

SÉRIE Tecnologia Ambiental

Biodeterioração das Pinturas Murais “Coro” e “Escola de Canto” de Cândido Portinari

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro
Giovanna Oliveira dos Santos Consoli
Caroline Martins de Souza
Claudia Regina Nunes
Áurea Maria Lage de Moraes
Renata Buarque Fernandes
Brenda de Melo Rodrigues



SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Biodeterioração das Pinturas Murais “Coro” e “Escola de Canto” de Cândido Portinari

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

Maurício Moutinho da Silva

Coordenador 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 - 124

Biodeterioração das Pinturas Murais “Coro” e “Escola de Canto” de Cândido Portinari

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

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

Giovanna Oliveira dos Santos Consoli

Estagiária CETEM/MCTI.

Caroline Martins de Souza

Engenheira Ambiental e Sanitária. Bolsista de Projeto CNPq do CETEM/MCTI.

Claudia Regina Nunes

Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis, M.Sc. IPHAN/RJ.

Áurea Maria Lage de Moraes

D.Sc. Coleção de Culturas de Fungos Filamentosos/IOC – Fiocruz.

Renata Buarque Fernandes

Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos - IOC/Fiocruz.

Brenda de Melo Rodrigues

Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos - IOC/Fiocruz.

CETEM/MCTI

2023

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Editor: Luis Gonzaga Santos Sobral

Subeditor: Andréa Carmadella de Lima Rizzo

CONSELHO EDITORIAL: Saulo Rodrigues P. Filho (UNB), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánchez (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 © 2023 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

B615

Biodeterioração das pinturas murais “Coro” e “Escola de Canto” de Cândido Portinari / Roberto Carlos da Conceição Ribeiro... [et al.] _ Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2023.

54 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 124).

ISBN 978-65-5919-035-5

1. Biodeterioração. 2. Pintura mural – Coro(1955-1956). 3. Pintura mural – Escola de canto (1945). 4. Portinari, Cândido, 1903 - 1962. I. Ribeiro, Roberto Carlos da Conceição. II. Consoli, Giovanna Oliveira dos Santos. III. Souza, Caroline Martins de. IV. Nunes, Claudia Regina. V. Moraes, Áurea Maria Lage de. VI. Fernandes, Renata Buarque. VII. Rodrigues, Brenda de Melo. VIII. Centro de Tecnologia Mineral. IX. Série.

CDD 620.1122

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 (PGC)	9
1.2 Cândido Portinari	9
1.3 A Pintura Mural “Escola de Canto”	12
1.4 A Pintura Mural “Coro”	13
1.5 Suporte Tecnológico ao Restauro	14
1.6 Avaliação Microbiológica	14
2 OBJETIVO	17
3 METODOLOGIA	18
3.1 Pontos de Amostragem	18
3.2 Caracterização Mineralógica - DRX	18
3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV/ EDS	19
3.4 Determinação de Cor e Brilho	19
3.5 Avaliação Microbiológica	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 Verificações e Danos	21
4.2 Análise Mineralógica	30
4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV/ EDS	31
4.4 Avaliação de Cor e Brilho	43
4.5 Avaliação Microbiológica	46
5 CONCLUSÕES	47
6 AGRADECIMENTOS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

RESUMO

As pinturas murais “Coro” e “Escola de Canto”, criadas por Cândido Portinari no Palácio Gustavo Capanema, edificação construída no início do século XX, encontram-se no auditório do prédio em acelerado processo de biodeterioração. Baseado nisso, realizou-se um mapeamento de danos das obras, uma avaliação colorimétrica, o recolhimento de fragmentos de amostras que se desprendiam das mesmas para avaliação por meio de microscopia eletrônica de varredura com energia dispersiva (MEV-EDS), difração de raios-X e avaliação microbiológica com auxílio da Fiocruz. Os resultados indicaram que as obras se apresentam íntegras em boa parte, verificando-se pontos de perdas de massa em ambas as obras, sendo estas perdas de massa caracterizadas como argamassa de areia e cal e o pigmento marrom apresenta, também, fosforita (fosfato de ferro hidratado), conferindo-lhe a cor específica e, também, sulfato-minerais, indicando a ação da poluição no lugar, com formação de gipsita. As extremidades de ambas as obras foram expostas à ação acelerada de umidade, visto que as tubulações de águas pluviais e de esgoto de banheiros no andar superior passam exatamente atrás das obras, sendo responsáveis pela alteração colorimétrica como, por exemplo, áreas que deveriam ser marrom escura, com índices colorimétricos ($L = 32,85$, $a = 6,46$ e $b = 7,43$) e passam a apresentar a coloração marrom clara, com deslocamento dos padrões para $L = 47,32$, $a = 11,07$ e $b = 17,12$, causada, também, pela acelerada proliferação microbiológica, observando-se a presença de *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. e *Aspergillus carbonarius*, que são responsáveis pela acelerada biodeterioração da pintura.

Palavras-chave

Biodeterioração, pintura mural, coro, escola de canto e Cândido Portinari.

ABSTRACT

The mural paintings “Choir” and “Escola de Canto”, created by Cândido Portinari in the Gustavo Capanema Palace, a building built in the early 20th century, are found in the auditorium of the building in an accelerated process of biodeterioration. Based on this, a mapping of damage to the works was accomplished, a colorimetric evaluation was carried out, the collection of fragments samples that were detached from them for evaluation by means of scanning electron microscopy with dispersive energy (SEM-EDS), X-ray diffraction and microbiological evaluation under Fiocruz’s contribution. The results indicated that the works are mostly intact, verifying points of mass losses in both works, this mass losses being characterized as sand and lime mortar and the brown pigment also presents phosphorite (hydrated iron phosphate), giving it the specific colour and also sulphate minerals, caused by the local pollution, with the formation of gypsum. The ends of both works were exposed to the accelerated action of moisture, since the pipes for rainwater and sewage from the bathrooms on the upper floor pass exactly behind the works, being responsible for the colorimetric alteration, such as, for example, areas that should be dark brown, with colorimetric indices ($L = 32.85$, $a = 6.46$ and $b = 7.43$) and begin to present a light brown colour, with a shift of the standards to $L = 47.32$, $a = 11.07$ and $b = 17.12$, also caused by accelerated microbiological proliferation, observing the presence of *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. and *Aspergillus carbonarius*, which are responsible for the accelerated bio-deterioration of paintwork.

Keywords

Biodeterioration, mural painting, choir, singing school and Cândido Portinari.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | Palácio Gustavo Capanema (PGC)

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).

Entre 1938 e 1945, Portinari trabalhou no Palácio onde desenvolveu temas específicos pela primeira vez: estas pinturas foram executadas na técnica de afresco para criar painéis murais, as suas primeiras obras de grandes dimensões, representando: “Jogos Infantis” (4,50 m x 12,80 m), “Coro” e “Escola de Canto” (4,50 m x 3,90 m cada).

1.2 | Cândido Portinari

Cândido Portinari é um dos mais famosos pintores brasileiros. Filho de imigrantes italianos nasceu na cidade de Brodowski interior do estado de São Paulo, em 29 de dezembro de 1903, faleceu em 6 de fevereiro de 1962. Destacou-se, também, nas áreas da poesia e política. O jovem Portinari não completou seus estudos primários, mas desde criança apresentou dotes artísticos. Aos 15 anos, com o objetivo de aprimorar-se nas artes, transferiu-se para o Rio de Janeiro para matricular-se na Escola Nacional de Belas Artes. Portinari não participou, diretamente, da Semana de Arte Moderna em 1922. Neste período era ainda aluno da Escola de Belas Artes e começava a se destacar entre os alunos e a demonstrar interesse pelo movimento modernista que se desenvolvia. Em 1928, Portinari obtém o 1º Lugar do Salão com

uma obra que pendia a valores estéticos mais tradicionais, ganhando o Prêmio de Viagem à Europa. Com esta conquista pôde visitar vários países, entre os quais a Espanha, a França e a Itália, onde finalizou seus estudos. Os dois anos que passou vivendo em Paris foram decisivos no estilo que consagraria o artista. Portinari teve contato com outros artistas como Van Dongen e Othon Friesz, além de conhecer Maria Martinelli (1912-2006), uma uruguaia de 19 anos com quem o artista passaria o resto de sua vida. Quando retorna ao Brasil, em 1931, portanto um ano depois da chamada Revolução de Trinta, que deu início a longa presidência de Getúlio Vargas, ele encontra um novo cenário político que lhe seria totalmente favorável. Em 1938 Portinari era um pintor em plena fase de amadurecimento, embora já possuísse o seu próprio estilo artístico. Poderíamos acrescentar que sua arte já estava “pronta”, faltando-lhe apenas a profunda identificação com a cultura nacional. No ano de 1935 ele recebeu uma premiação em Nova Iorque pela pintura "Café" e, deste momento em diante, sua obra passou a ser mundialmente conhecida. O que lhe proporcionou o desabrochar de seus projetos foi a contratação de Gustavo Capanema para que ele realizasse os “ornamentos” artísticos para o edifício sede do Ministério da Educação e Saúde. Candido Portinari, querendo inovar, resgatou técnicas tradicionais do fazer artístico para decorar o espaço hoje conhecido, não por acaso, como Salão Portinari, com grandes painéis em afresco. Em carta, seu amigo Mário de Andrade exalta-lhe a coragem de desenvolver tal projeto em um país de clima tropical, onde o calor impede, até mesmo, o desenvolvimento das atividades intelectuais:

(...)Fiquei satisfeito com as notícias sobre tuas ultimas experiências de pintura.

