

130

SÉRIE Tecnologia Ambiental

Estudo sobre a ação do intemperismo no prédio do Centro de Tecnologia Mineral do Rio de Janeiro

**Ana Beatriz André da Silva Martins
Roberto Carlos da Conceição Ribeiro
Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda**



SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

**Estudo sobre a ação do intemperismo no prédio do
Centro de Tecnologia Mineral 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

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 - 130

Estudo sobre a ação do intemperismo no prédio do Centro de Tecnologia Mineral do Rio de Janeiro

Ana Beatriz André da Silva Martins

Bolsista de Iniciação Científica do CETEM/MCTI.

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

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

Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda

Geóloga, D.Sc., Bolsista do CETEM/MCTI.

CETEM/MCTI

2024

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 © 2024 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

M386

Martins, Ana Beatriz André da Silva.

Estudo sobre a ação do intemperismo no prédio do Centro de Tecnologia Mineral do Rio de Janeiro / Ana Beatriz André da Silva Martins, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda. – Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2024.

33 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 130).

ISBN 978-65-5919-082-9.

1. Centro de Tecnologia Mineral. 2. Alterabilidade. 3. Concreto. 4. Análise estrutura I. Ribeiro, Roberto Carlos da Conceição. II. Cerqueda, Marcelle Lemos. III. Título

CDD 624.171

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 Centro de Tecnologia Mineral	9
1.2 Localização Geográfica	12
1.3 Ação do Intemperismo no Concreto	13
2 OBJETIVO	14
3 EXPERIMENTAL	15
3.1 Levantamento Bibliográfico Meteorológico	15
3.2 Mapeamento de Danos	15
3.3 Avaliação das Amostras de Mão	16
3.4 Determinação da Dureza	17
3.5 Índices Físicos	17
3.6 Água de Lavagem	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1 Principais Danos	19
4.2 Mapeamento de Danos	22
4.3 Água e Lavagem	25
4.4 Dureza	25
4.5 Análise em Lupa e MEV	26
4.6 Índices Físicos	27
4.7 Análises Química (FRX) e Mineralógica (DRX)	28
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

RESUMO

Fundado em 1978 por Antônio Dias Leite, então Ministro de Minas e Energia, o edifício do CETEM está situado na Ilha do Fundão. Este local é fortemente influenciado pela maresia, que provém da Baía de Guanabara, e pela emissão de dióxido de enxofre das principais vias da cidade, incluindo as rodovias Linha Vermelha e Linha Amarela, além da Avenida Brasil. Esses poluentes são facilmente transportados pelos ventos que predominam no nordeste, sudeste e leste, depositando-se em áreas específicas do edifício, principalmente nos edifícios mais altos, como o prédio administrativo e a Usina Piloto.

O prédio administrativo, devido ao seu tamanho superior em comparação com os edifícios laboratoriais, age como uma barreira e um depósito para esses poluentes, que são transportados pelo vento e se acumulam na fachada do edifício. Esses poluentes assumem a forma de halita (*i.e.*, NaCl) em áreas onde o processo de deterioração do concreto é acelerado, indicando que são transportados pelo vento, depositados na superfície, se dissolvem na umidade do ar e infiltram-se na estrutura do concreto, acelerando a corrosão das armaduras.

Além disso, o enxofre, que se deposita nas fachadas, na forma de sulfato, reage e substitui o carbonato da calcita presente no concreto, formando pontos frágeis de sulfato de cálcio, conhecidos como gipsita. Como resultado, esses sais afetam a dureza da estrutura, que consiste, principalmente, de concreto armado. Em um concreto saudável, a dureza é tipicamente da ordem de 600HLD, mas nos pontos afetados, ela é reduzida para cerca de 330HLD. Além disso, os valores de densidade aparente aumentam de 1800 para 2.000 kg.m⁻³, a porosidade cresce de 15 para 20%, e a taxa de absorção de água passa de 6 para 10%.

Palavras-chave

CETEM; alterabilidade; concreto.

ABSTRACT

Founded in 1978 by Antônio Dias Leite, the Minister of Mines and Energy at that time, the CETEM building is located on Fundão Island. This location is strongly influenced by the sea air from Guanabara Bay and the emission of sulphur dioxide from the city's major roadways, including the Red Line, Yellow Line, and Avenida Brazil. These pollutants are easily carried by the prevailing winds from the northeast, southeast, and east, depositing in specific areas of the building, mainly in the taller buildings, such as the administrative building and the Pilot Plant.

