

Série Tecnologia Ambiental

Estudo de uma porcelana que ornamenta o mosaico da fonte do Jardim das Princesas do Museu Nacional do Rio de Janeiro

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro
Manuella de Lima Ribeiro
Marcelle Lemos de Amorim Cerqueda
Rosana Elisa Coppedê Silva**



SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Estudo de uma porcelana que ornamenta o mosaico da fonte do Jardim das Princesas do Museu Nacional do Rio de Janeiro

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Luciana Santos

Ministra de Estado

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Secretário Executivo

Isa Assef dos Santos

Subsecretária de Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Silvia Cristina Alves França

Diretora

Robson Araujo D'Ávila

Coordenador Substituto de Administração - COADM

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Coordenadora de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

Paulo Fernando Almeida Braga

Coordenador de Processamento e Tecnologias Minerais - COPTM

Marisa Nascimento

Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais - COPMA

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Coordenador de Rochas Ornamentais - CORON

Arnaldo Alcover Neto

Coordenador de Análises Minerais - COAMI

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

ISSN 0103-7374

STA - 138

Estudo de uma porcelana que ornamenta o mosaico da fonte do Jardim das Princesas do Museu Nacional do Rio de Janeiro

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Engenheiro Químico, D.Sc., Pesquisador do CETEM/MCTI

Manuella de Lima Ribeiro

Aluna de graduação em Engenharia Química - UERJ, Estagiária do CETEM/MCTI

Marcelle Lemos de Amorim Cerqueda

Geóloga, D.Sc., bolsista PCI do CETEM/MCTI

Rosana Elisa Coppedê Silva

Engenheira Geóloga, D.Sc., pesquisadora colaboradora CETEM/MCTI

CETEM/MCTI

2025

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Editor: Luis Gonzaga Santos Sobral

Subeditor: Andréa Camardella de Lima Rizzo

CONSELHO EDITORIAL: Saulo Rodrigues P. Filho (UNB), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánches (EPUSP), Virginia Sampaio Ciminelli (UFMG), Luís Alberto Dantas Barbosa (UFBA), Ricardo Melamed (UNB), Marcello F. Veiga (University of British Columbia-Canadá), Bruce Marshall (University of British Columbia-Canadá).

Não existe uma definição única que se enquadre na ampla diversidade que o tema “Tecnologias Ambientais” abrange. Em primeiro lugar, o campo das Tecnologias Ambientais é caracterizado por um alto grau de diversidade e heterogeneidade. Em geral, o termo é usado para incluir tecnologias e aplicações que supostamente ajudam a reduzir o impacto negativo da atividade industrial e dos serviços, de usuários privados ou públicos, no meio ambiente. O conceito se refere, normalmente, a tecnologias “no final do processo” (end-of-pipe) integradas a tecnologias limpas e de recuperação de áreas contaminadas. No entanto, também pode abranger questões de sentido mais amplo, como monitoramento, medição, mudança de produtos ou gerenciamento de sistemas ambientais. As tecnologias ambientais são, portanto, de natureza interdisciplinar e podem ser aplicadas em qualquer etapa da cadeia produção-consumo. Tendo isso em mente, a *Série de Tecnologia Ambiental* tem por objetivo congrega especialistas, tais como: pesquisadores, tecnologistas, professores etc., do CETEM em particular, para que divulguem suas pesquisas em áreas tão diversas para servirem como estímulo para os novos e futuros pesquisadores.

There is no single definition that fits the wide diversity that the theme “Environmental Technologies” covers. First, the field of Environmental Technologies is characterized by a high degree of diversity and heterogeneity. In general, the term is used to include technologies and applications that are supposed to help reduce the negative impact of industrial activities and services, by private or public users, on the environment. The concept usually refers to technologies “at the end of the process” (end-of-pipe) integrated with clean technologies and recovery of contaminated areas. However, it can also cover broader issues such as monitoring, measuring, changing products or managing environmental systems. Environmental technologies are, therefore, of an interdisciplinary nature and can be applied at any stage of the production-consumption chain. Bearing this in mind, the “Environmental Technology Series” aims at bringing together specialists, such as: researchers, technologists, professors etc., from CETEM in particular, to disseminate their research in such diverse areas to serve as a stimulus for new and future researchers.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Copyright © 2025 CETEM/MCTI

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação de copyright (Lei 5.988)

Valéria Cristina de Souza
Diagramação e Editoração Eletrônica

André Luiz Costa Alves
Projeto Gráfico

Informações:
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
Homepage: www.cetem.gov.br

CIP – Catalogação na Publicação

E82

Estudo de uma porcelana que ornamenta o mosaico da fonte do
Jardim das Princesas do Museu Nacional do Rio de Janeiro /
Roberto Carlos da Conceição Ribeiro [et al.]. – Rio de Janeiro:
CETEM/MCTI, 2025.

47 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 138).

ISBN 978-65-5919-071-3.

1. Jardim das Princesas – Museu Nacional (Brasil). 2. Porcelana -
Caracterização tecnológica. 3. Faiança. I. Ribeiro, Roberto Carlos da
Conceição. II. Ribeiro, Manuella de Lima. III. Cerqueda, Marcelle
Lemos de Amorim. IV. Silva, Rosana Elisa Coppedê. VI. Centro de
Tecnologia Mineral. VII. Série.

CDD 666.5

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do CETEM/MCTI
Bibliotecário(a) Rosana Silva de Oliveira CRB7 – 5849

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 O Museu Nacional	13
1.2 O Jardim das Princesas	15
1.3 A Arte Musiva	21
1.4 Ações de Alterabilidade	21
2 OBJETIVO	24
3 METODOLOGIA	25
3.1 Coleta de Amostra	25
3.2 Avaliação em Lupa Binocular	25
3.3 Análise Química por FRX	25
3.4 Análise Mineralógica – Difração de Raios-X	25
3.5 Avaliação por meio de MEV-EDS	26
3.6 Avaliação de Cor e Brilho	26
3.7 Determinação da Dureza	29
3.8 Determinação da Porosidade, Absorção e Densidade	29
3.9 Espectroscopia Raman	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 Avaliação em Lupa Binocular	30
4.2 Análise Química - FRX	34
4.3 Análise Mineralógica – Difração de Raios - X	34

4.4 Avaliação por meio de MEV-EDS	36
4.5 Avaliação de Cor e Brilho	39
4.6 Determinação da Dureza	39
4.7 Determinação da Densidade, Porosidade e Absorção	40
4.8 Espectroscopia Raman	40
5 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

RESUMO

O Museu Nacional, no Rio de Janeiro, apresenta três pavimentos e um jardim anexo ao palácio, onde Dona Teresa Cristina começou a praticar um de seus maiores *hobbies*: o mosaico. Ela utilizava materiais que variavam desde conchas recolhidas nas praias do Rio de Janeiro até cacos e peças inteiras da louça (na maioria chinesa e inglesa) utilizada no serviço da Casa Imperial. Seu trabalho adornou bancos, fonte e até uma parede do jardim, seguindo uma arte que, segundo especialistas, se trata da Arte Musiva (palavra derivada do latim “*musca*”, que significa mosaico). A caracterização tecnológica por meio de técnicas não destrutivas, como espectroscopia Raman, a fluorescência e difração de raios-X, avaliação em lupa, avaliação por microscopia eletrônica de varredura associada à energia dispersiva, determinação da cor e do brilho, determinação da dureza e seus índices físicos, foi o objetivo do presente trabalho a fim de fornecer informações que poderão subsidiar futuras atividades de preservação e restauro. Pôde-se concluir que a amostra em estudo se trata de uma faiança, louça com pouca quantidade ou ausência de caulim, com presença mais substancial de quartzo, calcita e mulita, este último responsável pelo aspecto físico da porcelena. Já a parte azul, além desses minerais, pôde-se verificar a presença de cobalita, responsável pela coloração azul do material. A parte branca apresenta valores de luminosidade (L) superiores a 80, indicando se tratar de um material com características claras e a parte azul em torno de 50, referente ao material mais escuro e corrobora-se a coloração azul com valores do eixo b negativos. Em termos de dureza os valores médios foram de 450 HLD, indicando alta dureza, principalmente pelo alto teor de quartzo. Os índices físicos corroboram se tratar de faiança, principalmente pelo teor de absorção de água ser de 10%, valor este superior a 3%, que indica se tratar de faiança pela literatura. Finalmente, a espectroscopia Raman indica a presença de cobalto silicato de alumínio na cor azul. Vale ressaltar que faianças esmaltadas

tiveram elevada produção na década de 1320 no Sul da China, onde também foi utilizado para a produção de porcelana azul e branca e pelo aspecto do desenho do material ter aspectos orientais, trata-se de uma faiança chinesa.

