

# Série

## Rochas e Minerais Industriais

### Alterações das rochas das fachadas da Igreja de Nossa Senhora da Candelária

Luanna Cavalcanti Rebecchi de Moura

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Daniele Pereira da Silva Dalto

Amanda Guimarães dos Santos Mozer

Kátia Leite Mansur

# **SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS**

**Alterações das rochas das fachadas da Igreja de  
Nossa Senhora da Candelária**

## **PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

**Michel Miguel Elias Temer Lulia**

Presidente

## **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

**Gilberto Kassab**

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

**Elton Santa Fé Zacarias**

Secretário Executivo

**Gustavo Zarif Frayha**

Diretor de Gestão das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

**Isabela Sbampato Batista Reis de Paula**

Coordenadora-Geral das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

## **CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**

**Fernando Antonio Freitas Lins**

Diretor

**Durval Costa Reis**

Coordenador de Administração - COADM

**Robson de Araújo D'Ávila**

Coordenador de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

**Claudio Luiz Schneider**

Coordenador de Processamento e Tecnologias Minerais - COPTM

**Andréa Camardella de Lima Rizzo**

Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais - COPMA

**Francisco Wilson Hollanda Vidal**

Coordenador do Núcleo Regional do Espírito Santo - CONES

**José Antônio Pires de Mello**

Coordenador de Análises Minerais – COAMI

# SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

ISSN 1518-9155

ISBN 978-85-8261-092-3

SRMI - 25

## **Alterações das rochas das fachadas da Igreja de Nossa Senhora da Candelária**

### **Luanna Cavalcanti Rebecchi de Moura**

Geóloga pela UERJ, Bolsista de Programa de Capacitação Institucional do CETEM/MCTIC

### **Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Engenheiro Químico, D. SC. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela EQ-UFRJ, Pesquisador do CETEM/MCTIC

### **Daniele Pereira da Silva Dalto**

Engenheira Química, M. SC. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela EQ-UFRJ, Bolsista de Programa de Capacitação Institucional do CETEM/MCTIC

### **Amanda Guimarães dos Santos Mozer**

Estagiária Voluntária e Bacharel em Ciências Matemáticas e da Terra com habilitação em Ciências da Terra e Patrimônio Natural - UFRJ

### **Kátia Leite Mansur**

Geóloga, D. SC. em Geologia pela UFRJ, Professora do Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ

**CETEM/MCTIC**

2018

# **SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS**

**Silvia Cristina Alves França**

Editora

**Luiz Carlos Bertolino**

Subeditor

## **CONSELHO EDITORIAL**

Adão Benvindo da Luz (CETEM), Francisco Wilson Hollanda Vidal (CETEM), Jurgen Schnellrath (CETEM), Arthur Pinto Chaves (USP), Luis Lopes (Universidade de Evora), Carlos Adolpho Magalhães Baltar (UFPE), Marsis Cabral Junior (IPT), José Yvan P. Leite (IFRN) e Renato Ciminelli (Consultor).

A Série Rochas e Minerais Industriais publica trabalhos na área minerometalúrgica, com ênfase na aplicação de minerais industriais e de rochas ornamentais. Tem como objetivo principal difundir os resultados das investigações técnico-científicas decorrentes de projetos desenvolvidos no CETEM e em parceria com outras instituições de PD&I.

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

**Valéria Cristina de Souza**

Coordenação Editorial e Editoração Eletrônica

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Revisão

**Ana Maria Silva Vieira de Sá**

CRB7 3982

Catálogo na Fonte

---

Moura, Luanna Cavalcanti Rebecchi de

Alterações das rochas das fachadas da Igreja de Nossa Senhora da Candelária / Luanna C. R. de Moura [et al.]. — Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018.

71p. il.: (Série Rochas e Minerais Industriais, 25)

1. Rochas ornamentais. 2. Alterabilidade de rocha. 3. Igreja Nossa Senhora da Candelária. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Ribeiro, Roberto C. da Conceição. III. Dalto, Daniele P. da Silva. IV. Mozer, Amanda G. dos Santos. V. Mansur, Kátia Leite. VI. Título. VII. Série.

# SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1   INTRODUÇÃO	9
1.1   Utilização das Rochas Ornamentais em Bens Tombados	11
1.2   O Restauro no Brasil	12
1.3   Histórico da Igreja de Nossa Senhora da Candelária	14
1.4   Cidade do Rio de Janeiro	17
2   OBJETIVO	19
3   METODOLOGIA	20
3.1   Individualização e Identificação dos Corpos	20
3.2   Documentação dos Danos	24
3.3   Determinação de Velocidade Ultrassônica	25
3.4   Avaliação dos Agentes Poluentes	26
4   RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1   Identificação das Rochas	27
4.2   Documentação dos Danos	30
4.3   Determinação de Velocidade Ultrassônica	52
4.4   Avaliação dos Agentes Poluentes	58
5   CONCLUSÕES	60
6   AGRADECIMENTOS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64



