



Composição mineralógica e química de azulejos europeus do final do século XIX e início do XX

M.F. Silva, C.P. Silva, R.S. Angélica, M.L. Costa & T.A.B.C. Sanjad

Centro de Geociências – UFPA, e-mail: marc_farinha@yahoo.com.br, crisgeologia@hotmail.com, angelica@ufpa.br, mlc@ufpa.br, thais@ufpa.br.

Abstract During the Belle Époque, an important economic period for the Amazon region, many tiles come from Europe to be used on facades of important buildings from Belém city, which was considered to be the city with most tiles on the external facades of old buildings. This research aims to contribute to the facades tiles preservation throughout an interdisciplinary study that includes mineralogical and chemical studies, besides the physical characterization of historical tiles from Portugal, France and Germany. The results obtained show that the Portuguese tiles show a high porosity when compared with those from Germany and France. The mineral composition was carried out by x-ray diffraction analysis. In the ceramic part (cookie), the following equivalent minerals were identified: anortite, gehlenite, diopside and wollastonite, which formed after calcite, quartz and kaolinite, indicating that such tiles were burned over 1000 °C. In the glazing, quartz and cassiterite were identified, as well as K-feldspar, after scanning electron microscope analyses. The presence of amorphous material was observed, represented by high background in the x-ray diffraction spectra. The Portuguese tiles show higher water absorption than the German and France tiles. Additionally, they show a clearly differentiation among the tiles that came from important producing centers of the XIX century, like Germany and France, which present a mineralogical composition that reached temperatures above 1200 °C. The raw materials employed were possibly composed of kaolinite and quartz. Other samples also exhibit several phases derived from carbonates, which were also present in the raw material (usually used as flux), implying that the temperature was over 1000°C but did not reached 1200°C necessary to form mullite.

Palavras-chave: Azulejos, restauração, difração, cerâmica, mineralogia.

INTRODUÇÃO O azulejo é uma peça cerâmica de pouca espessura geralmente quadrada, em que uma das faces é vidrada. Essa face pode ser monocromática ou policromática, lisa ou com relevo. O azulejo é geralmente usado como elemento associado à arquitetura em revestimentos de superfícies interiores ou exteriores.

Foi no período mais próspero da região conhecido como *Belle Époque* (século XIX), que a importação de azulejos da Europa teve um considerável aumento, possibilitando uma maior diversidade dos padrões de azulejos existentes hoje na cidade de Belém. Alcântara (2001) afirma que registrou na cidade de Belém na década de 70, o maior conjunto de fachadas azulejares do Brasil, superando até mesmo a cidade de São Luís no Maranhão. Segundo Simões (1965) existe na região o que ele denominou de portuguesismo, fazendo referência à quantidade de azulejos portugueses aqui encontrados durante sua visita na década de 60, século XX.

Apesar da capital do Pará ter um grande acervo de prédios históricos com fachadas azulejadas, pouco foi investido na preservação e divulgação desse patrimônio. Devido a esses fatores atualmente Belém perde para a capital do Maranhão, que ganhou o título de “Patrimônio da Humanidade”, após a valorização do seu patrimônio artístico e cultural brasileiro.

Oliveira (2001) e Malhoa (2001) ressaltam a importância do conhecimento interdisciplinar na

conservação da herança cultural, dando ênfase ao novo caminho que integra as diversas ciências como fator fundamental para a conservação dos revestimentos de azulejos.

Esta pesquisa envolve uma aplicação das técnicas instrumentais das geociências na caracterização do azulejo antigo, tendo como objetivo principal a busca de informações sobre a sua provável matéria-prima e a possível temperatura de queima.

MATERIAIS E MÉTODOS Os materiais utilizados para a realização deste trabalho são fragmentos de azulejos fabricados em Portugal, França e Alemanha durante o final do século XIX e início do século XX. Foram analisadas dezenove amostras provenientes do acervo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará e quatro oriundas de fachadas de prédios históricos de Belém (Palacete Pinho e o Solar do Barão de Guajará) com prévia autorização das respectivas instituições responsáveis, Fundação Cultural do Município de Belém e Instituto Histórico e Geográfico do Pará. As amostras foram nomeadas de acordo com sua proveniência, sendo atribuído a elas a letra inicial dos seus países de origem (A – Alemanha; P – Portugal; F – França).