The administrative building, due to its larger size, compared to the laboratory buildings, acts as a barrier and a deposit for these pollutants, which are transported by the wind and accumulate on the building's facade. These pollutants take the form of halite (*i.e.*, NaCl) in areas where the deterioration of the concrete is accelerated, indicating that they are wind-borne, deposited on the surface, dissolve in the humidity of the air, and infiltrate the concrete structure, accelerating the corrosion of the reinforcement.

Furthermore, the sulphur, which deposits on the facades in the form of sulphate, reacts and replaces the carbonate of calcite, present in the concrete, forming fragile points of calcium sulphate, known as gypsum. As a result, these salts affect the hardness of the structure, which is primarily composed of reinforced concrete. In healthy concrete, the hardness is typically of the order of 600HLD, but in affected points, it is reduced to around 330HLD. Additionally, the values of apparent density increase from 1800 to 2.000 kg.m⁻³, porosity increases from 15 to 20%, and the water absorption rate rises from 6 to 10%.

Keywords

CETEM, alterability, concrete.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | Centro de Tecnologia Mineral

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, teve sua inauguração em 1978 com o objetivo principal de apoiar o progresso do setor de processamento de minérios no Brasil, buscando reduzir a necessidade de importação desses recursos. Este projeto foi concebido durante a gestão do então Ministro de Minas e Energia, Dr. Antônio Dias Leite (Figura 1), e em 18 de abril de 2023, o edifício comemorou 45 anos desde a sua criação (LUZ, 2008).



Figura 1. Ministro de Minas e Energia na época Dr. Antônio Dias Leite.

O CETEM (Figura 2) é uma instituição brasileira voltada para pesquisa e desenvolvimento no campo da tecnologia mineral e de materiais. Se encontra localizado no Rio de Janeiro e desempenha um papel importante no apoio à indústria mineral brasileira, realizando pesquisas, desenvolvendo tecnologias, oferecendo cursos e treinamentos, e fornecendo informações técnicas para o setor. O CETEM atua em diversas áreas relacionadas à tecnologia

mineral, incluindo o processamento de minérios, a reciclagem de materiais, a gestão de resíduos sólidos, a análise de impacto ambiental e a pesquisa de novos materiais.

A instituição desempenha um papel fundamental na promoção da inovação e na melhoria da eficiência na indústria mineral brasileira. Além disso, colabora com outras instituições de pesquisa, universidades e órgãos governamentais para promover o desenvolvimento sustentável e a competitividade do setor mineral no Brasil.

O edifício do CETEM, construído na década de 1970, Figura 2, é, principalmente, composto de concreto armado em sua estrutura principal, escadarias e abóbadas (Figuras 3 e 4) e, após mais de 40 anos de existência, vem sofrendo dos efeitos do intemperismo devido à sua localização em uma ilha.



Figura 2. Início das obras de construção do CET.



Figura 3. Concreto do Centro de Tecnologia Mineral, 1972-1978.



Figura 4. Abóbodas do Centro de Tecnologia Mineral, 1972-1978.

1.2 | Localização Geográfica

O CETEM está localizado na Ilha do Fundão (Figura 5), que faz parte do município do Rio de Janeiro, Brasil. A Ilha do Fundão é uma ilha localizada na Baía de Guanabara, e é conhecida por abrigar várias instituições de pesquisa, universidades e centros de tecnologia.



Figura 5. Localização do Centro de Tecnologia Mineral, 2023.

A localização na Ilha do Fundão também coloca o CETEM próximo a uma concentração significativa de instituições acadêmicas e de pesquisa, permitindo maior interação com as mesmas, tornando-o um polo de conhecimento e inovação na área de tecnologia mineral e materiais.

1.3 | Ação do Intemperismo no Concreto

O CETEM recebe diariamente a influência de sais transportados pela maresia e também está próximo de importantes vias de tráfego, como as linhas Vermelha e Amarela, além da Avenida Brasil, o que resulta na exposição a uma considerável carga de poluentes liberados por veículos. Esses poluentes se acumulam em áreas específicas do edifício, transportados pelos ventos predominantes do leste, nordeste e sudeste, resultando na deterioração do concreto devido a oxidação das estruturas.