Palavras-chave

Jardim das Princesas, porcelana, faiança.

ABSTRACT

The National Museum, in Rio de Janeiro, has three floors and a garden attached to the palace, where Dona Teresa Cristina began practicing one of her greatest hobbies: mosaic. She used materials that ranged from shells collected on the beaches of Rio de Janeiro to shards and whole pieces of crockery (mostly Chinese and English) used in the service of the Imperial House. Her work adorned benches, a fountain and even a wall in the garden, following an art that, according to experts, is *Arte Musiva* (a word derived from the Latin “muse”, which means mosaic). Technological characterization through non-destructive techniques, such as Raman spectroscopy, fluorescence and X-ray diffraction, magnifying glass evaluation, scanning electron microscopy evaluation associated with dispersive energy, determination of color and brightness, determination of hardness and its physical indices, was the objective of this work in order to provide information that could support future preservation and restoration activities. It was concluded that the sample under study was faience, a dish with little or no kaolin, with a more substantial presence of quartz, calcite and mullite, the latter being responsible for the physical appearance of the porcelain. As for the blue part, in addition to these minerals, it was possible to verify the presence of cobaltite, responsible for the blue color of the material. The white part presents luminosity values (L) above 80 indicating a material with light characteristics and the blue part around 50, compared to the darker material and corroborates the blue color with negative b-axis values. In terms of hardness, the average values were 450 HLD, indicating high hardness, mainly due to the high quartz content. The physical indices confirm that it is faience, mainly due to the water absorption content being 10%, a value higher than 3%, which indicates that it is faience in the literature. Finally, Raman spectroscopy indicates the presence of cobalt aluminum silicate in blue color. It is worth mentioning that enameled faience had high production in the 1320s in

Southern China, where it was also used for the production of blue and white porcelain and because the material's design has oriental aspects, it is a Chinese faience.

Keywords

Garden of the Princesses, porcelain, faience

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | O Museu Nacional

O Museu Nacional, vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é a mais antiga instituição científica do Brasil que, até setembro de 2018, figurou como um dos maiores museus de história natural e de antropologia das Américas. Localiza-se no interior do parque da Quinta da Boa Vista, na cidade do Rio de Janeiro, estando instalado no Palácio de São Cristóvão. O palácio serviu de residência à família real portuguesa de 1808 a 1821, abrigou a família imperial brasileira de 1822 a 1889 e sediou a primeira Assembleia Constituinte Republicana de 1889 a 1891, antes de ser destinado ao uso do museu, em 1892. O edifício é tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) desde 1938. Fundado por Dom João VI em 6 de junho de 1818 sob a denominação de Museu Real, o museu foi inicialmente instalado no Campo de Santana, reunindo o acervo legado da antiga Casa de História Natural, popularmente chamada "Casa dos Pássaros", criada em 1784 pelo Vice-Rei Dom Luís de Vasconcelos e Sousa, além de outras coleções de mineralogia e zoologia. A criação do museu visava atender aos interesses de promoção do progresso socioeconômico do país através da difusão da educação, da cultura e da ciência. Ainda no século XIX, notabilizou-se como o mais importante museu do seu gênero na América do Sul. Foi incorporado à Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1946.

O Museu Nacional abrigava um vasto acervo com mais de 20 milhões de itens, englobando alguns dos mais relevantes registros da memória brasileira no campo das ciências naturais e antropológicas, bem como amplos e diversificados conjuntos de

itens provenientes de diversas regiões do planeta, ou produzidos por povos e civilizações antigas. Formado ao longo de mais de dois séculos por meio de coletas, escavações, permutas, aquisições e doações, o acervo era subdividido em coleções de geologia, paleontologia, botânica, zoologia, antropologia biológica (incluindo-se neste núcleo os remanescentes do esqueleto de Luzia, o mais antigo fóssil humano das Américas), arqueologia e etnologia. Foi a principal base para as pesquisas realizada pelos departamentos acadêmicos do museu — que desenvolve atividades em todas as regiões do país e em outras partes do mundo, incluindo o continente antártico. Possui uma das maiores bibliotecas especializadas em ciências naturais do Brasil, com mais de 470.000 volumes e 2.400 obras raras.

No campo do ensino, o museu oferece cursos de extensão, especialização e pós-graduação em diversas áreas do conhecimento, além de realizar exposições temporárias e atividades educacionais voltadas ao público em geral. Administra o Horto Botânico, ao lado do Palácio de São Cristóvão, além do campus avançado na cidade de Santa Teresa, no Espírito Santo — a Estação Biológica de Santa Lúcia, mantida em conjunto com o Museu de Biologia Professor Mello Leitão. Um terceiro espaço no município de Saquarema é utilizado como centro de apoio às pesquisas de campo. Dedicar-se, por fim, à produção editorial, destacando-se nessa vertente a edição dos Arquivos do Museu Nacional, o mais antigo periódico científico brasileiro especializado em ciências naturais, publicado desde 1876.

Na noite de 2 de setembro de 2018, um incêndio de grandes proporções atingiu a sede do Museu Nacional, destruindo a quase totalidade do acervo em exposição, uma perda inestimável e incalculável para formação histórica e cultural não só do país, mas

do mundo. O edifício que abriga o museu também resultou extremamente danificado, com rachaduras, desabamento de sua cobertura, além da queda de lajes internas.

Em 2 de setembro de 2022, o Museu Nacional reinaugurou a fachada e o jardim do terraço. Em comemoração dos 200 anos da Independência do Brasil, algumas exposições também foram abertas em diferentes áreas do museu” ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_Nacional_\(Rio_de_Janeiro\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_Nacional_(Rio_de_Janeiro)) acessado em 13/02/2025).

1.2 | O Jardim das Princesas

O Jardim das Princesas, indicado em vermelho na Figura 1, localizado na lateral esquerda do Museu Nacional do Rio de Janeiro, foi utilizado como um espaço para a contemplação, satisfação, proveito e recreação dos antigos moradores do Paço. Apesar de o Jardim ser identificado em plantas da residência do período de D. João VI, ele é mais citado em biografias sobre D. Pedro II, Dona Teresa Cristina e sua filha Isabel.

A ornamentação do jardim segue o romantismo vigente na segunda metade do século XIX. Com três bancos largos e oito pequenos (que podem ser considerados troncos), dois chafarizes, e muros enfeitados com guirlandas em alto-relevo todas trabalhadas em mosaico de louças.

Foi utilizada a arte musiva por meio da técnica do embrechamento, que consiste na colagem de fragmentos de louças inglesa e chinesa, provenientes dos serviços da família imperial, e de conchas sobre o cimento fresco. A referida técnica foi realizada na Itália renascentista, provavelmente de conhecimento da

Imperatriz Teresa Cristina. A técnica teria sido repassada às suas filhas, que adornaram a fonte, os tronos, os bancos e as guirlandas existentes.

