

119

SÉRIE Tecnologia Ambiental

Biodeterioração dos painéis de azulejos de Cândido Portinari do Palácio Gustavo Capanema

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro
Giovana Oliveira dos Santos Consoli
Claudia Regina Nunes**

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL



SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Biodeterioração dos painéis de azulejos de Cândido Portinari do Palácio Gustavo Capanema

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Jair Messias Bolsonaro

Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

Paulo Cesar Rezende de Carvalho Alvim

Ministro de Estado

Sergio Freitas de Almeida

Secretário-Executivo

Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães

Subsecretário de Unidades Vinculadas

Cesar Augusto Rodrigues do Carmo

Coordenação Geral de Unidades de Pesquisa e Organizações
Sociais – CGPS

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Silvia Cristina Alves França

Diretora

Marcelo Peres Lopes

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 - 119

Biodeterioração dos painéis de azulejos de Cândido Portinari do Palácio Gustavo Capanema

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Eng. Químico, D.Sc. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela EQ-UFRJ. Pesquisador Titular do CETEM/MCTI

Giovana Oliveira dos Santos Consoli

Estagiária CETEM/MCTI

Claudia Regina Nunes

Arquiteta - Instituto do Patrimônio Artístico e Histórico Nacional - IPHAN/RJ

CETEM/MCTI

2022

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Luis Gonzaga Santos Sobral

Editor

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Subeditora

CONSELHO EDITORIAL

Marisa Bezerra de M. Monte (CETEM), Paulo Sergio M. Soares (CETEM), Saulo Rodrigues P. Filho (CETEM), Silvia Gonçalves Egler (CETEM), Vicente Paulo de Souza (CETEM), Antonio Carlos Augusto da Costa (UERJ), Fátima Maria Zanon Zotin (UERJ), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánches (EPUSP), Virginia Sampaio Ciminelli (UFMG).

A Série Tecnologia Ambiental divulga trabalhos relacionados ao setor minerometalúrgico, nas áreas de tratamento e recuperação ambiental, que tenham sido desenvolvidos, ao menos em parte, no CETEM.

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

Valéria Cristina de Souza

Coordenação Editorial e Editoração Eletrônica

André Luiz Costa Alves

Capa

CIP – Catalogação na Publicação

R484

Ribeiro, Roberto Carlos da Conceição

Biodeterioração dos painéis de azulejos de Cândido Portinari do Palácio Gustavo Capanema / Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Giovana Oliveira dos Santos Consoli, Claudia Regina Nunes – Rio de Janeiro : CETEM/MCTI, 2022.

49 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 119).

ISBN 978-65-5919-045-4.

1. Biodeterioração. 2. Cândido Portinari. 3. Azulejos.

I. Consoli, Giovana Oliveira dos Santos II. Nunes, Claudia Regina

III. Centro de Tecnologia Mineral. IV. Série.

CDD 620.112

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

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Palácio Gustavo Capanema	9
1.2 Azulejaria	9
1.3 Cândido Portinari	11
1.4 A Azulejaria no Palácio Capanema	11
1.5 Suporte Tecnológico ao Restauro	26
1.6 Ação do Intemperismo no Patrimônio Tombado	26
2 OBJETIVO	27
3 METODOLOGIA	28
3.1 Pontos de Coleta	28
3.2 Avaliação Microbiológica e Isolamento	28
3.3 Índices Físicos	29
3.4 Determinação da Dureza	30
3.5 Determinação dos Padrões Colorimétricos	33
3.6 Avaliação dos Poluentes	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Verificação de Danos	36
4.2 Avaliação Microbiológica	41
4.3 Índices Físicos	41
4.4 Determinação da Dureza	42
4.5 Cor e Brilho	42
4.6 Avaliação dos Poluentes	43
5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMO

O Palácio Gustavo Capanema foi criado em 1943 para sediar o Ministério da Educação e Saúde e é considerado uma das primeiras edificações modernistas do país abrigando obras de arte de diversos artistas brasileiros e europeus, dentre eles Cândido Portinari. Dentre essas obras destacam-se cinco painéis de azulejos, pintados por Portinari que decoram todo andar térreo do Palácio. O prédio fica localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro e próximo ao mar, permitindo o ataque de névoa salina e incorporação de enxofre oriundo das emanções dos veículos. Além disso, observam-se em diversos azulejos pontos de crescimento microbiológico e biodeterioração dos mesmos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi verificar as causas da propagação microbiológica e avaliar as alterações físicas e mineralógicas causadas pela biodeterioração. Para tal, foram realizados ensaios de identificação microbiológica, determinação de absorção de água e porosidade, dureza, cor e brilho dos azulejos íntegros e os alterados com propagação microbiológica. Os resultados indicaram que o interior dos azulejos apresentam manchas negras contendo *Aspergillus niger*, *Nigrospora sp.*, *Fusarium sp* e na propagação rosa há *Aspergillus japonicus*, *Cladosporium sp.*, *Aspergillus nidulans*, *Penicillium sp.* e *Trichoderma sp.*, que são produtores de enzimas e ácidos, em seus metabolismos, que reagem com a cal da argamassa e com o caulim dos azulejos de dentro para fora até a destruição do vitrado. Nesse ponto de perda de massa os íons Ca^{2+} da argamassa se associam com o enxofre oriundo da poluição depositada na parte externa do azulejo formando gipsita. Com isso, nessa região a dureza Leeb foi reduzida de 700 para 300 HLD e os valores de porosidade aumentam de 30 para 60% e a absorção de água aumenta de 16 para 38%, respectivamente, indicando a acelerada degradação causada pela biodeterioração no interior dos azulejos.

Palavras-chave

Biodeterioração, Cândido Portinari, azulejos.