## RESUMO

No centro da cidade do Rio de Janeiro está localizada a Igreja de Nossa Senhora da Candelária, cuja construção data de 1898, e que foi inscrita pelo IPHAN em 1938 nos Livros do Tombo Histórico e de Belas Artes. Visando a preservação deste patrimônio nacional foi realizada avaliação do estado de conservação das pedras que compõem as fachadas da Igreja. Foram identificados os tipos de rochas presentes e as alterações existentes no exterior do primeiro andar. Foram realizados ensaios *in situ* não destrutivos com o uso de equipamento portátil de ultrassom, que permitiram inferir a coesão no interior das rochas. Foram identificados os principais poluentes depositados nas torres a partir de análise química da água de lavagem obtidas nestes pontos. A fachada principal é composta por leptinito, e as principais alterações identificadas foram adição de argamassa em pontos onde houve perda de massa (30,88%), descamação (21,32%), fissura (14%), sujidade (10,29%), fragmentação (8,84%), pichação (8,8%), clareamento (3,67%) e deslocamento (2,2%). As medidas de ultrassom indicaram a presença de partes alteradas, onde os valores obtidos estão entre 200 e 3474 m.s<sup>-1</sup>. Na fachada posterior e nas laterais predomina o gnaisse facoidal e há menos alterações visíveis. Conclui-se que as rochas da fachada principal apresentam maior desgaste em relação às demais fachadas, um indicativo de que se encontram em diferenciado processo de alteração influenciado, possivelmente, pela proximidade ao mar, remoções sucessivas de pichações, utilização da área externa da igreja como abrigo para pernoite de moradores de rua, pelas vibrações decorrentes de obras e tráfego no entorno. Na avaliação de poluentes foi constatada presença de sulfato, sais e nitratos.

### Palavras-chave

Rochas ornamentais, alterabilidade de rocha, Candelária.

## ABSTRACT

Nossa Senhora da Candelária church is located in the Rio de Janeiro. Aiming at preserving this national patrimony, it was evaluated the conservation state of the dimension stones that constitutes the façades. The type of lithologies were identified, as well as the damages present in the exterior. To evaluate the cohesion state of the stones on the main façade by non-destructive means it was used a portable ultrasonic pulse velocity tester. The main pollutants deposited over the towers were also identified by the analysis of chemical components obtained through the wash of the stone using deionized water. The main façade stone is denominated leptinite and the main alterations are cement addition in points where were more severe loss of components of the rocks (31%), flaking (21%), hair crack (14%), soiling (10%), fragmentation (9%), graffiti (9%), bleaching (4%) e spalling (2%). The ultrasonic measures indicated alteration of the rocks and the values are between 200 and 3474 m.s<sup>-1</sup>. On the posterior and sides facade the stones are *augen* gneisses and there are less visual alterations. It is concluded that the stones of the main facade appear to be more damage than the stones in the other facades, which may indicate that they are under different processes of alteration caused probably by proximity to the sea, successive removals of graffiti, sheltering overnight homeless individuals, vibrations due to works and traffic in the surroundings. In the assessment of pollutants, sulfate, salts and nitrates were present.

### Keywords

Dimension stone, rock alterability, Candelária.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Igreja Nossa Senhora da Candelária está localizada na Praça Pio X, na zona central da cidade do Rio de Janeiro, próxima à Baía de Guanabara, conforme indicado na Figura 1. Nessa região está localizado o centro histórico, comercial e financeiro da cidade, sendo uma das regiões com o maior tráfego de veículos e pessoas.



Fonte: Google Maps, 2015.

**Figura 1.** Localização da Igreja de Nossa Senhora da Candelária, Rio de Janeiro, Brasil.

Este monumento é um dos mais antigos prédios do centro histórico do Rio de Janeiro e a alteração presente em sua fachada é evidente, o que faz com que sejam necessárias ações para preservação, conservação e restauro.

Para efeito deste trabalho serão utilizados os conceitos de Aires-Barros (1991) para designar as ações necessárias para identificar, dar estabilidade e deter processos de degradação das rochas em monumentos, onde:

Preservação: rastreio de determinado conjunto de obras em diversos estágios de degradação (normalmente, pouco graves) e a definição de ações para bloquear o prosseguimento dos fenômenos degradantes.

Conservação: bloqueio do processo de degradação do objeto, fixando-o no espaço-tempo em que se realiza a intervenção. Com a finalidade de melhorar os níveis de segurança são aceitas intervenções limitadas (ICOMOS, 2001).

Restauro: tem como premissa a parada no processo de degradação da peça, seguida de um movimento retrógrado em que se objetiva a reconstituição do monumento à época em que foi concebido. Pode ser utilizado como recurso a remoção de trabalhos adicionais ou reconstrução de partes anteriormente eliminadas (ICOMOS, 2001).

Quando identificado o valor patrimonial de bens materiais ou imateriais, a solução legal a ser adotada é o Tombamento. Para Castelano e Brito (2014) o Tombamento é um ato administrativo, realizado pelo Poder Público com o objetivo de preservar por intermédio da aplicação de legislação específica bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e

afetivo para a população, impedindo assim que venham a ser destruídos ou descaracterizados. Este tombamento pode ser feito pelas três esferas da administração pública (municipal, estadual e federal).

## **1.1 | Utilização das Rochas Ornamentais em Bens Tombados**

Existem inúmeros registros do uso de rochas com fins estéticos, e também estruturais, pela humanidade. Os egípcios, por exemplo, as utilizavam para confecção de adornos e como peças para construção de moradias e templos funerários, como as pirâmides. Outros povos, além de habitações e acessórios diversos, também as utilizavam para delimitar lápides e construir templos para suas divindades (MONTANI, 2015). Atualmente, é comum o uso de rochas como granitos, mármore e pedra-sabão em esculturas, na construção civil, em tampos de bancadas de cozinhas e lavatórios, em revestimento de superfícies, exemplo de pisos, paredes e fachadas, além de peças funerária. Muitas edificações, principalmente antigas ou em países europeus, as utilizam como peças de alvenaria, desempenhando assim não apenas função estética, mas também de elemento de sustentação e resistência à compressão (FRASCÁ, 2013).

Não diferente de outros lugares do mundo, no Brasil existe grande variedade de monumentos constituídos por rochas ornamentais, destacando-se casarios, igrejas e esculturas. Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2012) rocha ornamental é o “material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento, utilizado para exercer uma função estética”.