Não resta dúvida que poderás conseguir grandes coisas, pois tens a exata compreensão da pintura e da missão do pintor. Abres um grande caminho aos artistas futuros do Brasil, com esta notável tentativa de realizar o afresco nos trópicos. Invejo a resistência que opões à invasão do calor, que nos impossibilita para qualquer trabalho intelectual...

Mário de Andrade.

A convite de Capanema, o excepcional pintor expõe três obras no Pavilhão Brasil da Feira Mundial em Nova Iorque de 1939. Os quadros chamaram a atenção de Alfred Barr, diretor geral do Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (MoMA), que adquire uma das telas, intitulada “O Morro do Rio” (“também conhecida somente como “Morro”/Slam). Trata-se de uma pintura a óleo sobre tela, a qual permanece até hoje no acervo do MoMA/NY. Para pintar os doze painéis de afresco que ornamentam as paredes do Salão de Conferências do Palácio, Salão Portinari, levou oito anos. Cada painel mede 2,80 m x 2,80 m e representa uma classe trabalhadora brasileira, sendo eles intitulados: Pau-Brasil, Colheita da Cana-de-açúcar, Gado, Garimpo, Colheita do Fumo, Colheita do Algodão, Colheita da Erva-mate, Colheita do Café, Colheita do Cacau, Fabricação de Ferro e Extração da Borracha. O tema abordado é o ciclo econômico brasileiro no início do século XX, sendo que cada painel simboliza uma atividade econômica. Estes painéis foram as primeiras obras elaboradas para a edificação. O artista realizou vários estudos a lápis e em pastel seco, que depois foram transpostos para papel de seda e decalcados sobre a argamassa fresca. A construção do PGC, e a participação em projetos de importância e notoriedade internacional, sem dúvida, contribuíram para alavancar a carreira de Portinari.

Neste período (1941), a Biblioteca do Congresso em Washington/USA contrata o artista para pintar dois painéis murais. É preciso lembrar que Portinari possuía, também, bom trânsito com outros muralistas de expressão internacional, como Diego Rivera, cuja atividade, no México, assemelhou-se muito com a sua própria, no Brasil.

1.3 | A Pintura Mural “Escola de Canto”

A pintura mural denominada “Escola de Canto” foi criada por Cândido Portinari em 1945 sob a técnica de têmpera e apresenta dimensões de 490 cm x 405 cm como apresentado na Figura 1. Localizada no auditório do Palácio Gustavo Capanema, à esquerda do palco, apresenta alguns problemas de alterabilidade, como infiltrações, perdas de massa, propagação microbiológica e alterações causadas pela ação do tempo, principalmente pela ação do enxofre.



Figura 1. Têmpera Escola de Canto de Cândido Portinari (490 x 405 cm ano de 1945).

1.4 | A Pintura Mural “Coro”

Já a pintura denominada Coro encontra-se no mesmo auditório, ao lado direito do palco, desenvolvido na técnica de têmpera com dimensões de 490 X 412 cm, também criada por Cândido Portinari, apresenta diversos pontos de perda de massa e acelerado processo de degradação microbiológica ocasionada pela infiltração ocorrida em toda a lateral direita da obra.



Figura 2. Têmpera Coro de Cândido Portinari (490 x 412 cm, ano de 1945).

1.5 | Suporte Tecnológico ao Restauro

As atividades de conservação e restauração de obras de arte devem, preferencialmente, ser acompanhadas, previamente, de um suporte tecnológico que possa embasar as atividades dos restauradores e conservadores. Como não é possível a retirada de amostras dos bens tombados, torna-se necessário o emprego de técnicas de investigação utilizando equipamentos portáteis como a fluorescência de raios-X, e a espectroscopia Raman, onde a primeira fornece a composição elementar de determinada área do objeto estudado, mas não revela a identidade das substâncias presentes, o que pode ser feito de modo inequívoco através da espectroscopia Raman. Nesse caso, um feixe de radiação laser de baixa potência é focalizado em um ponto de interesse no objeto e a radiação inelasticamente espalhada é coletada por uma lente e analisada em um monocromador ou interferômetro, fornecendo um espectro que é característico da espécie química ou das espécies químicas presentes.

Além disso, outras técnicas portáteis, como a determinação colorimétrica, avaliação das sujidades depositadas na obra e em seu entorno, avaliação microbiológica, além da determinação de porosidade e absorção de água, permitem a caracterização tecnológica de diversas obras, permitindo verificar alterações presentes.

1.6 | Avaliação Microbiológica

A biodeterioração raramente ocorre pela presença de apenas um grupo de organismos. Em um determinado monumento coexistem muitas espécies de microrganismos. Durante o ciclo de vida, esses microrganismos interagem com o substrato, podendo

acarretar a deterioração dos monumentos. Assim, os microrganismos provocam alterações combinadas nos monumentos por meio dos produtos de seus metabolismos (PRADO et al., 2009).

Os monumentos de artes de todo mundo passam pelo processo de biodeterioração. São diversos os microrganismos como fungos, bactérias e líquens que agem lentamente nas obras de artes causando a perda substancial do material ao longo do tempo. Os biofilmes, constituídos por esses microrganismos, que crescem praticamente em todas as pedras expostas a condições atmosféricas variadas, podem modificar a composição química e mineralógica da pedra original. Os fatores ambientais como chuva, vento e poluição atmosférica são relevantes para deterioração desses monumentos. Além disso, o vandalismo em algumas cidades contribui para a destruição dos monumentos históricos. Vários estudos foram realizados em alguns países, mostrando a biodeterioração dessas obras, sendo que os fungos e bactérias são os microrganismos mais prevalentes nas pesquisas realizadas. Atualmente, há uma preocupação em preservar os monumentos, uma vez que esses são heranças culturais da humanidade e neles estão representados o momento social, político e cultural em que seu idealizador viveu e os traços desse artista (ALVES, 2012).

Avaliar a propagação microbiológica em obras de arte é de suma importância para preservação das obras, visto que muitos microrganismos podem destruir grande parte de monumentos, pois secretam ácidos orgânicos e inorgânicos em seus metabolismos, que reagem com a superfície do bem artístico, podendo o destruir por completo.

Além disso, existem mais de 80 espécies micotoxigênicas, que podem produzir mais de 300 diferentes estruturas de micotoxinas,

sendo que algumas espécies são capazes de produzir mais de um tipo e podem ser encontradas simultaneamente em um único produto (CARDOSO FILHO, 2012).

O crescimento de fungos filamentosos pode resultar na produção de micotoxinas, que podem causar uma variedade de efeitos adversos, em seres humanos, a partir de respostas alérgicas, de imunossupressão e câncer (ZAIN, 2011). De acordo com Smith et al. (2006), cinco grupos de micotoxinas são importantes para a saúde humana em todo o mundo: ocratoxina A, aflatoxinas, fumonisinas, certos tricotecenos e zearalenona. Essas toxinas são produzidas por apenas um pequeno número de espécies de fungos, em uma gama limitada de produtos. A ocratoxina A é uma toxina cancerígena, e pode causar câncer do trato urinário e renal. Ela é produzida por *Penicillium verrucosum* em grãos de cereais em climas frios (PITT, 1987), e por *A. carbonarius* em uvas, vinhos (BELLI et al. 2004; KAPETANAKOU et al., 2011), e por *A. ochraceus*, por vezes, nos grãos de café (OLIVEIRA, 2012).