As correntes de vento predominantes sobre o edifício do CETEM carregam as sujidades do entorno e as deposita no concreto do prédio. No entorno conseguimos encontrar sujidades provenientes da maresia que se encontra na Bahia de Guanabara e, também, proveniente dos gases emanados pelos veículos que passam pelas vias expressas, que se encontram ao redor do prédio do CETEM.

Por meio da umidade proveniente das chuvas e a falta de uma manutenção regular no prédio, pode-se observar locais afetados pelo intemperismo e, até mesmo, alguns locais que a olho nu não se encontram degradados; porém, ao ser feita a análise foi possível identificar alterabilidade.

2 | OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi verificar as condições de alterabilidade causadas pelo intemperismo nas estruturas que compõem o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

3 | EXPERIMENTAL

3.1 | Levantamento Bibliográfico Meteorológico

Realizou-se um levantamento climatológico por meio de cartas sinóticas fornecidas pela base de dados referentes ao *Meteostat* e pela estação meteorológica do aeroporto internacional Antônio Carlos Jobim, que se localiza próximo ao CETEM.



Figura 6. AutoCad, ABNT e Meteostat.

3.2 | Mapeamento de Danos

Para o mapeamento de danos foram utilizadas, como base, as plantas do CETEM, já existentes em DWG, utilizando o programa AUTOCAD em associação com o programa Google Earth. Os pontos levantados foram identificados a olho nu, e categorizados como são ou alterado segundo a ABNT NBR 13755 (2017).

3.3 | Avaliação das Amostras de Mão

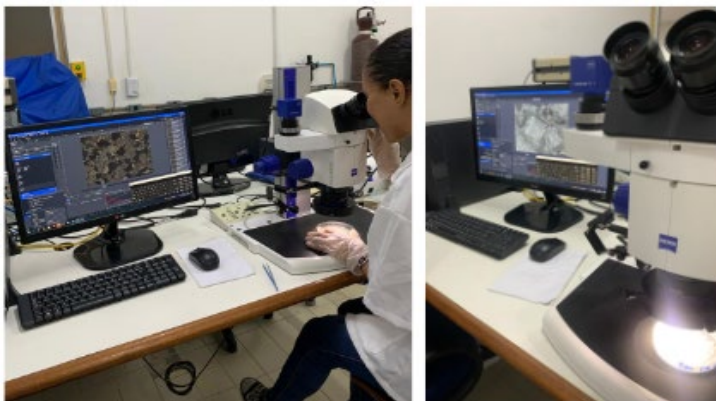


Figura 7. Análise em lupa.

Foram realizadas avaliações em lupa (Figura 7) e em microscopia eletrônica de varredura com EDS acoplado (MEV/EDS) de amostras que se desprendiam (Figura 8), que também foram avaliadas por meio de fluorescência de raios-X (FRX) e difração de raios-X (DRX).



Figura 8. Coleta de amostras de mão.

3.4 | Determinação da Dureza

Determinou-se a dureza média dos pontos *in loco*, utilizando a sonda D acoplada ao equipamento *Equotip 550 Leeb*, da marca *Proceq*, em diversas regiões do CETEM como indicam as Figuras 9 A e B.



Figura 9. Ensaio de dureza com o auxílio do equipamento *Equotip 550 Leeb* da marca *Proceq*.

3.5 | Índices Físicos

A determinação do ensaio de índices físicos foi realizada a partir da norma ABNT NBR 15.845-2 (2015), na qual determina-se a porosidade, densidade e absorção de água aparente dos corpos de prova das amostras de concreto, como indicado na Figura 10.



Figura 10. Análise de índices físicos segundo a ABNT NBR 15.845-2, 2015.



Figura 11. Procedimento de retirada da sugidade para a avaliação por ICP-Plasma.

3.6 | Água de Lavagem

Realizou-se a lavagem com água destilada e escovas de cerdas macias, realizando um esfregão *in loco*, sendo, posteriormente, avaliadas por ICP-plasma e absorção atômica.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 | Principais Danos

As condições ambientais do local são típicas de clima tropical, com alta umidade relativa do ar, por estar localizado em uma ilha, recebendo o prédio grande influência do aerossol marinho. Há concentração de poluentes provenientes de veículos de grandes vias como Linha Vermelha, Linha Amarela e Avenida Brasil, além do Aeroporto do Galeão, que se encontram no entorno do prédio, além do edifício se localizar em frente a uma avenida.