Preparação das amostras – Foram preparadas seções polidas da área transversal do azulejo, selecionando diferentes regiões do vidrado de acordo com a cor da

decoreção, evidenciando ainda as espessuras das duas camadas (vidrado e biscoito) e facilitando o manuseio e a verificação dos mesmos nos microscópios ótico e eletrônico utilizados para a obtenção dos dados químicos, físicos e mineralógicos.

A caracterização física restringiu-se à verificação da porosidade dos azulejos por meio das análises de absorção total em água e densidade pelo picnômetro de Hubbar, esse último realizado no Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (UFBA). Além disso, foram verificadas as espessuras do vidrado e do biscoito dos azulejos utilizando uma lupa e a utilização de microscópio ótico e eletrônico na verificação das possíveis fragilidades como fraturas, craquelês e bolhas de ar.

Na caracterização mineralógica, foi utilizado difratômetro de raios-x (DRX) pertencente ao Laboratório de Raios-X do Centro de Geociências da UFPA, de marca Philips, modelo PW 3710, equipado com ânodo de cobre. Foram pulverizados pequenos fragmentos do biscoito dos azulejos para montagem de lâminas para a análise (método do pó). O método de preparação do vidrado para a difração não é convencional, pois as amostras submetidas à análise de DRX não estão sendo pulverizadas, mas colocadas inteiras nas formas metálicas e fixadas com uma massa, de estrutura amorfa, é importante salientar que mineral é qualquer substância que possua forma cristalina e estrutura química cristalina e que tenha ocorrência natural. Portanto, fases cristalinas sintéticas, produzidas em laboratório ou de materiais cerâmicos, cimentos, vidros e outros produtos industriais, não deveriam ser chamados de minerais, mas neste trabalho será utilizado o termo “mineral” para esses compostos cristalinos identificáveis por meio da DRX.

A caracterização química dos vidrados está sendo realizada por intermédio de microanálises pontuais por energia dispersiva de raios-X, acoplado a um microscópio eletrônico de varredura (MEV/SED).

RESULTADOS E DISCUSSÕES
Caracterização física As amostras dos azulejos possuem espessuras variando entre 0,55cm a 1,25cm. Nestes valores estão incluídas as superfícies com relevo, tanto no vidrado quanto no tardo (parte posterior dos azulejos).

Dentre as amostras observou-se uma diferenciação na homogeneidade caracterizada pela presença ou não de grãos (minerais) em matriz vítrea. Tais grãos apresentam formas angulosas e tamanhos variados, entre 10 μ m a 40 μ m (Figs. 1 e 2).

Nos vidrados das amostras observou-se fissuras (craquelê), podem ser resultados tanto do processo de produção em função de diferenças entre os coeficientes de dilatação do biscoito (parte cerâmica)

e do vidrado, quanto da ação das variáveis climáticas. A ocorrência de bolhas dá-se devido à emissão de gases principalmente o CO₂ gerados durante a queima do azulejo, provavelmente derivados da matéria orgânica existentes na matéria-prima.

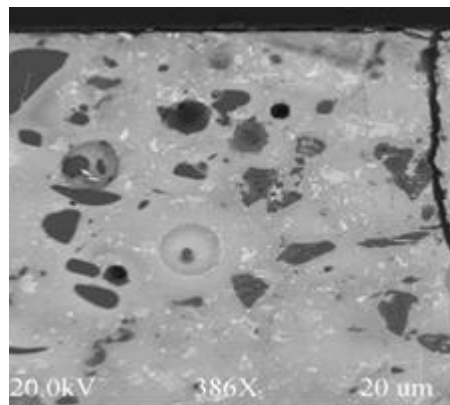


Figura 1. P2 com caráter homogêneo.

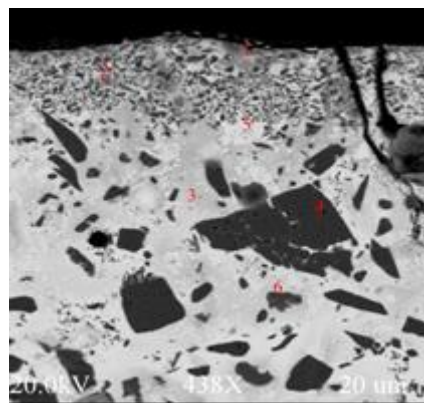


Figura 2. P1 com caráter heterogêneo.