2 | OBJETIVO

O objetivo do trabalho é a caracterização tecnológica das duas pinturas murais e verificar as causas de alterações encontradas em ambas, a fim de determinar os materiais e as técnicas utilizadas pelo artista, bem como parâmetros para a elaboração de orientações de futuras ações conservativas e de restauro.

3 | METODOLOGIA

3.1 | Pontos de Amostragem

As Figuras 3 e 4 apresentam os pontos onde se retiraram fragmentos de perda de massa (vermelho), pigmentos marrons (verde) e foram realizadas avaliações microbiológicas nos pontos assinalados em azul.



Figura 3. Pontos de avaliação - Escola de Canto.



Figura 4. Pontos de avaliação - Coro.

3.2 | Caracterização Mineralógica - DRX

Os fragmentos de perda de massa foram avaliados por meio da técnica de difração de raios-X a fim de se determinar a composição mineralógica. O ensaio foi realizado em um

instrumento Bruker D4-Endeavour (40 kV, 40 mA) com um comprimento de onda $\text{CoK}\alpha$, de 10 a 100° em 2 θ , tamanho de passo de 0,02° e varredura de 3,6 s/passos.

3.3 | Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV/EDS

Com auxílio de gazes estéreis foram limpas superfícies exatamente nas cores marrom, cinza, rosa, branco, verde, azul, laranja e preto de ambos os quadros a fim de se obter pelo menos 0,1g de cada cor para avaliação por meio do MEV/EDS e se observar uma possível composição química dos pigmentos utilizados. Para a análise ao microscópio eletrônico de varredura foi utilizado o equipamento TM3030Plus da marca Hitachi com o espectrômetro de raios-X por dispersão em energia acoplado da marca Bruker, modelo Quantax 70, usando 15kV. A amostra foi secada em estufa e o pó residual foi metalizado com banho de prata de espessura de 300 μm para facilitar a leitura no MEV-EDS.

3.4 | Determinação de Cor e Brilho

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 três 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 5.

3.5 | Avaliação Microbiológica

Com o auxílio do *swab*, coletou-se o material biológico dos pontos identificados na obra. Em seguida, espalhou-se o material sobre os meios de cultura. 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.

No Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos – IOC/FRIOCRUZ, 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).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 | Verificação de Danos

A Figura 5 apresenta o aspecto geral da obra “Escola de Canto” onde se verificam que os principais danos observados, segundo o glossário ICOMOS, são perdas de massa, propagações microbiológicas intensas, capazes de realizar alterações colorimétricas e geração de trincas. As Figuras 9 e 10 evidenciam tais alterações.

Na Figura 11 verifica-se o aspecto geral da obra “Coro” onde se evidenciam perdas de massa, trincas e propagações microbiológicas muito intensas, devido à ação de umidade local, sendo responsável por alterações colorimétricas substanciais, principalmente em toda a lateral direita do quadro, além de pulverulência em toda essa região. Nota-se que boa parte da coloração marrom passou a branco e o rosa passou a cinza, como indicam as Figuras de 12 a 21.



Figura 5. Pontos de alteração do afresco “Escola de Canto” de Cândido Portinari.

Legenda: ■ Propagação Microbiológica, ■ Perda de massa, ■ trincas.



Figura 6. Perdas de massa da obra “Escola de Canto”.



Figura 7. Perdas de massa da obra “Escola de Canto”.



Figura 8. Perdas de massa da obra “Escola de Canto”.



Figura 9. Perdas de massa da obra “Escolas de Canto”.

Figura 10. Propagação microbiológica da obra Escola de Canto.

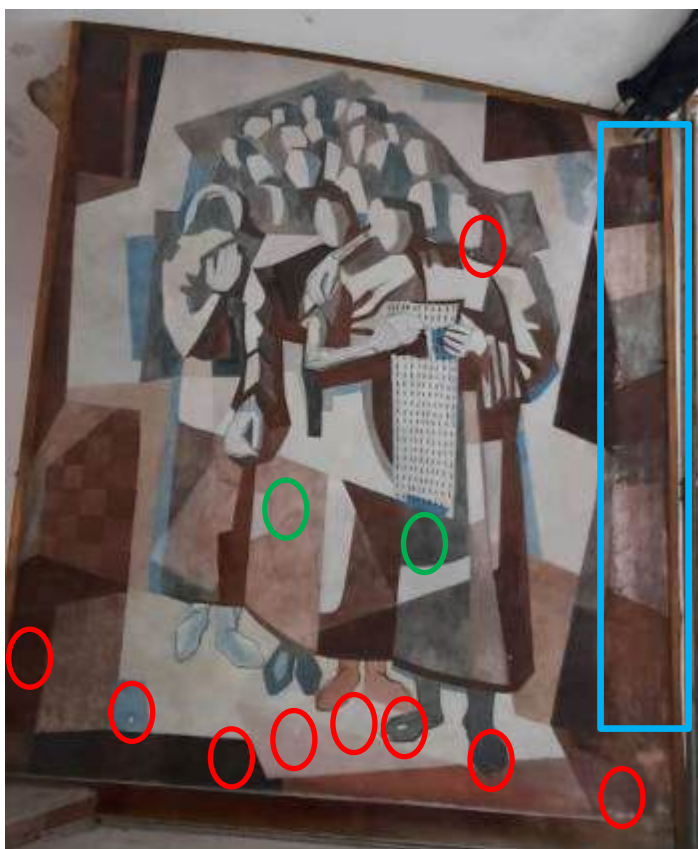


Figura 11. Pontos de alteração do afresco “Coro” de Cândido Portinari.

Legenda: ■ Propagação Microbiológica, ■ Perda de massa, ■ trincas.



Figura 12. Perdas de massa da obra “Coro”.



Figura 13. Perdas de massa da obra “Coro”.



Figura 14. Perdas de massa da obra “Coro”.



Figura 15. Perdas de massa da obra “Coro”.

Figura 16. Trinca da obra “Coro”.



Figura 17. Trincas da obra “Coro”.



Figura 18. Trincas de obra “Coro”.

Figura 19. Perdas de massa da obra “Coro”.



Figura 20. Propagação microbiológica da obra “Coro”.

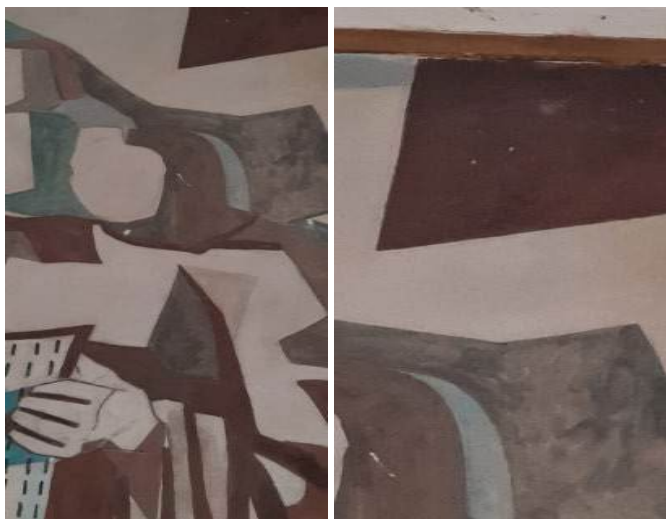


Figura 21. Perdas de massa da obra “Coro”.

4.2 | Análise Mineralógica

Na Figura 22 observa-se o difratograma da amostra relacionada com a perda de massa de argamassa da parede onde as obras foram pintadas e verificam-se picos específicos de quartzo e calcita indicando que o pintor realizou a preparação da parede com uma argamassa constituída de areia e cal, sendo a relação de 1 de areia para 2 de cal, por meio das intensidades dos picos observados.

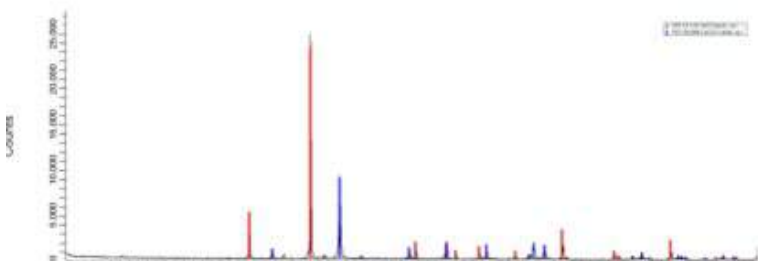


Figura 22. DRX da amostra de perda de massa (base da pintura).