ABSTRACT

Gustavo Capanema Palace was created in 1943 to house the Ministry of Education and Health and was considered one of the first modernist buildings in the country, housing works of art by several Brazilian and European artists, including Cândido Portinari. Among these works stand out five panels of tiles, painted by Portinari, which decorate the entire ground floor of the Palace. The building is located in the centre of the city of Rio de Janeiro and close to the sea, allowing the attack of saline mist and deposition of sulphur from the emanations of vehicles on the panels. In addition, points of microbiological growth and bio-deterioration are observed in several tiles. Thus, this work aimed at verifying the causes of microbiological propagation and to evaluate the physical and mineralogical changes caused by bio-deterioration. For this, tests were carried out for microbiological identification, determination of water absorption and porosity, hardness, colour and brightness of healthy and altered tiles with microbiological propagation. The results indicated that the tiles have black spots containing *Aspergillus niger*, *Nigrospora sp.*, *Fusarium sp.* and in the pink propagation there is *Aspergillus japonicus*, *Cladosporium sp.*, *Aspergillus nidulans*, *Penicillium sp.* and *Trichoderma sp.*, which are enzymes producers and acids produced in their metabolism by reacting with the lime in the mortar and with the kaolin of the tiles from inside to outside until the destruction of the glaze. At this point of mass loss, there are free Ca^{2+} ions that associate with sulphur species from the pollution deposited on the surface of the tile, forming gypsum a fragile point for their degradation, since in this region the Leeb hardness was reduced to 300 HLD, where it should have 700 HLD and the porosity values reach 60% and the water absorption at 38% where they should be 30 and 16%, respectively, indicating the accelerated bio-deterioration.

Keywords

Biodeterioration, Cândido Portinari, tiles.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | Palácio Gustavo Capanema

O Palácio Gustavo Capanema foi construído para ser a sede do Ministério da Educação e Saúde durante o Governo de Getúlio Vargas, tendo sido inaugurado em 1943. Sua construção teve grande importância por ser uma edificação moderna, possuindo obras de arte de importantes artistas brasileiros e europeus. Entre estes jovens artistas convidados para decorarem o edifício, destacava-se Cândido Portinari, promissor pintor que havia ganhado o Prêmio de Viagem à Europa (1929/30).

1.2 | Azulejaria

A azulejaria, parte importante da visualidade da arquitetura modernista brasileira das décadas de 1930 e 1940, participou da realização da ambiência do espaço construído, concretizou as exigências psicológicas e artísticas dos ambientes e contribuiu para a singularização desta arquitetura. É possível verificar isso ao se analisar algumas obras de arte projetadas para locais determinados e moldadas pelas circunstâncias e condições desse lugar; e que não apenas levam em conta os determinantes estéticos do espaço construído, mas procuram tornar o espectador físico e mentalmente consciente da dinâmica espacial e social desse espaço. Contam com o espaço como elemento da própria obra e que são geradas para reforçar os valores da ambiência deste lugar. O lugar

estabelece e instaura a obra arquitetônica, que atua como suporte da obra plástica, atuando como elemento importante da ambiência da arquitetura.

De todos os elementos advindos da arquitetura colonial selecionados por Costa, o emprego decorativo proporcionado pela azulejaria parece ter sido o recurso que mais profundamente marcou a produção arquitetônica das décadas de 1930-40. Entendido como elemento responsável por sublinhar os ambientes onde se insere a azulejaria, o emprego desta representou a recuperação da ideia de uma ornamentação inserida numa ótica essencialmente moderna.

Diferentemente dos demais aspectos que fundamentavam a concepção espacial de Lúcio Costa, a azulejaria era o único elemento não exclusivamente presente no vocabulário técnico da arquitetura. A disposição das plantas, os processos construtivos, as especificidades das coberturas, as necessidades de ventilação dos treliçados de madeira das gelosias não eram aspectos diretamente compreendidos pelo público leigo. Com os azulejos se dava o contrário. Enquanto elemento de revestimento, o azulejo era um material exclusivamente técnico e construtivo, com finalidades climáticas e de impermeabilidade; mas enquanto elemento simbólico, sua presença ultrapassava sua necessidade material. O lastro histórico que a azulejaria representava, e que Lúcio Costa naturalmente não somente conhecia, mas recorria conscientemente como elemento formal, embasa este ponto de vista.

Que o Brasil participasse do mesmo gosto pela azulejaria era esperado, pois a colônia portuguesa era expert nesse setor; e a herança desse gosto dos portugueses aqui permaneceu.

Os portugueses descobriram, através da utilização do azulejo, uma forma original de realização plástica e acompanhando as correntes estéticas de um modo singular. Embora o objetivo deste estudo não seja histórico, importa reconhecer que os azulejos tem acompanhado o quotidiano dos portugueses há mais de cinco séculos. O azulejo possui a virtude, enquanto elemento da ambiência de qualquer arquitetura nos espaços em que se fez presente, de adaptar-se ao longo do tempo em função dos novos gostos e estilos, de maneira a permitir uma longa duração de seu uso, associando qualidade e quantidade.

1.3 | Cândido Portinari

Candido Portinari (Brodowski, 29 de dezembro de 1903 – Rio de Janeiro, 6 de fevereiro de 1962) foi um artista plástico brasileiro. Portinari pintou mais de cinco mil obras, de pequenos esboços e pinturas de proporções padrão, como O Lavrador de Café, até gigantescos murais, como os painéis Guerra e Paz, presenteados à sede da ONU em Nova Iorque em 1956, e que, em dezembro de 2010, graças aos esforços de seu filho, retornaram para exibição no Teatro Municipal do Rio de Janeiro.

