painéis: **11**

Total de peças: **2.050**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

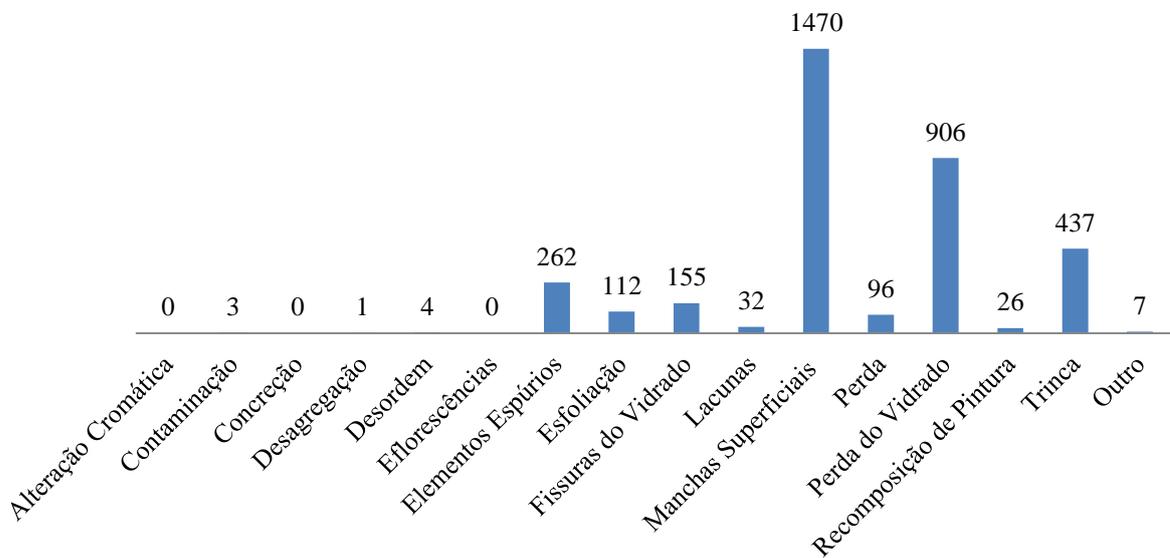
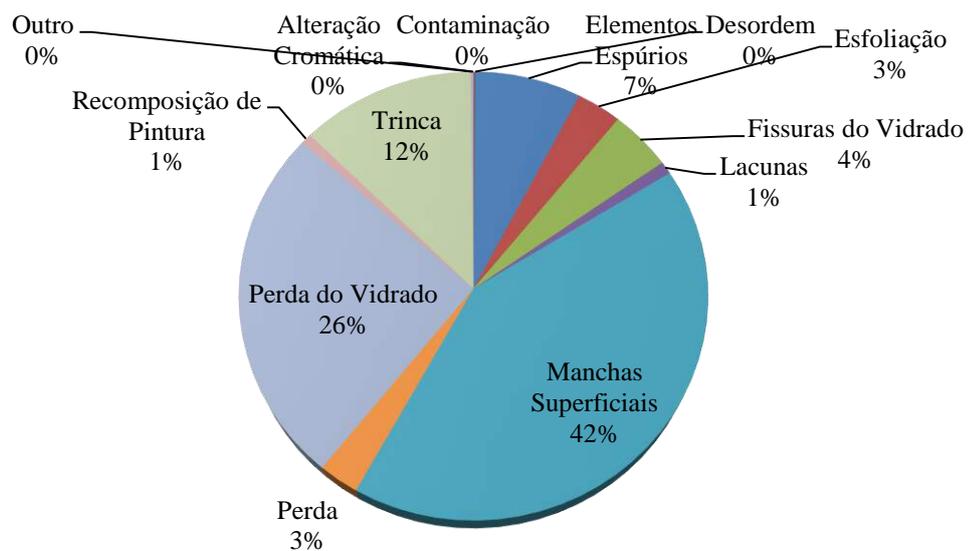


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres**

Cidade: **Jaboatão dos Guararapes**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Século XVII**

Quantidade de painéis: **06**

Total de peças: **13.700***



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

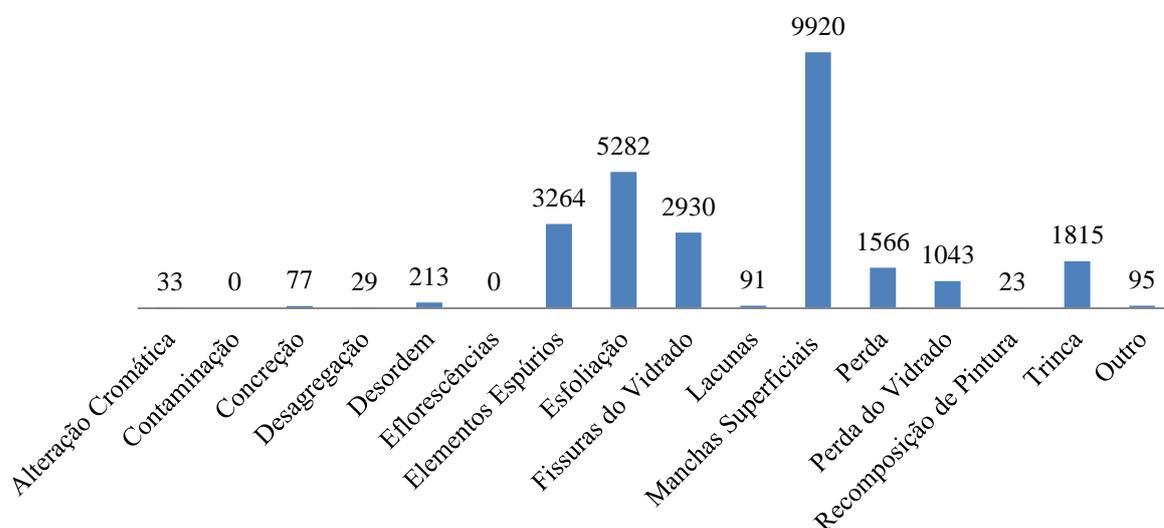
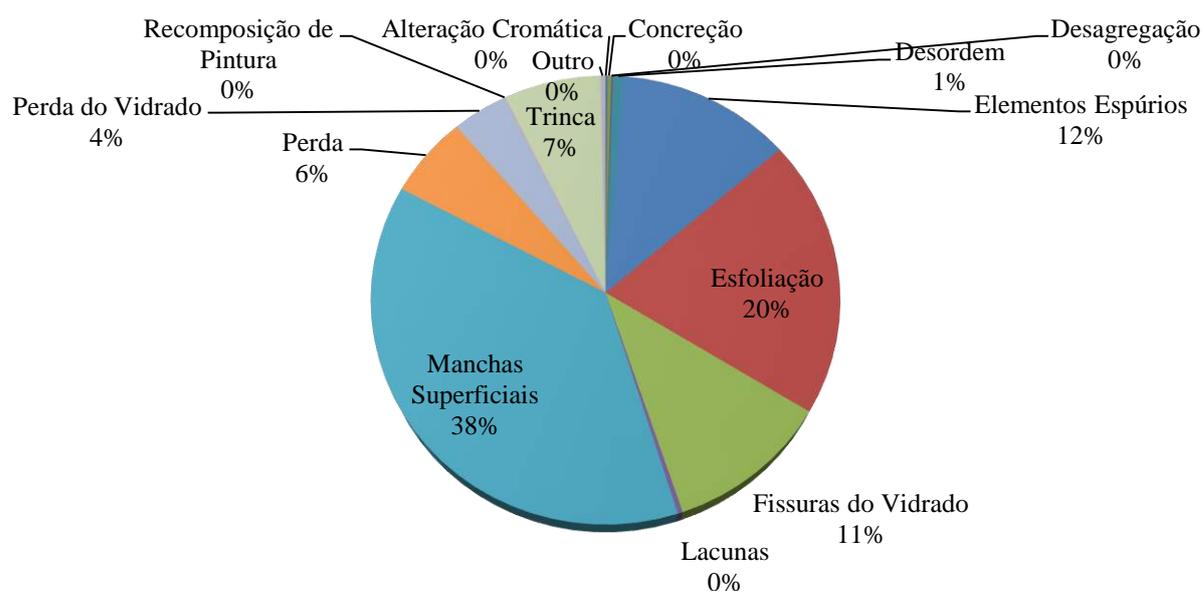


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



*valor estimado

Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Capela de Nossa Senhora de Piedade**

Cidade: **Jaboatão dos Guararapes**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Século XVII**

Quantidade de painéis: **03**

Total de peças: **155**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

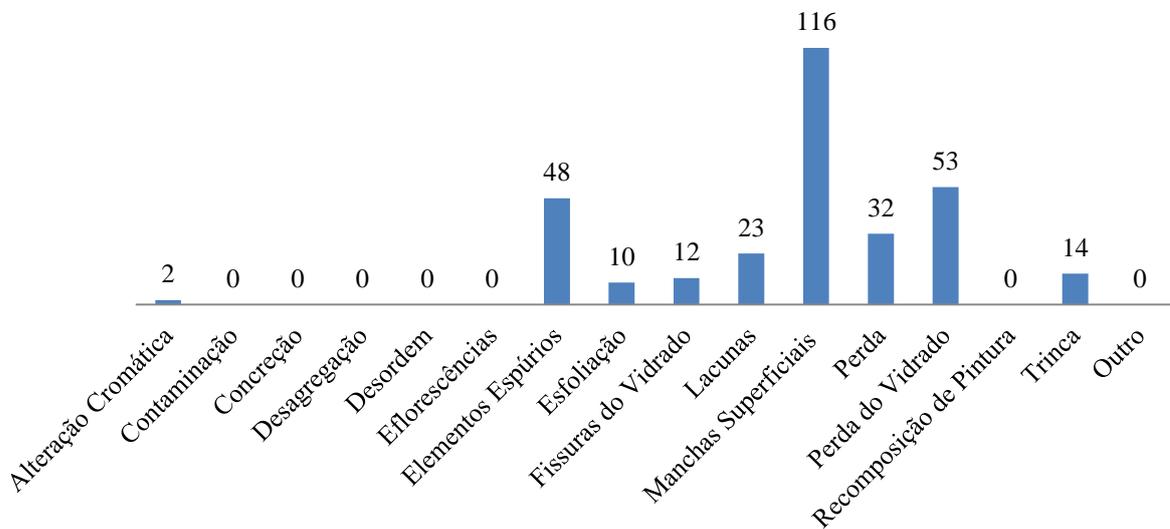
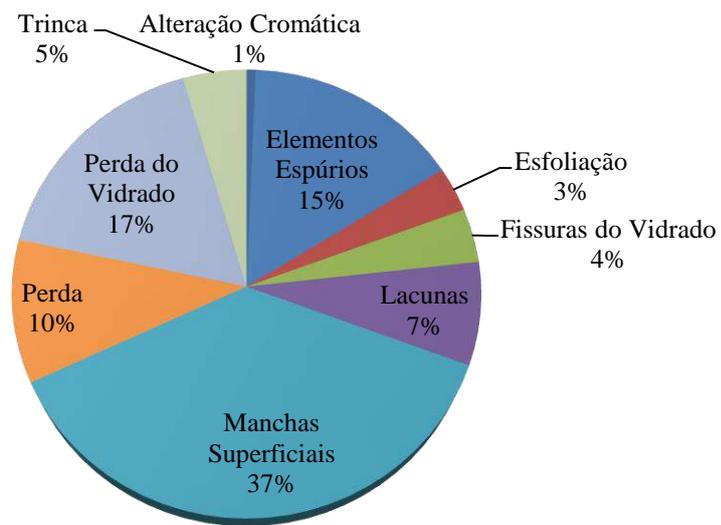


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Seminário de Olinda**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Século XVII**

Quantidade de painéis: **04**

Total de peças: **1.763**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

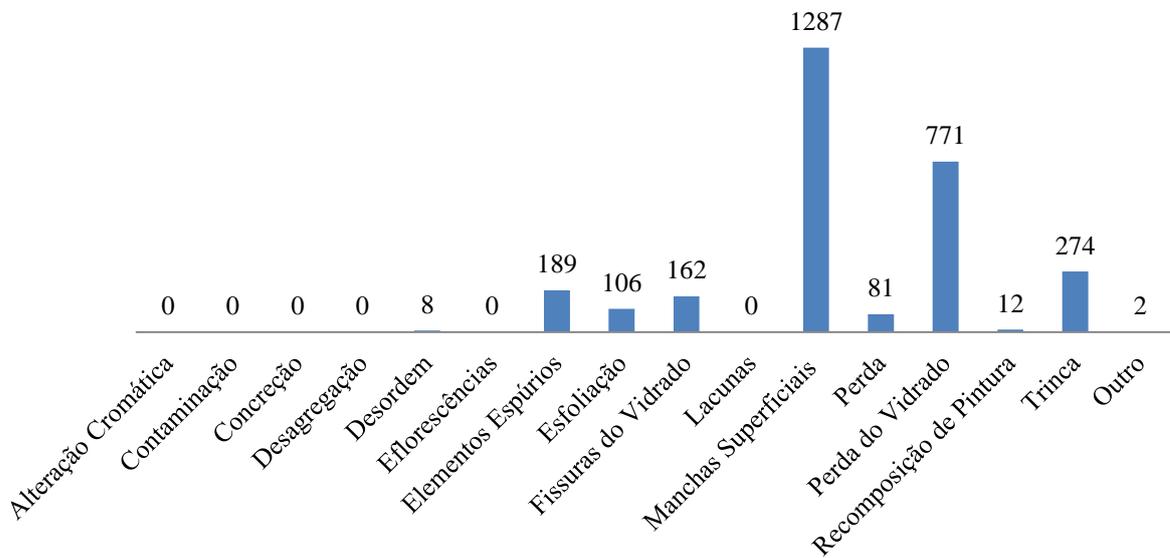
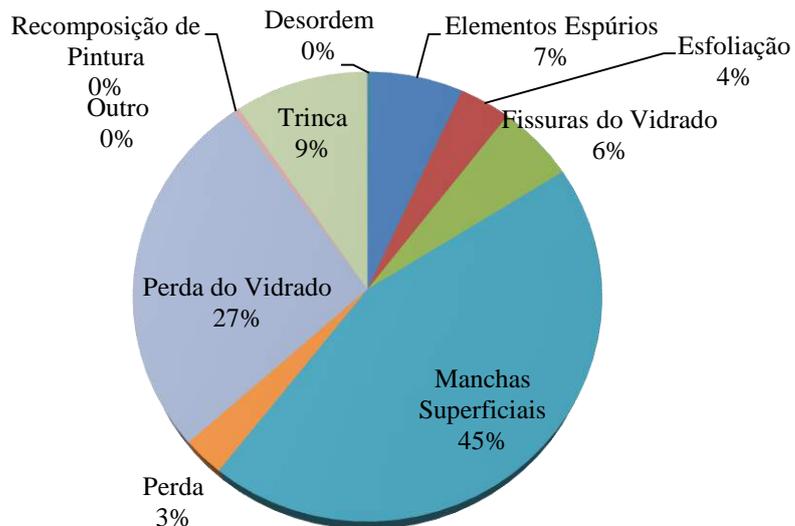


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Igreja de Nossa Senhora do Amparo**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Século XVII**