Em relação ao fragmento do pigmento marrom, que se desprendia da pintura pode-se verificar na Figura 23 que o mesmo é constituído de calcita/dolomita e quartzo, indicando a presença da argamassa (cal e areia), além da presença de gipsita, que pode ser gesso utilizado para acelerar o endurecimento ou se tratar da alteração do carbonato de cálcio presente na cal, que reage com o enxofre da poluição do meio, formando a alteração de sulfato de cálcio. Observa-se, também, a presença do sal duplo de sulfato sódio e alumínio (*i.e.*, $\text{AlNa}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) relacionado, também, com a ação da poluição de enxofre na obra formando o referido sal. Observa-se, ainda, a presença de fosforita, mineral de fosfato de ferro hidratado, responsável pela coloração marrom da amostra. Observam-se, também, TiO_2 e ZnS , relacionados com a base de

titânio e zinco usado pelo autor, além da presença de halita, que se trata do cloreto de sódio aspergido na obra pelo ambiente marinho próximo ao prédio.

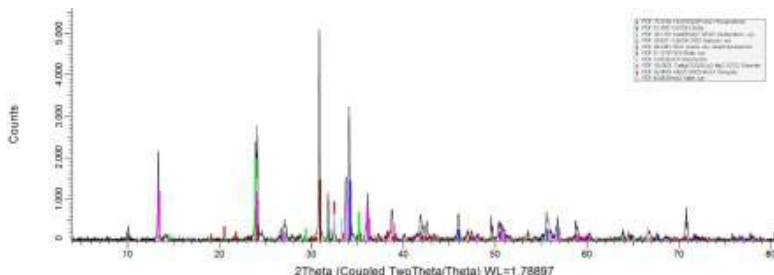


Figura 23. Composição mineralógica do pigmento marrom.

4.3 | Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV/EDS

As avaliações ao MEV/EDS estão apresentadas nas Figuras de 24 a 43, separadas de acordo com a coloração de cada pigmento, sendo marrom, cinza, rosa, branco, verde, azul claro, azul, verde claro, laranja e preto, respectivamente. A Tabela 1 sintetiza a composição química dos pigmentos e a Figura 44 ilustram, de forma clara, os elementos em maiores teores na composição dos pigmentos.

De uma maneira geral, a maioria apresenta teores de oxigênio superiores a 50%, associados, principalmente, ao cálcio que em quase todos os pigmentos variam de 15 a 30%, relacionados com a presença de cal.

Pigmentos específicos, como o marrom, apresentam teores de ferro na ordem de 10%, que lhes conferem a referida cor, já os pigmentos cinza, rosa e verde apresentam teores mais acentuados de silício, indicando maior teor de sílica (areia) ou até mesmo

associado ao alumínio na formação de minerais argilosos das respectivas cores. Teores de 9% de titânio no pigmento branco são condizentes com esse tipo de coloração, possivelmente devido à presença de TiO_2

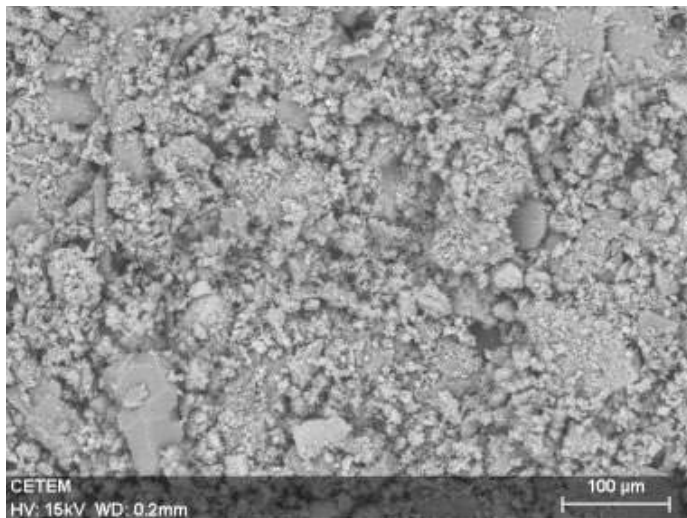


Figura 24. MEV do pigmento marrom.

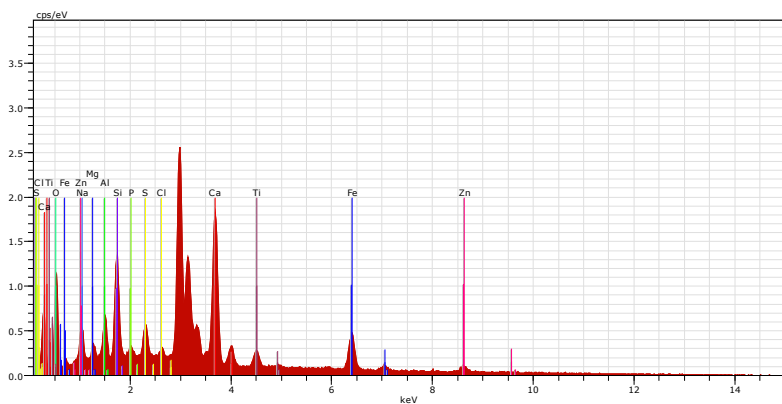


Figura 25. EDS do pigmento marrom.

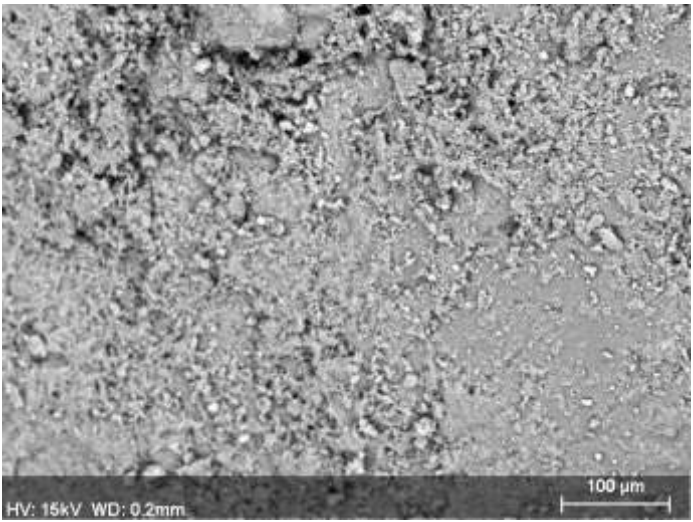


Figura 26. MEV do pigmento cinza.

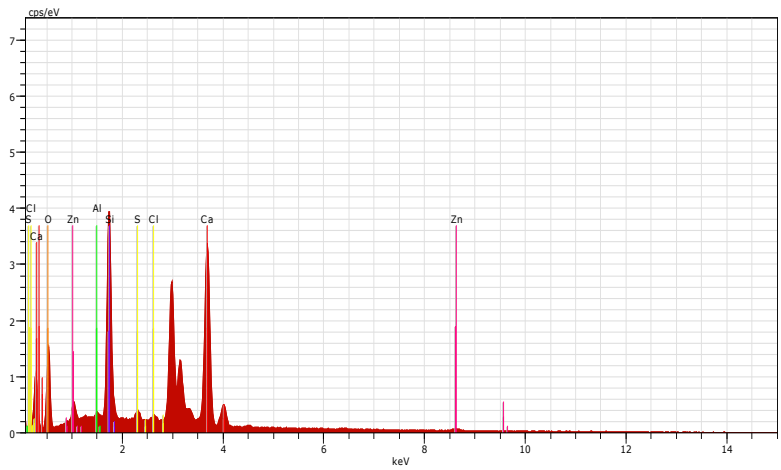


Figura 27. EDS do pigmento cinza.