Dona Teresa Cristina era uma princesa Napolitana, filha do Rei das Duas Sicílias, Dom Francisco I. Era o ano de 1843 e ela acabara de se casar com Dom Pedro II através de procuração. O protocolo de bodas ocorrera meses antes em Nápoles e ela acabava de chegar para consumir o casamento. Ainda no desembarque, percebeu de pronto a reação nervosa do noivo.

A vida conjugal só iria começar alguns dias depois, mas dali para frente desenhou-se um grande aprendizado mútuo, que iria projetar um casamento de longa duração. Dona Teresa Cristina viveu ao lado do marido por 46 anos, vindo a falecer no Porto, em Portugal, seis meses depois da partida da família Imperial para o exílio.

Na frota que a trouxe ao Brasil fez embarcar artistas, músicos, professores, botânicos e outros estudiosos. Aos poucos, enriqueceria a vida cultural e científica brasileira, mandando vir de sua terra as primeiras preciosidades artísticas recuperadas de Herculano e Pompéia, enviadas por seu irmão, Fernando II, que sucedera ao pai no trono das Duas Sicílias, um dos reinos que iriam alinhar-se mais tarde na unificação da Itália.

Do consórcio com o Imperador, nasceram quatro filhos: dois varões, inclusive o primogênito, que morreram pouco depois do parto, e duas meninas, a princesa Isabel (que ocuparia o trono algumas vezes, na ausência de Dom Pedro II, inclusive em 1888, na assinatura da Lei Áurea) e a princesa Leopoldina.

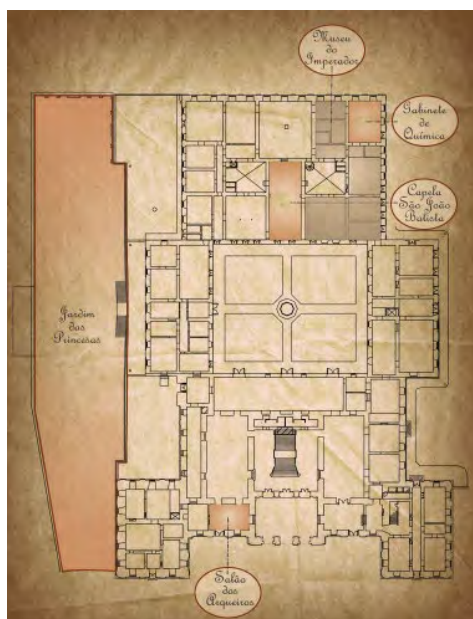
Enquanto cuidava de suas filhas no jardim anexo ao Palácio de S. Cristóvão, no Rio de Janeiro, denominado então Jardim das

Princesas, Dona Teresa Cristina fez revelar um de seus dotes artísticos pessoais, o mosaico. Como boa italiana, carregava na alma o gosto pela harmonia das tesselas e foi com conchas, recolhidas nas praias do Rio, e com cacos das peças de serviço de chá da Casa Imperial que recobriu os bancos, tronos, fontes e paredes do Jardim das Princesas, enquanto cuidava das filhas.

Todas essas obras têm data. Por circunstâncias do destino, a pesquisadora Maria Beltrão, do Museu Nacional, descobriu no recosto de um dos bancos no Jardim das Princesas uma inscrição rabiscada na argamassa, apenas com a data 29 de julho de 1852. É a data de aniversário de seis anos da Princesa Isabel. O gesto da princesinha acabou datando a obra da mãe.

A importância dessa datação é que a obra da Imperatriz e sua opção pelo uso de quebras de porcelanas no revestimento de bancos, fontes e paredes ocorre pelo menos 50 anos antes de Gaudi e Josep Jujol optarem pelo uso de azulejos no revestimento de suas obras no Parque Guell, na Casa Millá e na Casa Batlló, em Barcelona, todas dos primeiros anos do século XX. Os mestres da Catalunha provocaram uma verdadeira revolução na história da arte musiva um pouco por toda parte. Claro que a iniciativa individual da Imperatriz não tem a mesma grandiosidade que foi possível a Gaudi e Jujol, por meio de uma equipe de operários e artesãos. Mas trata-se inequivocamente de uma atitude de grande importância histórica, pela primazia de tê-la concebida em terras brasileiras, com os recursos possíveis para a época e de acordo com as circunstâncias do país. É obra para ser reverenciada por todos os artistas brasileiros e estrangeiros. Mais ainda: é para ser restaurada e exibida com orgulho pelos mosaicistas, especialmente os daqui e pelos italianos, compatriotas da Imperatriz, que se tornou mulher do Imperador e mãe exemplar.

Estudos sobre a área foram realizados pela arqueóloga Maria Beltrão, do Museu Nacional, em meados dos anos 90 e transformado em publicação avulsa do Museu nacional em 1997. A arqueóloga realizou algumas escavações na área, dentro de um projeto histórico que visava conhecer o passado dos que habitaram a área circundante ao Palácio, antes de se tornar residências das famílias Real e Imperial. Na descrição que a professora faz do Jardim das Princesas, chega a classificar, uma a uma, as diversas conchas recolhidas pela Imperatriz (Patellidae, Trochidae, Arcidae, etc. etc. etc.), mas passa rápido pelos fragmentos de louça, assinalando apenas serem "em sua maioria inglesas". (<https://mosaicodobrasil.tripod.com/id9.html> acessado em 13/02/2025).



Fonte: <https://www.museunacional.ufrj.br/casadoimperador/pavimento1.html>.

Figura 1: Jardim das Princesas.



Figura 2: Fonte principal do Jardim das Princesas ornado com porcelanas e conchas.



Fonte: <https://oglobo.globo.com/rio/museu-nacional-vai-restaurar-jardim-das-princesas-nunca-aberto-visitacao-24209765>

Figura 3: Banco do jardim ornados com as porcelanas e conchas.



Figura 4: Guirlandas ornamentadas com fragmentos de porcelana e conchas no Jardim das Princesas.



Fonte: <https://oglobo.globo.com/rio/antiga-residencia-da-familia-real-palacio-da-quinta-da-boavista-guardava-historia-do-brasil-23034331> , consultado 13/02/2025.

Figura 5: Detalhe da porcelana e das conchas que ornamentam o jardim.

1.3 | A Arte Musiva

A arte musiva é uma técnica milenar que consiste em criar padrões e desenhos com pequenos fragmentos de materiais. Também é conhecida como arte do mosaico e suas características são: feita com tesselas, ou seja, pequenos fragmentos de materiais como vidro, mármore, pedras semipreciosas, cerâmica, entre outros; os padrões podem ser monocromáticos ou policromáticos; pode ser abstrata ou representacional; pode ser usada em calçadas, paredes, igrejas, museus, avenidas, palácios, entre outros.

A arte musiva surgiu na época greco-romana e os romanos utilizaram a técnica em pavimentos e paredes. Já no período bizantino, a arte musiva foi usada em tetos e cúpulas de igrejas e no Renascimento, a arte musiva foi muito cultivada. Um dos grandes nomes dessa técnica é o artista catalão Gaudi.

Muitos exemplos da arte musiva são encontradas em diversas partes do mundo como o Calçadão da praia de Copacabana, no Rio de Janeiro, os Mosaicos da Villa romana, intitulado de “Torre de Palma”, em Monforte, Portugal, os Mosaicos em igrejas, museus, avenidas e palácios; e, especificamente toda arte empregada na decoração do Jardim das Princesas.

1.4 | Ações de Alterabilidade

É de conhecimento geral a existência de dois principais fatores que resultam em danos, sendo eles reversíveis ou não, nos monumentos: a ação do tempo e a ação humana.