Quantidade de painéis: **1**

Total de peças: **3**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

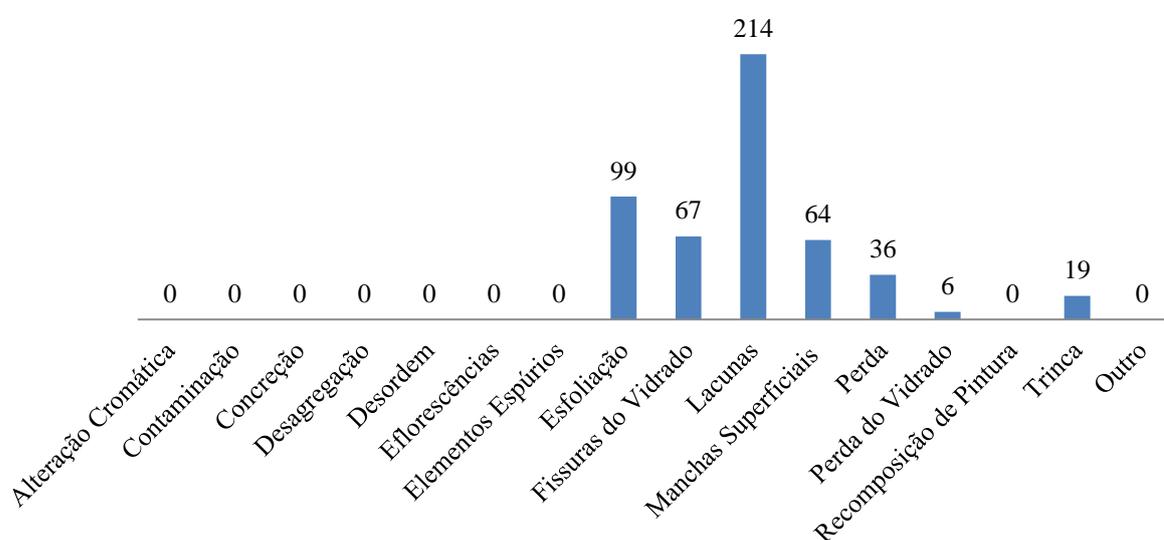
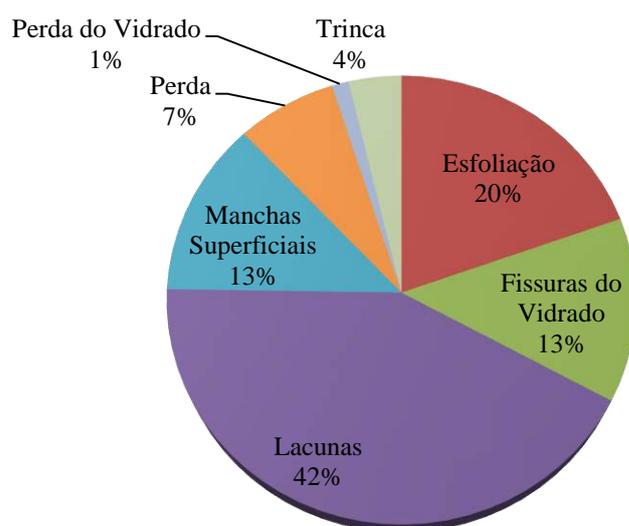


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos	
Edificação: Catedral de São Salvador do Mundo	
Cidade: Olinda	
Procedência: Portugal	
Cronologia: Século XVII	
Quantidade de painéis: 02	
Total de peças: 868	

Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

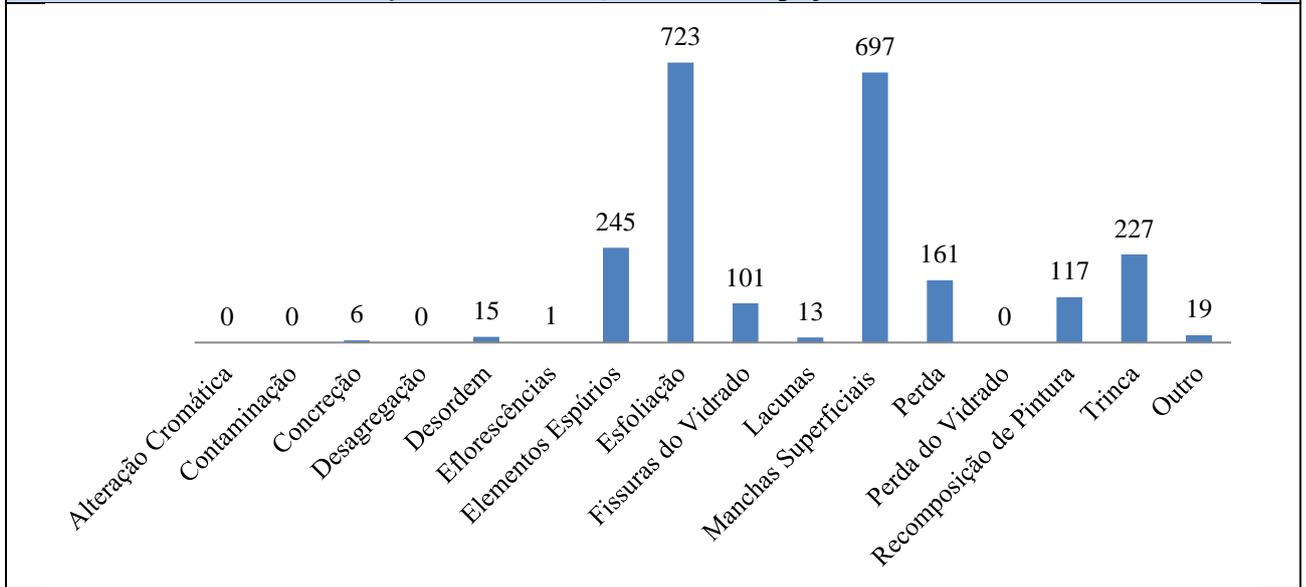
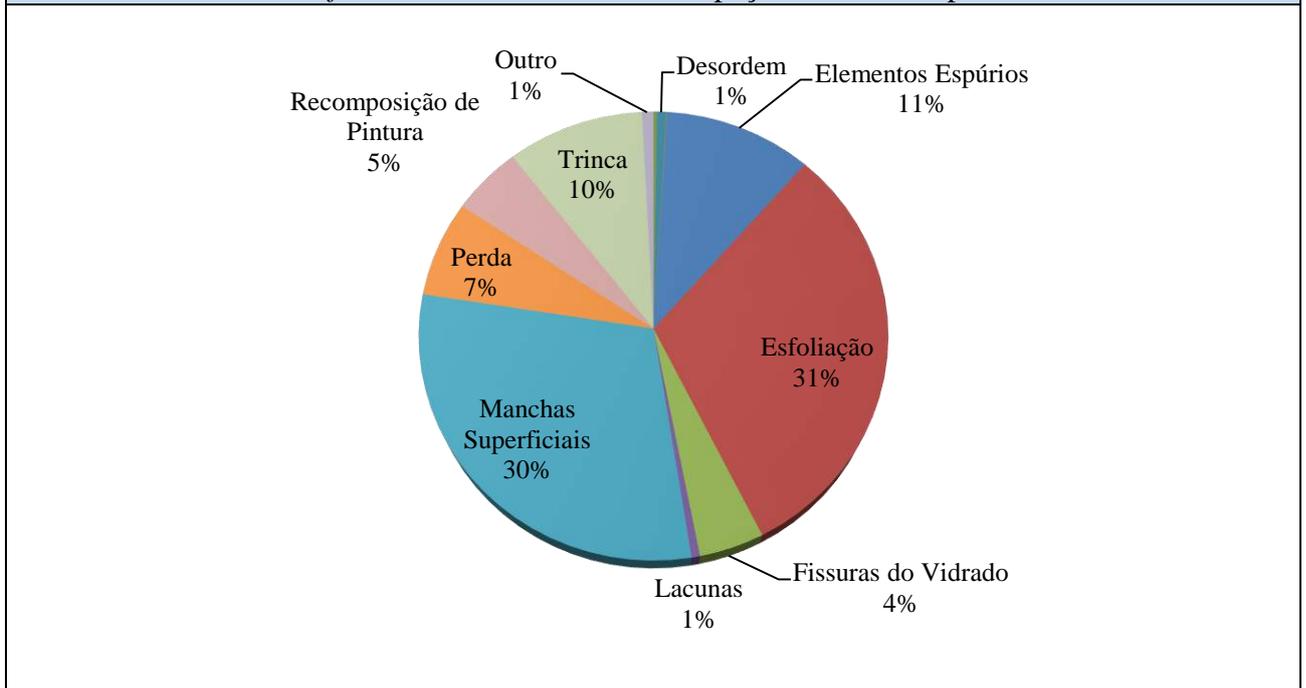


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Igreja de Nossa Senhora das Neves**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **13**

Total de peças: **3.533**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

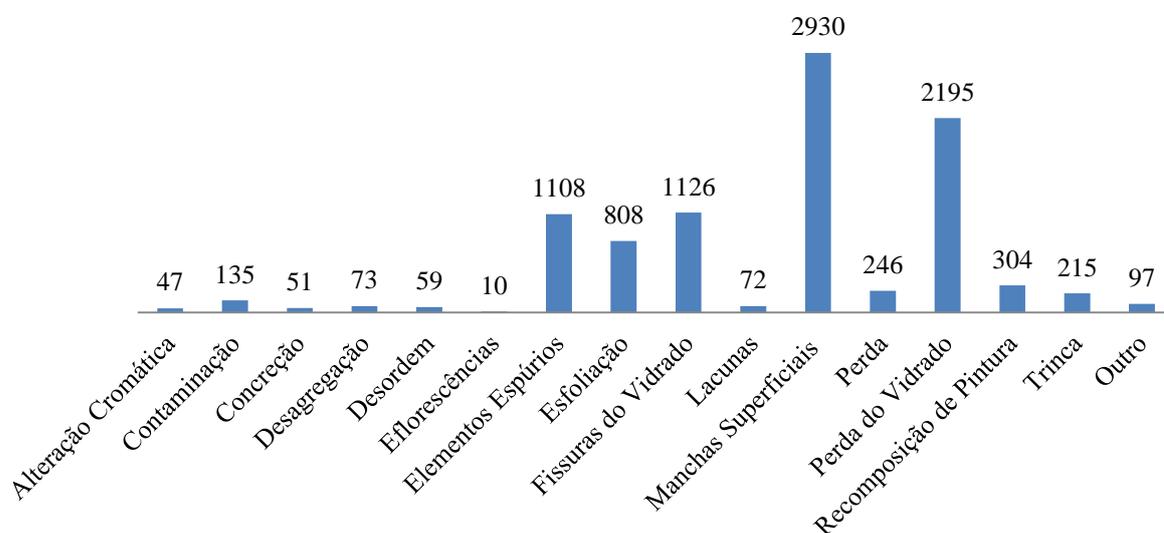
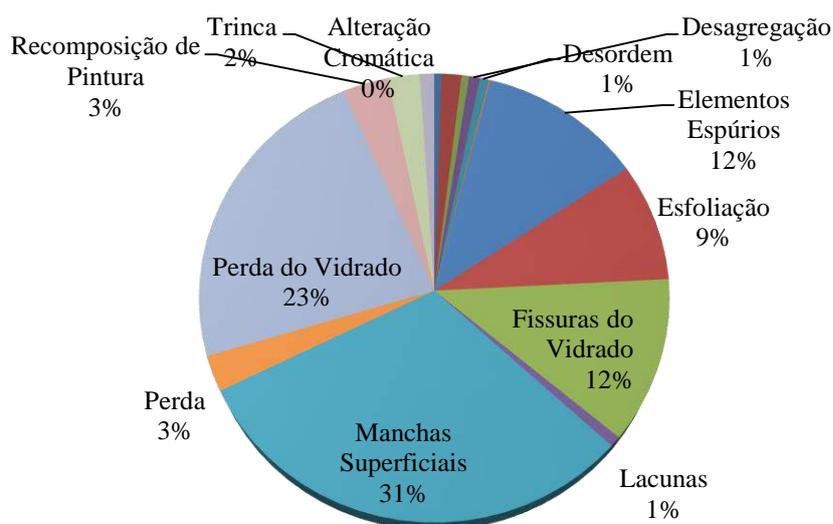


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: Convento de São Francisco
Cidade: Olinda
Procedência: Portugal
Cronologia: Primeira metade do século XVIII
Quantidade de painéis: 43
Total de peças: 13.953



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

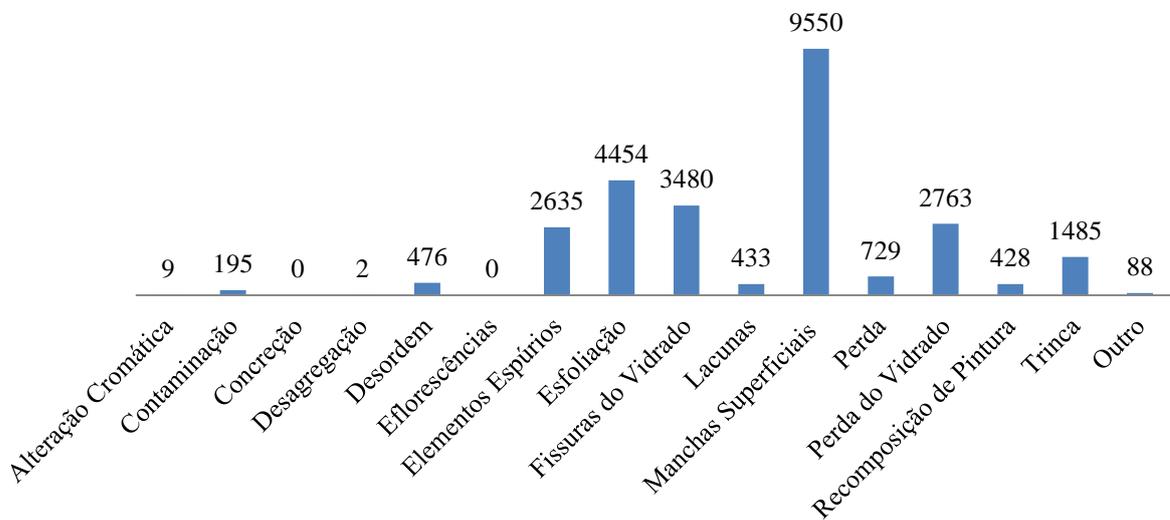
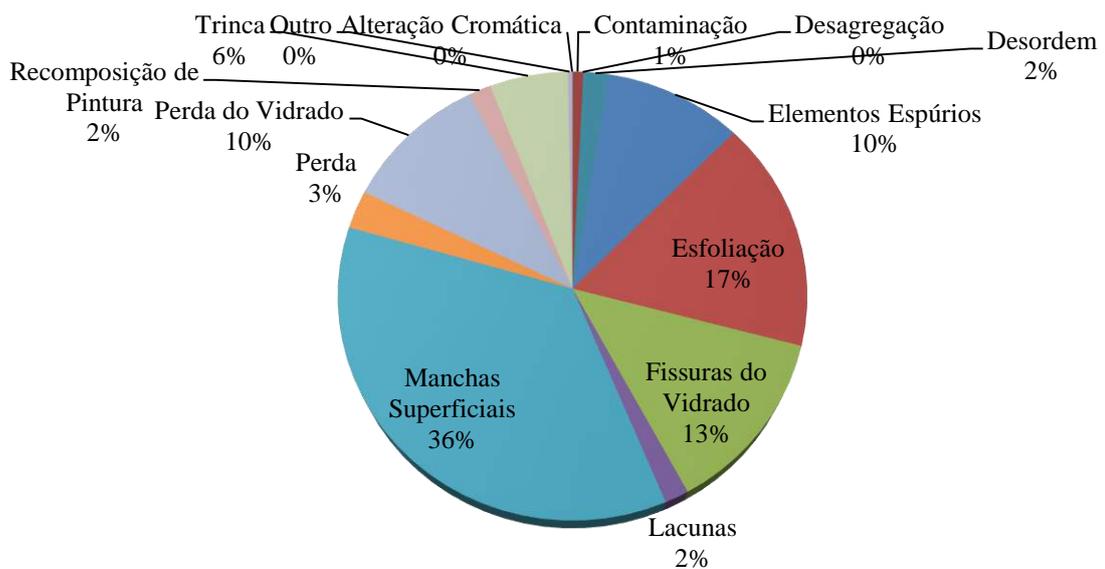