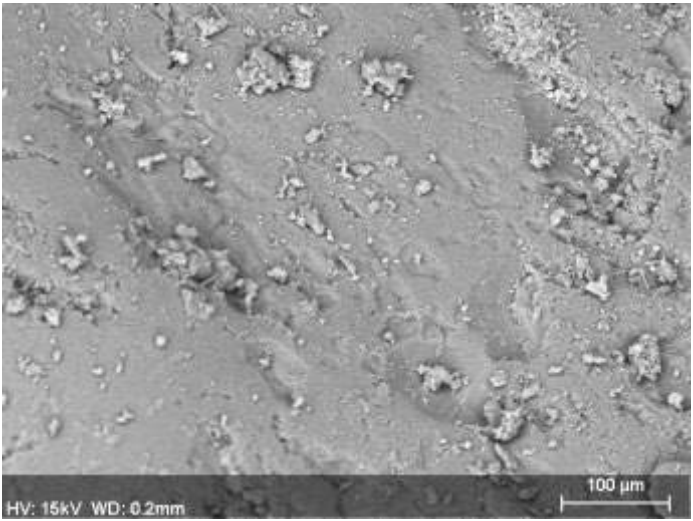


Figura 28. MEV do pigmento rosa.

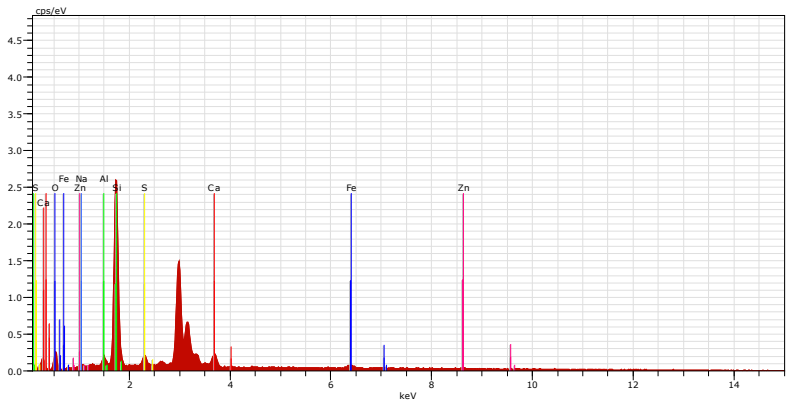


Figura 29. EDS do pigmento rosa.

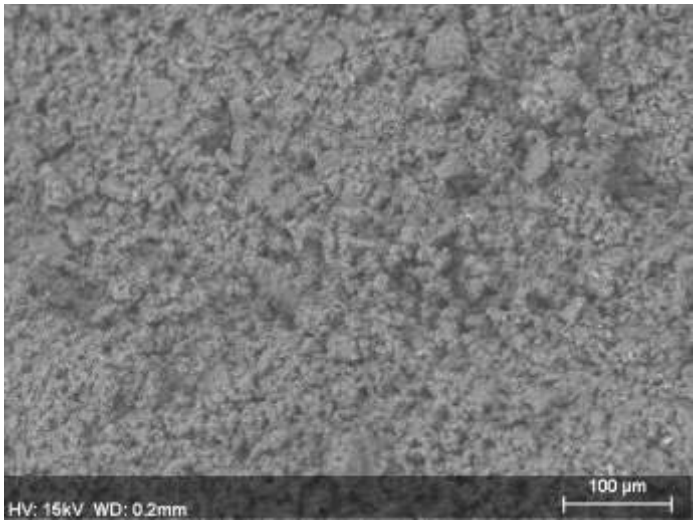


Figura 30. MEV do pigmento branco.

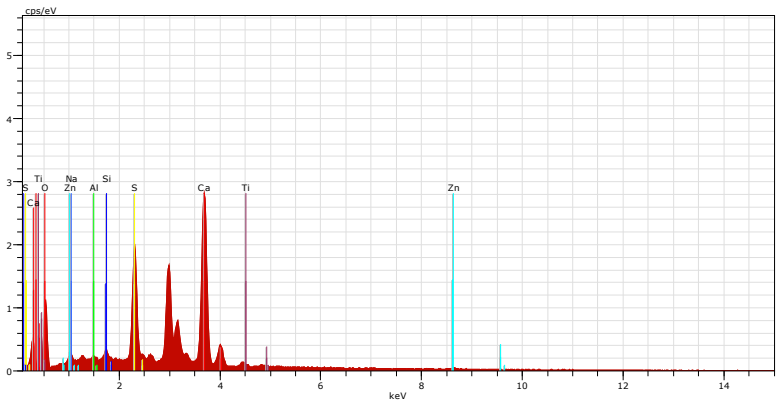


Figura 31. EDS do pigmento branco.

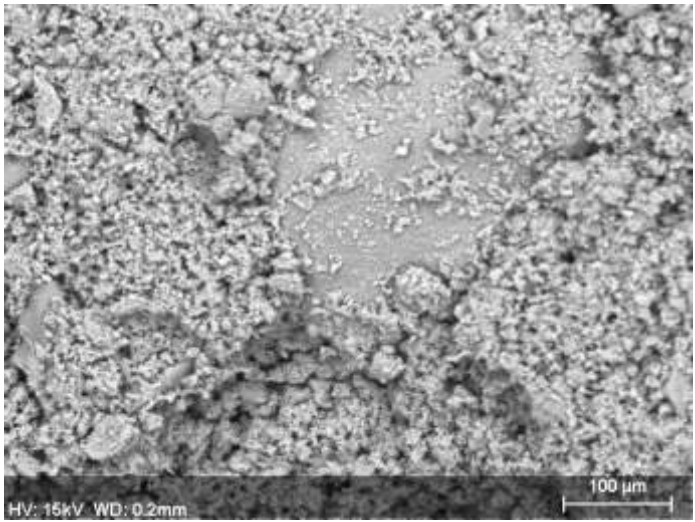


Figura 32. MEV do pigmento verde.

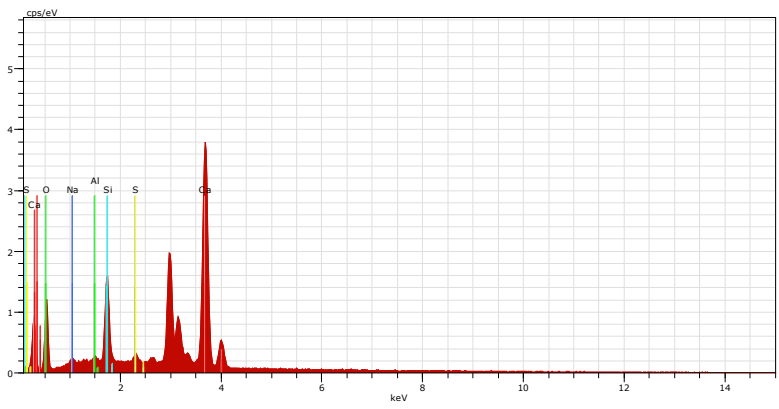


Figura 33. EDS do pigmento verde.

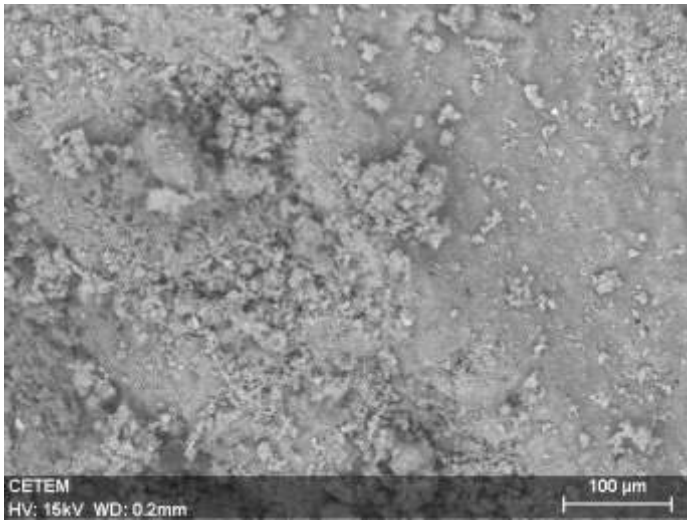


Figura 34. MEV do pigmento azul claro.

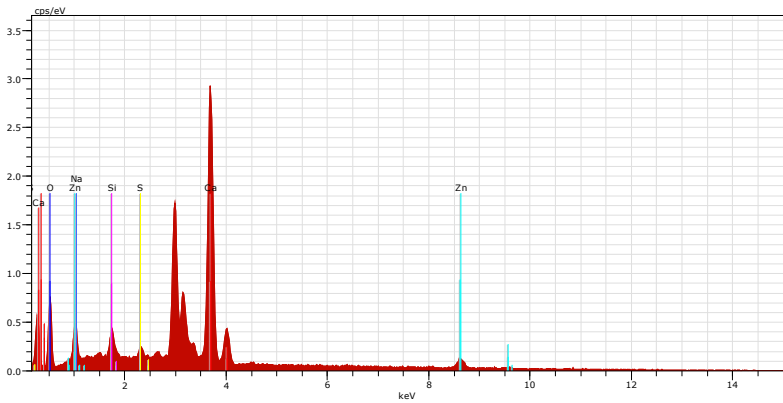


Figura 35. EDS do pigmento azul claro.