Portinari é considerado um dos mais importantes pintores brasileiros de todos os tempos, sendo o pintor brasileiro a alcançar maior projeção internacional.

1.4 | A Azulejaria no Palácio Capanema

Portinari executa painéis de azulejos para o Palácio Capanema: Conchas e Hipocampos e Estrelas-do-mar e Peixes. Encomendados pelo ministro Capanema em 1941 e

executados entre 1941 e 1945 por Paulo Rossi Osir (1890-1959), medem 9,90 x 15,10 m (aproximadamente 150,00 m²) e se localizam interna (pilotis) e externamente ao bloco lateral de frente para a Avenida Graça Aranha. Ambos se constituem em composições em azul e branco utilizando a temática marinha: no externo prevalecem os cavalos marinhos e conchas enquanto que, no painel interno, as estrelas-do-mar e os peixes.

A composição dos painéis difere do programa iconográfico do Ministério da Educação estabelecido em duas vertentes principais: a clássica, no caso da escultura, e a realista no grande painel dos ciclos econômicos. Ambas as composições se estruturam numa trama de linhas curvas envolvendo as figuras como uma rede disposta num espelho d'água que ao movimentar-se, gerasse ondulações discretas de áreas transparentes.

Analisando os painéis de azulejo do Palácio Capanema, Zílio coloca que:

“É nessa obra que a experiência pós-cubista de Portinari atinge sua maior plenitude, constituindo-se não só a obra mais importante do artista, como também uma das mais expressivas do modernismo. Nessa obra, o talento de Portinari finalmente se libera dos fantasmas da temática e da necessidade de provar que ‘sabia pintar’. Os muros parecem ganhar a vida do mar que o artista procura imprimir-lhes, com um movimento permanente dado pelo direcionamento das diagonais, dos cavalos marinhos e pequenos peixes e ainda das grandes formas azuis. Cria-se, também, um espaço complexo, formado por uma superposição de planos que dão a sensação de um amplo espaço sem recorrer a uma sensação ilusória de

profundidade. Abre-se, portanto, um movimento incessante em que as formas azuis mais as figuras acabam por conter o espectador. Tem-se a sensação de um envolvimento, o espectador é como que capturado num remoinho formado pela trama das formas e das cores. O fato de não haver apelo à ilusão de profundidade ainda torna o mural mais desconcertante, pois convida o espectador à ‘mergulhar naquele mar’, mas, ao mesmo tempo, fica claro que isso se dá no plano da imagem. Um mergulho em amplas curvas de exploração, não mais os limites da razão ideológica, mas os da descoberta do impossível, do além, do mais ao fundo. Uma ótica submarina que desmente a da superfície, uma visão das profundezas. No mergulho, na alegre sensualidade das águas, surge a imensidão do espaço. O painel integra-se na paisagem porque é dela um prolongamento”.

A composição se estrutura a partir do ameboide, numa biomorfização que influenciará a produção de diversos outros artistas, como na obra pictórica de Burle Marx e Paulo Rossi Osir e que praticamente caracteriza um estilo da produção da azulejaria dos anos de 1930 e 40, escapando aos rigores formais do plano cartesiano através de uma pura geometrização, mas não se perdendo na gratuidade fácil do informalismo ou da representação realista.

Em ambos os painéis, Portinari subverte a ordem do padrão ortogonal perpendicular formado pela malha dos azulejos com outra, na diagonal; definindo um padrão de textura que foge ao óbvio do suporte das placas cerâmicas. Constata-se, também, como se constituirá mais tarde numa presença constante nos demais painéis de azulejos de Portinari, a presença de uma longa linha sinuosa destacada envolvendo a composição,

sugerindo um ameboide, de maneira a fechar e aglutinar o conjunto. Esta linha sinuosa sugere uma raiz na rocaille presente no decorativismo de inspiração Rococó: introduzida primeiramente no desenho do mobiliário, acabaria por se transformar em um leitmotiv ornamental da arte do período tardo-barroco.

Ao estruturar a composição, estabelecer uma linha de referência visual e estabelecer um limite às figuras modulares do conjunto, a presença desta linha sinuosa desempenha na composição dos painéis de Portinari a mesma função que a rocaille tardo-barroca. Este raciocínio naturalmente conduz, inevitavelmente, à dedução dos valores do Rococó que, ultrapassando o campo das artes decorativas, se constituiu numa espécie de denominador comum da cultura e das artes do século XVIII. Não existem provas documentais no acervo de Portinari; entretanto, é um fato que a rocaille, ou a linha sinuosa está presente nos dois painéis de azulejos do Palácio Capanema e aparece aglutinando as figuras do grande painel da Igreja de São Francisco, como é facilmente verificável. A ausência de prova documental não exclui esta possibilidade, considerando os mecanismos não conscientes da transferência presentes na praxis da arte.

Com uma ocupação reduzida ao mínimo, a implantação do edifício se orienta em dois eixos ortogonais, articulado pelo pilotis que ao invés de separar os espaços laterais se constitui num espaço de transição, numa grande esplanada sem solução de continuidade. A redução da composição a dois volumes simples, ortogonalmente dispostos, contribui para a hierarquização do perfil do edifício, e assegurando ao anexo um lugar de importância no quadro compositivo.

Se o projeto se elabora a partir de ortogonais, eixos, simetrias ou assimetrias equilibradas, a disposição dos azulejos privilegia a percepção e o movimento oblíquos, rotatórios, laterais. Eixo conceitual e eixo visual só coincidirão no auditório ao final de uma dilatada perspectiva.