Embora as rochas tenham sido e ainda sejam vistas como materiais altamente resistentes, isso não quer dizer que são indestrutíveis. Na realidade, uma vez retiradas de suas zonas de ocorrência e beneficiadas, as rochas passam a uma nova situação de desgaste, já que as condições ambientais às quais estão sujeitas mudam e uma nova busca para o equilíbrio físico-químico da rocha com o ambiente onde foi inserida passa a imperar causando alterações que podem ser irreversíveis (AIRES-BARROS, 1991).

## 1.2 | O Restauro no Brasil

Desde o início do século XVIII existe interesse nos assuntos de conservação e restauro de monumentos históricos no mundo. No entanto, a partir do século XX, com o aumento da preocupação pela salvaguarda dos bens patrimoniais principalmente após a Segunda Guerra Mundial, houve a preocupação com a edição das chamadas Cartas Patrimoniais (PELEGRINI, 2006). Algumas delas contêm as linhas gerais de atuação dos países para a conservação e restauro de bens, assim como a criação de vocabulário próprio a ser aplicado nesses casos. Contudo, tais documentos não possuem caráter normativo, devendo ser reinterpretados e aprofundados para as realidades de cada país, para então gerar propostas válidas a serem integradas às legislações locais.

A interpretação é necessária uma vez que os países utilizam diferentes tipos de rochas em seus monumentos, que estão sujeitas a diferentes condições climáticas, interações culturais, funcionalidades do monumento, entre outros aspectos capazes de influenciar o estado de conservação e eventuais degradações do material pétreo. É importante citar cartas que

citavam o patrimônio construído como bem histórico e cultural e a importância de sua conservação, entre elas: Carta de Atenas (1931), Carta de Veneza (1964), Carta de Burra (2013).

No Brasil houve o Compromisso Brasília, em 1970, onde foi documentada a carência de mão de obra especializada para recuperar e restaurar monumentos. Na Carta de Cabo Frio, 1989, é pontuada a insuficiência de trabalho com relação ao restauro e a necessidade de se utilizar sistemas de tecnologia avançada para trabalhos de restauro.

Cabe mencionar que os assuntos abordados nas Cartas referem-se aos pontos nos quais houve algum tipo de consenso durante os debates sobre o assunto, ou mesmo são meras menções sobre preocupações existentes na época de cada uma das cartas para determinado tópico (KÜHL, 2010).

O IPHAN no âmbito nacional e as instâncias Estaduais (CASTELANO e BRITO, 2014), são responsáveis por preservar, conservar e restaurar os bens patrimoniais. Há um esforço de se criarem normas para o restauro de bens tombados, por exemplo, o Manual de Conservação de Cantarias, onde são identificados os principais tipos de rochas utilizados em estruturas e elementos decorativos do patrimônio cultural brasileiro e os referentes métodos de tratamento das mesmas (IPHAN, 2000).

Para Tavares (2011) o país possui profissionais que, embora trabalhem com restauração, sofrem com a falta de uma real e profunda compreensão dos conceitos de restauração deste tipo de obra, sendo uma falha que prejudica o profissional e o próprio monumento.

Intervenções inadequadas podem ir desde a perda da integridade do bem até mesmo a descaracterização da obra decorrente da perda de sua autenticidade. Tal perda pode ser ocasionada por substituições inapropriadas ou aplicação de materiais incompatíveis, que não podem ser removido sem estragos. Estes exemplos são apenas alguns dos diversos fatores que fundamentam a necessidade impreterível do desenvolvimento de mais estudos de caracterização tanto do material pétreo, quanto de suas degradações e das formas de conservar e/ou de proteger este material. Apenas o estudo qualificado e a obtenção de dados concretos serão capazes de fomentar o desenvolvimento de manuais e metodologias aplicáveis ao restauro no Brasil (FARAH, 2008).

### **1.3 | Histórico da Igreja de Nossa Senhora da Candelária**

A Igreja de Nossa Senhora da Candelária foi construída para honrar uma promessa feita por Antônio Martins da Palma e sua esposa Leonor Gonçalves, ainda no século XVII. Em meio a uma viagem de navio, se viram diante de uma forte tempestade que quase afundou a embarcação. O casal muito devoto de Nossa Senhora da Candelária, prometeu que ergueria uma igreja em seu louvor, caso chegassem a salvo em terra firme. Tendo sobrevivido à tempestade, cumpriram sua promessa construindo uma pequena capela na Praça Pio X, inaugurada em 18 de agosto de 1634 (IPHAN, 2008a). Devido à precária situação na qual a capela se encontrava, no ano de 1775 foi iniciada a reforma que durou mais de 120 anos. Neste processo, foi submetida a obras e ampliada entre 1775 e 1885 (SOUZA, 1898 *in* ALMEIDA; PORTO JUNIOR, 2012). O projeto original foi executado pelo sargento-mor Francisco João

Roscio, porém inúmeras pessoas participaram deste processo. A conclusão das obras ocorreu em 10 de julho de 1898 (PEREIRA, 2005).

Embora a construção tenha sido iniciada no século XVII, a conclusão das obras só ocorreu no fim do século XIX, por isso a igreja possui elementos de diversas épocas com predomínio do estilo neoclássico. A pedra utilizada para sua construção foi extraída da pedreira da Candelária, no Morro da Nova Cintra, localizado no Catete, zona sul da cidade. Desta pedreira foram extraídas duas rochas muito comuns na cidade do Rio de Janeiro, o gnaisse facoidal e o leptinito, os quais foram extensamente utilizados nas fachadas e torres (ALMEIDA; PORTO JUNIOR, 2012).

Na época de sua construção a Igreja estava localizada num contexto urbano densamente construído. Suas fachadas laterais eram encostadas em outras construções e a Rua da Candelária (com 7m de largura) passava à sua frente. Na década de 1940 foi realizada a desapropriação de diversas construções para a abertura da Avenida Presidente Vargas, mas a igreja foi poupada. Tal fato evidencia que a Igreja vem acompanhando a evolução urbana da cidade do Rio de Janeiro (IPHAN, 2008b).