A circulação dos ventos, grandes carregadores de partículas na região, está indicada na Figura 12 onde se verificam ventos predominantes NE, L e SE, ventos estes responsáveis pela deposição de grande parte dos poluentes do entorno na edificação. Já na Figura 13 pode-se observar, com mais detalhes, a orientação preferencial dos ventos na edificação e, devido a posição geográfica do prédio, verifica-se que o prédio superior da administração (em vermelho) funciona como barreira dos ventos oriundos de leste, concentrando a maior quantidade de sujidades. Na Figura 14, é possível observar a diferença do pé direito dos prédios, corroborando a questão do prédio da administração se tornar uma barreira de ventos, em relação aos demais prédios.

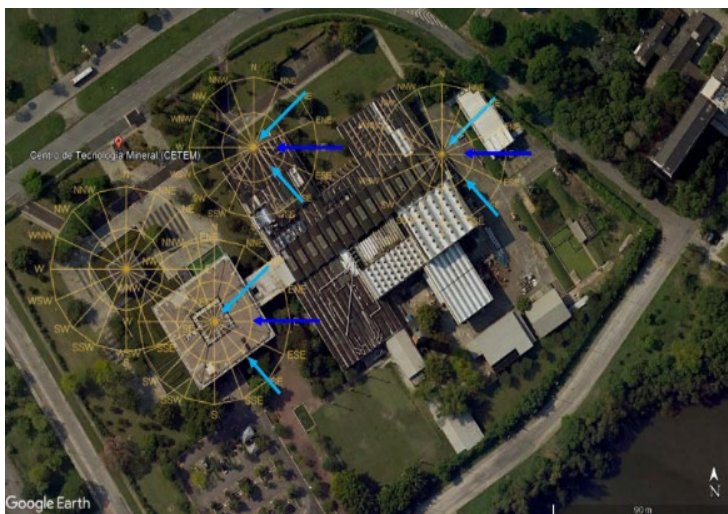


Figura 12. Direção predominante dos ventos.

Na Figura 13 verifica-se que no prédio superior (em vermelho) acentua-se a concentração de sujidades devido à ação efetiva dos ventos de SE. As regiões mais afetadas se encontram nos pontos 3 e 4 devido a ação dos ventos de sudeste, nos pontos 5, 6, 7 e 8, que recebem os poluentes carreados dos três tipos de ventos e nos pontos 15 e 16 que recebem os poluentes de forma excessiva dos ventos de leste, pontos estes em evidência na Figura 15.



Figura 13. Predominância de ventos oriundos de SE e NE.

Os ventos predominantes, indicados pelas setas azuis, caracterizam que o prédio 1 (principal), indicado na Figura 14, funciona como barreira para a concentração de sujidades permitindo a concentração de contaminantes nas regiões entre os prédios 1 e 2 e 1 e 3, como assinalados em azul na Figura 14.

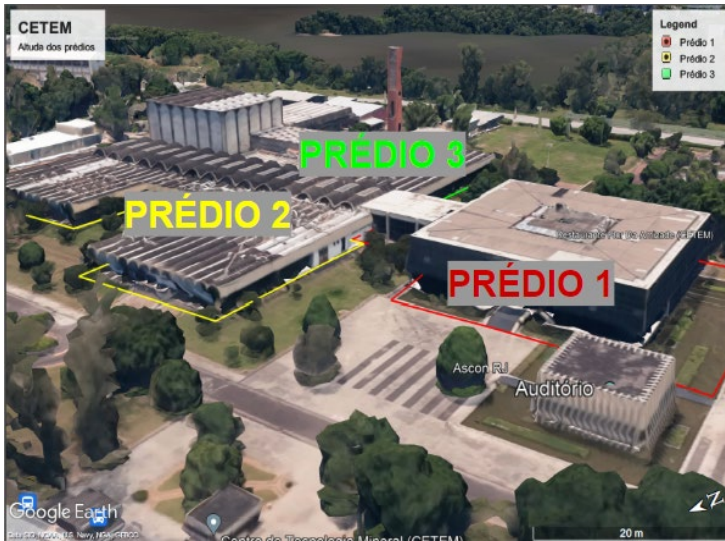


Figura 14. Prédio 1 contendo um pé direito maior.