No pilotis do edifício, os azulejos estão dispostos de maneira frontal ao acesso pela Avenida Rio Branco que passa a duzentos metros a oeste do quarteirão do Ministério. O prisma puro se liga perpendicularmente a ela, o bloco baixo se desenvolve paralelo ao comprimento da testada mais distante. Sua montagem reconhece a direção predominante de chegada ao sítio, às faixas plantadas qualificam precisamente o reconhecimento. A composição resiste à aproximação frontal, frustrando o olho com parede ou oco que o afasta. Só a visão desde as esquinas vizinhas à Avenida Rio Branco aclaram a anatomia e fisiologia do edifício, e essa visão é diagonal. Visão brilhantemente observada por Comas como uma “promenade oblíqua e descentralizada”.

Como espaço de transição, o ambiente do pilotis se caracteriza por uma praça visualmente aberta, mas limitada pelo perfil do prisma vertical. Neste ambiente, os azulejos desempenham o papel para o qual foram concebidos.

O ambiente formado pela praça reinterpreta, em termos contemporâneos, as ideias tradicionais de rua, quarteirão, praça e a oposição entre espaço aberto e fechado, à qual se refere Comas. Neste contexto, a azulejaria procura, obviamente, evocar o oceano aos transeuntes dos pilotis, se

constituindo num elemento de referência visual no contexto formal do edifício, se constituindo num contraste de material, cor e textura às colunas de aproximadamente dez metros de altura.

O revestimento de azulejos no pavimento térreo e o sentido fluido adotado na composição dos grandes painéis tem a função muito clara de amortecer a densidade das paredes a fim de tirar-lhes qualquer impressão de suporte, pois o bloco superior não se apoia nelas, mas nas colunas. Sendo o azulejo um dos elementos tradicionais da arquitetura portuguesa, absorvido no Brasil, pareceu-se oportuno renovar-lhe a aplicação de uma forma abrigada.

Na justificativa de Lúcio Costa encontramos explicitado seu desejo de, através da azulejaria, remeter ao passado colonial. Como elemento de legitimação desta tradição, os painéis de azulejos se destacam por se constituir o primeiro elemento de destaque visual ao que o pedestre entra em contato, quer como usuário do edifício quer como transeunte.

Este raciocínio conduz, inevitavelmente, à dedução dos valores do Rococó que, ultrapassando o campo das artes decorativas, se constituiu numa espécie de denominador comum da cultura e das artes do século XVIII. A preocupação com o lastro cultural da arquitetura colonial que Lúcio Costa reforça ao empregar a azulejaria como elemento de animação do espaço arquitetônico, demonstra a ideia de que tinha em mente os valores estéticos da arquitetura tardo-barroca que encontrara em Minas em sua viagem em 1924.

A importância primordial das decorações que transfiguram os espaços arquitetônicos na arquitetura rococó determina a ambiência do espaço. A simplicidade estrutural já pressupunha

a complementação imprescindível dos revestimentos em talha dourada, pintura ou azulejos, tão cara à sensibilidade dos lusitanos. Nos edifícios rococós a ornamentação desempenha um papel que ultrapassa a função meramente decorativa. Como elemento fundamental de ambiência do espaço arquitetônico, a decoração rompe visualmente com a rigidez do plano das paredes e recriam ambientes que integram valores simbólicos e formais diversos expressos através do espaço pictórico de Portinari.

Os painéis foram desenvolvidos em cores azuis, em várias tonalidades, e branco, explorando uma temática que remete ao ambiente marinho. No palácio existem cinco painéis, como indicado na Figura 1, sendo um voltado para o centro do prédio (painel 1), um voltado para a Rua Araújo Porto Alegre (painel 2), um voltado para a Av. Graça Aranha (painel 3), um voltado para um pequeno jardim dentro do palácio (painel 4) e um voltado para a rua da imprensa (painel 5).



Figura 2: Visão geral do painel 1.



Figura 3: Detalhes de estrelas do mar e amebas do painel 1.

1.4.2 | O painel de azulejos 2

O painel de azulejos 2 corresponde a lateral do prédio, sendo a união entre os painéis 1 e o 3, como indica a Figura 4. Ele é conhecido como conchas e cavalos-marinhos e os detalhes do painel podem ser vistos nas Figuras 5 e 6.



Figura 4: Localização do painel 2.



Figura 5: Detalhes de conchas e cavalos marinhos do painel 2.



Figura 6: Detalhes de conchas e cavalos marinhos do painel 2.

1.4.3 | O painel de azulejos 3

O painel 3 é conhecido como Conchas e Hipocampos, executado entre 1941 e 1945 por Paulo Rossi Osir (1890-1959), mede 9,90 x 15,10 m (aproximadamente 150,00 m²) e se localiza na parte externa ao bloco lateral de frente para a Avenida Graça Aranha (Figura 7). As Figuras 8 e 9 apresentam os detalhes das conchas e hipocampos.



Figura 7: Visão geral do painel 3.



Figura 8: Detalhes das conchas do painel 3.



Figura 9: Detalhes dos cavalos marinhos do painel 3.

1.4.4 | O painel de azulejos 4

O painel de azulejos 4 fica localizado no setor do Palácio que faz esquina com a Rua Araújo Porto Alegre, porém toda a sua fachada encontra-se frontal à Rua Graça Aranha. Há uma parte esquerda exposta às intempéries e uma parte direita coberta como indicam as Figura 10 e 11.



Figura 10: Detalhes dos cavalos marinhos e conchas do painel 4 (Parte exposta às intempéries).



Figura 11: Detalhamento do painel 4 – parte coberta.

1.4.5 | O painel de azulejos 5

O painel de azulejos 5 (Figura 12) fica localizado no setor do Palácio, localizado na rua da Imprensa, representa as imagens de peixes e conchas e encontra-se protegido da ação da água da chuva. Na Figura 13 verificam-se detalhes dos azulejos desse painel.



Figura 12: Painel 5 do Palácio.