Pela constante exposição ao tempo, o intemperismo é um mal que cerca diversas esculturas, visto que as mesmas muitas vezes localizam-se a céu aberto, sem qualquer proteção dos danos causados pelas ocorrências ambientais e pela poluição. Dentre

estas, algumas das mais vistas no âmbito da restauração de monumentos são: Eflorescência, causada pelo acúmulo de cristais de sal, alterações colorimétricas, podendo ser causadas pelo depósito de sujidade ou de altas concentrações de substâncias poluentes em locais onde o tráfego se dá mais movimentado, crostas negras, que se dão pela formação de uma camada de gesso (cristais de gipsita) graças a interação química do enxofre com materiais pétreos que apresentem carbonato, resultando em alterações que podem comprometer desde a instância estética da obra até sua estrutura (FREITAS et al., 2024). No caso do Jardim das princesas, além das alterações causadas pelo tempo, verifica-se intensificada a ação do homem devido a realização de diversos furtos de boa parte das porcelanas que formavam os mosaicos como pode-se observar nas Figuras 6 e 7.

São obras delicadas, algumas delas intactas, outras muito mutiladas, que ainda se encontram no local. O Palácio de S. Cristóvão foi sucessivamente habitado por D. João VI, logo após sua chegada ao Rio de Janeiro, em 1808; depois por D. Pedro I e em seguida por D. Pedro II, até o banimento da família Imperial, imposto pelos militares em 1889. Dois anos depois, o Palácio foi transformado em Museu Nacional de Ciências Naturais, e desde 1891 não sofre alterações. É administrado hoje pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que mantém ali um corpo de pesquisadores. As peças de Ciências Naturais algumas delas reunidas ao tempo do Império são abertas à visitação, mas os mosaicos da Imperatriz são inacessíveis ao público. A área do Jardim das Princesas está fechada desde que, tempos atrás, a abertura do espaço ao turismo descontrolado resultou em retiradas de tesselas e outros objetos de decoração levados como souvenir.

Infelizmente, alguns dos trabalhos musivos de Dona Teresa Cristina estão muito danificados, antes pela predação de pessoas inescrupulosas, hoje pela ação do tempo e pela exposição às intempéries. Atualmente, o local é totalmente vedado aos visitantes (<https://mosaicodobrasil.tripod.com/id9.html> visitado em 13/02/2025).



Fonte: <https://mosaicodobrasil.tripod.com/id9.html>, consultado em 13/02/2025.

Figura 6: Ação do tempo destruindo braço de um dos bancos além do roubo de porcelanas.



Fonte: <https://mosaicodobrasil.tripod.com/id9.html>, consultado em 13/02/2025.

Figura 7: Porcelanas roubadas.

2 | OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi realizar a caracterização tecnológica de uma porcelana oriunda da fonte principal do Jardim das Princesas, localizado no Museu Nacional do Rio de Janeiro com equipamentos não destrutivos que se encontrava desprendida no chão da mesma.

3 | METODOLOGIA

3.1 | Coleta de Amostra

Avaliou-se uma porcelana que encontrava-se solta e quebrada em 3 partes, da fonte do Jardim das Princesas, situado no Museu Nacional, cedida pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e devolvida ao Museu Nacional ao final do estudo.

3.2 | Avaliação em Lupa Binocular

Realizou-se a observação visual a olho nu e com lupa binocular estereoscópica dos fragmentos de porcelana, em diferentes pontos de coloração.

3.3 | Análise Química por FRX

A análise química foi realizada utilizando o espectrômetro por fluorescência de raios X, (WDS-1), modelo AXIOS MAX (Panalytical). Os teores apresentados, expressos em percentuais, é a média das três leituras sendo determinados por análise semiquantitativa (standardless).

3.4 | Análise Mineralógica - Difração de Raios – X

Para a realização da análise por difração de raios-X a amostra foi acomodada em um amostrador, com auxílio de um gabarito e submetidas ao equipamento Bruker-D8 Endeavor, com a obtenção dos difratogramas através do método do pó, nas seguintes condições de operação: radiação $\text{CoK}\alpha$ (40 kV/40 mA);

velocidade do goniômetro de $0,02^\circ$ (2θ) por passo, com tempo de contagem de 0,5 segundos por passo e coletados de 4 a 80° (2θ), com detector sensível à posição LynxEye.

As interpretações qualitativas dos espectros obtidos foram realizadas utilizando o banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em software Bruker DiffracPlus.

3.5 | Avaliação por meio de MEV-EDS

Para avaliação em microscópio eletrônico de varredura, cada amostra foi pulverizada e secada em estufa para evaporação da água. Posteriormente, por meio da associação de energia dispersiva (EDS) do MEV, pôde-se determinar a composição química da amostra. A análise fornece informações sobre as características microestruturais de objetos sólidos por apresentar alta resolução, com valores da ordem de 2 a 5 nm com a obtenção de imagens com aparência tridimensional resultado direto da profundidade de campo e também os constituintes químicos através do EDS (DEDAVID et al., 2007).

3.6 | Avaliação de Cor e Brilho

A determinação média da coloração foi realizada nos pontos especificados nas Figuras 8, 9 e 10. O ensaio foi realizado utilizando um colorímetro portátil, modelo Spectro Guide Sphere Gloss TR220 da marca BYK, para determinação dos valores nos eixos a , b e L . Os resultados de coloração devem ser interpretados segundo a distribuição espacial das cores como indicado na Figura 11. Com base nessa figura, verifica-se que os materiais apresentam 3 valores dispostos nos eixos a , b e L . O eixo a indica a variação

de cor do verde (-a) ao vermelho (+a), o eixo **b** indica a variação de cor do azul (-b) ao amarelo (+b), e o eixo **L** de luminosidade, indica a variação do branco (100) ao preto (0).



Figura 8: Pontos determinados para medição de cor e brilho na peça 1.



Figura 9: Ponto determinado para medição de cor e brilho na peça 2.



Figura 10: Ponto determinado para medição de cor e brilho na peça 3.

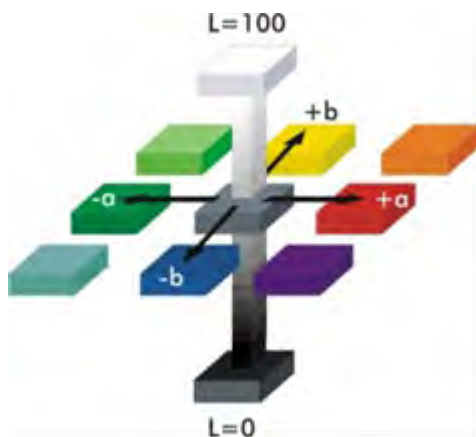


Figura 11: Determinação espacial das cores, nos eixos a, b e L. das sujidades.

3.7 | Determinação da Dureza

Avaliou-se a dureza do oratório por meio do aparelho portátil digital de impacto LEEB (Rebound Hardness Test – HDL) Equotip 550 da marca Proceq nas três peças de porcelana.

3.8 | Determinação da Porosidade, Absorção e Densidade

Para a determinação da porosidade, absorção de água e densidade específica das peças, utilizou-se a norma NBR 15845-2. A norma estabelece tempos mínimos de saturação (48 horas) e secagem (24 horas) até se alcançar massa constante, em temperatura de secagem de 70 °C no procedimento experimental, para todos os tipos de porcelanas.

3.9 | Espectroscopia Raman

Para a espectroscopia Raman, foi utilizado um equipamento portátil da marca Thermo Scientific modelo TruScan RM Analyzer com laser de 785 nm, e em um de bancada da marca Horiba modelo LabRam HR com lasers de 632 nm e 785 nm na região azul das peças.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 | Avaliação em Lupa Binocular

A avaliação microscópica da parte frontal da peça 1 (Figura 12) indicou que a superfície vitrificada se apresenta porosa, com um ponto de oxidação ferruginosa. Na parte azul observa-se a presença de craquelado. Já na parte traseira da peça 1 (Figura 13) há a presença de partes com manchas escurecidas, causadas provavelmente por umidade e/ou proliferação biológica. Há partes mais esbranquiçadas, que parecem grânulos de quartzo, e uma parte mais transparente que parece quartzo fino.