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos	
Edificação: Convento de Santo Antônio	
Cidade: Recife	
Procedência: Portugal	
Cronologia: Primeira metade do século XVIII	
Quantidade de painéis: 36	
Total de peças: 13.046	

Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

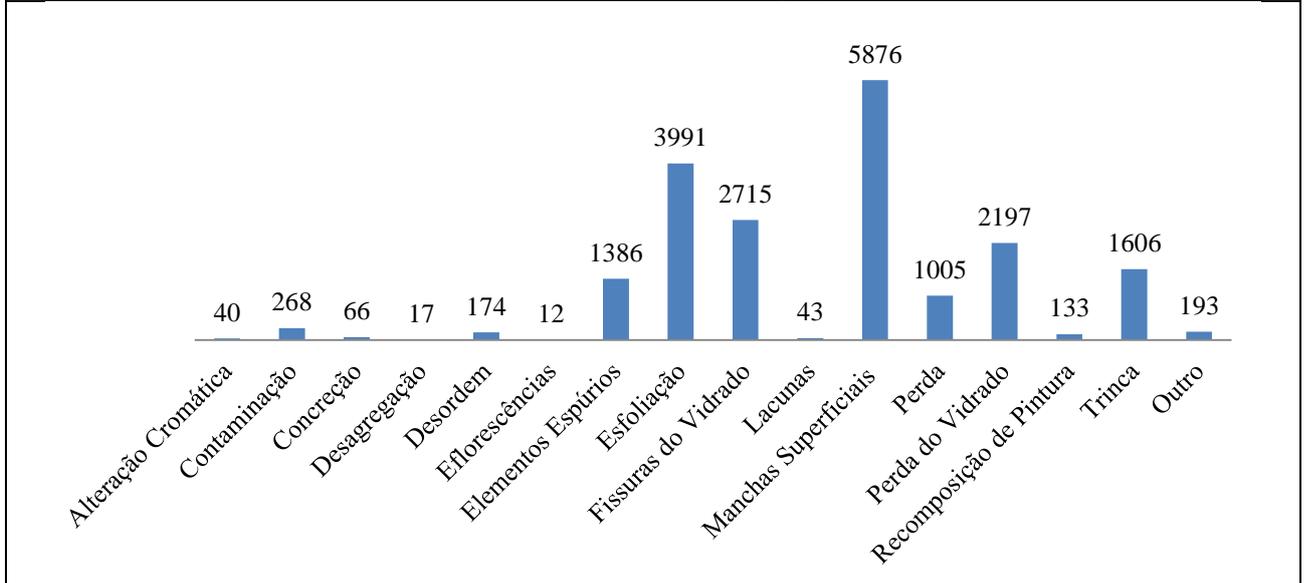
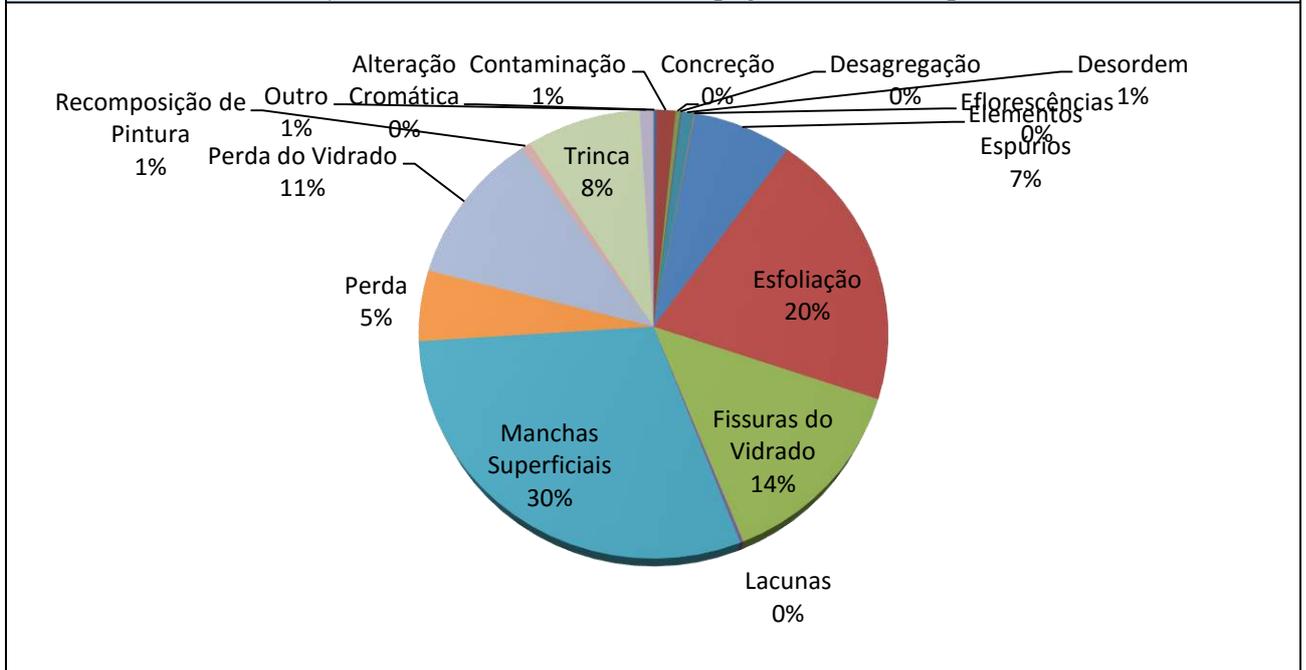


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Obs.: Os azulejos do claustro (3.938 peças) foram restaurados, portanto seus danos não foram passíveis de verificação.

Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Ordem Terceira de São Francisco da Penitência (Capela Dourada)**

Cidade: **Recife**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **06**

Total de peças: **896***



*Os painéis da Capela Dourada foram restaurados no ano de 2010. Portanto, não houve o levantamento de danos, apenas contagem das peças e devido registro fotográfico da situação atual.

Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Igreja de N. Senhora da Misericórdia**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **14**

Total de peças: **3.047**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

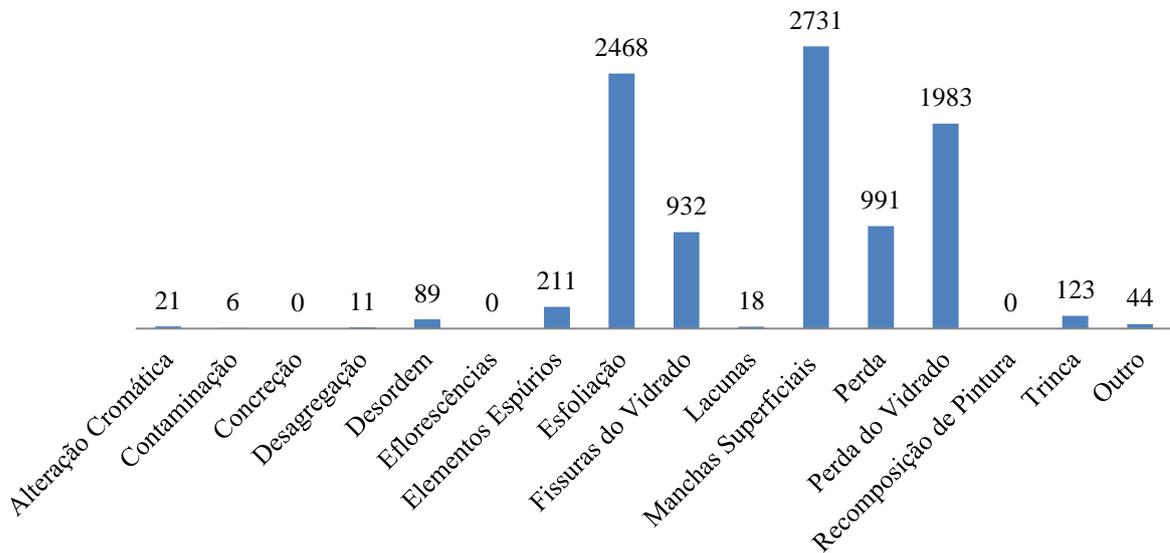
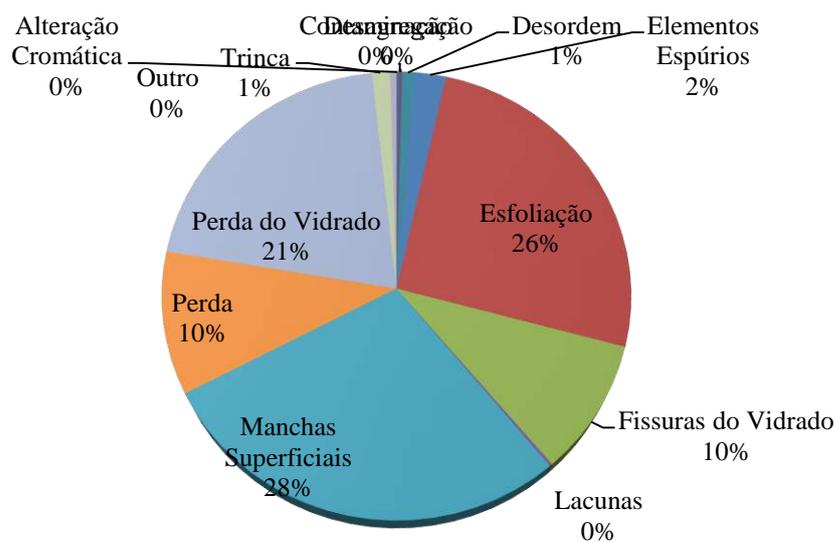


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos	
Edificação: Museu Regional	
Cidade: Olinda	
Procedência: Portugal	
Cronologia: Primeira metade do século XVIII	
Quantidade de painéis: 10	
Total de peças: 1.259	

Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

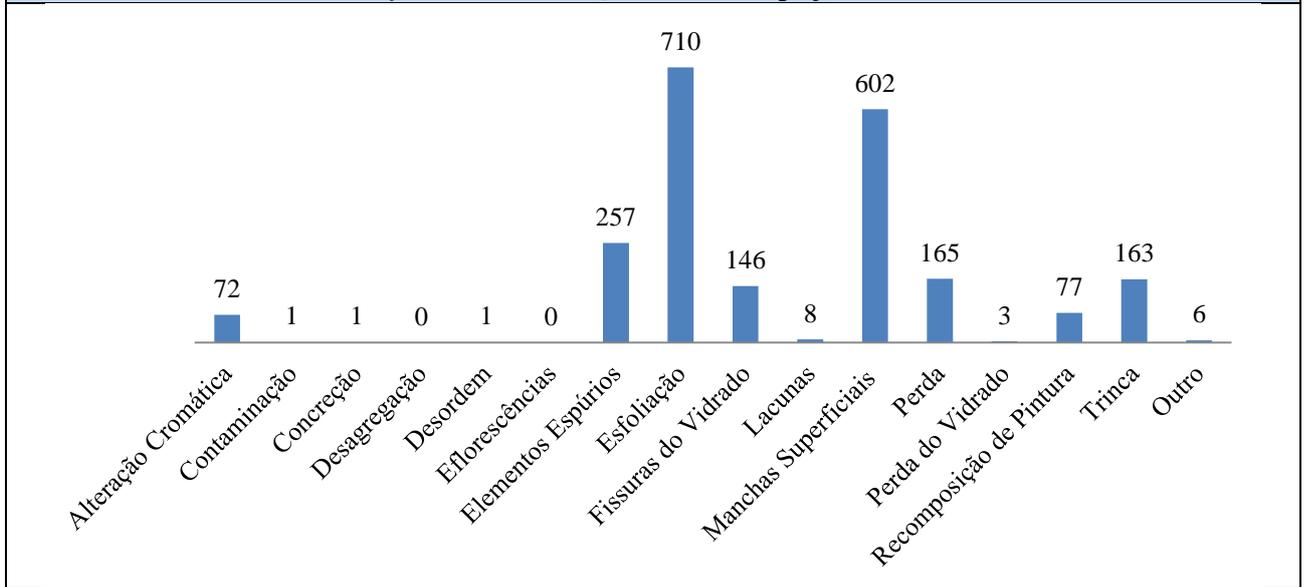
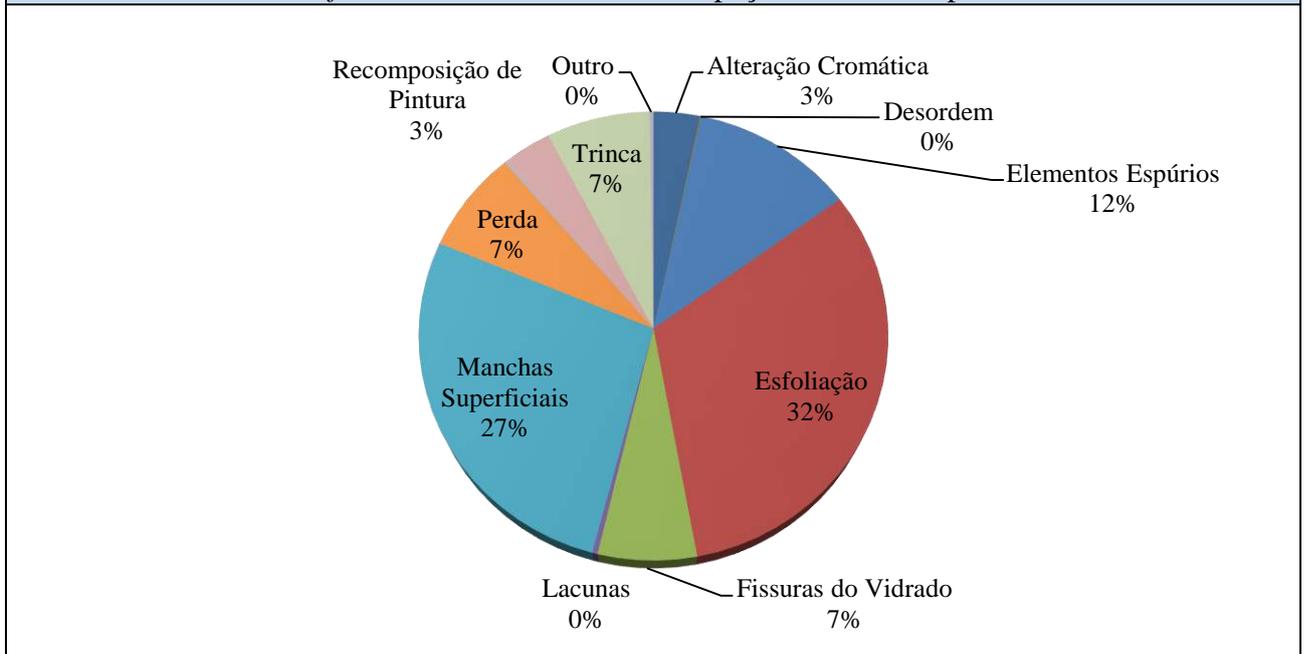


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: Antigo Palácio dos Bispos
Cidade: Olinda
Procedência: Portugal
Cronologia: Primeira metade do século XVIII
Quantidade de painéis: 02
Total de peças: 250