A fachada é equilibrada por sua compartimentação e pelos pontuais trechos brancos de paramento (característica do Barroco) em contraste com o trabalho de cantaria. O corpo é cadenciado por colunas duplas que se estendem do térreo até as torres ou frontão. A igreja possui duas torres, nas extremidades da fachada, que possuem relógios. Um indica as horas e o outro, os dias da semana e do mês, além das fases

da lua. A fachada levemente verticalizada vem da influência gótica, e é visto o toque neoclássico principalmente no seu frontão triangular (IPHAN, 2008b).

Na Figura 2A é possível observar a Igreja antes da colocação de sua cúpula, posicionada sobre o cruzamento do transepto<sup>1</sup>, um grande problema de engenharia da época, e que foi concluído no século XIX (Figura 2B). A cúpula foi construída com lioz, rocha calcária rica em fósseis, extraídas em Lisboa e trazidas ao Brasil como lastro de navio (SILVA, 2008), assim como as oito estátuas, que adornam a cúpula.



Fonte: Irmandade da Candelária.

**Figura 2.** Fachada Principal da Igreja antes (A) e depois (B) da colocação da Cúpula.

<sup>1</sup>Espaço transversal que separa a nave da capela-mor (Albernaz; Lima, 1998).

As paredes e colunas do interior da Igreja são revestidas por mármore de origens diversas (MELLO et al., 2014; ARAÚJO et al., 2015; TADASHI et al., 2016; SILVA; MANSUR, 2017), seguindo o modelo neorrenascentista italiano. Zeferino da Costa contribuiu com as pinturas na cúpula e altar, já nos painéis laterais, a autoria pertence a alguns de seus aprendizes. O teto da nave é decorado por pinturas que representam a história inicial de como surgiu a igreja e a cúpula é pintada por imagens da Virgem Maria, das virtudes e do velho testamento (ALBERNAZ; LIMA, 1998).

#### **1.4 | Cidade do Rio de Janeiro**

As particularidades geomorfológicas e históricas da cidade do Rio de Janeiro foram fundamentais para o desenvolvimento de um grande museu a céu aberto, com prédios que retratam de forma representativa a arquitetura colonial do Brasil. Hoje grande parte dos prédios históricos na cidade é tombada pelo como patrimônio nacional, estadual e/ou municipal. Todavia, assim como em outras metrópoles antigas, o Rio de Janeiro e seus monumentos vêm enfrentando os eventuais prejuízos trazidos pelo progresso como o excesso de pessoas transitando nas ruas, aumento da poluição atmosférica, crescimento acelerado da população, necessidade de novas construções e da atualização de plantas de prédios mais antigos (RICARDO et al., 2017).

A preservação do patrimônio cultural, passa pela compreensão da importância da sua conservação, buscando reduzir a necessidade de atividades de restauro. Mas, quando forem imprescindíveis, que estejam embasadas por pesquisa e caracterização tecnológica a fim de identificar o tipo de rocha em que o restauro irá ocorrer, quais as particularidades deste material e os principais agentes de intemperismo que precisam ser neutralizados ou ao menos minimizados para aumento da durabilidade da intervenção e redução de danos relativos a emprego de materiais inadequados.

## **2 | OBJETIVO**

Este trabalho visa apresentar as alterações das rochas das fachadas da Igreja de Nossa Senhora da Candelária, baseado no glossário estabelecido pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), bem como verificar o estado de coesão das rochas por meio da avaliação de propagação de ondas ultrassônicas, durante avaliações na igreja nos anos de 2016 e 2017.

### **3 | METODOLOGIA**

A equipe técnica do CETEM e UFRJ (MOZER, 2017) realizaram visitas técnicas à Igreja de Nossa Senhora da Candelária, com objetivo de inspecionar as fachadas e realizar os ensaios necessários. A seguir estão descritos os materiais e métodos adotados.

#### **3.1 | Individualização e Identificação dos Corpos**

As fachadas foram nomeadas por principal, esquerda, direita e posterior, como indicado na Figura 3, e as colunas foram identificadas segundo um código alfabético de duas letras (AB a OP), conforme Figuras 4 a 7. Por fim, cada coluna teve seus corpos rochosos (blocos) individualizados por índices numéricos, independentemente do tipo de rocha, conforme exemplo da Figura 8. É importante observar que a numeração dos corpos foi feita sempre da esquerda para a direita e de baixo para cima, independente da quantidade existente em cada coluna. Esta metodologia facilitou todos os ensaios, visto a enorme quantidade de blocos de rocha presentes em cada coluna.

A Figura 4 destaca as torres 1 (T1) e 2 (T2).

Todos os corpos foram identificados segundo seu tipo rochoso e a foliação das rochas foi documentada. Vale ressaltar que, como são peças de cantaria, e não estão orientadas segundo sua posição original no maciço rochoso, a foliação foi identificada por observação visual levando-se em consideração o posicionamento do observador olhando de frente para a peça.