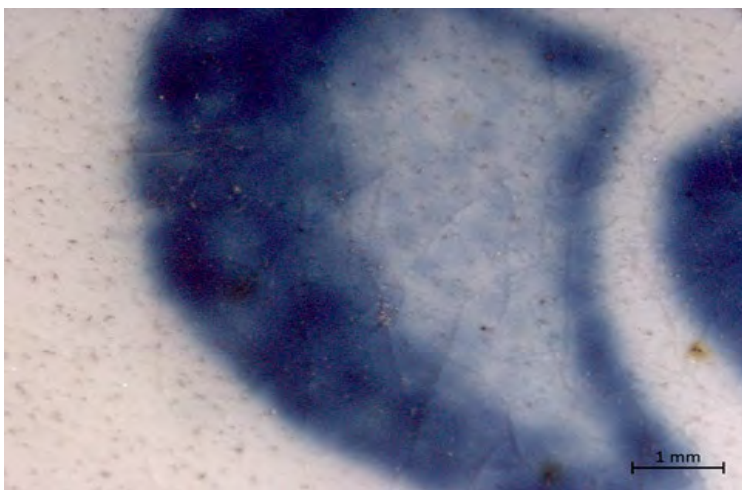


Figura 12: Avaliação microscópica da parte frontal da peça 1.

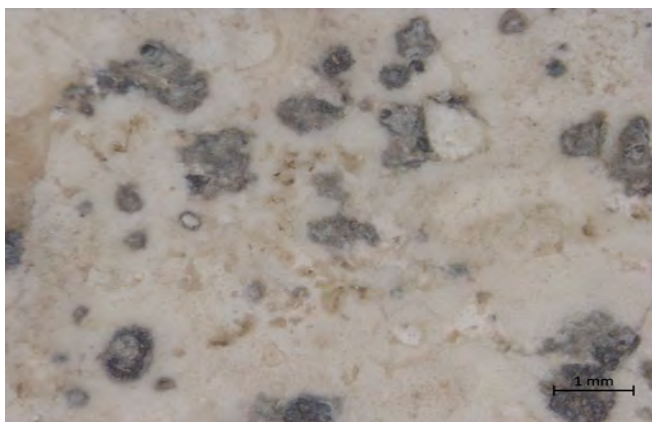


Figura 13: Avaliação microscópica da parte traseira da peça 1.

A avaliação microscópica da parte frontal da peça 2 (Figura 14) indicou que a superfície vitrificada apresenta craquelamento e vários pontos de oxidação ferruginosa. Já em sua parte traseira (Figura 15) há a presença de partes com manchas escurecidas, causadas provavelmente por umidade e/ou proliferação biológica. Há partes mais esbranquiçadas, que parecem grânulos de quartzo/calcita.

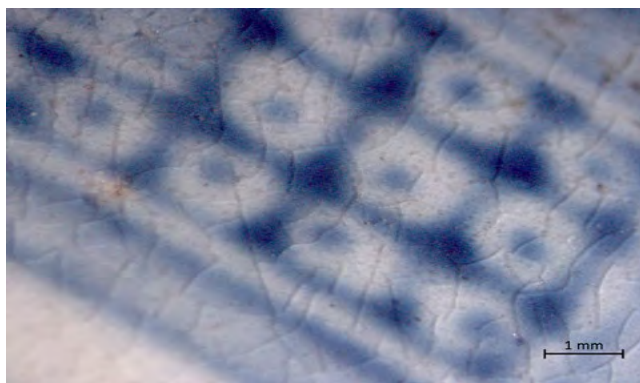


Figura 14: Avaliação microscópica da parte frontal da peça 2.



Figura 15: Avaliação microscópica da parte traseira da peça 2.

A avaliação microscópica da parte frontal peça 3 (Figura 16) indicou que a superfície vitrificada apresenta craquelamento e vários pontos de oxidação ferruginosa. Já em sua parte traseira (Figura 17) há a presença de manchas, porém muito menor que nas amostras 1 e 2, mas evidencia-se a presença de agulhas do mineral mulita. As partes esbranquiçadas parecem grânulos de calcita evidenciados nas Figuras 17 e 18.

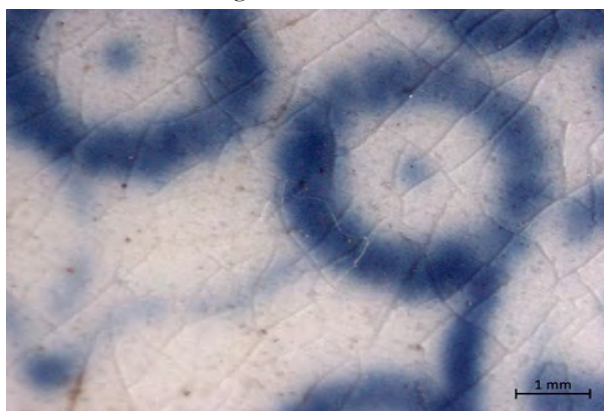


Figura 16: Avaliação microscópica da parte frontal da peça 3.

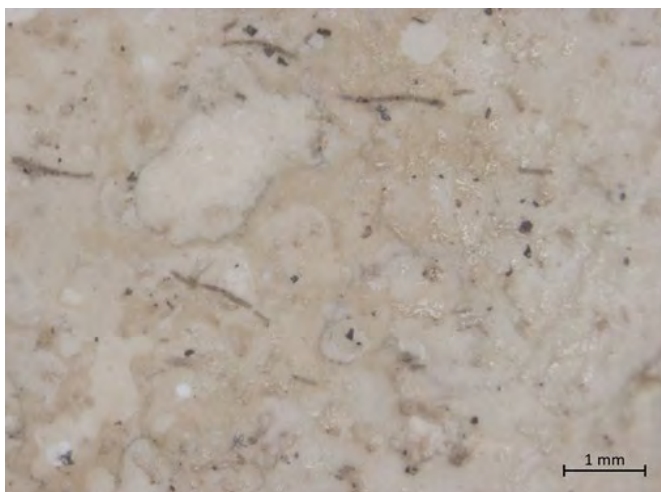


Figura 17: Avaliação microscópica da parte traseira da peça 3.1.

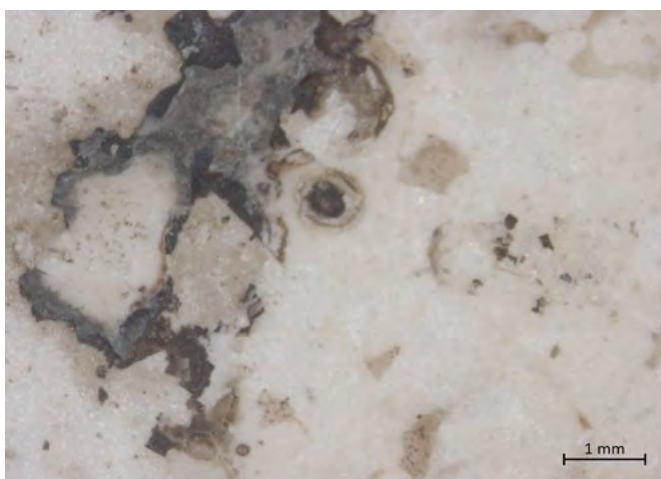


Figura 18: Avaliação microscópica da parte traseira da peça 3.2.

4.2 | Análise Química - FRX

A análise química da parte branca indicou 90% de SiO_2 , 3% de Al_2O_3 , 2,4% de TiO_2 , 3% de CaO , 0,1% de Fe_2O_3 , 0,5 % de Na_2O e 1% de K_2O . Já a parte azul apresentou valores de 90% de SiO_2 , 3% de Al_2O_3 , 1% de TiO_2 , 3% CaO , 2% de CoO e 1% de K_2O .