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

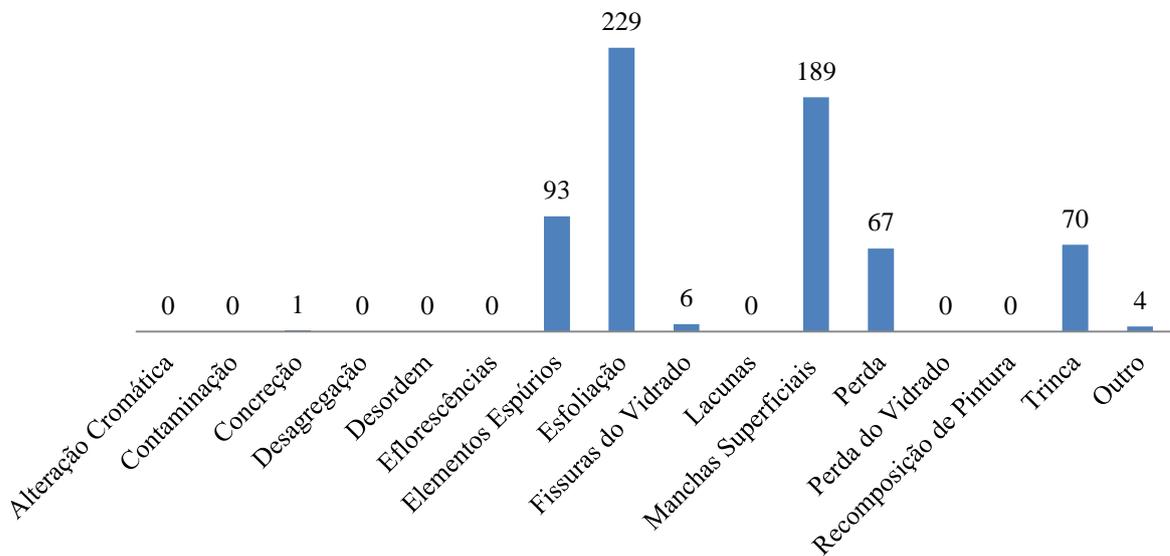
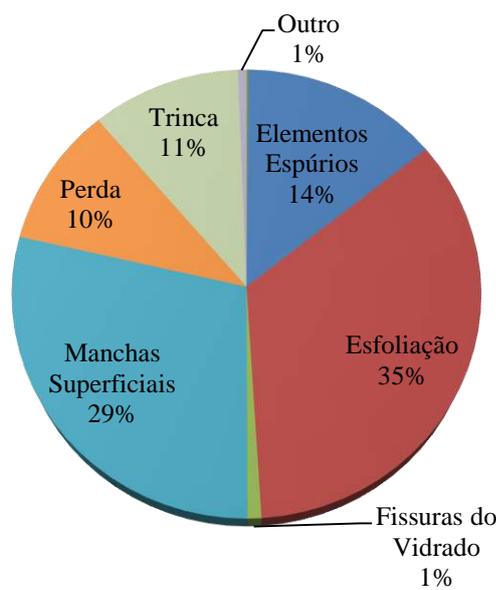


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Catedral de São Salvador do Mundo**

Cidade: **Olinda**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **01**

Total de peças: **326**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

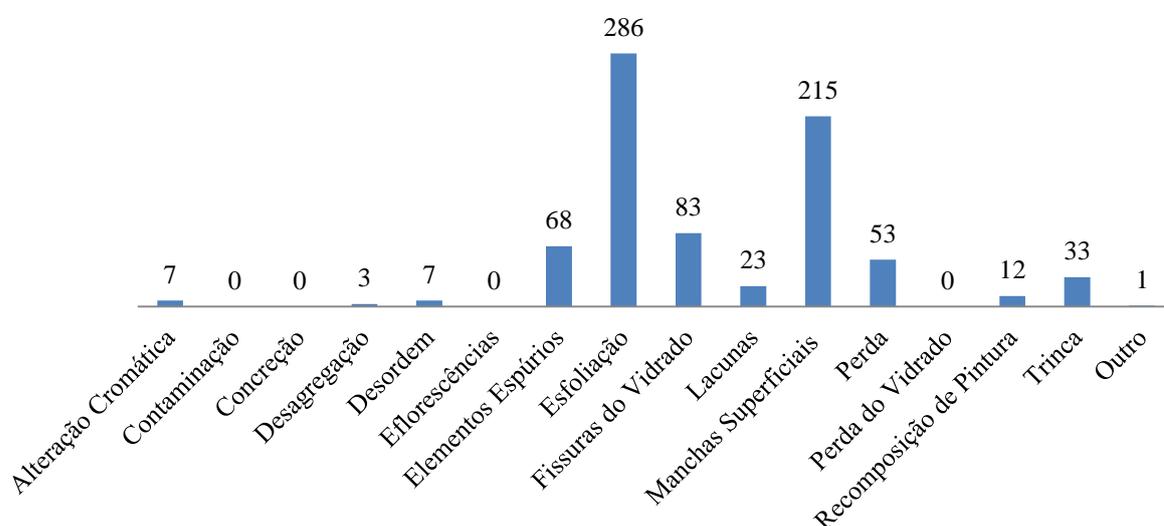
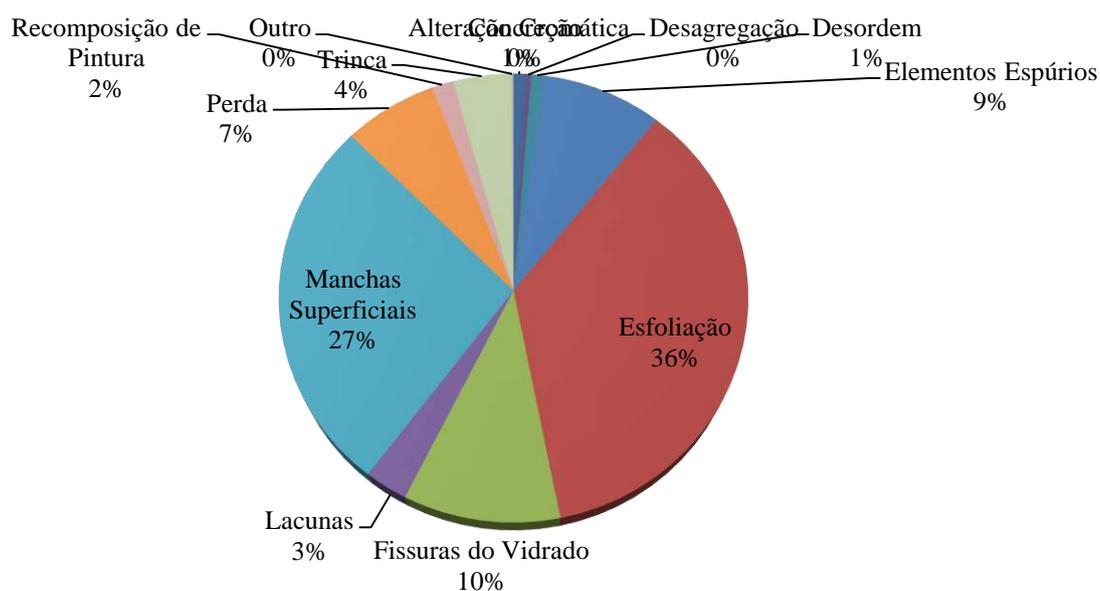


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Convento de Nossa Senhora do Carmo**

Cidade: **Recife**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **09**

Total de peças: **2.506**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

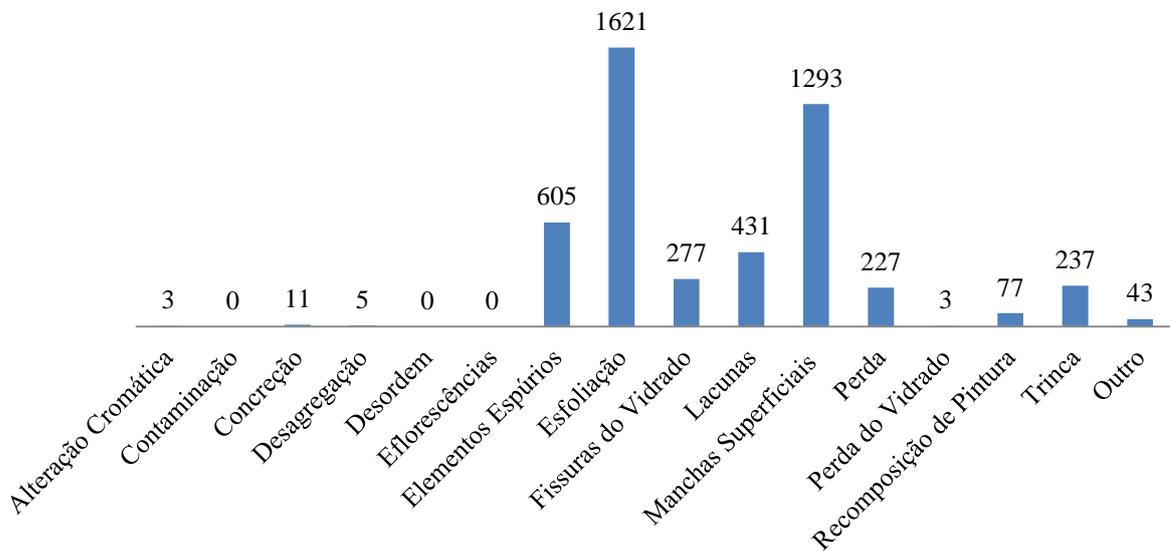
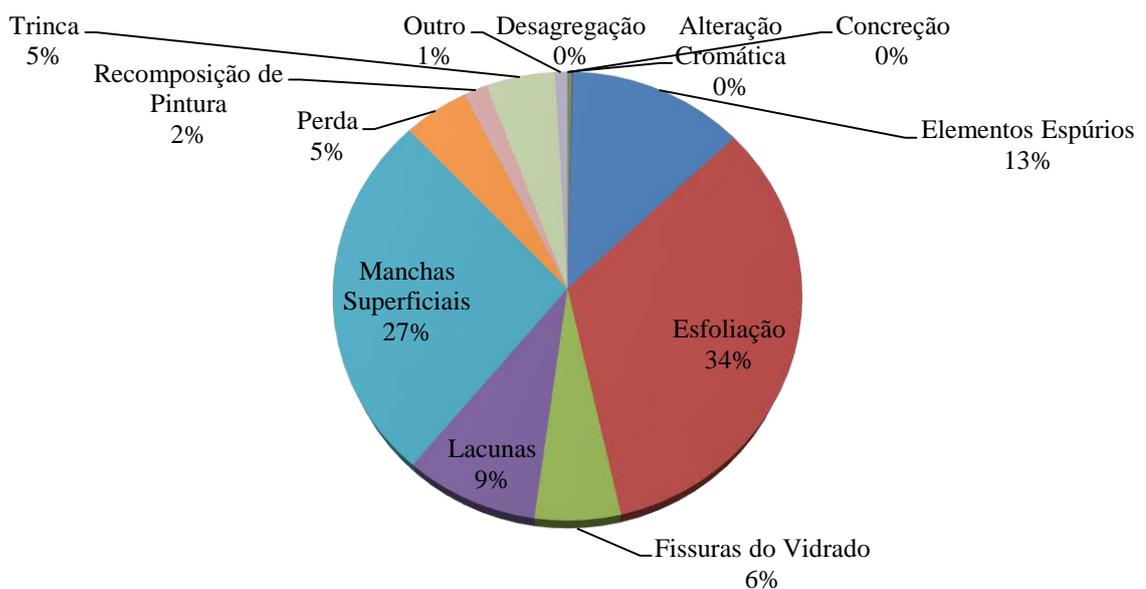


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: Convento de Santo Antônio
Cidade: Igarassu
Procedência: Portugal
Cronologia: Primeira metade do século XVIII
Quantidade de painéis: 20
Total de peças: 7.454



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

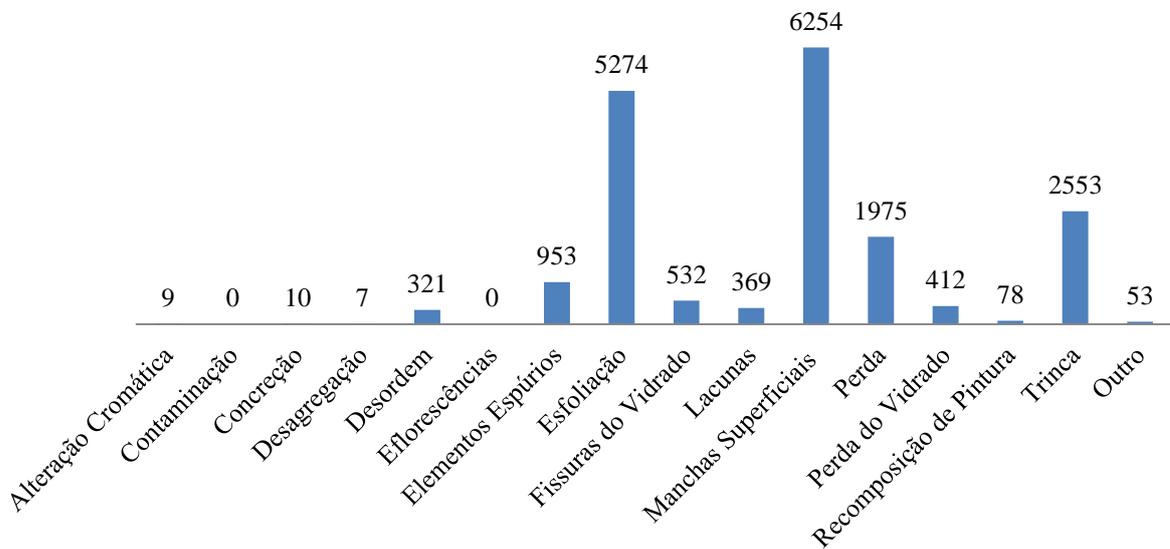
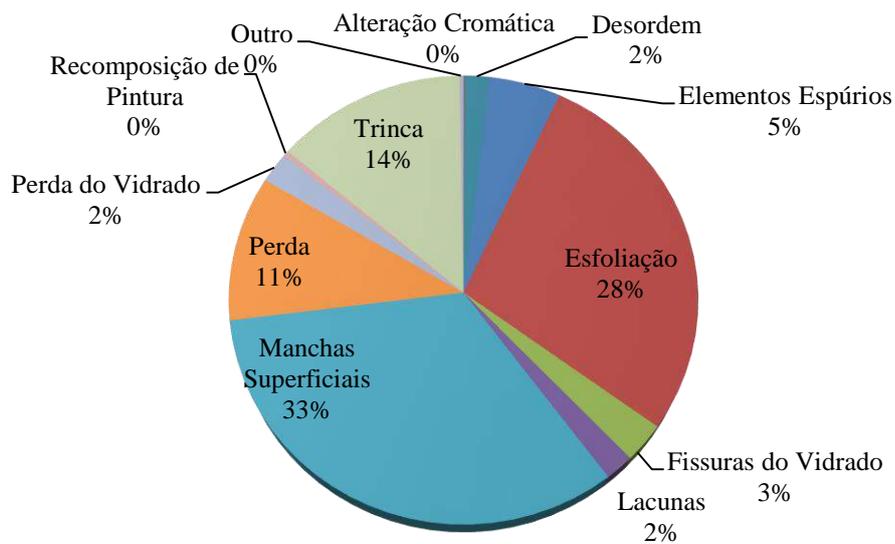


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Convento de Santo Antônio**

Cidade: **Sirinhaém**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Primeira metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **23**