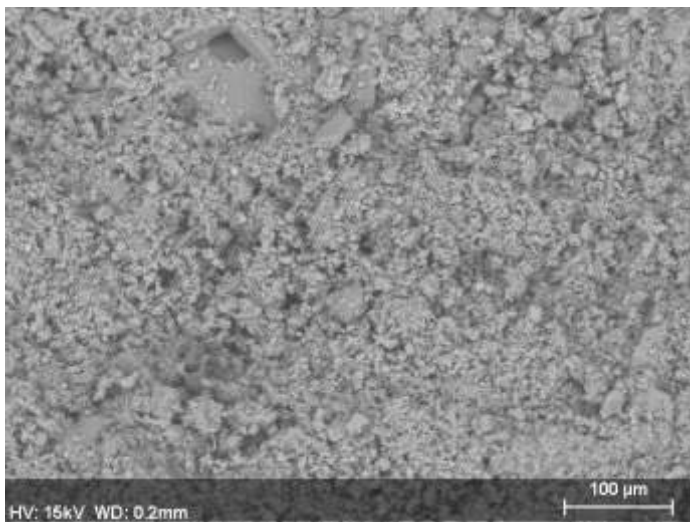


Figura 36. MEV do pigmento azul.

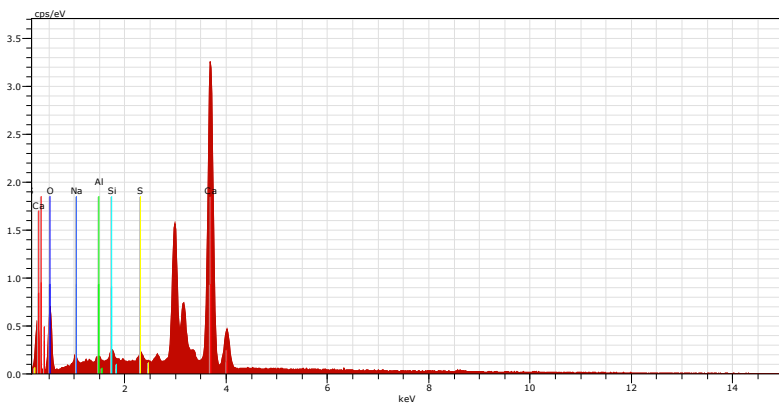


Figura 37. EDS do pigmento azul.

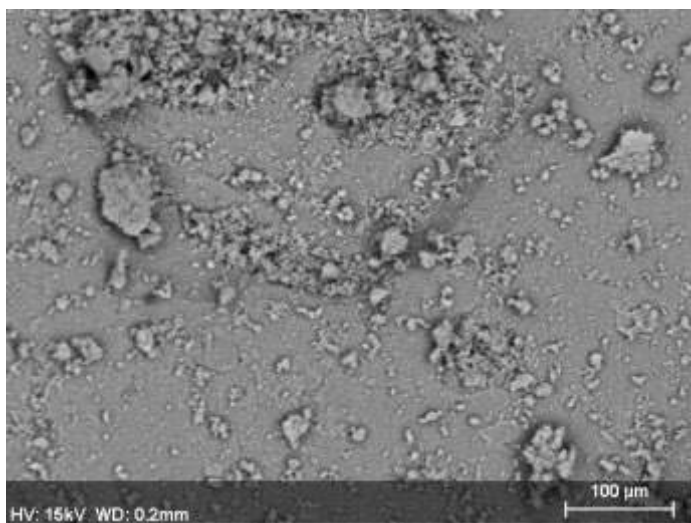


Figura 38. MEV do pigmento verde claro.

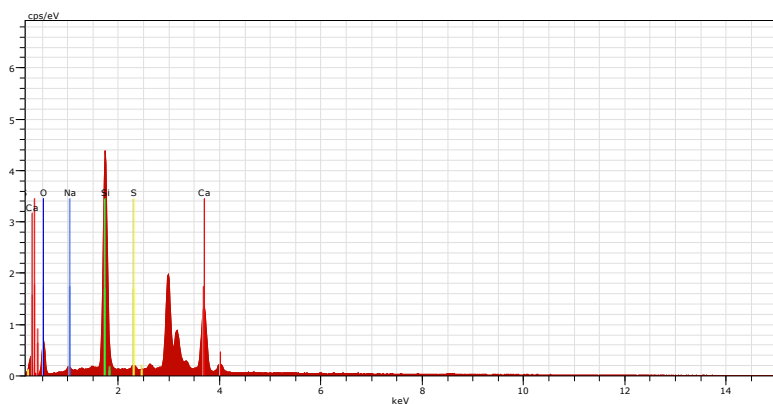


Figura 39. EDS do pigmento verde claro.

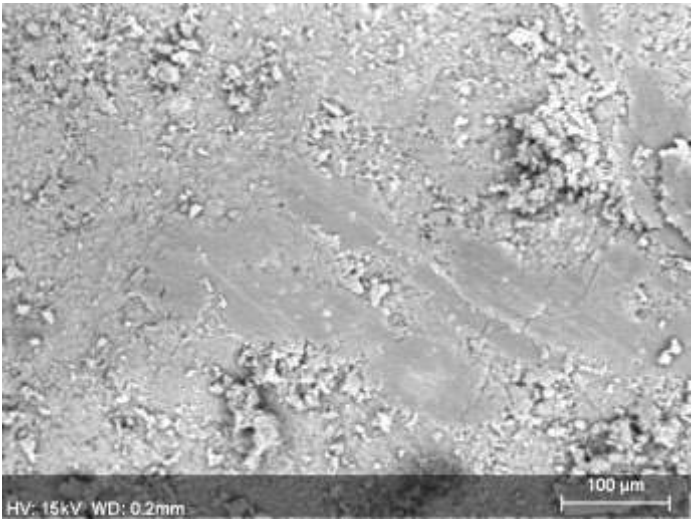


Figura 40. MEV do pigmento laranja.

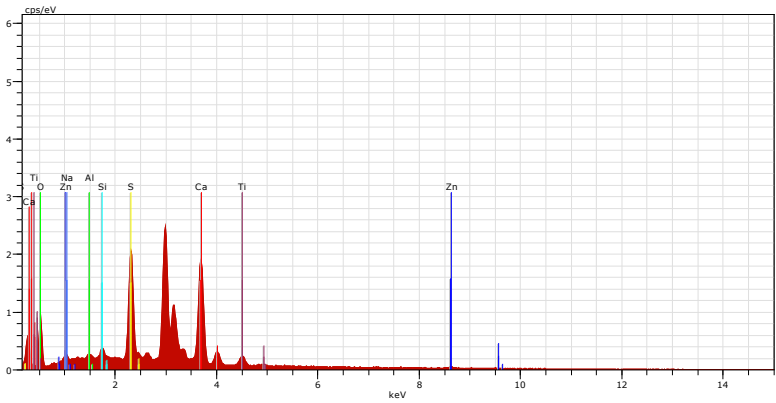


Figura 41. EDS do pigmento laranja.

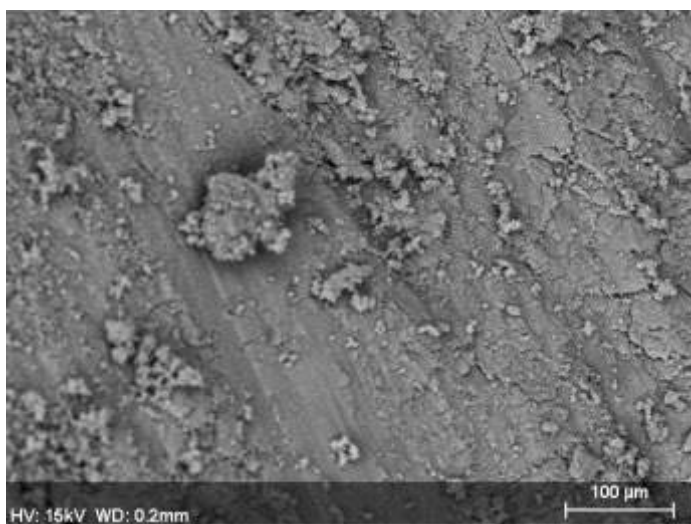


Figura 42. MEV do pigmento preto.