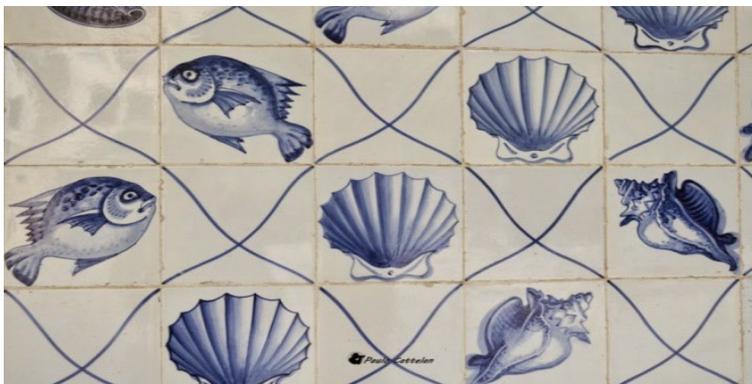


Figura 13: Detalhes do painel 5.

1.5 | Suporte Tecnológico ao Restauro

As intervenções de restauro em obras de artes sejam em rochas, azulejos, pinturas, vidros, cerâmicas etc., devem levar em consideração os processos de cauterização tecnológica para definição do tipo de material que se está trabalhando, os graus de alteração e as formas mais adequadas de tratar essas alterações, para que se possam realizar restaurações com embasamento técnico, evitando-se, assim, intervenções mal sucedidas que podem levar a danos irreversíveis aos bens culturais.

1.6 | Ação do Intemperismo no Patrimônio Tombado

Localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, o prédio e suas obras de arte sofrem pela ação do intemperismo, como a presença de eflorescências causadas pelo efeito de sais oriundos do mar, ação dos raios ultravioletas e intensa poluição de enxofre emanada pelos veículos, alterando a superfície dessas obras com a presença de crostas negras.

Além das alterações supracitadas, verifica-se o efeito da ação microbiológica devido à alta umidade local, propiciando tal proliferação, uma vez que outros agentes erosivos permitiram que naquele ambiente houvesse a deposição de matéria inorgânica e/ou orgânica como nutrientes básicos para o complexo crescimento microbiano. Segundo Erlich (2009), são citados alguns filos microbiológicos capazes de solubilizar sílica e silicatos como, por exemplo, bactérias (*Pseudomonas sp.*) e fungos (*Aspergillus niger*). O autor indica que o ataque aos minerais pode ocorrer, principalmente, de quatro diferentes formas: produção de substâncias quelantes; produção de ácidos orgânicos ou inorgânicos; produção de bases; produção de material polissacarídeo extracelular. Deste modo, é necessário buscar mecanismos que sejam capazes de diminuir, significativamente, a deterioração do bem.

2 | OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo verificar as causas da biodeterioração dos azulejos pintados por Cândido Portinari que se encontram presentes no Palácio Gustavo Capanema e, com isso, fornecer parâmetros para ações conservativas e de restauro.

3 | METODOLOGIA

3.1 | Pontos de Coleta

Foram avaliados os azulejos presentes nos cinco painéis levando-se em consideração as regiões protegidas e expostas à chuva, bem como as regiões com alterações e sem alterações microbiológicas.

3.2 | Avaliação Microbiológica e Isolamento

Para avaliação microbiológica utilizou-se um azulejo do acervo, retirado e cedido pelo Iphan, que apresentava todas as propagações microbiológicas visíveis, que foi encaminhado para o Laboratório de Fungos Filamentosos da Fiocruz – RJ, como apresentado na Figura 14. Para cada ponto coletado, o material foi inoculado em placa contendo meio TSB e/ou meio BDA, em duplicatas. O meio TSB (caldo de triptona de soja) é um meio altamente nutritivo e versátil, normalmente utilizado para crescimento de bactérias. Já o meio BDA (Batata Dextrose Agar) é o meio comumente empregado para a cultura de fungos.

Em laboratório, as placas foram mantidas em estufa a 30°C, por 4 dias. Ao final desse tempo, foi possível observar o crescimento de diversas colônias de microrganismos. A avaliação do crescimento microbiano foi visual, sendo selecionados os diferentes morfotipos presentes nas placas. Após a seleção das colônias, procedeu-se ao esgotamento por estrias no meio sólido correspondente (TSB ou BDA).

As identificações e classificações por gênero e espécies foram feitas segundo Seifert e Gams (2011).



Figura 14: Azulejo contendo todos os tipos de propagações microbiológicas.

3.3 | Índices Físicos

As propriedades físicas diretamente relacionadas ao estado de degradação foram mensuradas seguindo-se os procedimentos da norma brasileira ABNT NBR 15845:2015 parte 2. Rochas de revestimento – Determinação da densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água. Para isso foram utilizadas uma Estufa de circulação forçada, da Marca Nova Ética, e uma balança Marte AD5002, com acurácia de 0,01g

3.4 | Determinação da Dureza

A dureza é um componente físico ligado diretamente à resistência de materiais e pode ser utilizado para caracterização de alteração de rochas e minerais (RIBEIRO et al., 2016). O ensaio, não destrutivo, foi realizado *in situ* com o auxílio de um durômetro eletrônico portátil do modelo Equotip 3 da marca Proceq, com sonda tipo B (Figura 15). O equipamento fornece uma medida direta de resistência, dureza Leeb, que é a resultante da razão entre a velocidade do rebote de uma esfera metálica e a velocidade de impacto na superfície do material, multiplicada por 1.000 ($HLD = V_r/V_i \times 1.000$) e conta com compensação automática do ângulo de impacto (PROCEQ, 2017). É um equipamento muito utilizado para medir a dureza superficial de rochas (AOKI; MATSURA, 2007; VILES et al., 2010), especialmente em rochas do patrimônio por utilizar energia de impacto mínima que não danifica as superfícies testadas, mas sendo sensível ao grau de alteração da rocha (COOMBES et. al, 2013; WILHEM et al, 2016; GULOTTA et al., 2020).