Total de peças: **7.746**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

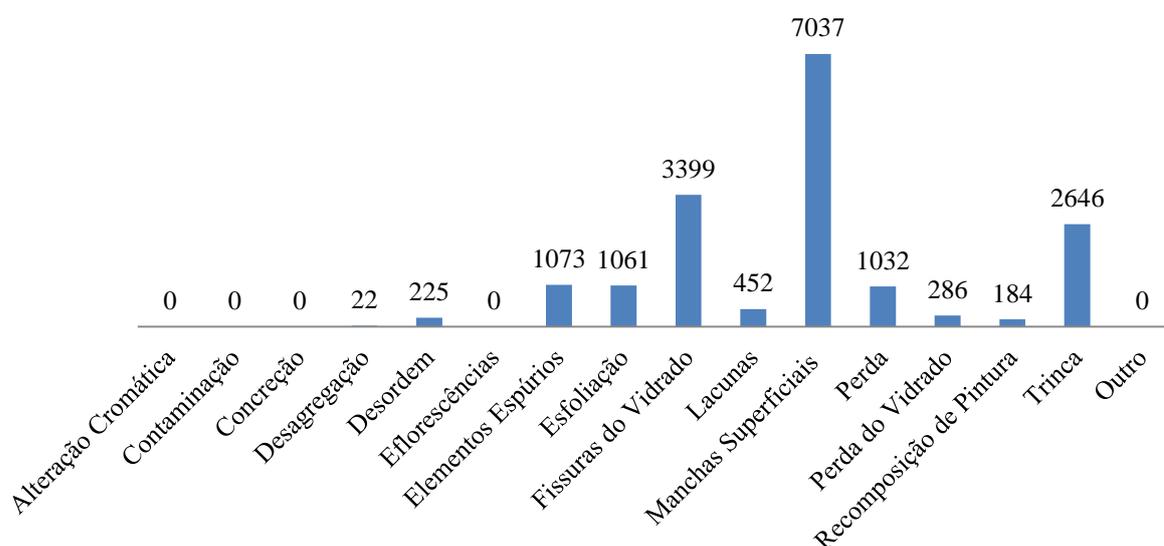
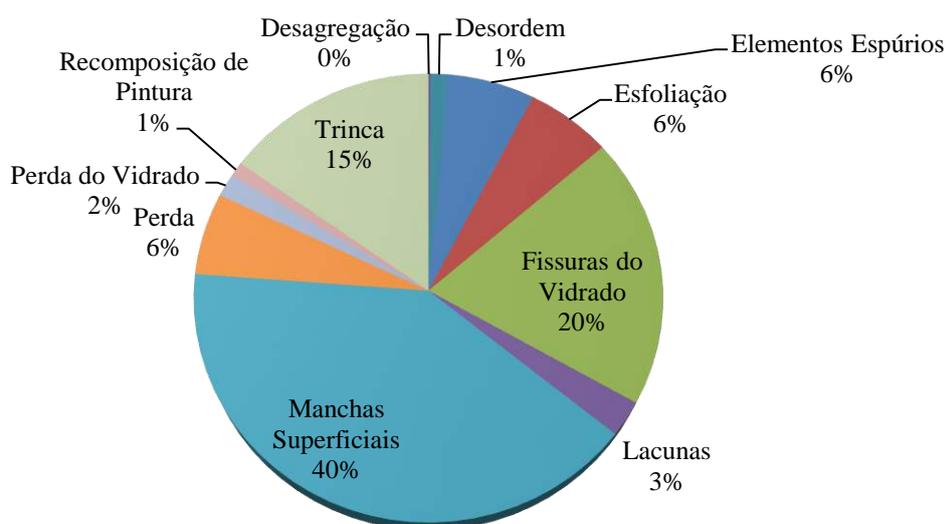


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: Igreja de Santa Tereza
Cidade: Olinda
Procedência: Portugal
Cronologia: Segunda metade do século XVIII
Quantidade de painéis: 24
Total de peças: 3.894



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

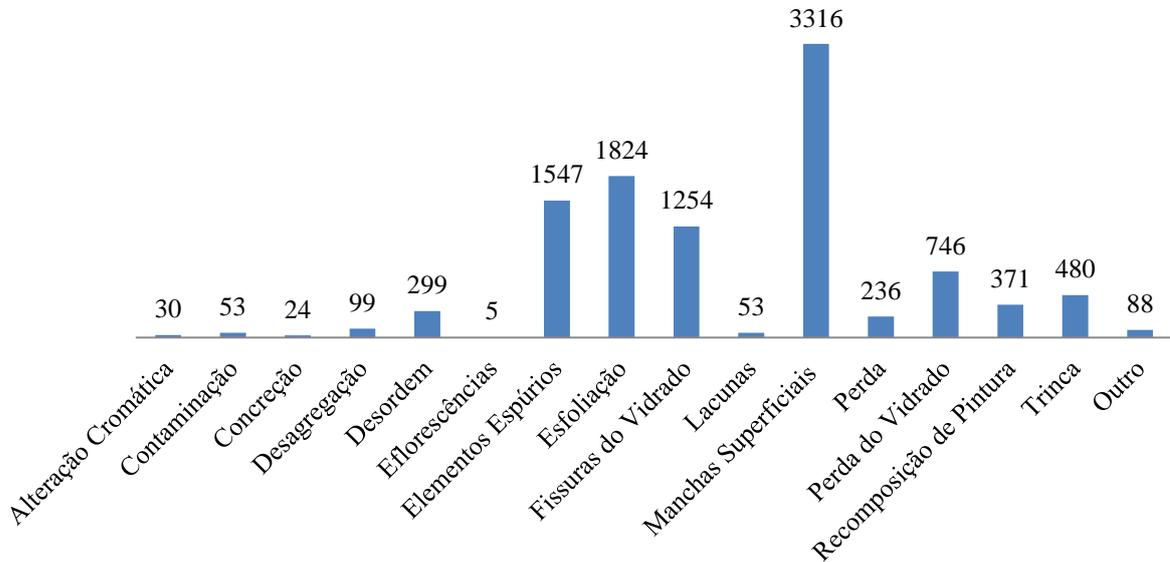
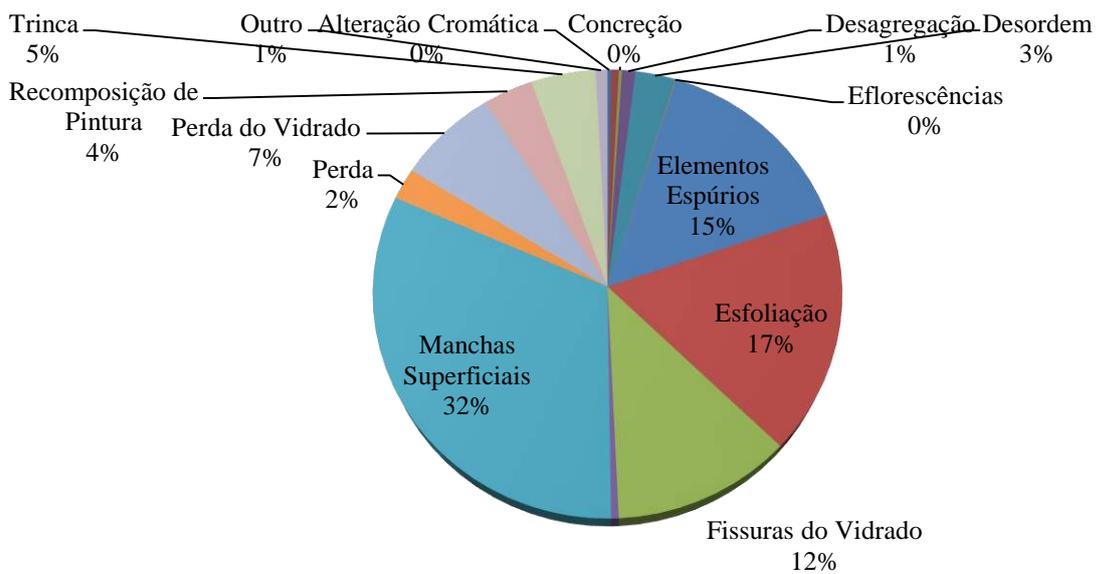


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Capela de Nossa Senhora da Conceição**

Cidade: **Recife**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Segunda metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **31**

Total de peças: **3.218**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

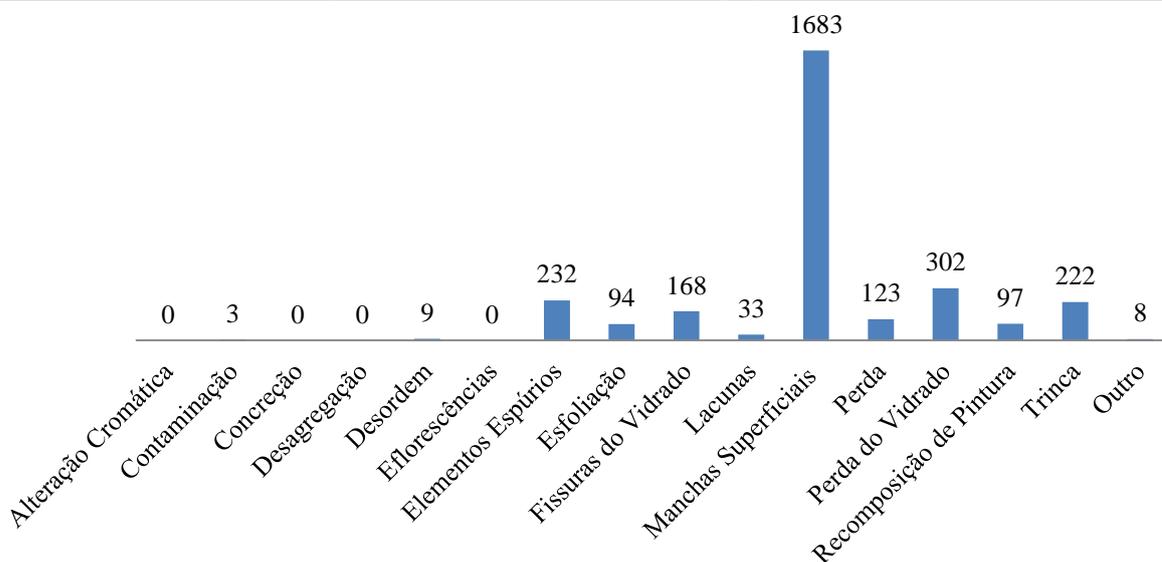
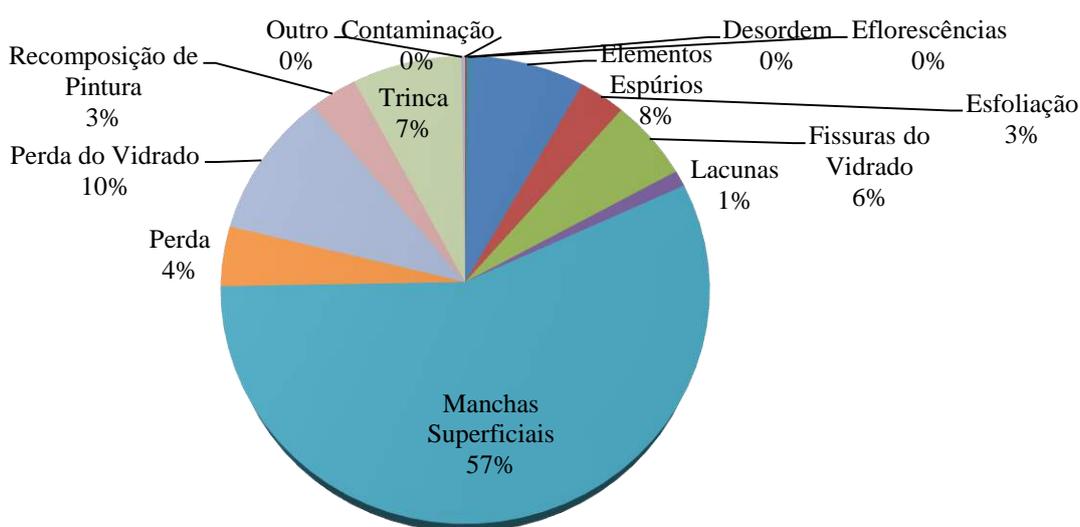


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



Levantamento de Danos dos Azulejos Históricos

Edificação: **Ordem Terceira de N. Sra. do Carmo**

Cidade: **Recife**

Procedência: **Portugal**

Cronologia: **Segunda metade do século XVIII**

Quantidade de painéis: **12**

Total de peças: **1.606**



Gráfico 1: Dano X Quantidade de peças afetadas

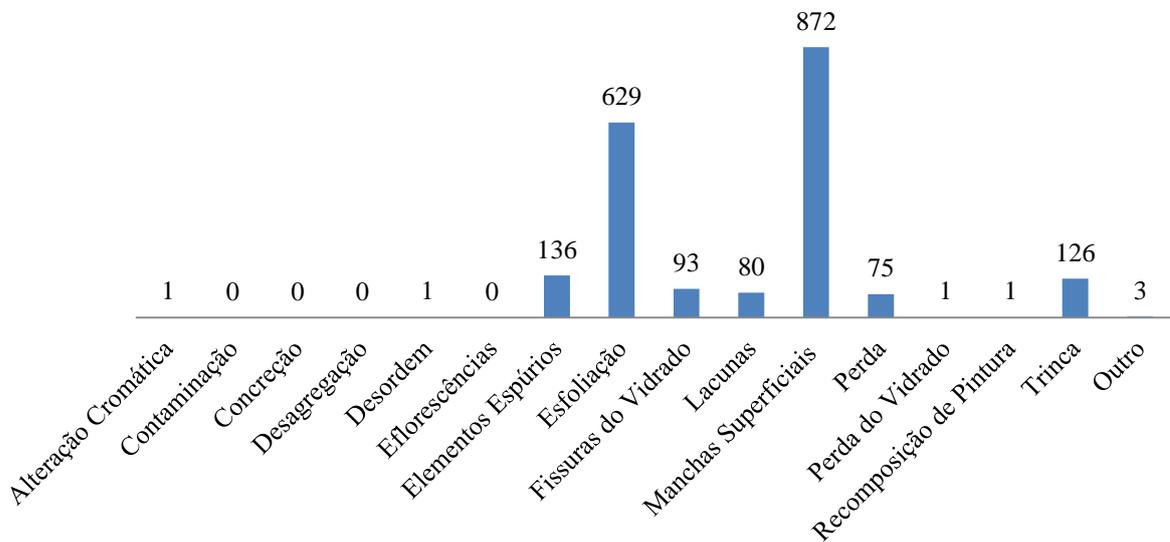
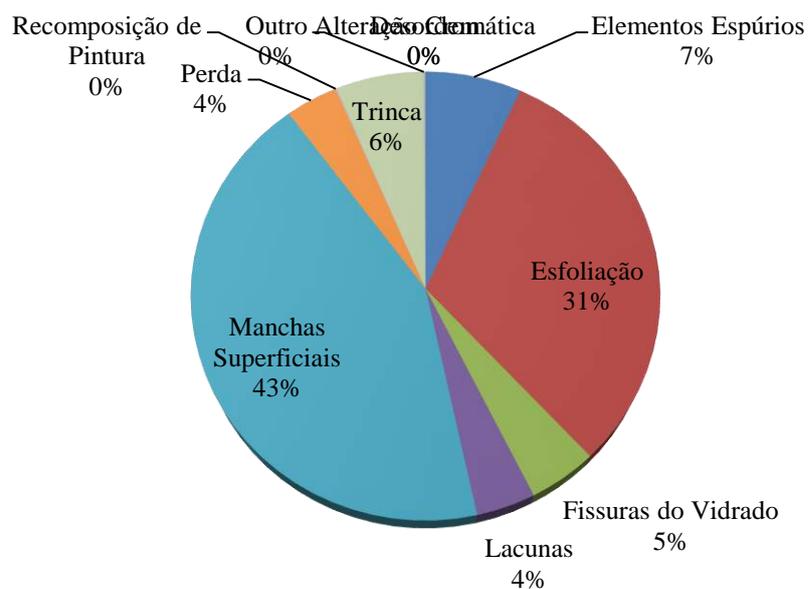