4.2 | Mapeamento de Danos

Na Figura 15 apresenta-se a planta de uma das fachadas do CETEM. Esta fachada corresponde a localização dos pontos 7 e 8, apresentados na Figura 13, escolhida por se encontra exposta com influência direta dos ventos e intempéries, onde o mapeamento de danos verificou: umidade, infiltração, crostas negras, fissuras, fendas, craquelamento, alterações cromáticas, desagregação, lacunas, proliferação biológica, perda de massa e eflorescências, patologias evidenciadas na Figura 16.

A seta em azul, na Figura 16, indica a direção principal do vento ao prédio da administração, que se encontra no lado esquerdo da foto, com um pé direito maior que a fachada analisada; assim, as sujidades se depositam na fachada do prédio e se acumulam nessa

região. Já na Figura 17 pode-se verificar a situação real de uma das partes desta fachada da administração e no decorrer do tempo, com o auxílio da umidade, escorrem para a fachada analisada no mapeamento de danos.



Figura 15. Mapa de danos.



Figura 16. Região da fachada apontada no mapeamento.



Figura 17. Oxidação visível da armação metálica do concreto.

4.3 | Água e Lavagem

Os resultados de sujidades estão apresentados na Figura 18, onde se pode verificar que os teores de sódio, cloreto e enxofre total são extremamente elevados, uma vez que a localização na Ilha do Fundão é bastante afetada pela maresia e pela ação dos poluentes emanados pelos veículos. No entanto, nos pontos 3 a 8 e 15 e 16, que servem de barreira de ventos, as concentrações desses elementos ultrapassam 2.500 mg.L⁻¹.

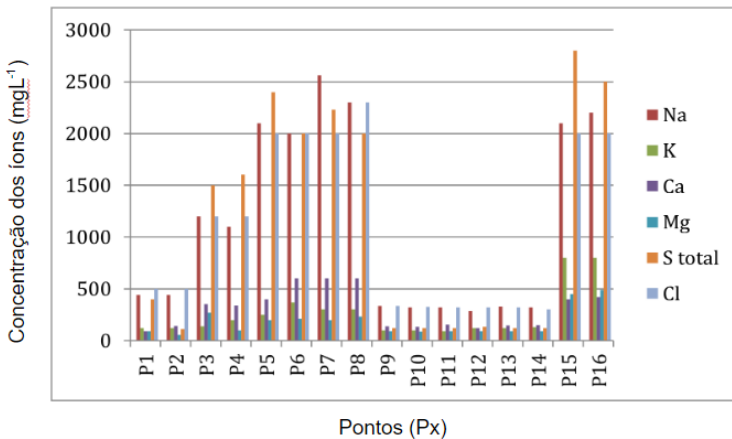


Figura 18. Resultados da água de lavagem (Concentração mg.L⁻¹x pontos de análise).

4.4 | Dureza

Em relação aos resultados de dureza, um concreto não deve apresentar valores de dureza entre 500 a 600 HLD (BRITO, 2017). Em muitos pontos do CETEM o concreto apresenta valor de 500 HLD, que decresce para valores em torno de 330 HLD em regiões de acelerado processo de alteração, indicando que os sais

carreados pelo vento, se depoistam nas fachadas e, com a umidade local, se infiltram na estrutura do concreto e aceleram a oxidação das ferragens. Atrelado a isso, o enxofre, depositado nas fachadas, sob a forma de sulfato, realiza uma reação de substituição com carbonato da calcita, presente no concreto formando pontos frágeis de sulfato de cálcio (gipsita). Na Figura 19 estão apresentados os resultados de dureza.

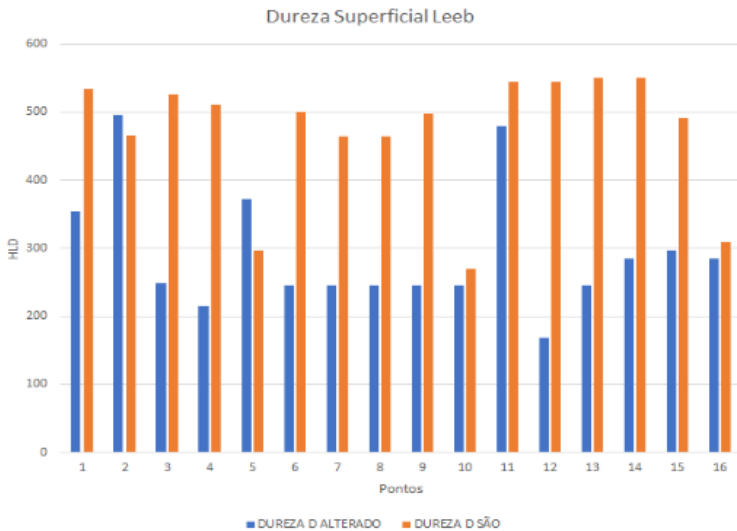


Figura 19. Resultados de dureza.