Figura 15: Durômetro portátil do modelo Equotip 3.

A dureza foi avaliada em quatro azulejos distintos sendo em uma área íntegra, em uma com propagação microbológica rosa e outra negra, e em um azulejo já degradado sem a presença de vidro, como se pode observar nas Figuras 16 A a D.

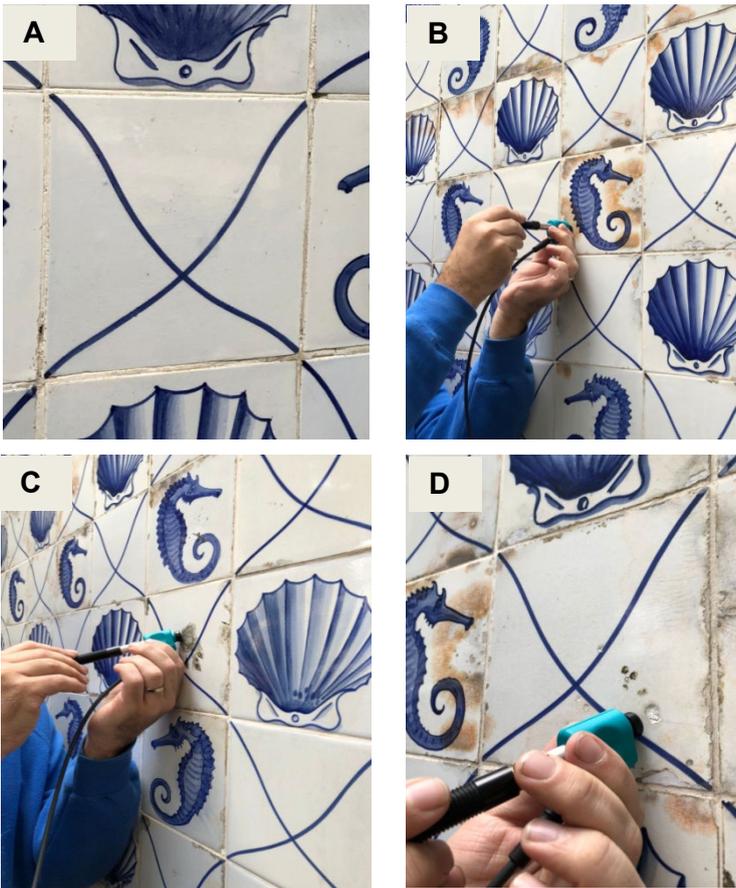


Figura 16: (A): Azulejo íntegro; (B) fungo rosa; (C) fungo negro e (D) azulejo perfurado.

3.5 | Determinação dos Padrões Colorimétricos

A análise colorimétrica e de brilho foi realizada utilizando um colorímetro portátil Guide Sphere Gloss da marca BYK obtendo valores correspondentes às cores nos eixos a, b e L, além do brilho (G). Os resultados de coloração devem ser interpretados segundo a distribuição espacial das cores nas quais 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 indica a variação do branco (100) ao preto (0) como indica a Figura 17.

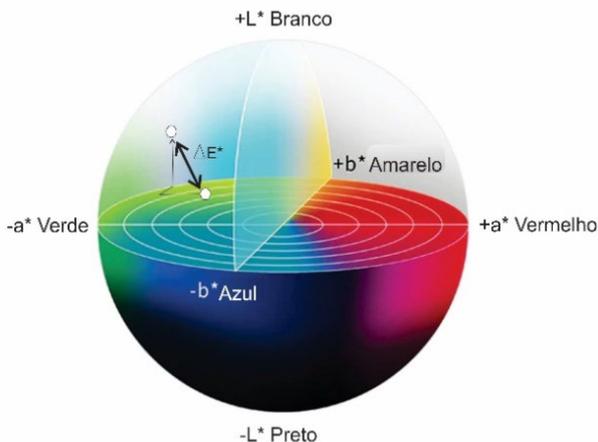


Figura 17: Padrões colorimétricos CIELab.

Foram avaliados quatro padrões de cor e brilho em amostras de azulejo que são: um azulejo com propagação microbiológica rosa, um azulejo com propagação microbiológica negra e um azulejo já completamente degradado sem a presença de vitrado, como indicam as Figuras 18 A a D.



Figura 18: (A): Azulejo íntegro; (B) fungo rosa; (C) fungo negro e (D) azulejo perfurado.

3.6| Avaliação dos Poluentes

Para determinação dos teores de poluentes depositados nos azulejos utilizou-se água destilada para limpeza dos mesmos e a água de lavagem avaliada quimicamente por meio da técnica ICP-OS com ênfase nos teores de íons cálcio, sódio, cloreto e sulfato.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 | Verificação de Danos

Segundo o glossário ICOMOS, os principais danos observados nos painéis são: perdas de massa, manchamentos, trincas, fissuras, perda de vidro, filmes negros e, principalmente, propagações microbiológica intensas, capazes de realizar alterações colorimétricas, como verificado nas Figuras 19 a 25.



Figura 19: Perdas de massa.



Figura 20: Manchamentos.



Figura 21: Colonização microbiológica e perda do vidrado.



Figura 22: Trinca e fissuras.



Figura 23: Filme negro.



Figura 24: Propagação microbiológica e alteração cromática rosa.



Figura 25: Propagação microbiológica e alteração cromática negra.