Gráfico 2: Dano X Percentual de peças afetadas no painel



APÊNDICE B

**FICHAS UTILIZADAS NO LEVANTAMENTO DE DANOS DOS
AZULEJOS HISTÓRICOS**

FICHA 1 – EDIFICAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ficha - Edificação

Data: ___/___/___

Edificação: _____ Cidade: _____

Responsável: _____ Telefone: _____

Dias para visita: _____

Quantidade de Painéis: _____

Quantitativo de Peças

Total de peças inteiras: _____ Total de peças do painel: _____

Total de peças recortadas: _____ Total de peças danificadas: _____

Observações

Anexar planta baixa, apontando a localização dos painéis

FICHA 2 – PAINEL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ficha - Pannel

Data: ___/___/___

Edificação: _____ Cidade: _____

Cód.Painel: _____ Localização: _____

Quantitativo de Peças

Peças inteiras: _____ Total de peças do painel: _____

Peças recortadas: _____ Total de peças danificadas: _____

Dimensões do Pannel

Largura: _____ m

Altura: _____ m

Registro Fotográfico

Código das fotos: _____ até _____

Observações

FICHA 3 (legenda da numeração dos danos)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ficha - Patologia dos Azulejos

01. Alteração Cromática
02. Contaminação
03. Concreção
04. Desagregação
05. Desordem
06. Eflorescencias
07. Elementos Espúrios
08. Esfoliação
09. Fissuras do vidrado
10. Lacunas
11. Manchas Superficiais
12. Perda
13. Perda do vidrado
14. Recomposição de pintura
15. Trinca
16. Outro (descrever)

APÊNDICE C**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA – FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X**

Azulejo Histórico										
Amostra 10										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	29,4	17,7	5,1	5,3	1,1	1	0,5	0,3	0,1
	STD	0,08	0,2	0,24	0,045	0,021	0,011	0,011	0,0032	0,012
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	29,5	17,2	5,8	5,1	1,1	1	0,6	0,2	0,1
	STD	0,075	0,19	0,22	0,044	0,02	0,01	0,01	0,003	0,0092
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	30	16,9	5,7	5,2	1,1	1	0,5	0,2	0,1
	STD	0,079	0,2	0,24	0,045	0,02	0,011	0,011	0,0031	0,0095
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	29,63	17,27	5,53	5,20	1,10	1,00	0,53	0,23	0,10
	STD	0,135	0,341	0,404	0,077	0,035	0,018	0,018	0,005	0,018

Azulejo Histórico										
Amostra 17										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	25,9	18,8	6,6	5,3	1,2	0,8	0,5	0,2	0,1
	STD	0,067	0,19	0,24	0,04	0,019	0,0084	0,0095	0,0027	0,0085
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	26,4	18,6	6,3	5,6	1,1	0,7	0,6	0,3	0
	STD	0,071	0,2	0,25	0,042	0,021	0,0079	0,01	0,0028	0,0086
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	27,7	18	5,7	6,1	1	0,6	0,6	0,3	0
	STD	0,078	0,21	0,27	0,049	0,022	0,0088	0,011	0,0034	0,011
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	26,67	18,47	6,20	5,67	1,10	0,70	0,57	0,27	0,03
	STD	0,125	0,347	0,439	0,076	0,036	0,015	0,018	0,005	0,016

Azulejo Histórico										
Amostra 18										
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Ti	Pb	Sr	Sn
1	%	20,7	17,2	7,9	7,8	3,1	0,7	0,4	0,1	0,1
	STD	0,22	0,06	0,28	0,05	0,033	0,011	0,0064	0,0021	0,011
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Ti	Pb	Sr	Sn
2	%	21,1	16,9	8,1	7,4	3,1	0,6	0,3	0,1	0,1
	STD	0,21	0,057	0,27	0,047	0,031	0,01	0,0059	0,0019	0,0097
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Ti	Pb	Sr	Sn
3	%	20,9	16,7	8,3	7,3	3,1	0,7	0,4	0,1	0,1
	STD	0,21	0,056	0,27	0,047	0,031	0,0099	0,0067	0,002	0,01
Médias	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Ti	Pb	Sr	Sn
	%	20,90	16,93	8,10	7,50	3,10	0,67	0,37	0,10	0,10
	STD	0,370	0,100	0,473	0,083	0,055	0,018	0,011	0,003	0,018

Azulejo Histórico										
Amostra 20										
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sr
1	%	20,8	17,7	7,9	7,2	2,3	0,8	0,6	0,6	0,1
	STD	0,21	0,057	0,26	0,045	0,028	0,009	0,0095	0,0076	0,0019
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sr
2	%	20,3	17,8	8,3	7,2	2,2	0,7	0,6	0,6	0,1
	STD	0,21	0,057	0,27	0,046	0,027	0,0085	0,0094	0,0079	0,002
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sr
3	%	20,8	17,8	7,6	7,3	2,4	0,8	0,7	0,6	0,1
	STD	0,21	0,058	0,26	0,047	0,028	0,0092	0,01	0,0081	0,002
Médias	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sr
	%	20,63	17,77	7,93	7,23	2,30	0,77	0,63	0,60	0,10
	STD	0,364	0,099	0,456	0,080	0,048	0,015	0,017	0,014	0,003

Azulejo Histórico										
Amostra 26										
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sn	Sr
1	%	22,2	16,3	8,3	6	2,8	0,5	0,7	0,1	0,1
	STD	0,21	0,055	0,26	0,04	0,03	0,0064	0,0099	0,0063	0,0016
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sn	Sr
2	%	22,3	16,4	7,8	6,2	2,8	0,7	0,7	0,1	0,1
	STD	0,22	0,057	0,26	0,042	0,032	0,0079	0,01	0,007	0,0017
Medida	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sn	Sr
3	%	21,8	16,2	8,8	6	2,8	0,7	0,7	0,1	0,1
	STD	0,21	0,054	0,26	0,039	0,03	0,0076	0,0097	0,0067	0,0015
Médias	Elemento	Si	Ca	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sn	Sr
	%	22,10	16,30	8,30	6,07	2,80	0,63	0,70	0,10	0,10
	STD	0,370	0,096	0,450	0,070	0,053	0,013	0,017	0,012	0,003

Azulejo Histórico										
Amostra 31										
Medida	Elemento	Ca	Si	Fe	Al	Pb	K	Ti	Sn	Sr
1	%	31	16,2	5,7	5,1	1,6	0,9	0,6	0,2	0,1
	STD	0,076	0,18	0,047	0,21	0,014	0,017	0,011	0,013	0,0025
Medida	Elemento	Ca	Si	Fe	Al	Pb	K	Ti	Sn	Sr
2	%	33,5	14,4	6,6	4,5	1,7	0,8	0,7	0,2	0,1
	STD	0,095	0,21	0,06	0,27	0,016	0,022	0,014	0,017	0,0033
Medida	Elemento	Ca	Si	Fe	Al	Pb	K	Ti	Sn	Sr
3	%	31,4	16,1	5,5	4,9	1,8	0,9	0,6	0,2	0,1
	STD	0,077	0,18	0,045	0,22	0,014	0,018	0,011	0,013	0,0025
Médias	Elemento	Ca	Si	Fe	Al	Pb	K	Ti	Sn	Sr
	%	31,97	15,57	5,93	4,83	1,70	0,87	0,63	0,20	0,10
	STD	0,144	0,330	0,089	0,407	0,025	0,033	0,021	0,025	0,005

Matéria Prima										
Amostra: Argila Cinza										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	1,9	31,7	11,7	4,1	0,6	0,0	0,5	0,1	0,0
	STD	0,018	0,240	0,273	0,027	0,016	0,000	0,006	0,001	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	1,9	31,6	11,7	4,2	0,6	0,0	0,5	0,1	0,0
	STD	0,018	0,240	0,272	0,026	0,016	0,000	0,006	0,001	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	1,8	31,4	12,1	4,0	0,6	0,0	0,4	0,1	0,0
	STD	0,018	0,246	0,283	0,026	0,016	0,000	0,006	0,001	0,005
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	1,84	31,56	11,84	4,12	0,62	0,00	0,46	0,08	0,01
	STD	0,030	0,419	0,478	0,046	0,028	0,000	0,011	0,002	0,005

Matéria Prima										
Amostra: Argila Vermelha										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	0,3	24,0	16,8	9,9	0,9	0,0	0,7	0,0	0,0
	STD	0,009	0,228	0,335	0,041	0,019	0,000	0,008	0,001	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	0,4	23,8	17,6	9,1	0,9	0,0	0,7	0,0	0,0
	STD	0,010	0,226	0,336	0,038	0,018	0,000	0,007	0,001	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	0,4	24,5	17,0	8,9	0,8	0,0	0,7	0,0	0,0
	STD	0,009	0,227	0,328	0,037	0,018	0,000	0,007	0,001	0,000
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	0,37	24,10	17,11	9,30	0,86	0,00	0,69	0,03	0,00
	STD	0,017	0,393	0,576	0,067	0,031	0,000	0,013	0,002	0,000

Matéria Prima										
Amostra: Argila Amarela										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	0,0	28,9	18,0	2,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
	STD	0,000	0,216	0,284	0,019	0,000	0,000	0,004	0,008	0,004
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	0,0	27,7	19,2	2,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
	STD	0,000	0,225	0,309	0,020	0,000	0,001	0,004	0,009	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	0,0	29,2	17,6	2,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	STD	0,000	0,240	0,315	0,020	0,000	0,001	0,005	0,009	0,000
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	0,00	28,61	18,27	2,74	0,00	0,00	0,24	0,03	0,00
	STD	0,000	0,394	0,524	0,034	0,000	0,002	0,008	0,015	0,004

Matéria Prima										
Amostra: Areia										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
1	%	0,0	45,7	0,9	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	STD	0,000	0,258	0,113	0,004	0,000	0,000	0,005	0,001	0,000
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
2	%	0,0	45,8	0,7	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	STD	0,000	0,248	0,098	0,004	0,000	0,000	0,005	0,001	0,004
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
3	%	0,0	45,6	1,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
	STD	0,000	0,241	0,101	0,004	0,000	0,000	0,004	0,001	0,000
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Sn
	%	0,00	45,69	0,84	0,07	0,00	0,00	0,28	0,01	0,00
	STD	0,000	0,432	0,180	0,007	0,000	0,000	0,008	0,001	0,004

Matéria Prima										
Amostra: Óxido de Ferro										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sn
1	%	0,0	0,0	0,0	69,7	0,0	0,0	0	0,1	0,1
	STD	0,000	0,000	0,000	0,11	0,000	0,000	0,003	0,006	0,014
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sn
2	%	0,0	0,0	0,0	69,7	0,0	0,0	0	0,1	0,1
	STD	0,000	0,000	0,000	0,1	0,000	0,000	0,002	0,006	0,014
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sn
3	%	0,0	0,2	0,0	69,4	0,0	0,0	0	0,1	0,1
	STD	0,000	0,058	0,000	0,1	0,000	0,000	0,003	0,006	0,014
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Zn	Sn
	%	0,00	0,07	0,00	69,60	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
	STD	0,000	0,058	0,000	0,179	0,000	0,000	0,004	0,011	0,024

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 1A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	1,3	30,4	14,9	2,5	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0
	STD	0,013	0,206	0,252	0,017	0,014	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	1,3	30,7	14,5	2,5	0,7	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,014	0,218	0,263	0,017	0,015	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	1,3	30,7	14,5	2,5	0,7	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,014	0,218	0,263	0,017	0,015	0,000	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	1,32	30,59	14,60	2,48	0,66	0,00	0,41	0,04	0,05
	STD	0,023	0,370	0,450	0,030	0,025	0,000	0,009	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 2A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	1,2	31,5	13,7	2,4	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,014	0,223	0,262	0,018	0,015	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	1,2	30,9	14,6	2,2	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,012	0,207	0,248	0,016	0,013	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	1,2	30,1	15,5	2,3	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,013	0,217	0,270	0,016	0,014	0,000	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	1,19	30,82	14,59	2,30	0,61	0,00	0,42	0,03	0,06
	STD	0,022	0,374	0,450	0,029	0,024	0,000	0,009	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 3A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	0,9	28,0	17,9	2,4	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,011	0,195	0,262	0,016	0,012	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	0,9	28,1	18,0	2,3	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,011	0,200	0,269	0,016	0,013	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,9	28,3	17,7	2,4	0,5	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,011	0,199	0,265	0,016	0,012	0,001	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,87	28,13	17,87	2,34	0,55	0,00	0,42	0,03	0,06
	STD	0,019	0,343	0,459	0,028	0,021	0,001	0,008	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 4A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	0,9	28,2	17,0	3,2	0,7	0,0	0,5	0,0	0,1
	STD	0,011	0,198	0,264	0,019	0,014	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	1,0	28,1	17,0	3,1	0,8	0,0	0,5	0,0	0,1
	STD	0,012	0,200	0,265	0,019	0,014	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,9	28,2	17,0	3,1	0,7	0,0	0,5	0,0	0,0
	STD	0,011	0,198	0,261	0,019	0,014	0,007	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,92	28,18	17,03	3,15	0,74	0,01	0,46	0,03	0,05
	STD	0,020	0,344	0,456	0,033	0,024	0,007	0,009	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 5A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	1,0	29,8	15,5	2,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1
	STD	0,012	0,211	0,264	0,019	0,015	0,000	0,000	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	1,0	29,0	16,1	3,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1
	STD	0,013	0,215	0,276	0,020	0,015	0,010	0,000	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,9	29,1	16,5	2,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1
	STD	0,011	0,203	0,261	0,017	0,014	0,000	0,000	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,96	29,29	16,04	2,74	0,75	0,01	0,00	0,03	0,06
	STD	0,021	0,363	0,463	0,032	0,025	0,010	0,000	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 6A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	0,7	27,9	16,9	3,8	0,8	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,010	0,194	0,256	0,021	0,014	0,001	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	0,7	28,7	15,9	3,9	0,9	0,0	0,5	0,0	0,1
	STD	0,010	0,200	0,257	0,021	0,015	0,001	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,7	28,8	16,0	3,8	0,9	0,0	0,5	0,0	0,1
	STD	0,010	0,202	0,259	0,021	0,015	0,000	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,70	28,48	16,26	3,82	0,85	0,01	0,45	0,03	0,06
	STD	0,018	0,344	0,445	0,036	0,026	0,001	0,009	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 7A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	1,2	30,4	14,7	2,6	0,7	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,012	0,200	0,244	0,017	0,013	0,001	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	1,2	30,2	15,0	2,6	0,8	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,013	0,203	0,247	0,017	0,014	0,001	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	1,1	29,9	15,5	2,5	0,7	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,012	0,193	0,239	0,017	0,013	0,001	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	1,18	30,18	15,05	2,58	0,72	0,01	0,40	0,04	0,05
	STD	0,021	0,344	0,422	0,030	0,023	0,002	0,008	0,001	0,002

Experimentos - Pré-reprodução										
Amostra: 8A										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	0,9	29,7	16,2	2,2	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,011	0,199	0,251	0,016	0,012	0,001	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	0,9	30,4	15,7	1,9	0,5	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,010	0,197	0,242	0,015	0,012	0,000	0,005	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,9	30,5	15,6	1,8	0,5	0,0	0,4	0,0	0,1
	STD	0,011	0,208	0,255	0,014	0,013	0,000	0,005	0,001	0,001
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,89	30,21	15,82	1,98	0,55	0,00	0,38	0,03	0,05
	STD	0,019	0,349	0,432	0,026	0,021	0,001	0,008	0,001	0,002

Reprodução Tecnológica										
Amostra: RE										
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
1	%	0,8	28,3	12,5	9,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1
	STD	0,011	0,227	0,282	0,037	0,000	0,002	0,006	0,001	0,001
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
2	%	0,8	27,9	12,7	10,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1
	STD	0,011	0,220	0,276	0,037	0,000	0,020	0,006	0,002	0,002
Medida	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
3	%	0,8	28,6	12,2	9,5	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1
	STD	0,011	0,229	0,281	0,037	0,000	0,019	0,006	0,002	0,002
Médias	Elemento	Ca	Si	Al	Fe	K	Pb	Ti	Sr	Zr
	%	0,78	28,30	12,48	9,70	0,00	0,06	0,51	0,04	0,07
	STD	0,020	0,391	0,484	0,064	0,000	0,028	0,011	0,003	0,003

ANEXO A**RELATÓRIO DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA**



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 111.166

Recife, 17 de março de 2015

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação da absorção de água e tensão de ruptura à flexão.