4.3 | Análise Mineralógica – Difração de Raios - X

Nas Figuras 19 e 20 estão apresentados os resultados de difração e Raios-X de uma amostra representativa da parte branca e uma amostra representativa da parte azul, respectivamente.

A parte branca é constituída de quartzo, mulita, cristobalita e calcita e a parte azul, além desses minerais apresenta rutilo.

A mulita é um mineral de silicato raro formado durante o metamorfismo de contato de minerais argilosos. Pode formar duas formas estequiométricas: $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ou $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$. Como a mulita não tem cátions de balanceamento de carga presentes resulta a existência de três sítios de alumínio diferentes: dois tetraédricos distorcidos e um octaédrico. A mulita pode ser encontrada em forma de mineral constituinte num tipo de rocha termicamente metamorfoseada chamada porcelanita e está presente sob a forma de agulhas em porcelana. É produzida durante vários processos de fusão e queima e é utilizada como material refratário, devido ao seu elevado ponto de fusão de 1.840°C .

A morfologia da mulita é importante para a sua aplicação. Neste caso, há duas morfologias comuns para a mulita. Uma é uma forma de plaqueta com baixa relação de aspeto e a segunda é uma forma de agulha com alta relação de aspeto. Se a mulita, em forma de agulha, puder formar-se num corpo cerâmico durante a

sinterização, tem um efeito tanto nas propriedades mecânicas como físicas, aumentando a resistência mecânica e a resistência ao choque térmico. A condição mais importante diz respeito à composição química da cerâmica. Se a relação de sílica e alumina com baixos materiais básicos como o sódio e o cálcio for ajustada, a mulita em forma de agulha forma-se a cerca de 1.400 °C e as agulhas vão entrelaçar-se. Este entrelaçamento mecânico contribui para a elevada resistência mecânica da porcelana.

A ausência de caulim na composição da amostra e a presença de mulita indica que o material se trata de faiança; são usadas argilas com pequenos percentuais de feldspatos, calcita, dolomita e talco para que sejam atingidas as propriedades desejadas após a sinterização. A presença de calcita está associada a função de fundente.

Já na parte azul, a presença de rutilo, que é um mineral de titânio, é usado como agente de coloração na fabricação da porcelana.

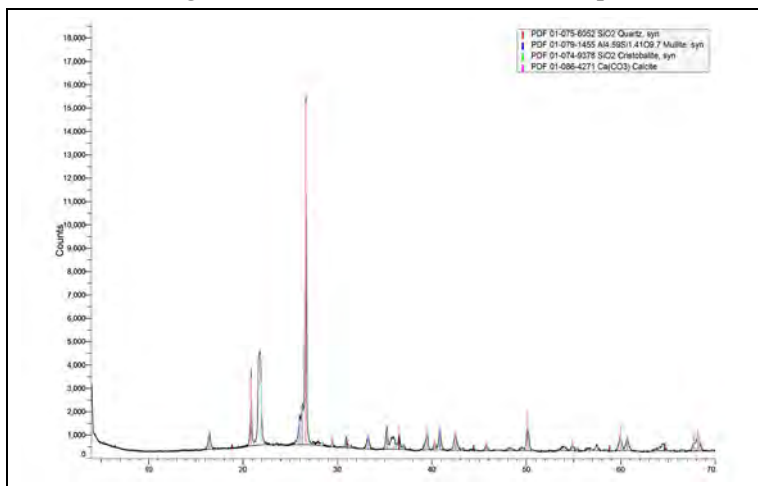


Figura 19: DRX da amostra branca.

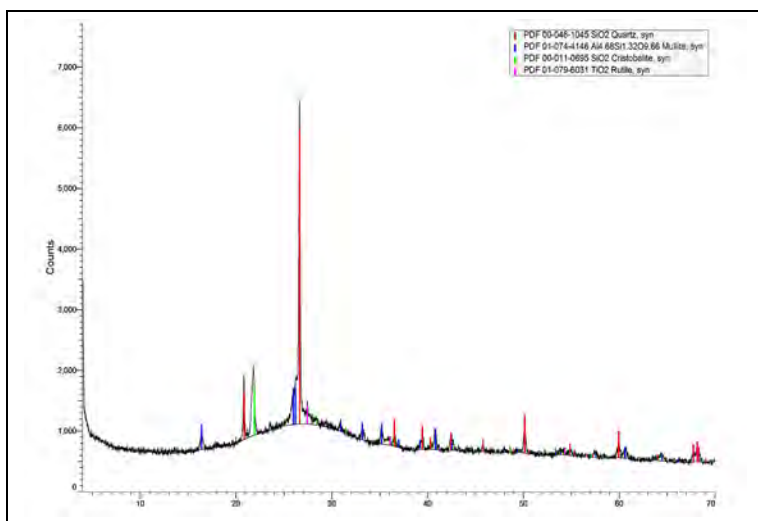


Figura 20: DRX da amostra azul.

4.4 | Avaliação por meio de MEV-EDS

Na Figura 21 verifica-se a microscopia da matriz da mostra branca onde há a presença de quartzo e calcita, principalmente. Quando se faz uma avaliação de um ponto específico verifica-se a presença de mullita, caracterizada pela presença de agulhas em sua clivagem e que compõe boa parte da porcelana, como já verificado no DRX.

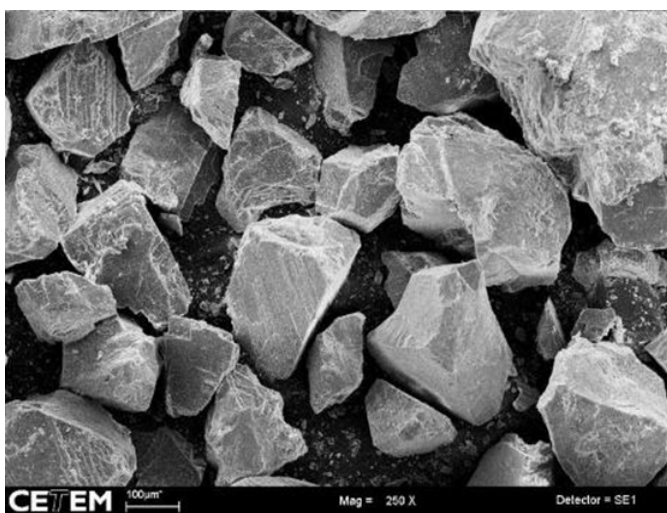


Figura 21: MEV da amostra na parte branca.

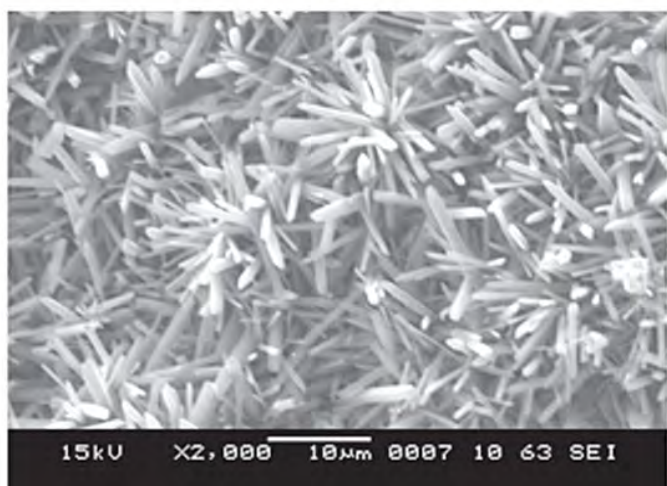


Figura 22: Ponto da matriz da amostra branca com a presença de mulita.