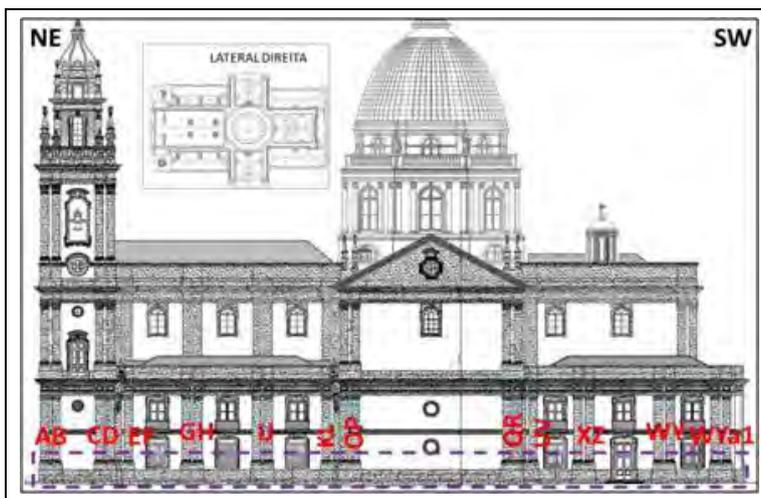
Fonte: Google Maps, 2015.

**Figura 3.** Identificação das fachadas.



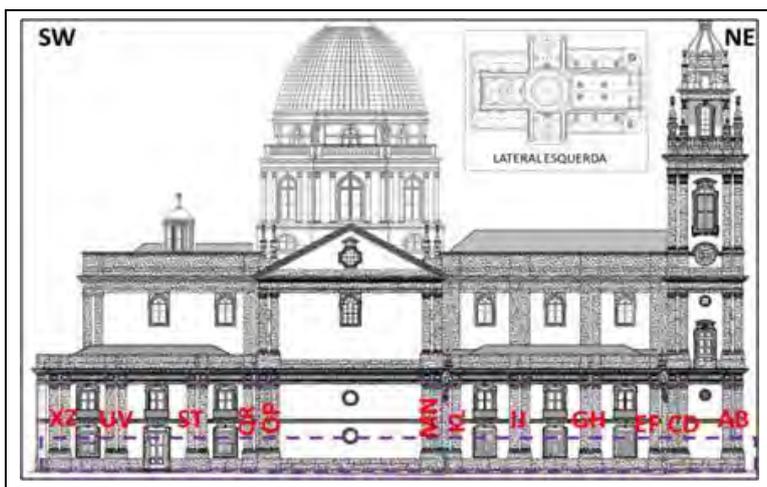
Fotografia e Imagem: Luanna Moura.

**Figura 4.** Colunas identificadas por letras na fachada principal.



Fonte: modificado de Irmandade da Candelária.

**Figura 5.** Colunas identificadas por letras na fachada lateral direita.



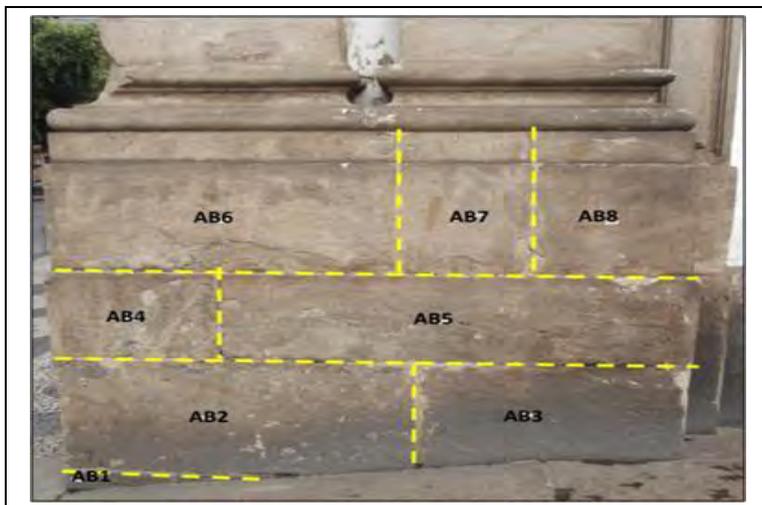
Fonte: modificado de Irmandade da Candelária.

**Figura 6.** Colunas identificadas por letras na fachada lateral esquerda.



Fonte: modificado de Irmandade da Candelária.

**Figura 7.** Colunas identificadas por letras na fachada posterior.



Fotografia e Imagem: Luanna Moura.

**Figura 8.** Corpos das colunas individualizados por letras e número, exemplo coluna AB, fachada frontal.

### 3.2 | Documentação dos Danos

Após a identificação dos tipos de rochas, os principais danos encontrados nas fachadas da Igreja foram documentados. Posteriormente, utilizando-se o programa *ArcGis* (10.2) foram superpostas as fotografias das colunas e as delimitações dos danos, apresentado no presente trabalho apenas para a fachada frontal, já que esta é visualmente a fachada mais fragilizada pelo intemperismo.

Em relação à terminologia, procurou-se seguir da melhor forma possível os termos preconizados pelo Glossário de Morfologia de Alteração elaborado pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS, 2008 e 2016), todavia foram criados e adotados alguns termos que melhor caracterizavam os danos observados (Quadro 1).

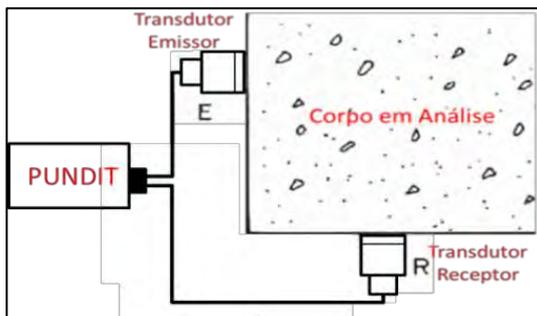
**Quadro 1.** Termos adotados para representar danos específicos.

<b>Termo</b>	<b>Aplicação</b>
<i>Argamassa</i>	Pontos onde ocorreu o acréscimo de argamassa. Normalmente relacionado à perda de massa
<i>Prótese</i>	Regiões onde houve recolocação de material rochoso com acréscimo de rejunte ao redor
<i>Cola</i>	Marcações pretas com formato regular e repetitivo, que parecem resultar da remoção dos cartazes, sem a limpeza adequada da cola, que embora não tenha interação degradante com o substrato pode ser considerado um dano visual.
<i>Vela</i>	Áreas onde houve remoção da vela, mas não da cera derretida e que promoveu acúmulo de sujeira.