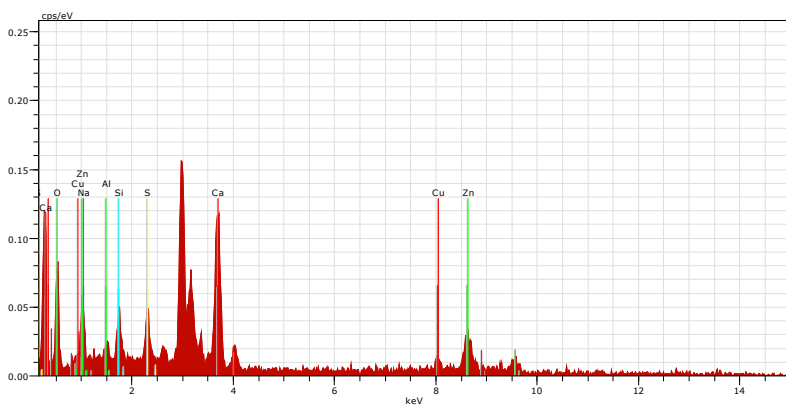


Figura 43. EDS do pigmento preto.

Tabela 1. Distribuição (%) dos elementos por meio do EDS dos pigmentos.

Pigmentos	O	Ca	Fe	Zn	Si	Ti	Al	S	Na	Mg	Cl	P	Cu
Marrom	54,04	15,19	10,53	3,45	7,21	2,15	2,88	2,04	0,15	1,39	0,56	0,42	0,00
Cinza	62,57	20,24	0,00	1,31	14,40	0,00	0,31	0,70	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00
Rosa	35,85	6,71	1,93	1,24	50,24	0,00	0,61	3,41	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Branco	67,26	21,74	0,00	0,96	0,43	8,60	0,01	0,26	0,39	0,33	0,00	0,00	0,00
Verde	66,03	25,57	0,00	0,00	6,15	0,00	0,36	0,67	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Azul Claro	59,04	31,31	0,00	5,13	1,96	0,00	0,00	0,48	2,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Azul	65,65	32,12	0,00	0,00	0,53	0,00	0,15	0,41	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Verde Claro	52,08	16,71	0,00	0,00	29,89	0,00		0,75	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Laranja	64,55	18,62	0,00	1,61	0,80	2,30	0,22	11,26	0,65	0,00	0,00	0,00	5,42
Preto	45,34	19,95	0,00	13,22	4,70		1,87	3,97	5,53	0,00	0,00	0,00	0,00

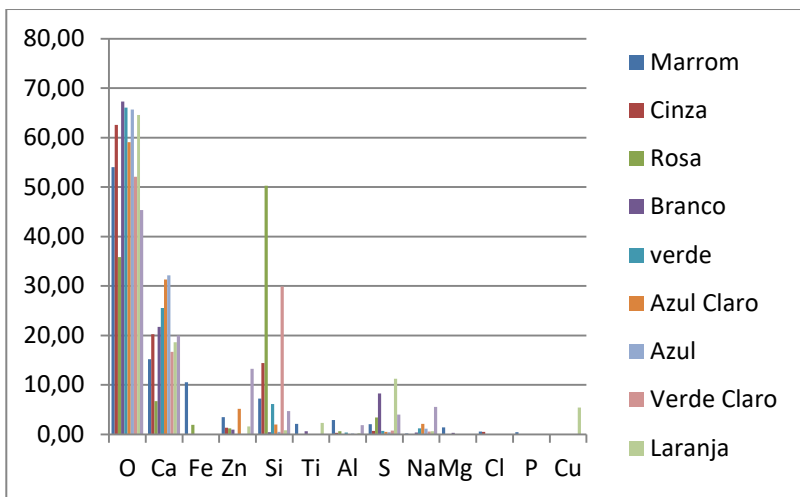


Figura 44. Distribuição dos elementos químicos (%) presentes nos diferentes pigmentos.

4.4 | Avaliação de Cor e Brilho

As Figuras 45 e 46 apresentam os pontos de avaliação de cor e brilho de ambos os quadros e as Tabelas 2 e 3 apresentam a distribuição espacial de cores segundo os padrões CIELAB de cada um dos pontos avaliados, onde se pode ter certeza das características colorimétricas nos eixos **a** e **b**, bem como da luminosidade (**L**) e do brilho (**G**).

Pode-se observar que ocorre um aumento dos padrões CIELAB em pontos onde ocorre alguma alteração. Por exemplo, na Tabela 2 verificam-se os resultados da pintura “Coro” e o ponto 1 apresenta pigmentação marrom escura com padrões: **L** = 32,85, **a** = 6,46 e **b** = 7,43. Já o ponto 001 deteriorado indica o aumento dos padrões para **L** = 47,32, **a** = 11,07 e **b** = 17,12, indicando que a referida região marrom escura do quadro está se tornando marrom clara, principalmente pelo efeito da umidade no local e

propagação microbiológica. O mesmo ocorre em boa parte da pintura, em qualquer pigmento avaliado. Porém, em alguns casos, a alteração cromática é tão substancial que áreas que deveriam ser cinza, como o ponto 002, tornam-se cinza, visto que há um deslocamento do eixo **b** de 3,14 para 9,35 e do eixo **a** de 1,55 para 2,16.

De uma maneira geral, as distribuições cromáticas das áreas preservadas da pintura indicaram as colorações: marrom escuro, cinza, bege, verde e azul, como apresentado na Tabela 2 as respectivas distribuições CIELAB.

Em relação à pintura “Escola de Canto” não se observaram alterações cromáticas significativas e na Tabela 3 apresentam-se os resultados das distribuições cromáticas onde se verificam em maior intensidade o rosa claro e escuro, bege, cinza e verde.



Figura 45. Pontos de avaliação colorimétrica do quadro Escola de Canto.

Tabela 2. Distribuição colorimétrica da pintura Escola de Canto.

Sample CIElab	N	Color scale		
		L*	a*	b*
001NORMAL_CORO	9	32,85	6,46	7,43
001DETERIORADO_CORO	9	47,32	11,07	17,12
002NORMAL_CORO	9	54,41	1,55	3,14
002DETERIORADO_CORO	9	55,33	2,16	9,35
003NORMAL_CORO	9	64,47	6,64	11,20
003DETERIORADO_CORO	9	60,73	3,27	13,21
004NORMAL_CORO	9	72,73	1,83	9,07
005NORMAL_CORO	9	51,41	-5,93	4,31
006NORMAL_CORO	9	61,82	-2,85	2,51
006ZNORMAL_CORO	9	60,32	-3,00	1,42
006XDESBOTADO_CORO	9	73,75	-2,65	0,63
006YSUJO_CORO	9	61,38	2,32	6,96
006WNORMAL_CORO	9	54,94	-6,65	-1,80
007NORMAL_CORO	9	55,25	-11,65	-9,51
008NORMAL_CORO	9	48,56	1,66	7,40
009NORMAL_CORO	9	51,09	-3,39	9,83



Figura 46. Pontos de avaliação colorimétrica do quadro Coro.

Tabela 3. Distribuição colorimétrica do quadro Coro.

Sample CIELab	N	Color scale		
		L*	a*	b*
010NORMAL_ESCCANTO	9	51,29	18,69	14,18
011NORMAL_ESCCANTO	9	56,78	17,38	17,81
012NORMAL_ESCCANTO	9	40,32	-6,30	-5,55
013NORMAL_ESCCANTO	9	46,61	-1,57	4,74
014NORMAL_ESCCANTO	9	43,92	2,18	12,89
015NORMAL_ESCCANTO	9	58,97	-1,19	4,59
016NORMAL_ESCCANTO	9	55,60	-15,05	0,73
017NORMAL_ESCCANTO	9	59,12	-12,57	1,44
018NORMAL_ESCCANTO	9	62,47	-11,33	4,93
019NORMAL_ESCCANTO	9	60,81	6,85	23,57

4.5 | Avaliação Microbiológica

Em relação aos resultados da avaliação microbiológica foram observados as colônias de *Penicillium* sp. e *Trichoderma* sp. em ambas as pinturas; porém, apenas na pintura “Coro” se observou a presença de *Aspergillus carbonarius*.