4.2 | Avaliação Microbiológica

A avaliação microbiológica indicou que as propagações são na parte interna do azulejo, verificando-se que na área negra há *Aspergillus niger*, *Nigrospora sp.*, *Fusarium sp* e na área rosa há *Aspergillus japonicus*, *Cladosporium sp.*, *Aspergillus nidulans*, *Penicillium sp.* e *Trichoderma sp.*, que são produtores de enzimas (CAZymes, oxidoreductases, proteases, esterases etc.) e ácidos orgânicos e inorgânicos (glucômico, cítrico, fumárico e oxálico), produzidos em seus metabolismos, reagindo com o caulim dos azulejos e com a argamassa, gerando íons Ca^{2+} livres que se associam com o enxofre, oriundo da poluição depositada na parte externa, formando a gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ponto frágil para degradação dos mesmos, caracterizado pela perda do vidrado.

4.3 | Índices Físicos

Os resultados dos índices físicos dos azulejos íntegros indicam valores de 30% de porosidade e 16% de absorção de água. Nos trechos onde há propagação microbiológica, negra ou rosa, esses valores aumentam para 47% e 25%, respectivamente, indicando a degradação gerada pelos microrganismos no interior dos azulejos. Já no trecho que sofreu perda do vidrado, devido à intensa propagação microbiológica, os valores de porosidade chegam a 60% e a absorção de água chega a 38%.

4.4 | Determinação da Dureza

Em relação aos resultados de dureza superficial, verificam-se na Figura 26 que o azulejo íntegro apresenta 700 HLD de dureza e nas regiões onde há propagação microbiológica tais valores são reduzidos para cerca de 550 HLD, chegando-se a 300 HLD nas regiões de máxima biodeterioração onde o vitrado foi perfurado. Tais resultados corroboram a ação microbiológica, gerando ácidos responsáveis pela degradação do azulejo e diminuição substancial nos valores de dureza.

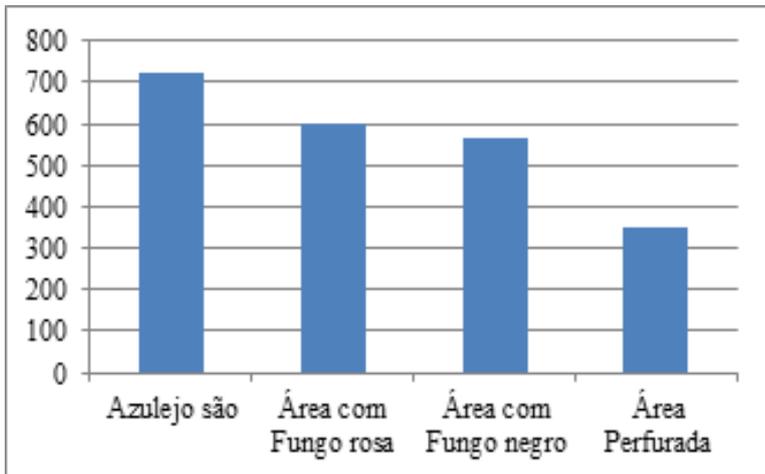


Figura 26: Valores de dureza (HLD) em cada setor do azulejo.

4.5 | Cor e Brilho

Em relação aos resultados de cor e brilho verifica-se na Tabela 1 que o azulejo íntegro apresenta distribuição de luminosidade (L) acima de 50 na região branca típica desse tipo de tonalidade. Em termos de padrões colorimétricos, a região

apresenta leves tons de verde (a negativo) e amarelo (b positivo). Em termos de brilho (G), o resultado foi de 70°. No entanto, onde há intensa propagação microbiológica os valores de L são alterados para 73 na região rosa e 44 na região negra. Há um deslocamento do eixo a na região de propagação rosa, chegando-se a 26,7 e na região de propagação negra, chegando-se a 1,5. Os valores de G são reduzidos para 47° na região dessas propagações e 3,6° na região de perfuração do azulejo, indicando total perda de brilho.

Tabela 1: Distribuição colorimétrica.

Pontos	L	a	b	G
Azulejo íntegro branco	89,9	-1,3	12,8	68,9
Propagação rosa	72,8	26,7	12,8	47,2
Propagação negra	44,0	1,5	10,9	47,3
Azulejo Perfurado	84,5	-0,6	1,4	3,6

4.6 | Avaliação dos Poluentes

Os resultados das sujidades depositadas nos azulejos indicaram teores de íons sódio de 870 mg.L⁻¹ e cloreto de 900 mg.L⁻¹ na região protegida da chuva. Na área exposta à chuva, os teores desses elementos não ultrapassam 20 mg.L⁻¹. Em termos de íons cálcio e sulfato, observaram-se teores em torno de 1.000 mg.L⁻¹ para cada um, tanto na área exposta à chuva, quanto na área coberta. Tal fato está relacionado com a ação microbiológica ocorrer na argamassa e se propagar até a parte interna dos azulejos, com o surgimento de manchas pretas e

rosas. Tais microrganismos secretam enzimas e ácidos nessa região interna dos azulejos e conduzem a biodeterioração para região mais externa do azulejo ocorrendo a perda do vidrado. Além disso, a região externa do azulejo apresenta deposição de enxofre oriundo da poluição atmosférica, que reagem com o cálcio oriundo da argamassa formando gipsita na região do azulejo sem o vidrado.

Na Figura 27 apresenta-se um modelo esquemático dessa degradação.