### 3.3 | Determinação de Velocidade Ultrassônica

A determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas longitudinais permite avaliar, indiretamente, o grau de alteração e coesão das rochas (TORQUATO et al., 2002), devido à vantagem de ser um método não destrutivo vem sendo empregado para avaliação do estado de degradação das rochas nos estudos de recuperação de monumentos históricos. Valores relativamente mais altos, entre amostras petrograficamente semelhantes, indicam um menor grau de alteração e uma maior coesão entre seus minerais formadores (FRASCÁ, 2002).

No presente estudo utilizou-se o aparelho portátil da marca *Proceq* denominado por *PUNDIT* (*Portable Ultrasonic Non-Destructive Indicator Tester*), modelo *PL-200*. O ensaio baseou-se nas normas ABNT NBR:8802:2013 e EN 14579:2004E. O equipamento alimentado à bateria é conectado a dois transdutores de 54 kHz. O procedimento foi realizado de forma semidireta (Figura 9), uma vez que os corpos avaliados não possuíam superfícies expostas para a realização do método direto, mais recomendado pelas normas.



Fonte: modificado de NBR 8802/94.

**Figura 9.** Esquema de medição semidireta.

### **3.4 | Avaliação dos Agentes Poluentes**

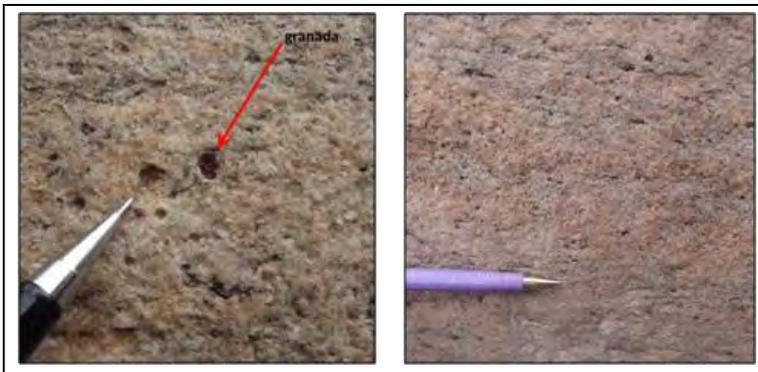
Durante as visitas técnicas foram realizadas vistorias nas torres 1 e 2. Nos adornos sob os parapeitos realizou-se a coleta da sujidade aderida às superfícies por meio do uso de escova de cerdas macias e água destilada. Tais amostras foram armazenadas em potes de polipropileno estéreis e encaminhadas para análise química no laboratório de Análise Mineral do CETEM, por meio de ensaios de espectrometria de emissão óptica com plasma induzido (ICP-OES), para detecção dos cátions e do enxofre total. Por meio da técnica de cromatografia iônica foi realizada detecção dos ânions.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 | Identificação das Rochas

#### *Fachada principal*

As inspeções foram realizadas visualmente. As rochas presentes na fachada principal são denominadas leptinitos. Tratam-se de rochas de granulometria fina, coloração branca acinzentada, compostas principalmente por quartzo, plagioclásio, biotita e granada, podendo ou não apresentar foliação evidente, que ocorre espaçada e é marcada pela orientação das biotitas. É comum a ocorrência blocos de leptinito cortados por pegmatitos, cuja composição é bastante semelhante ao leptinito (quartzo, biotita, microclínio e granada) (VALERIANO et al., 2012; TUPINAMBÁ et al., 2012). Durante as inspeções visuais foi possível notar a existência de diferentes graus de deformação (ALMEIDA; PORTO JUNIOR, 2012) na forma de zonas de cisalhamento. Na Figura 10 estão apresentadas fotografias do aspecto típico observado na Igreja.

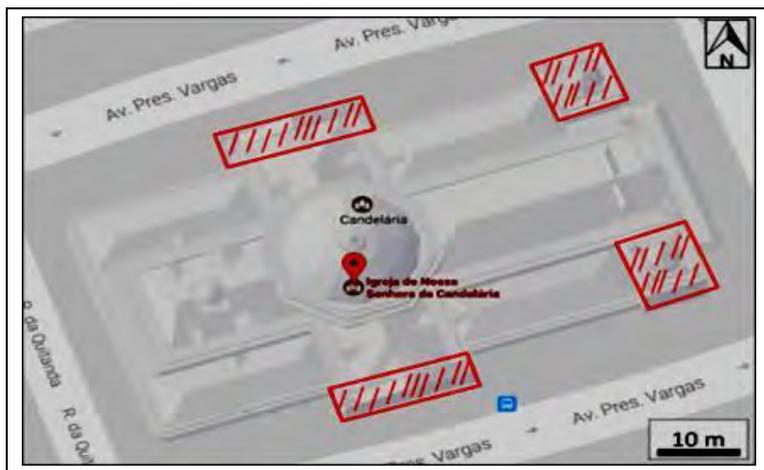


Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 10.** Leptinito.

### Fachadas laterais esquerda e direita

Nestas fachadas há presença predominante do gnaíse facoidal (MANSUR et al., 2008), com exceção da parte hachurada na Figura 11, que é composta por leptinito, especificamente os blocos presentes na fachada posterior e nas laterais da Igreja da Candelária foram descritos por Almeida e Porto Júnior (2012): o gnaíse facoidal que aparece nas fachadas exibe cerca de 40 e 50 % de megacristais de microclínio rosa, cujos eixos maiores variam de 5 a 10 cm, envolvidos por uma matriz composta por biotita, quartzo, plagioclásio e granada subordinada. A foliação é definida pela orientação planar de biotitas que contornam os cristais estirados de microclínio (Figura 12). Inclusive este gnaíse era denominado por pedra-de-galho devido a esta textura. Também ocorre o emprego do termo “*augen* gnaíse” (do alemão *augen* = olho) para esta rocha.