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos e podem ser encontrados em diferentes produtos agrícolas. Entre as micotoxinas conhecidas atualmente, destaca-se a *ocratoxina A*, produzida principalmente por espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, que apresenta propriedades nefrotóxicas, teratogênicas e imunotóxicas o que representa um sério risco para a saúde humana e animal.

5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as pinturas murais “Escola de Canto e Coro” apresentam perdas de massa, trincas e fissuras causadas pela umidade de tubulações de águas pluviais e esgoto que estão instaladas na parte traseira das mesmas.

Tal umidade favorece a propagação microbiológica, observando-se a presença de *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. e *Aspergillus carbonarius* que são responsáveis pela acelerada biodeterioração da pintura.

A degradação da pintura também pode ser observada por alterações cromáticas em vários pontos, como, por exemplo, áreas que deveriam ser marrom escura, com índices colorimétricos ($L = 32,85$, $a = 6,46$ e $b = 7,43$) e passam a apresentar a coloração marrom clara, com deslocamento dos padrões para $L = 47,32$, $a = 11,07$ e $b = 17,12$.

Verificou-se, também, que os pontos de perdas de massa apresentam gipsita indicando o efeito da poluição de enxofre no local, visto que o enxofre se deposita na superfície da pintura, sequestra o cálcio, associado à cal utilizada na argamassa da parede, formando pontos de gipsita, mais suscetíveis à absorção de umidade, propagação microbiológica e destruição da obra.

6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Cetem pela infraestrutura, ao Palácio Gustavo Capanema, ao Iphan, ao Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos – IOC/Fiocruz, à Concrejato e ao apoio financeiro do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, P.; SILVA, A.S.; VEIGA, R.; MIRAO, J.; CANDEIAS, A. Microscopic characterisation of old mortars from the Santa Maria Church in Évora, *Materials Characterization* 60 (7) (2009) 610 {620, 11th Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials (EMABM). doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.matchar.2008.11.008.

ALVES, L.R., Biodeterioração de monumentos históricos no mundo, *ESPECIALIZAÇÃO EM MICROBIOLOGIA*, UFMG, 2012.

BAKOLAS, A.; BISCONTIN, G.; MOROPOULOU, A.; ZENDRI, E. Characterization of structural byzantine mortars by thermogravimetric analysis, *Thermochemica Acta* 321 (12) (1998) 151 {160. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0040-6031(98)00454-7.

BELLI, N. et al. *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A production on a synthetic grape medium in relation to environmental factors. *Journal of Applied Microbiology*, Oxford, v. 98, n. 4, p. 839-844, Aug. 2004.

BISCONTIN, G.; BIRELLI, M.P.; ZENDRI, E. Characterization of binders employed in the manufacture of Venetian historical mortars, *Journal of Cultural Heritage* 3 (1) (2002) 31 {37. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S1296-2074(02)01156-1.

BUDAK, M.; AKKURT, S.; BKE, H. Evaluation of heat treated clay for potential use in intervention mortars, *Applied Clay Science* 49 (4) (2010) 414 { 419, fourth Mediterranean Clay Meeting Selected papers from the meeting in Ankara, Turkey, 5-10 September 2006. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2009.11.031.

CHIARELLI, N.; MIRIELLO, D.; BIANCHI, G.; FICHERA, G.; GIAMELLO, M.; MEMMI, I.T. Characterization of ancient mortars from the S. Niccoló archaeological complex in Montieri (Tuscany Italy), *Construction and Building Materials* 96 (2015) 442 {460. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.023.

FREIDIN, C.; MEIR, I. Byzantine mortars of the Negev Desert), *Construction and Building Materials* 19 (1) (2005) 19-23. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2004.05.001>.

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.

GLEIZE, P.; MOTTA, E.; SILVA, D.; ROMAN, H. Characterization of historical mortars from Santa Catarina (Brazil), *Cement and Concrete Composites* 31 (5) (2009) 342-346. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.02.013>.

KAPETANAKOU, A.E. et al. Development of a model describing the effect of temperature, water activity and (gel) structure on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in vitro and evaluation in food matrices of different viscosity. *Food Microbiology*, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 727-735, June 2011.

LEONE, G.; VITA, A.D.; MAGNANI, A.; ROSSI, C. Characterization of archaeological mortars from Herculaneum, *Thermochimica Acta* 624 (2016) 86-94. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tca.2015.12.003>.

LEZZERINI, M.; LEGNAIOLI, S.; LORENZETTI, G.; PALLESCI, V.; TAMPONI, M. Characterization of historical mortars from the bell tower of St. Nicholas Church (Pisa, Italy), *Construction and Building Materials* 69 (2014) 203 - 212. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.051>.

MARIA, S. Methods for porosity measurement in lime-based mortars, *Construction and Building Materials* 24 (12) (2010) 2572 - 2578, special Issue on Fracture, Acoustic Emission and NDE in Concrete (KIFA-5). doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.05.019>.

MARTÍNEZ, I.; CASTILLO, A.; MARTÍNEZ, E.; CASTELLOTE, M. Physico-chemical material characterization of historic unreinforced masonry buildings: The first step for a suitable intervention, *Construction and Building Materials* 40 (2013) 352 - 360, special Section on Recycling Wastes for Use as Construction Materials. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.09.091>.

MOROPOULOU, A. BAKOLAS, A. BISBIKOU, K. Investigation of the technology of historic mortars, *Journal of Cultural Heritage* 1 (1) (2000) 45-58. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S1296-2074\(99\)00118-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1296-2074(99)00118-1).

MOROPOULOU, A.; BAKOLAS, A.; BISBIKOU, K. Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques, *Thermochemica Acta* 269270 (1995) 779 {795, recent *Advances in Thermal Analysis and Calorimetry*. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0040-6031\(95\)02571-5](http://dx.doi.org/10.1016/0040-6031(95)02571-5).

MOROPOULOU, A.; POLIKRETI, K.; BAKOLAS, A.; MICHAELIDIS, P. Correlation of physicochemical and mechanical properties of historical mortars and classification by multivariate statistics, *Cement and Concrete Research* 33 (6) (2003) 891 - 898. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0008-8846\(02\)01088-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0008-8846(02)01088-8).

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

PITT, J.L.; HOCKING, A.D. *Fungi and food spoilage*. 2. ed. London: Blackie Academic, 1997.

PRADO, A.C.C.; SCALON, V.R.; SOUSA, H.C.; PEREIRA, C.A. A vida sobre o patrimônio: Biodeterioração e conservação da cantaria, em Ouro Preto, MG, Brasil. X Congresso Ibero-americano de Extensão Universitaria Universidade Federal de Ouro Preto, 2009.

SANJURJO-S_ANCHEZ, J. TRINDADE, M.; BLANCO-ROTEA, R.; GARCIA, R.B.; MOSQUERA, D.F.; BURBIDGE, C.; PRUDÊNCIO, M.; DIAS, M. Chemical and mineralogical characterization of historic mortars from the Santa Eulalia de Bóveda temple, NW Spain, *Journal of Archaeological Science* 37 (9) (2010) 2346 {2351. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2010.04.008>.

SANTIAGO, C.C. O restauro de argamassa de cal no Brasil, *Construindo - Belo Horizonte* 4.

SOUZA, S.C. Crescimento de *Aspergillus Carbonarius* e *Aspergillus Ochraceus* e produção de ocratoxina a em meio de cultura sintético e a base de produtos agrícolas, Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, UFL, MG, 2014.

ZENG, Y.; ZHANG, B.; LIANG, X. A case study and mechanism investigation of typical mortars used on ancient architecture in China, *Thermochimica Acta* 473 (12) (2008) 1 {6. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tca.2008.03.019>.

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 2023, 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). 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-123 – **Estudo das alterações da pintura mural “jogos infantis” de Cândido Portinari.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Rosana Elisa Coppedê Silva, Caroline Martins de Souza, Michelle Teixeira dos Santos Cassiano, Claudia Nunes e Áurea Maria Lage de Moraes, 2023.

STA-122 – **Remineralizadores de solos: importância e perspectivas futuras.** Patrícia Correia Araujo, Carla de Matos Ribeiro, Guilherme de Resende Camara, Maria Alice Cabral Goes e Luis Gonzaga Santos Sobral, 2023.

STA-121 – **Introdução ao cultivo de microrganismos utilizados na biolixiviação de minérios.** Luis Gonzaga Santos Sobral, Andriela Dutra Norberto de Oliveira, Amanda Gomes Tavares de Miranda e Naiara Soares Bello, 2023.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
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: <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 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 45 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.