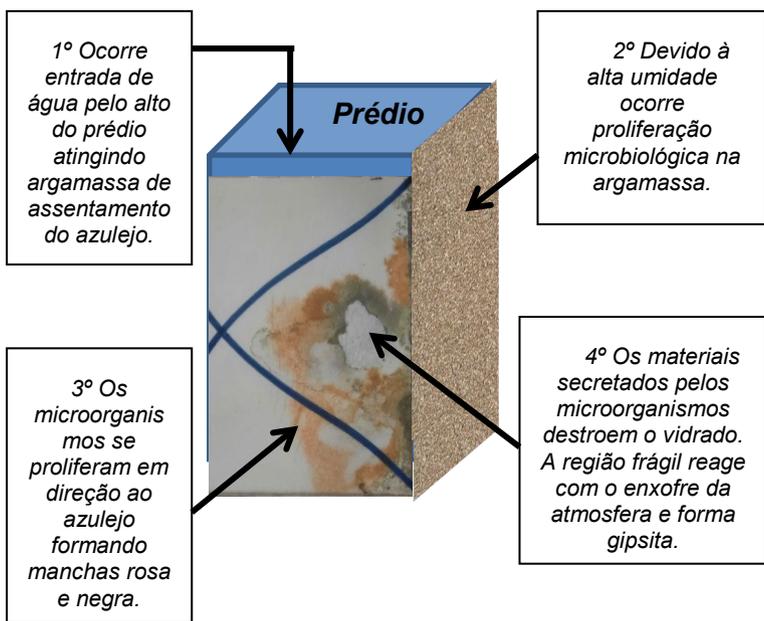


Figura 27: Modelo esquemático de degradação dos painéis de azulejo de Portinari.

5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os painéis de azulejos de Cândido Portinari apresentam acelerado processo de biodeterioração causado pela entrada de água da chuva no alto do prédio, aumentando a umidade da argamassa de assentamento dos azulejos e permitindo a proliferação de microrganismos, que se deslocam em direção ao vidrado dos azulejos, gerando manchas rosa e negras. Esses microrganismos secretam ácidos e enzimas que atacam a cal das argamassas e o caulim dos azulejos, destruindo o vidrado e colapsam o azulejo, pois nesses pontos ocorre formação de gipsita, visto que o cálcio livre oriundo das argamassas se associa com o enxofre oriundo da poluição depositado no azulejo. Tais alterações são responsáveis em diminuir a dureza do azulejo de 700 para 300 HLD e aumentarem a porosidade de 30 para 60% e a absorção de água de 16 para 38%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGAN, G.C. (2004) *Imagem e Persuasão*. São Paulo, Companhia das Letras, p. 70.

BRUAND, Y. (2005) *Arquitetura contemporânea no Brasil*. São Paulo, Ed. Perspectiva, p. 113.

COMAS, C.E. (2005) “O encanto da contradição: Conjunto da Pampulha, de Oscar Niemeyer”. In: *Arquitextos/Vitruvius*. Disponível em: www.vitruvius.com.br.

COMAS, C.E. (1997) Protótipo e Monumento, um ministério, o ministério”. In: *Projeto* nº 102. São Paulo, Arco Editorial p.136-149.

COMAS, C.E. (1936) “A máquina para recordar: Ministério da Educação no Rio de Janeiro, 1936/45”. In: *Arquitextos/Vitruvius*. Disponível em: www.vitruvius.com.br.

ERLICH, H.L. e NEWMAN, D.K. (2009). *Geomicrobiology*. Boca Raton: CRC Press.

GARCIA, R. Traços ocultos de Portinari. Revista Pesquisa FAPESP, Edição 276, fevereiro de 2019. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/tracos-ocultos-de-portinari/> Acessado em 16/10/2020.

GRAEFF, E.A. (1986) *O Edifício*. São Paulo, Projeto.

OLIVEIRA, L.F.C., BOSCÁN, J.C.R.P., SANTOS, P.S. e TEMPERINI, M.L.A. (1998) Identificação por Microscopia Raman de Pigmentos da Pintura a Óleo “Retrato de Murilo Mendes” de Candido Portinari. QUÍMICA NOVA, 21(2).

OLIVEIRA, M.A.R. (2003) *O Rococó Religioso no Brasil*. São Paulo: Cosac e Naify, p. 28.

SEIFERT, K. e GAMS, W. (2011) *Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 27, 11.

SIMÕES, J.M.S. (2001) *Estudos de azulejaria*. Lisboa, Imprensa Nacional – Casa da Moeda.

XAVIER, X.A. (2003) *Depoimento de uma geração*. São Paulo, Cosac e Naify, 2003, p. 159).

VASCONCELLOS, J.C. (2004) *Concreto Armado, Arquitetura Moderna*, Dissertação de Mestrado em Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 313p.

ZILIO, C. (1997) *Aquarela do Brasil*. Rio de Janeiro, Relume-Dumará, 2^a. Ed., p. 111.

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 2021, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 380 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED), Gestão e Planejamento Ambiental (SGPA) e Inovação e Qualidade (SIQ). 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-118 – **Processos de fabricação de cerâmica.** Mariane Costalonga de Aguiar, Mônica Castoldi Borlini Gadioli, Maria Angélica Kramer Sant’Anna, Kayrone Marvila de Almeida, Ana Júlia Nali Giori, 2022.

STA-117 – **Efeito da poluição atmosférica nas rochas das fachadas do Paço Imperial do Rio de Janeiro.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Caroline Martins de Souza, Amanda Menezes Ricardo, 2021.

STA-116 – **Fertilização e correção de solos utilizando resíduos de rochas ornamentais – Estado da Arte.** Maiccon Martins Barros, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, 2021.

INFORMAÇÕES GERAIS

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM
Avenida Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária
21941-908 - Rio de Janeiro - RJ
Geral: (21) 3865-7222
Biblioteca: (21) 3865-7218
E-mail: biblioteca@cetem.gov.br
Homepage: <https://www.gov.br/cetem/pt-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 Ciência, Tecnologia e Inovações - 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 Universitária, 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 44 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.