Das amostras estudadas neste trabalho, os resultados da absorção total em água revelam uma porosidade acessível bastante diversificada. Foi observado que os azulejos portugueses são os que apresentam em geral uma maior absorção de água, quando comparados com os alemães e franceses analisados.

As análises de densidade foram realizadas utilizando o picnômetro de Hubbar os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Caracterização mineralógica Nas análises realizadas no vidrado foi possível observar a existência de fase amorfa, marcado por alto *background* identificado nos difratogramas, mas também, alguma presença de fases cristalinas, observadas em MEV/SED, estão o quartzo e a cassiterita como principais, em função de terem sido encontrados em maior quantidade nas amostras analisadas, mas foram encontradas ainda possivelmente fragmentos de álcali-feldspato. No biscoito a presença de equivalentes minerais de



anortita, gehlenita, diopsídio e wollastonita, cuja formação acontece pós quebra da estrutura da calcita, do quartzo e do argilomineral, provavelmente caulinita, indica que tais amostras tiveram temperatura de queima superior a 1000 °C.

Amostra	Densidade sem vidrado	Densidade com vidrado	Espessura do vidrado (mm)
A1	1,93	2	0,04 a 0,14
A2	1,5	1,97	0,08 a 0,14
F1	1,56	1,73	0,08 a 0,1
P1	1,66	1,64	0,5 a 0,54
P2	1,76	2,11	3,2 a 4,4
P3	1,58	1,75	1,4 a 2,4
P4i	1,61	1,65	0,08 a 0,14
P4ii	1,61	1,66	0,12 a 0,24
P5	1,64	1,72	0,1 a 0,5
P6	1,54	1,66	0,08 a 0,74
P7	1,42	1,78	0,34 a 0,44
P8	1,87	2,2	0,4 a 0,46
P9	1,71	1,75	0,46 a 0,52
P10	1,38	1,4	0,06 a 0,1
P11	1,63	1,83	0,2 a 0,3
P12	1,59	2,15	0,3 a 0,34
P13	1,77	1,9	0,28 a 0,3
P14	1,64	1,70	0,1 a 0,14
P15	1,72	1,74	0,14 a 0,3

Tabela 1. Identificação, densidade (com e sem vidrado) e espessuras do vidrado dos azulejos.

Os equivalentes minerais de mullita, cristobalita, tridimita indicam uma matéria-prima composta basicamente de caulinita e quartzo. Santos (1989) explica que tais fases são originadas a partir de um aumento crescente de temperatura, a partir de 1000°C para caulinita e tridimita, e 1200°C para cristobalita.

A calcita pode ter existido na composição do azulejo, mas sendo a queima superior a 1000°C, sua estrutura foi quebrada. Isso indica que sua formação foi pós-queima, possivelmente originada pelo óxido de cálcio sem combinação durante a cozedura do biscoito, ou pelo hidróxido de cálcio da argamassa de assentamento desses azulejos que migrou pela porosidade do material. A caracterização da composição mineralógica das amostras por difração de Raios-X e procedência estão apresentadas na Tabela 2.

Caracterização química De acordo com os resultados foi constatado que os elementos mais abundantes na matriz dos vidrados são Si, Pb e Sn. Foram observados ainda as presenças de Fe, Sb, Co, Zn e Sb, que são elementos possivelmente responsáveis pelas cores da decoração: amarelo (Fe e Sb); verde (Fe, Co, Cr e Zn); azul (Co), laranja (Sb) e

branco (Sn) que se apresentam como elementos traços.

O óxido de estanho oferece a superfície, uma coloração branca opaca na qual é possível aplicar diretamente a decoração da pintura, processo esse muito utilizado na técnica da estampilha. Essa técnica consiste no recorte do desenho a ser pintado em estampas por cor (moldes) para depois passar para o biscoito esmaltado (Sanjad 2002).