Na Figura 23, observa-se a matriz do ponto azul onde se verifica que além dos minerais já observados nas Figuras 21 e 22, há, ainda, pontos específicos relacionados com a presença de cobalita apresentados na Figura 24.

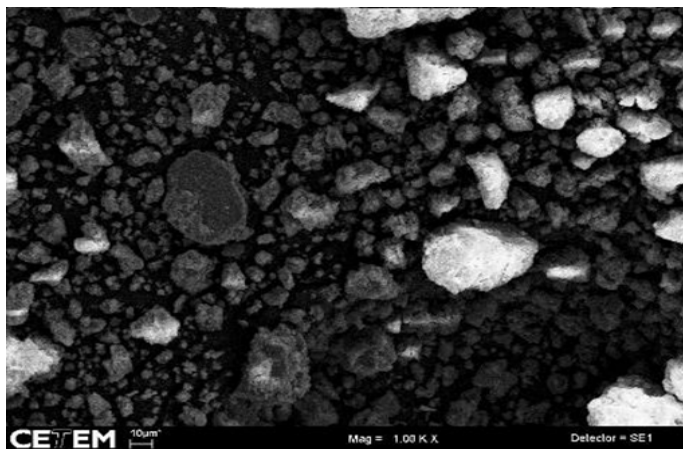


Figura 23: Matriz da região azul.

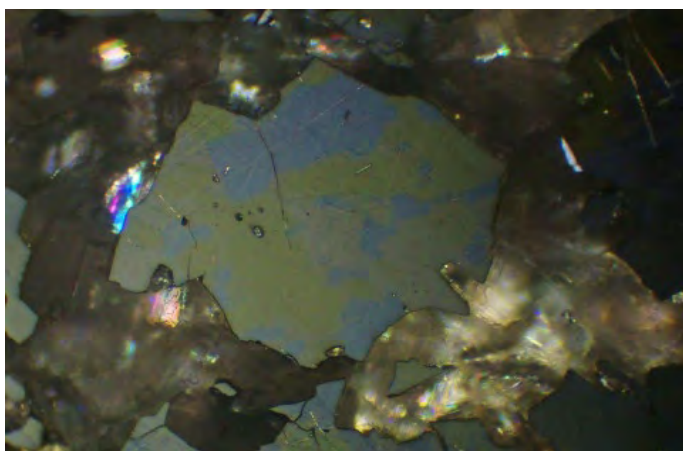


Figura 24: Ponto específico de cobalita da região azul.

4.5 | Avaliação de Cor e Brilho

Na Tabela 1 está apresentado o padrão colorimétrico dos pontos avaliados nas peças onde se pode verificar que apenas o ponto 1.2 é referente à região branca da peça, com valor de luminosidade de (L=87,4) indicando se tratar de um material claro, com valor do eixo **a** negativo indicando material verde e eixo **b** positivo indicando material amarelo, configurando-se a cor do material amarelado devido à ação do tempo. Já os demais pontos referem-se a partes de coloração azul, caracterizada pelo eixo **b** negativo e com luminosidade baixa, sendo 62,2 para peça 2 e cerca de 50 para as peças 1.1 e 3 indicando serem azul mais escuro.

Tabela 1: Determinação da cor e brilho nos pontos determinados nas três peças de porcelana.

Pontos	L	a	b
1.1	54,1	-0,3	-15,1
1.2	87,4	-1,1	10,5
2	62,2	-2,5	-12,7
3	49,3	0,7	-16,3

4.6 | Determinação da Dureza

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de dureza dos pontos avaliados nas três peças de porcelana onde se verificam valores em torno de 450 HLD indicando boa resistência mecânica das peças, principalmente pela alta presença de quartzo, que lhe confere maior dureza.

Tabela 2: Determinação da dureza das três peças de porcelana.

Peça	Dureza (HLD)
1	455
2	464
3	460

4.7 | Determinação da Densidade, Porosidade e Absorção

Na Tabela 3 estão apresentados os valores dos ensaios de índices físicos (densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água) das peças 1, 2 e 3. A densidade aparente média foi de 1,984 kg.m⁻³, indicando uma estrutura densa e compacta. A porosidade média foi de 20,22%, apontando uma estrutura com muitos poros devido à ação do tempo e a absorção de água média foi de 10%, indicando uma estrutura permeável.

Alguns autores (ALBUQUERQUE; VELOZO, 1993) classificam a faiança como um tipo de cerâmica branca de índice de absorção de água superior a 3%, corroborando se tratar de faiança.

Tabela 3: Determinação da densidade, porosidade e absorção das três peças de porcelana.

	Densidade (kg.m ⁻³)	Porosidade (%)	Absorção (%)
Peça 1	1,983	19,79	9,98
Peça 2	1,984	20,78	10,47
Peça 3	1,984	20,22	10,19

4.8 | Espectroscopia Raman

Esta técnica foi empregada para tentar identificar possíveis pigmentos utilizados no material e observou-se um pico expressivo em torno de 462 cm⁻¹ como observado na Figura 25, que pode indicar a presença de quartzo alfa.

O espectro mostra bandas em 196 cm⁻¹, 408 cm⁻¹, 512 cm⁻¹, 609 cm⁻¹ e 750 cm⁻¹, que são características do azul cobalto (CoAl₂O₄).

Estruturas de silicato de cobalto também foram observados em torno de 825 cm^{-1} , o que é típico para um íon Co^{2+} dissolvido na rede vitrificada de silicato. Tais resultados são corroborados por Pevenage et al., 2014, como pode-se observar na Figura 26 onde estudaram pigmentos de faianças chinesas.

A presença de cobalto silicato de alumínio na cor azul não é surpreendente, pois óxidos de cobalto já eram usados em contas de faianças esmaltadas do Século IV aC até o século 1 DC. A cor reapareceu e seu renascimento mais importante ocorreu no final da década de 1320 no Sul da China, onde também foi utilizado para a produção de porcelana azul e branca. Seu uso atingiu seu apogeu no Período Kangxi (NEEDHAM, 2004; WOOD, 199 e WALL, 2004).

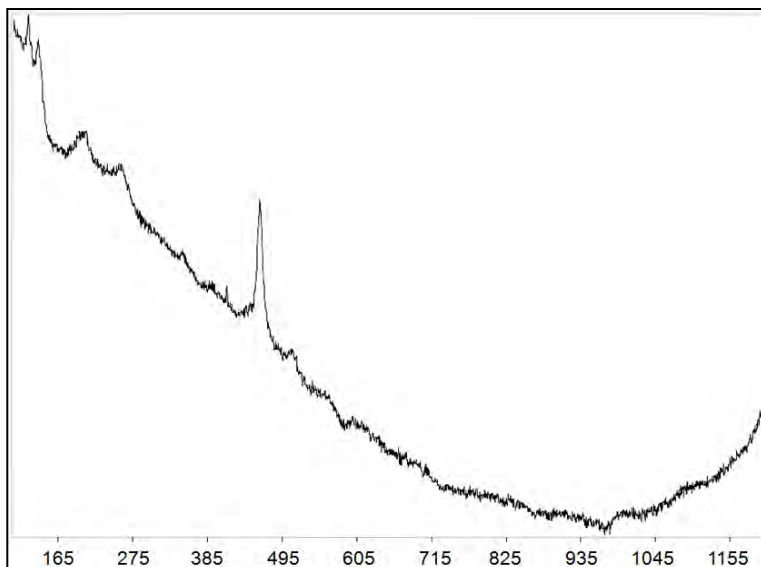


Figura 25: Espectro Raman do ponto azul da amostra.