Fonte: modificado de Google Maps, 2015.

**Figura 11.** Esquema com destaque para a localização dos leptinitos.



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 12.** Gnaiss facoidal (fachada posterior).

### Torres

É importante destacar que nas torres da Igreja da Candelária há uso predominante de leptinito, todavia nos balaústres que sustentam os parapeitos ao redor das torres as peças foram esculpidas em gnaiss facoidal (Figura 13).



Fotografia : Luanna Moura.

**Figura 13.** Parapeitos em leptinito, balaústres em gnaiss facoidal.

## 4.2 | Documentação dos Danos

Todas as fachadas foram inspecionadas tanto para descrição do tipo de rocha quanto para documentação dos danos existentes.

### *Fachada Principal*

Nas Figuras 14 e 15 estão apresentadas a fotografias das colunas, com a sobreposição dos danos observados.

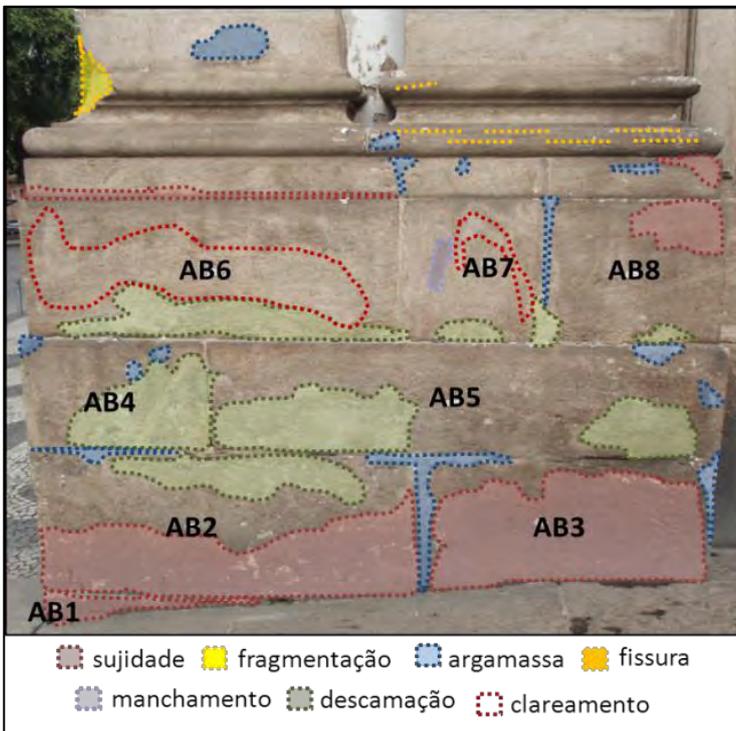


Figura 14. Mapa de danos referente à coluna AB.

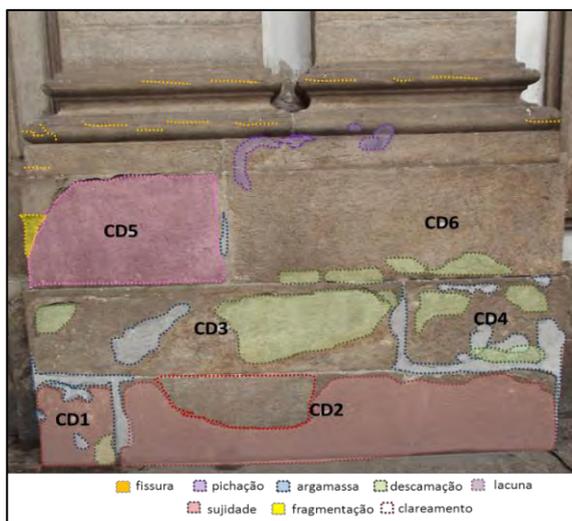


Figura 15. Mapa de danos referente à coluna CD.

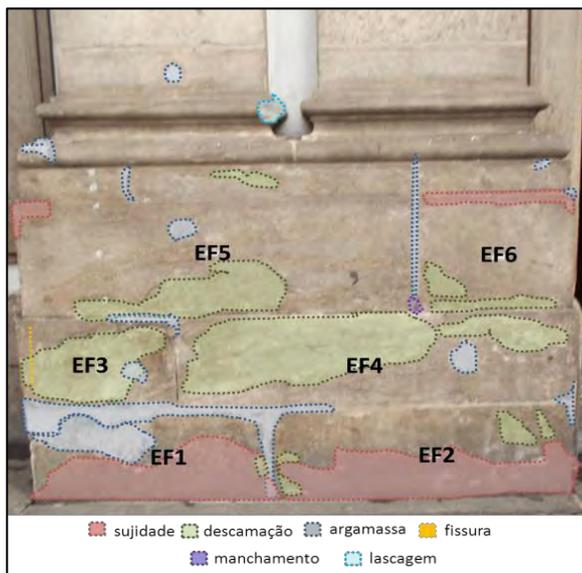


Figura 16. Danos observados na coluna EF.