Amostras	Proced.	Resultados da Difração
P1- BIS	Portugal	quartzo, anortita, calcita, gehlenita, diopsídio
P2- BIS	Portugal	quartzo, calcita, diopsídio, gehlenita, wollastonita
P3- BIS	Portugal	quartzo, calcita, diopsídio, gehlenita, cristobalita
P4i- BIS	Portugal	quartzo, diopsídio, calcita, gehlenita, anortita
P4ii- BIS	Portugal	quartzo, diopsídio, calcita, anortita, tridimita, gehlenita.
P5- BIS	Portugal	quartzo, calcita, gehlenita, diopsídio, cristobalita.
P6- BIS	Portugal	quartzo, wollastonita, gehlenita, diopsídio.
P7- BIS	Portugal	quartzo, calcita, diopsídio, gehlenita.
P8- BIS	Portugal	quartzo, calcita, mullita, diopsídio
P9- BIS	Portugal	quartzo, gehlenita, wollastonita, calcita, diopsídio.
P10- BIS	Portugal	quartzo, gehlenita, Wollastonita.
P11- BIS	Portugal	quartzo, calcita, gehlenita, wollastonita.
P12- BIS	Portugal	quartzo, anortita, diopsídio, gehlenita, wollastonita
P13- BIS	Portugal	quartzo, calcita, diopsídio, cristobalita, gehlenita.
P14- BIS	Portugal	quartzo, mullita, diopsídio.
P15- BIS	Portugal	quartzo, tridimita, gehlenita, wollastonita.
A1- BIS	Alemanha	quartzo, mullita, cristobalita.
A2- BIS	Alemanha	quartzo, mullita, cristobalita.
F1- BIS	França	quartzo, mullita, cristobalita.

Tabela 2. Identificação, composição mineralógica da base cerâmica (biscoito) e procedência dos azulejo.

CONCLUSÕES As informações obtidas mostram claramente uma diferenciação entre os azulejos provenientes de grandes centros produtores do século XIX, como Alemanha e França, que apresentam uma composição mineralógica alcançada a temperaturas superiores a 1200 °C, cuja matéria-prima utilizada foi possivelmente composta de caulinita e quartzo. Já as demais amostras apresentam diversas fases derivadas da presença de carbonatos na matéria-prima muito utilizados como fundente, caracterizando assim uma



amostra que não ultrapassou os 1200°C necessários para formar mullita, mas que foi superior a 1000°C.

Os elementos químicos do vidrado das amostras são principalmente Si, Sn (provenientes da cassiterita e quartzo) e Pb. A pigmentação é dada principalmente em forma de óxido metálicos e em quantidades traço, conforme observado nas análises pontuais do MEV/SED.

As análises de MEV/SED mostraram que existe em alguns azulejos uma zona de interface que mistura materiais do vidrado e do biscoito, mas quando há

presença de Sn, geralmente essa zona é de forma abrupta.

Outra diferença pode ser verificada pela porosidade, que para os azulejos provenientes da Alemanha e da França são menores que os valores encontrados para as amostras portuguesas, indicando assim uma possível preocupação dos centros produtores com essa propriedade.

Agradecimentos Agradecemos ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica a nós concedida; a SECTAM/FUNTEC; a DAU/UFPA e ao NTPR/UFBA.

Referências

- ALCÂNTARA D. 2001. Azulejo, documento de nossa cultura. In: DIAS M.C.V.L. (Org). *Patrimônio azulejar brasileiro: aspectos históricos e de conservação*. Brasília: Ministério da Cultura, p. 27-73.
- ALCÂNTARA D. 2001. Azulejo, documento de nossa cultura. In: *Patrimônio azulejar brasileiro: aspectos históricos e de conservação*/ DIAS M.C.V.L. (Org). Brasília: Ministério da Cultura. p. 27 a 73.
- MALHOA M. 2001. A importância do diagnóstico: intervenção de conservação e restauro da Igreja da Ordem Terceira de São Francisco da Penitência, Salvador, Bahia. In: *Patrimônio azulejar brasileiro: aspectos históricos e de conservação*. DIAS M.C.V.L. (Org). Brasília: Ministério da Cultura. p. 111-139.
- OLIVEIRA M.M. de. 2001. *Materiais de revestimento aplicados na conservação de azulejos*. In: *Patrimônio azulejar brasileiro: aspectos históricos e de conservação*/ DIAS M.C.V.L. (Org). Brasília: Ministério da Cultura. p. 141-163.
- SANTOS P. de S. *Ciência e tecnologia de argilas*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1989. v.3.
- SANJAD T.A.B.C. 2002. *Patologias e conservação de azulejos: um estudo tecnológico de conservação e restauração de azulejos dos séculos XVI, XVII e XIX, encontrados na cidade de Belém e Salvador*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, 206p. (Dissertação de Mestrado).