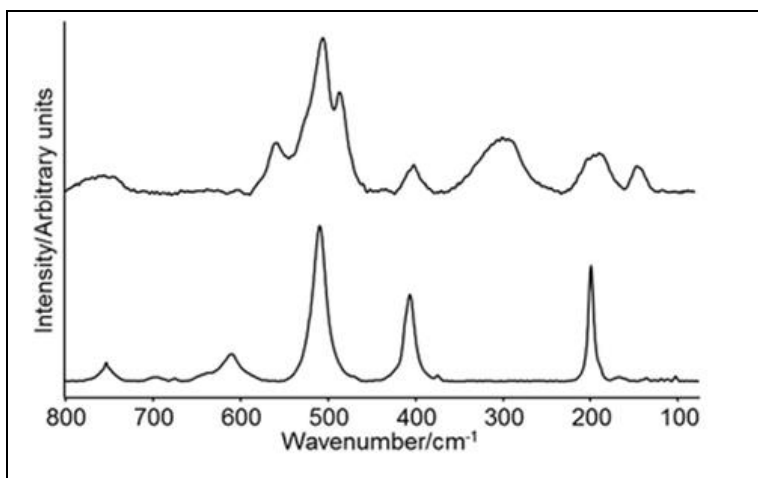


Figura 26: Espectro de pigmentos de faianças avaliadas por Pevenage et al., 2014.

5 | CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que a amostra em estudo se trata de uma faiança, louça com pouca quantidade ou ausência de caulim, com presença mais substancial de quartzo, calcita e mulita, este último responsável pelo aspecto físico da porcelana. Já a parte azul, além desses minerais, pôde-se verificar a presença de cobalita, responsável pela coloração azul do material. A parte branca apresenta valores de luminosidade (L) superiores a 80 indicando ser um material com características claras e a parte azul, em torno de 50, referente ao material mais escuro, corroborando-se a coloração azul com valores do eixo **b** negativos. Em termos de dureza, os valores médios foram de 450 HLD, indicando elevada dureza, principalmente pelo alto teor de quartzo. Os índices físicos corroboram se tratar de faiança, principalmente pelo teor de absorção de água ser de 10%, valor este superior a 3%, que indica se tratar de faiança pela literatura. Por fim, a espectroscopia Raman indica a presença de cobalto silicato de alumínio na cor azul. Vale ressaltar que faianças esmaltadas tiveram elevada produção na década de 1320 no Sul da China, onde também foi utilizada na produção de porcelana azul e branca e, pelo aspecto do desenho do material ter aspectos orientais, trata-se de uma faiança chinesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, M.B. A Revista Arquivos e a Biblioteca do Museu Nacional». Revista do Arquivo Nacional, 2016.

ALBUQUERQUE, P.T.S. e VELOZO, J.N. A faiança fina inglesa dossítios arqueológicos históricos brasileiros, CLIO Arqueológica N° 9, 1993.

DEDAVID, B.A.; GOMES, C.I e MACHADO, G. Microscopia Eletrônica de Varredura – Aplicações e Preparação de Amostras, Matérias Metálicos, Poliméricos e Semi-condutores, Porto Alegre - RS, ISBN 9789574307022.

FREITAS, V.S.; RIBEIRO, R.C.C.; CONCEIÇÃO, M.N. e SILVA, R.E.C. Recomposição de Escultura em Mármore Presente no Cemitério do Catumbi - RJ por meio de impressão 3D, Série Tecnologia Ambiental, CETEM, Rio de Janeiro - RJ, 2024.

PEVENAGE, J.V.; LAUWERS, D.; HERREMANS, D.; VERHAEVEN, E.; VEKEMANS, B.; CLERCQ, W.; VINCZE, L.; MOENSA, L. e VANDENABEELE, P. A combined spectroscopic study on Chinese porcelain containing ruan-cai colours, Anal. Methods, 2014, 6, 387-394.

NEEDHAM, J. Science and Civilisation in China vol. 5, Pt. 12: Chemistry and Chemical Technology, Ceramic Technology, Cambridge University Press, 2004.

WOOD, N. Chinese Glazes: Their Origins, Chemistry, and Recreation, A & C Black, London, 1999.

WAAL, J.D. Raman Spectrosc., 2004, 35, 646-649.

Grande Enciclopédia Larousse Cultural, 1998, p. 4132.

“Começa a Proteção de Elementos Artísticos”. Museu Nacional Vive, 25 de Fevereiro de 2021. <https://museunacionalvive.org.br/obras-no-paco-e-jardim-das-princesas/> - acessado 13 de fevereiro de 2025

“Jardim das Princesas”. Museu Nacional UFRJ. <https://www.museunacional.ufrj.br/casadoimperador/salas/jardimprincesas.html> - acessado 13 de fevereiro de 2025

“Primeiro Pavimento”. Museu Nacional UFRJ. <https://www.museunacional.ufrj.br/casadoimperador/pavimento1.html> - acessado 13 de fevereiro de 2025.

“Museu Nacional (Rio de Janeiro)”. Wikipédia, 10 de setembro de 2024. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_Nacional_\(Rio_de_Janeiro\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Museu_Nacional_(Rio_de_Janeiro)) - acessado em 13 de fevereiro de 2025.

“Incêndio de grandes proporções destrói o Museu Nacional, na Quinta da Boa Vista”. G1 Globo, 2 de setembro de 2018. <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/02/incendio-atinge-a-quinta-da-boa-vista-rio.ghml> - acessado em 13 de fevereiro de 2025.

“Museu Nacional vai restaurar o Jardim das Princesas, nunca aberto à visitação”. O Globo Rio, 26 de fevereiro de 2020. <https://oglobo.globo.com/rio/museu-nacional-vai-restaurar-jardim-das-princesas-nunca-aberto-visitacao-24209765> - acessado em 13 de fevereiro de 2025.

“Antiga residência da família real, Palácio da Quinta da Boa Vista guardava a história do Brasil”. O Globo Rio, 5 de setembro de 2018. <https://oglobo.globo.com/rio/antiga-residencia-da-familia-real-palacio-da-quinta-da-boa-vista-guardava-historia-do-brasil-23034331> - acessado em 13 de fevereiro de 2025.

“O primeiro mosaico em terras brasileiras: a obra da Imperatriz”. Mosaicos do Brasil. <https://mosaicodobrasil.tripod.com/id9.html> - acessado em 13 de fevereiro de 2025.

SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2024, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 390 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/repositorio-mineralis-e-biblioteca>.

Últimos números da Série Tecnologia Ambiental

STA-137 – **Pré-viabilidade econômica da utilização dos resíduos do mármore Bege Bahia na produção de pisos geradores de energia.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Gilson Ezequiel Ferreira e Pedro Paulo Cardoso Lima, 2025.

STA-136 – **Avaliação de risco à saúde humana da utilização de resíduos oriundos da lavra e beneficiamento do mármore Bege Bahia na produção de pisos geradores de energia.** Cristiane Andrade de Lima, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Caroline Martins de Sousa, Manuella de Lima Ribeiro e Pedro Paulo Cardoso Lima, 2025.

STA-135 – **Estudo das telhas do Mosteiro de São Bento do Rio de Janeiro.** Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda, Giovanna Oliveira Consoli Louro, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro e Nuria Fernández Castro, 2024.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
E-mail: biblioteca@cetem.gov.br
Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

NOVAS PUBLICAÇÕES

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

We ask for interchange.



Missão Institucional

Desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis, e mobilizar competências visando superar desafios nacionais do setor mineral.

O CETEM

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM é um instituto de pesquisas, vinculado ao Ministério da da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, dedicado ao desenvolvimento, à adaptação e à difusão de tecnologias nas áreas minerometalúrgica, de materiais e de meio ambiente.

Criado em 1978, o Centro está localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, na cidade Universitário, no Rio de Janeiro e ocupa 20.000m² de área construída, que inclui 25 laboratórios, 4 plantas-piloto, biblioteca especializada e outras facilidades.

Durante seus 47 anos de atividade, o CETEM desenvolveu mais de 800 projetos tecnológicos e prestou centenas de serviços para empresas atuantes nos setores minerometalúrgico, químico e de materiais.