4.5 | Análise em Lupa e MEV

A avaliação das amostras de concreto, que se desprenderam das fachadas, corroboram os resultados anteriores indicando a presença de cristais de halita e gipsita, que são minerais responsáveis pelas alterações encontradas no concreto. Na Figura 20 observam-se a presença desses cristais.

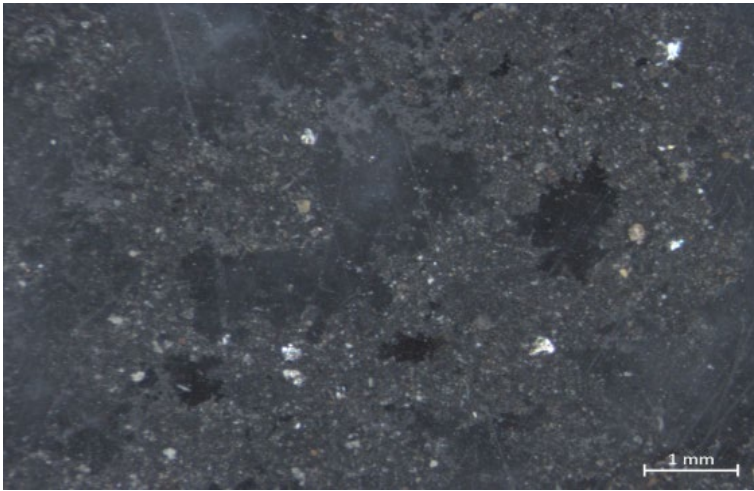


Figura 20. Resultados em lupa, cristais de sal (1.6x).

4.6 | Índices Físicos

Um concreto são apresenta valores de densidade aparente média de 1800 kg.m^{-3} , a porosidade de 15% e a absorção de água de 6%. Em relação aos resultados obtidos nas amostras desprendidas das fachadas a densidade aparente encontra-se em torno de $2.000 \pm 100 \text{ kg.m}^{-3}$, a porosidade cerca de 20 % e absorção de água cerca de 10%, indicando que o concreto foi afetado pela ação da halita e da gipsita, uma vez que esses minerais percolam o concreto, pois são dissolvidos pela umidade do ar, e como seus ânions cloreto e sulfato são muito volumosos, se infiltram destruindo as estruturas do concreto, causando aumento de porosidade e absorção de água (Figura 21) e, conseqüentemente, diminuição da resistência mecânica, como observado nas reduções dos valores de dureza, assim como também verificado por Piancastelli (2016).

TABELA DE ÍNDICES FÍSICOS		
Densidade Média	1800 kg.m ⁻³ ± 2000 kg.m ⁻³	
Porosidade	São → 15%	Alterado → 20%
Absorção de Água	São → 06%	Alterado → 10%

Figura 21. Resultados de índices físicos.

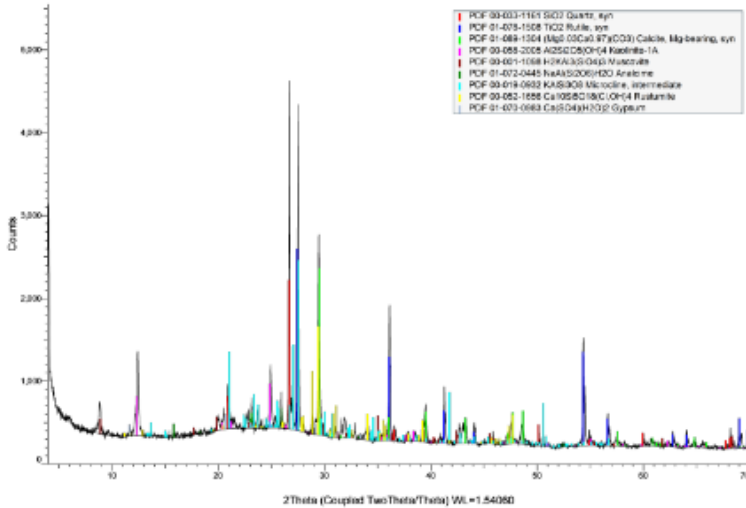
4.7 | Análises Química (FRX) e Mineralógica (DRX)