MATERIAL: Uma amostra de ladrilho cerâmico, produzido por moldagem manual, dimensões 14 cm x 14 cm, sem marca e sem referências, coletada e fornecida pelo cliente.

CLIENTE: YURI MENEZES FREITAS.

RESULTADOS

a) Absorção de água (%), NBR 13.818-B/97.

CORPO DE PROVA										
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Média
14,34	15,10	14,85	15,26	14,73	14,76	14,41	15,03	14,52	14,61	14,76

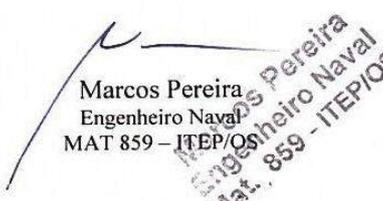
b) (*) CR= carga de ruptura em Newtons: NBR-13.818-C/87

Unidade de força	CORPO DE PROVA										MÉDIA
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
CR (N)*	1197,84	956,15	938,16	1079,16	1144,56	1009,51	1330,18	1016,97	1064,23	1053,38	1079,01

c) Módulo de Ruptura à Flexão, NBR-13.818-C/87

Unidade de força	CORPO DE PROVA										MÉDIA
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
MRF (MPa)**	7,68	5,97	5,57	6,40	6,38	6,07	8,41	6,52	6,48	6,17	6,56

(**) MRF= Módulo de ruptura à Flexão.


 Marcos Pereira
 Engenheiro Naval
 MAT 859 - ITEP/OS

LMAT – O.S. nº 00892/2015

NOTA IMPORTANTE

Os resultados deste ensaio/análise têm significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra (s) coletada (s) pelo cliente.

FL 1/1

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP

Av. Professor Luiz Freire, 700 – Cidade Universitária – Recife – PE – CEP: 50.740-540
 PABX: 81 3183.4399 FAX: 81 3183.4272 www.itep.br e-mail: itep@itep.br

ANEXO B**GLOSSÁRIO DE REVESTIMENTO CERÂMICO**

GLOSSÁRIO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Inclui definições de verbetes relacionados à cerâmica de revestimento utilizados nesta dissertação. Este glossário foi adequado a este trabalho, estando sua versão original publicada no Caderno de Terminologias⁴² do Centro Interdepartamental de Tradução e Terminologia da Universidade de São Paulo.

Siglas utilizadas:

s.f. Substantivo feminino

s.m. Substantivo masculino

IE Informação enciclopédica

Absorção de água *s.f.* Propriedade física relacionada à porosidade aberta da placa cerâmica, pois quanto mais abertos os poros, maior é a quantidade de água a penetrar na placa. **IE:** A absorção de água influencia outras propriedades, como a resistência ao gelo, a resistência ao impacto e a resistência mecânica do revestimento cerâmico.

Alumina *s.f.* Óxido de alumínio, sólido branco, de elevado ponto de fusão (2.030°C), insolúvel em água, que se apresenta formando minerais, como coríndon, rubi, zafira, etc. Obtém-se por calcinação do hidróxido de alumínio. Existe sob várias formas cristalinas, sendo as principais a alumina alfa e a alumina gama. Constituinte básico das argilas e caulins. Na massa cerâmica, eleva sua refratariedade, ou seja, a massa que inclui uma argila com alto conteúdo de alumina vitrificará a uma temperatura muito superior que outra massa que contenha uma argila com baixo conteúdo de alumina. Quando adicionada em altas porcentagens, aumenta a resistência da massa cerâmica e do esmalte, eleva a viscosidade e amplia o intervalo de fusão dos esmaltes, impedindo escorrimientos e gotejamentos. A alumina também é capaz de estabilizar os esmaltes, evitando a formação de bolhas quando há essa tendência, e atua de modo eficaz no impedimento da desvitrificação, já que inibe a formação de cristais. **Também referido como óxido de alumínio.**

Análise química *s.f.* Conjunto de procedimentos no qual se controla a composição química e mineralógica de matérias-primas da massa cerâmica, de fritas e de esmaltes. Trata-se de uma determinação de fundamental importância, pois por meio da análise da qualidade e quantidade de elementos químicos presentes na amostra, o comportamento das matérias-primas é avaliado. Geralmente são analisados elementos como: silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio, potássio, lítio, bário, vanádio, zinco, chumbo, estanho e enxofre. **IE:** a fluorescência de raios X é a técnica mais utilizada atualmente para determinação da análise química de matérias-primas cerâmicas.

Argila *s.f.* Substância terrosa constituída essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, que podem vir acompanhados de outros minerais (feldspato, quartzo, carbonatos e metais

⁴² (ALMEIDA, KAMIKAWACHI, *et al.*, 2011)

pesados), o que faz variar-lhe a cor (do branco ao avermelhado) e a capacidade de absorção de água. Manifesta propriedades plásticas quando o conteúdo de água oscila entre determinados limites. Torna-se rígida após a secagem e adquire a dureza de aço após queima em uma temperatura elevada adequada. Constitui a matéria-prima básica dos revestimentos cerâmicos.

IE: a plasticidade também depende de outros fatores, tais como: **a)** o tamanho da partícula da argila – as de partículas mais finas serão mais plásticas, as de partículas mais grossas (caulim) serão menos plásticas; **b)** a forma laminar da partícula de argila – se a forma da partícula é plana, delgada e larga (de forma hexagonal), ao ser umedecida, toda argila se torna plástica e trabalhável, conservando a forma da peça durante a secagem devido à intensa coesão das partículas.

Argilomineral *s.m.* Grupo de minerais constituintes característicos das argilas, composto basicamente de silicato de alumínio ou magnésio hidratados, podendo conter outros elementos como ferro, cálcio, sódio, potássio, lítio, etc. Graças aos argilominerais, as argilas, na presença de água, desenvolvem uma série de propriedades, tais como: plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade de suspensões aquosas, o que explica sua grande variedade de aplicações tecnológicas. **IE:** os principais grupos de argilominerais são caulinita, illita, montmorilonita e clorita.

Azulejo *s.m.* Placa cerâmica porosa, com absorção entre 10 a 20%, geralmente utilizada para revestir paredes internas. Apresenta formato quadrangular ou retangular de variadas dimensões (10 x 10 cm, 15 x 15 cm, 20 x 20 cm, 15 x 5 cm, 20 x 10 cm, etc.). É formado por corpo cerâmico de cor branca, com superfície vítrea, e possui: resistência contra ácidos e álcalis; resistência contra raios ultravioleta, o que evita descolorações; baixa resistência mecânica e abrasiva, devido à reduzida sollicitação dessas propriedades em revestimento de paredes.

Biqueima *s.f.* Método utilizado na queima, no qual o tratamento térmico da peça cerâmica ocorre em duas etapas, ou seja, queima-se, primeiramente, o suporte cerâmico e, posteriormente, a peça já esmaltada e decorada. A primeira etapa tem como objetivo consolidar o suporte, enquanto que a segunda estabiliza os esmaltes e as decorações aplicados no suporte queimado.

Calcário *s.m.* Rocha sedimentar constituída essencialmente por minerais de carbonato, especialmente carbonato de cálcio e de magnésio. Em revestimento cerâmico, é empregado como fundente.

Calcita *s.f.* Mineral que consiste numa forma pura de carbonato de cálcio e é sua fonte principal. Maior constituinte dos calcários e mármore.

Carbonato *s.m.* Sal do ácido carbônico muito frequente nas argilas. Os tipos de carbonato mais empregados na indústria cerâmica são a calcita e a dolomita. A existência de carbonatos numa mistura de matérias-primas argilosas altera o curso das reações que acontecem a altas

temperaturas, gerando fases cristalinas que afetam em grande medida as propriedades da peça queimada. Assim, a adição de carbonatos a uma massa exerce uma ação branqueadora sobre os produtos queimados, diminuindo ao mesmo tempo sua expansão por umidade. **IE:** as matérias-primas carbonárias (calcário, calcita e dolomita) são de fundamental importância na produção de biscoitos de revestimentos porosos, podendo atingir proporções superiores a 20% na composição da massa.

Carbonato de cálcio *s.m.* Sólido branco, insolúvel em água, que se decompõe por aquecimento formando-se óxido de cálcio (cal viva) e dióxido de carbono. Ocorre na natureza como os minerais calcita e aragonita. Fundente e branqueador, torna o esmalte mais duro e resistente, além de propiciar baixo coeficiente de expansão. É a matéria-prima mais utilizada para introduzir cálcio em massas e esmaltes. É empregado na composição da maioria dos esmaltes (fusão: 2.095 a 2.485°C). **IE:** carbonatos ou argilas calcárias são bastante empregados na fabricação de revestimentos porosos, já que regulam a porosidade, proporcionando às massas um amplo intervalo de queima, e reduzem a expansão por umidade.

Carga de ruptura *s.f.* Propriedade física relacionada à carga máxima que a placa cerâmica suporta quando é flexionada. A carga de ruptura depende da espessura da placa e da absorção de água. **IE:** a espessura da placa cerâmica deve ser proporcional à carga que ela irá receber. A propriedade é expressa por N ou Kgf.

Caulinita *s.f.* Argilomineral considerado o mineral ideal das argilas. Constituída essencialmente de sílica e alumina, conferindo à argila maior refratariedade. Constituinte principal do caulim.

Destacamento *s.m.* Defeito que ocorre após o assentamento, no qual a placa cerâmica se desprende de sua base. É causado pela incapacidade do sistema construtivo em mantê-la aderida, devido ao uso inadequado de argamassa e problemas na execução do assentamento, ou ainda, devido à expansão por umidade da própria placa. **IE:** o defeito pode ocorrer na placa cerâmica isolada ou em grupo. Quando as placas cerâmicas possuem expansão por umidade (EPU) elevada, da ordem de 0,6 mm/m, os problemas de descolamento podem vir a ocorrer em 1 ou 2 anos, enquanto que se a EPU for de 0,3 a 0,4 mm/m, o fenômeno é mais lento e os descolamentos podem ocorrer com mais tempo de uso.

Determinação da absorção de água *s.f.* Ensaio que determina a absorção de água de placas cerâmicas, de acordo com sua porosidade aberta. Pode ser realizado pelo método de fervura e possibilita a sua classificação em 5 grupos de absorção. Ensaio compulsório padronizado pela NBR 13818/1997, anexo B.

Determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão *s.f.* Ensaio que avalia simultaneamente a carga de ruptura e a resistência à flexão da placa cerâmica. O corpo-de-prova é posicionado em um determinado apoio que, por meio de barras, é submetido a uma força que aumenta gradativamente. Tanto a carga de ruptura da placa cerâmica quanto a

resistência à flexão são calculadas por equações específicas. **IE:** a equação para calcular a ruptura é: $CR = F \times L / b$ (CR: carga de ruptura em newtons; F: força de ruptura em newtons; L: distância entre barras de apoio, em milímetros; b: largura do corpo-de-prova ao longo da ruptura após ensaio, em milímetros); a equação para calcular o módulo de resistência à flexão é: $MRF = 3F \times L / 2b \times e^2$ min (mínima espessura do corpo-de-prova, em milímetros). Ensaio compulsório padronizado pela NBR 13818/1997, Anexo C.

Difração de raios x *s.f.* Determinação mineralógica qualitativa e semi-quantitativa que permite reconhecer a presença de fases cristalinas isoladas em uma amostra. A amostra pode ser analisada na forma de pó ou de pastilha, a qual é analisada por meio do difratômetro, com o auxílio de tabelas de dados existentes. Nos resultados são expressos os ângulos, as intensidades e as possíveis estruturas cristalinas da amostra analisada.

Dolomita *s.f.* Mineral cuja composição química básica é carbonato de cálcio e de magnésio, de cor branca, refratário, pois se funde aos 2.300°C. Constituinte essencial das rochas dolomíticas, é muito utilizado na composição de esmaltes, pois aumenta a viscosidade, o intervalo de fusão e a resistência. Na massa, atua como fundente energético e aumenta o coeficiente de dilatação térmica, permitindo corrigir o defeito da rachadura no esmalte.

Eflorescência *s.f.* Defeito na superfície do revestimento cerâmico que se apresenta como manchas ou resíduos de pó causados pela presença de sais solúveis nas matérias-primas, principalmente nas argilas, pelos gases derivados da combustão e água. Os sais podem estar contidos na massa cerâmica, como também serem absorvidos posteriormente, após o processo de fabricação, como provenientes do cimento da alvenaria, do concreto, da argamassa, da umidade, etc. Para existir eflorescência, é necessário que ocorra ao mesmo tempo a presença de água, sais solúveis e pressão hidrostática. **IE:** as cores das manchas provocadas pela eflorescência estão relacionadas com as composições químicas dos sais solúveis. As manchas de coloração esbranquiçada são sais de cálcio, potássio e sódio. As colorações de cor marrom ou verde, além de conter sódio, potássio e cálcio, também contêm óxido de ferro, manganês e material orgânico.

Empenamento *s.m.* Defeito em que há a falta de planaridade da placa cerâmica, marcado pelo desvio de pelo menos um vértice em relação ao plano estabelecido pelos outros três, que ocorre devido à diferença de retração entre o vidrado e o suporte durante o resfriamento da placa ou pelas condições de queima do produto. O empenamento pode ser: negativo, quando a face esmaltada é côncava; e positivo, quando a face é convexa.

Esmalte *s.m.* Cobertura de aspecto semelhante ao vidro, impermeável, branca, colorida, transparente ou opaca, que é aplicada sobre a placa cerâmica como decoração e/ou proteção. Os seguintes elementos básicos integram a sua composição: fritas, caulins ou argilas e diversas matérias-primas inorgânicas como feldspatos, quartzo, calcita, silicato de zircônio, alumina, etc. Também são utilizados em sua preparação aditivos, tais como os defloculantes e os ligantes. Esses elementos são utilizados na maior parte dos revestimentos cerâmicos com a

função de impermeabilizar a superfície, facilitar sua limpeza e melhorar as características estéticas do produto. **Também referido como vidrado.**

Feldspato *s.m.* Grupo de silicatos de sódio, potássio, cálcio ou outros elementos, compreendendo dois subgrupos, os feldspatos alcalinos e os plagioclásios. Componente habitual das argilas residuais, apresenta-se como um pó branco quando em boa qualidade, e amarelo ou rosado quando contém óxido de ferro. Muito utilizado como fundente na massa cerâmica e na fabricação do vidro, devido ao seu baixo custo e por ser uma das poucas fontes de compostos alcalinos insolúveis em água. Esses compostos alcalinos facilitam a formação de uma quantidade suficiente de material vítreo de viscosidade adequada, assegurando a vitrificação das peças, a sua consistência e a sua indeformabilidade durante a queima. **IE:** apesar de apresentar alta pureza química e mineralógica, a composição do feldspato pode variar dentro de um mesmo corpo ou de mina para mina, resultando em falta de constância mineralógica e química entre lotes.

Forno *s.m.* Equipamento utilizado na queima das peças cerâmicas e na calcinação de matérias-primas, que consiste em uma câmara onde são realizadas transformações físico-químicas no produto devido à ação de altas temperaturas. Os fornos podem ser contínuos ou intermitentes, de acordo com o ciclo de operação escolhido.

Forno elétrico *s.m.* Forno utilizado em procedimentos de ensaio, onde se realiza o processo de queima com corpo-de-prova, a fim de avaliar o seu desempenho em relação a variáveis da queima (velocidade, tempo, temperatura). **IE:** o forno elétrico trabalha segundo o princípio da resistência elétrica e pode apresentar diversos tamanhos.

Fratura *s.f.* Defeito no revestimento cerâmico caracterizado pela presença de fissuras que se estendem por toda a placa devido à incidência de impactos muito fortes, tendo como consequência a perda da impermeabilidade e da facilidade de limpeza nas áreas envolvidas.

Fundente *s.m.* Substância (geralmente óxidos) que reduz a temperatura de vitrificação ou fusão de um material, especialmente da sílica, convertendo-a em verniz ou vidro. Também pode provocar a fusão de outros ingredientes constituintes do corpo argiloso. **IE:** são exemplos de fundentes para massas: feldspatos potássicos e sódicos, filitos, fonolitos, granitos e nefelinas. Nos esmaltes, os óxidos modificadores de rede atuam como fundentes: K_2O , Na_2O , CaO , MgO , BaO e ZnO . Cada óxido pode ter um ponto de fusão alto ou baixo, porém, é a reação entre os óxidos que interessa ao ceramista, já que os óxidos fundentes se combinam perfeitamente com a sílica, reduzindo o ponto de fusão e formando com esta uma massa vítrea transparente. É empregado na formulação dos esmaltes e das massas cerâmicas. Com relação aos esmaltes, há diversos tipos de fundentes adequados para obter o esmalte desejado (de baixa, média ou alta temperatura, fosco ou brilhante, opaco ou transparente, áspero ou suave). No que se refere às massas, podem atuar como fundentes o carbonato de cálcio, a dolomita, a magnesita e o talco, quando adicionados em porcentagens superiores a 10, 15 ou 20%, dependendo do caso e em função da refratariedade da argila e da presença de feldspatos nas

massas. O óxido de ferro ferroso é também um poderoso fundente. Outros fundentes auxiliares, que se adicionam em porcentagens menores, podem ser o vidro moído, as fritas alcalinas e o bórax, ainda que esses últimos devam ser empregados de maneira controlada, pois podem causar problemas secundários. Nem todos os óxidos têm a mesma eficácia como fundentes, ou seja, nem todos são ativos à mesma temperatura. Na prática cerâmica, tem-se usado tanto o concentrado de feldspato praticamente puro, bem como rochas feldspáticas brutas e outras rochas ricas em minerais aluminossilicáticos como substitutos, dependendo do tipo de produto objetivado. Adicionalmente, outras matérias-primas, como talco e carbonato, podem atuar como fundentes em pequenas proporções.

Granulometria *s.f.* Característica relacionada à dimensão e à distribuição dimensional que compõem a argila. É uma das características mais importantes relacionadas à plasticidade das pastas, à permeabilidade e à resistência a verde e a seco dos corpos cerâmicos.

Gretamento *s.m.* Defeito no revestimento cerâmico caracterizado por fissuras, normalmente de forma circular ou como uma teia de aranha, que se estende da superfície externa até a interface do esmalte com a placa cerâmica. É causado pela falta de acordo entre as expansões térmicas do vidrado e do suporte, e pela elevada expansão por umidade. **IE:** o gretamento pode ser imediato ou retardado. As placas cerâmicas devem ter garantia de resistência ao gretamento.

Moagem *s.f.* Etapa da fabricação da peça cerâmica na qual matérias-primas são trituradas por meio de ação mecânica (moinho de martelo, moinho de bolas, etc.), a fim de que apresentem boa homogeneidade e redução do tamanho de suas partículas.

Módulo de resistência à flexão *s.m.* Propriedade física relacionada à capacidade de o material cerâmico suportar esforços exercidos por cargas que possam ocasionar rupturas, esmagamentos ou quebras. A resistência à flexão depende da absorção de água. Quanto maior for a resistência à flexão, menor será a porosidade da placa cerâmica. **IE:** a propriedade é expressa por N/mm² ou Kgf/cm². **Também referido como *resistência à flexão ou tensão de ruptura à flexão*.**

Óxido de alumínio *s.m.* Ver *alumina*.

Óxido de ferro *s.m.* Óxido de fórmula Fe₂O₃, sólido, de cor vermelha escura a preta, insolúvel, denso, que se pode obter por calcinação do sulfato ferroso ou desidratação do hidróxido férrico. Tem um alto ponto de fusão (1.565°C) e não atua como fundente. Presente nas massas vermelhas, geralmente incorporado através das argilas, e como corante na composição de esmaltes cerâmicos. Pode produzir variadas colorações: tons marrons, verdes e laranjas. **IE:** o mineral correspondente é a hematita. **Também referido como *óxido férrico*.**

Peneira *s.f.* Instrumento constituído, geralmente, por telas metálicas ou por fibras que formam malha (tamanho da abertura, conhecido também como *mesh*) de determinada

dimensão, através da qual as partículas menores passam, enquanto as maiores que estes orifícios ficam retidas. É utilizada para o controle granulométrico da matéria-prima que se deseja trabalhar.

Plasticidade *s.f.* Propriedade da massa cerâmica de deixar-se deformar continuamente, sem trincar, quando submetida a uma força ou tensão externa, e de conservar permanentemente a nova forma quando a força ou tensão é retirada ou reduzida abaixo de certo valor. O grau de deformação de uma massa até ela trincar aumenta progressivamente em função da quantidade de água, já que esta funciona como um lubrificante que facilita o deslizamento das partículas umas sobre as outras, assim, o ponto limite de plasticidade de uma argila dependerá do teor de água presente. Os fatores que interferem na plasticidade são: teor e temperatura da água; dimensão, composição/mineralogia e distribuição de tamanhos das partículas sólidas; forma, estrutura interna, agregação, área superficial e atração intermolecular das partículas; presença de outros materiais (matéria orgânica, areias, etc.); orientação das partículas na massa, origem das argilas e tratamentos prévios. **IE:** quanto maior for a força necessária para a deformação de uma massa e quanto maior for a sua deformação sem trincar, maior é a sua plasticidade. Podem-se estabelecer dois tipos de plasticidade: a boa e a má; se a massa se adapta perfeitamente à conformação, classifica-se como boa plasticidade; mas se, durante a conformação da massa, surgem defeitos no produto ou dificuldades no próprio processo de conformação, classifica-se como má plasticidade.

Quartzo *s.m.* Mineral mais abundante na crosta terrestre, elemento fundamental das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. É uma das formas cristalinas da sílica (SiO_2), sendo as outras duas a cristobalita e a tridimita. Duro, frágil, com brilho vítreo, incolor, mas pode ser encontrado com muitas colorações, quando contém pequeníssimas quantidades de impurezas. Pode ser transparente, translúcido ou opaco. Cristaliza no sistema hexagonal, apresenta dureza 7 na escala Mohs e ponto de fusão da ordem de 1.720°C . É estável abaixo de 870°C . Apresenta as variedades cristalinas (quartzo, hialino, ametista, quartzo leitoso, esfumado, etc.) e criptocristalinas (calcedônia, sílex, ágata, jaspe, etc.). As variedades mais brancas e puras são as utilizadas em cerâmica, ainda que algumas variedades de quartzo com pequenas quantidades de óxido de ferro (1,5%) sejam também de boa qualidade e possam ser utilizadas em massas que não necessitem ser absolutamente brancas. O quartzo está presente na maior parte das massas cerâmicas, desempenhando várias funções. Utiliza-se fundamentalmente para diminuir a plasticidade da massa e aumentar a permeabilidade da peça crua e o coeficiente de dilatação da peça queimada. Esse mineral também evita que a massa se deforme ou se contraia demasiadamente tanto na secagem quanto na queima. Exerce ação refratária, já que eleva a temperatura de vitrificação, e auxilia no ajuste da viscosidade da fase líquida formada durante a queima, daí a sua ampla utilização também na composição do esmalte. Além de elevar a refratariedade do esmalte, aumenta sua resistência mecânica e química. Esmaltes que sofrerão excessivo desgaste ou impacto deverão conter maiores porcentagens de quartzo.

Queima *s.f.* Etapa do processo produtivo na qual a peça cerâmica é submetida a temperaturas elevadas devido à ação do calor de fornos específicos. Tem como finalidade adquirir características técnicas finais desejadas no produto, tais como: brilho, cor, porosidade, estabilidade dimensional, resistência à flexão, ao gretamento, a altas temperaturas, ao ataque de agentes químicos, etc. O processo de queima é composto basicamente por três etapas: 1º zona de aquecimento lenta; 2º zona de queima; 3º zona de resfriamento.

Retração de queima *s.f.* Fenômeno no qual a placa cerâmica diminui de tamanho em decorrência da liberação de umidade do material na etapa de queima.

Retração de secagem *s.f.* Fenômeno no qual a placa cerâmica diminui de tamanho em decorrência da liberação de umidade do material na etapa de secagem.

Revestimento cerâmico *s.m.* Material cerâmico composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, utilizado para revestir pisos e paredes. Após a conformação, o material cerâmico obtido deve passar pela secagem e queima sob temperatura suficientemente alta, o que promoverá alterações em suas características e propriedades físicas. Pode ter a sua superfície esmaltada ou não-esmaltada. Os revestimentos devem seguir especificações adequadas, dependendo do local onde serão instalados. **Também referido como placa cerâmica.**

Rodapé *s.m.* Peça cerâmica, semelhante a uma pequena barra de aproximadamente 8 cm de altura, que reveste a parte inferior de paredes internas e externas, rente ao chão. No caso da cerâmica, é desejável que o rodapé assentado apresente-se coordenado com a tonalidade e os espaços entre as placas utilizadas no piso. Cumpre função estética e de proteção à parte inferior da parede, que está sujeita a impactos de móveis, varredura ou lavagem do piso.

Sal solúvel *s.f.* Grupo de substâncias que inclui cloretos, sulfatos, nitratos e alguns silicatos. Geralmente são solúveis em água. Podem estar presentes como impurezas nas argilas ou na água de trabalho. Quando a sua porcentagem excede certa quantidade (mais de 0,05%), produzem defeitos tais como a *eflorescência*. São especialmente prejudiciais o sulfato de cálcio (gesso), o de magnésio e o cloreto de sódio. **IE:** durante a secagem, os sais presentes na argila vão emigrando para a superfície, onde se cristalizam e se fixam, formando manchas esbranquiçadas ou amareladas, mais visíveis nas massas vermelhas do que nas brancas, embora prejudiquem todo tipo de massa.

Sílica *s.f.* **1.** Grupo de minerais cuja composição química inclui unicamente dióxido de silício. Cada espécie química apresenta uma estrutura cristalina própria e diferenciada das demais. **2.** Dióxido de silício de fórmula SiO₂, sólido cristalino, incolor, de elevado ponto de fusão (1.710°C). Insolúvel em ácidos, exceto o fluorídrico, e solúvel em álcali fundido. Encontra-se na natureza sob múltiplas formas mineralógicas, entre as quais, destaca-se o quartzo, um dos minerais mais abundantes na crosta terrestre. Por fusão, transforma-se num material amorfo (vidro de quartzo), que possui o mais baixo coeficiente de dilatação conhecido. Fundido com outros óxidos metálicos, transforma-se em distintas variedades de vidro. Por ser o elemento formador do vidro, é o principal ingrediente do esmalte, chegando até a 50% de sua

composição. Encontra-se também na maior parte das variedades de argila, em forma de quartzo ou outra forma cristalina ou amorfa de sílica. **Também referido como dióxido de silício.**

Silicato *s.m.* Grupo de substâncias minerais constituídas por sílica, oxigênio e átomos metálicos, entre os quais se destaca o alumínio, sendo também muito frequentes o magnésio, o ferro, o cálcio e os álcalis. Os silicatos naturais formam 30% de todos os minerais conhecidos e constituem cerca de 90% da crosta terrestre. **IE:** a cerâmica não seria possível sem a existência de silicatos, já que as argilas são silicatos de alumina hidratados; o feldspato é um silicato de alumina com álcalis; o quartzo também é um silicato, assim como o talco, a mica, etc. Os esmaltes, por sua vez, também são silicatos artificiais, de menor ponto de fusão que os naturais, e são constituídos por silicatos de chumbo, de sódio e potássio, de cálcio, etc., assim como por alumino-silicatos.

Temperatura de queima *s.f.* Temperatura máxima do ciclo de queima utilizada para realizar a sinterização do material cerâmico.

Wollastonita *s.f.* Metassilicato de cálcio, de fórmula CaO.SiO_2 , pertencente ao grupo dos piroxênios. É constituído de sílica e cálcio, praticamente em partes equivalentes de ambos os componentes (51,7% de sílica e 48,3% de cálcio), com pequenas impurezas de ferro (menos de 1%). Apresenta-se geralmente na forma fibrosa ou lamelar. Raras vezes em cristais tabulares. Os cristais são geralmente translúcidos e raramente transparentes. Sua cor é tipicamente branca ou cinza, mas pode apresentar-se também nas cores amarela, vermelha ou parda. Tem brilho vítreo e dureza entre 4,5 a 5,5 na escala Mohs. Funde-se a 1.540°C . Existem formas naturais e sintéticas com expansões térmicas de 11 e 6, respectivamente. Os minerais associados são: andratita, vesuvianita, diopsídio, tremolita, epídoto, vários feldspatos plagioclásios e calcita. É empregado em massas para revestimento cerâmico, associado ou não com o talco, exercendo ação fundente, com a vantagem de que quase não dilata ao calor, não desprende gases durante a queima, sendo ideal para obtenção de produtos por monoqueima, pois contribui para a melhoria da resistência mecânica do suporte, para a diminuição da contração de queima e para a redução do ciclo de queima. A adição de wollastonita à massa cerâmica promove o aumento da resistência ao choque térmico, evita sensíveis reduções volumétricas durante o resfriamento e impede a absorção da umidade atmosférica na peça queimada, evitando o gretamento dos esmaltes. Corpos cerâmicos obtidos a partir de massas a base de wollastonita adquirem diversas características, tais como: baixa dilatação térmica, brilho, superfície lisa e mínima tendência a expansão. Também é utilizada nos esmaltes como agente que contém cálcio e sílica, evitando os inconvenientes do carbonato de cálcio cru, cuja tendência é a formação de bolhas. Empregado nos esmaltes em teores de 5% a 20%, melhora o intervalo de fusão e o brilho. Ainda nos esmaltes, serve como opacificante, produzindo opacidade com pequenas porcentagens e efeito mate em maiores adições do mineral. Pode-se utilizar como substituto parcial do feldspato em corpos vítreos a baixa temperatura.