A análise química das amostras está apresentada na Tabela 1, onde se verifica teores médios de SiO₂ em torno de 50%, CaO em torno de 15%, Al₂O₃ em torno de 8%, K₂O em torno de 2%, Na₂O em torno de 2% e PCC (*i.e.*, perda por calcinação) em torno de 15% .

Já a análise mineralógica por DRX, apresentada na Figura 22, indica a presença, em maior intensidade, de quartzo, seguido pela calcita, além de muscovita, microclina e albita. Como as amostras encontram-se deterioradas, verificam-se, principalmente, halita e gipsita, como já apontado anteriormente.

Tabela 1. Resultados de FRX.

FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X (FRX)	
SiO ₂	58%
CaO	15%
PPC	15%
Al ₂ O ₃	8%
K ₂ O	2%
Na ₂ O + MgO	2%
FRX – teores médios das amostras	

**Figura 23.** Resultados de DRX, com a presença de gipsita.

5 | CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que o prédio do CETEM, localizado na Ilha do Fundão, recebe uma influência significativa da maresia da Baía de Guanabara e de dióxido de enxofre emanado das principais vias de circulação da cidade (linhas vermelha e amarela, além da Av. Brasil). Tais poluentes são carregados, com muita facilidade, pelos ventos de NE, SE e L e se depositam em regiões específicas do prédio, principalmente na área administrativa, que recebe ventos intensos de SE e também entre o prédio administrativo e os prédios menores de laboratórios, que recebem influência intensa dos ventos de leste. Além disso, o prédio administrativo, por ser maior que os prédios laboratoriais, funciona como barreira e depósito dos poluentes. Tais poluentes encontram-se sob a forma de halita, em regiões de acelerado processo de alteração do concreto, indicando que são carregados pelo vento, depositam-se nas estruturas, se dissolvem na umidade do ar, se infiltram na estrutura do concreto e aceleram a oxidação das ferragens. Atrelado a isso, o enxofre, depositado nas fachadas sob a forma de sulfato, realiza uma reação de substituição com carbonato da calcita, presente no concreto, formando pontos frágeis de sulfato de cálcio (gipsita). Dessa forma, esses sais presentes no concreto afetam a dureza, que deveria ser de no mínimo 500HLD e encontra-se em 330HLD e os valores de densidade aparente são aumentados de 1800 para 2000 kg.m⁻³, a porosidade aumentou de 15 para 20% e a absorção de água aumentou de 6 para 10%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, T.F. (2017) Análise de Manifestações Patológicas na Construção Civil pelo Método GUT: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. PB.

PIANCASTELLI, E.M. (2016) Patologias do concreto: Das manifestações às causas, as patologias do concreto exigem análise cuidadosa antes da escolha do tratamento ideal. Minas Gerais.

LUZ, A.B. (2008) CETEM 30 Anos – A História Contada por Seus Fundadores, ISBN 978-85-61121-22-8, Rio de Janeiro – RJ.

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-129 - **Exhausted fluorescent bulbs: an important target for urban mining of rare earth elements.** Fernanda Veroneso Marinho Pontes, Jéssica Frontino Paulino, Manuel Castro Carneiro, 2023.

STA-128 - **Estudo do material pétreo da escada principal do Museu de Astronomia para orientação ao restauro.** Rosana Elisa Coppedê Silva, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Manuella de Lima Ribeiro, Vitória da Silva Freitas, Andrew Christian Oliveira dos Santos, Ana Rafeale Soalheiro Varella Pitta Ribeiro, Lívia Manuela Gomes Caetano, Beatriz Beltrão Rodriguez, 2023.

STA-127 - **Geoturismo urbano: conhecendo as rochas das igrejas do bairro da Tijuca, no Rio de Janeiro.** Ana Rafeale Soalheiro Varella Pitta Ribeiro, Rosana Elisa Coppedê da Silva, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda, 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 46 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.