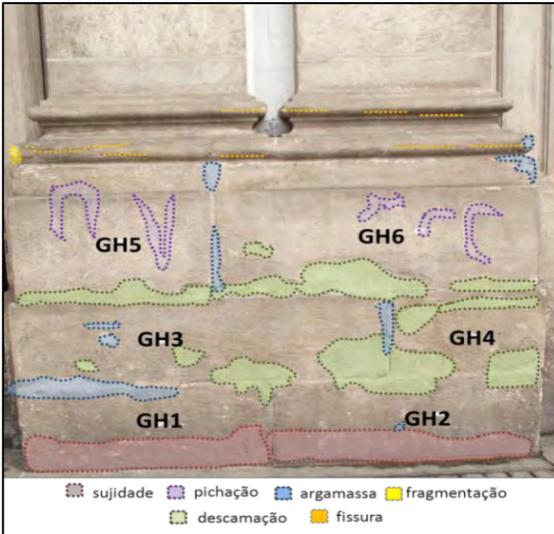


Figura 17. Danos observados na coluna GH.

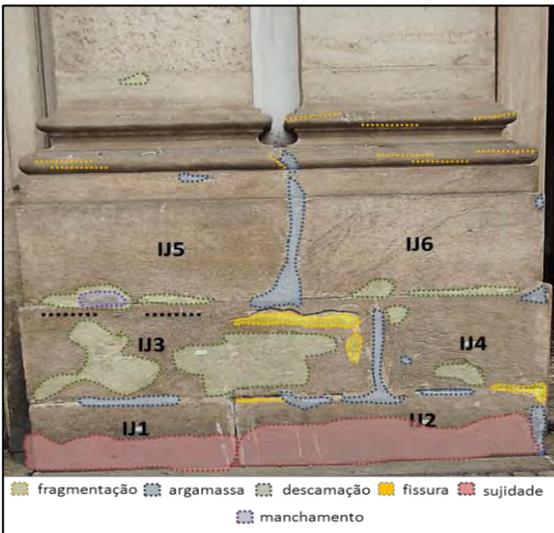


Figura 18. Danos observados na coluna IJ.

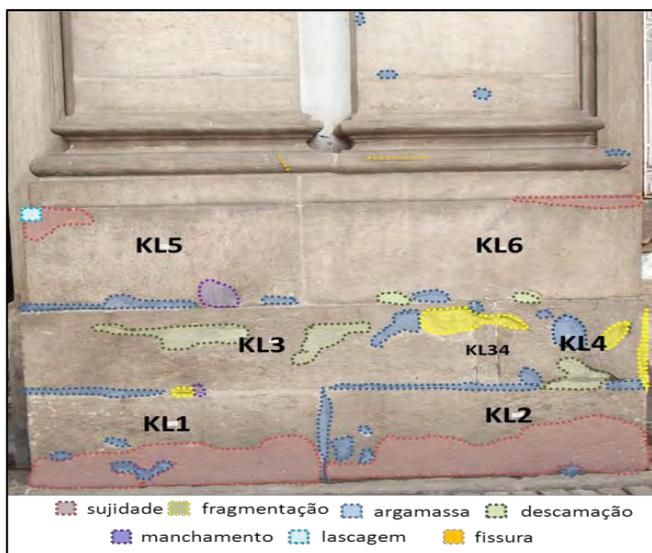


Figura 19. Danos observados na coluna KL.

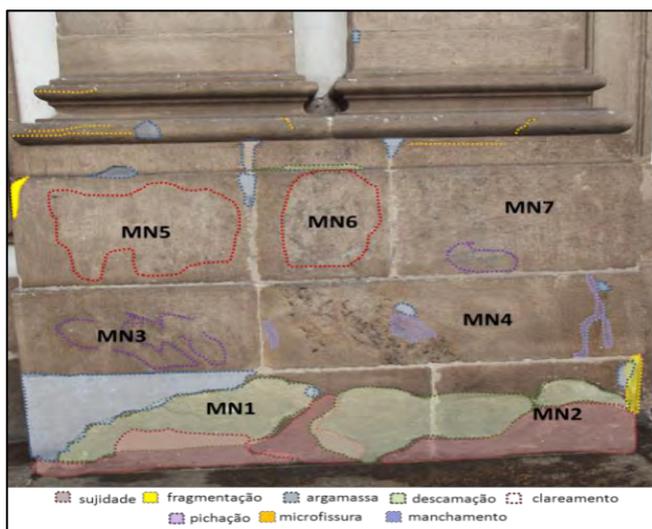
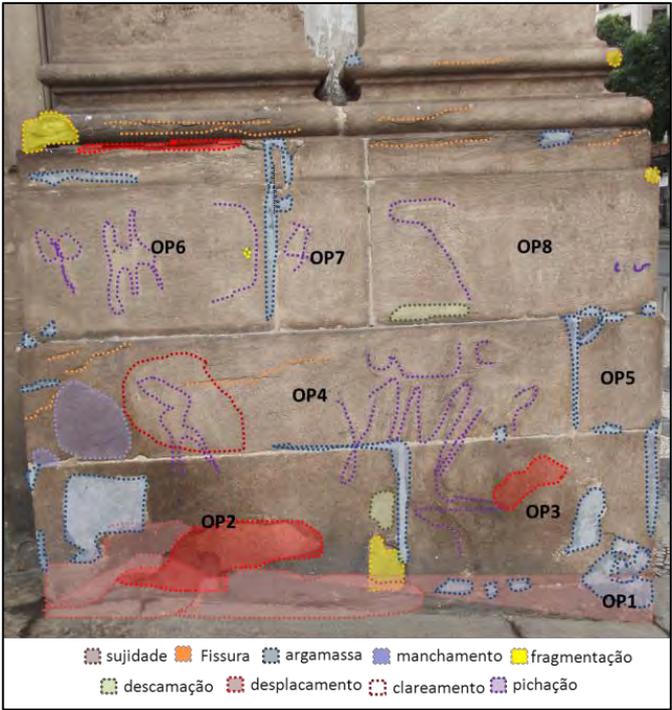


Figura 20. Danos observados na coluna MN.

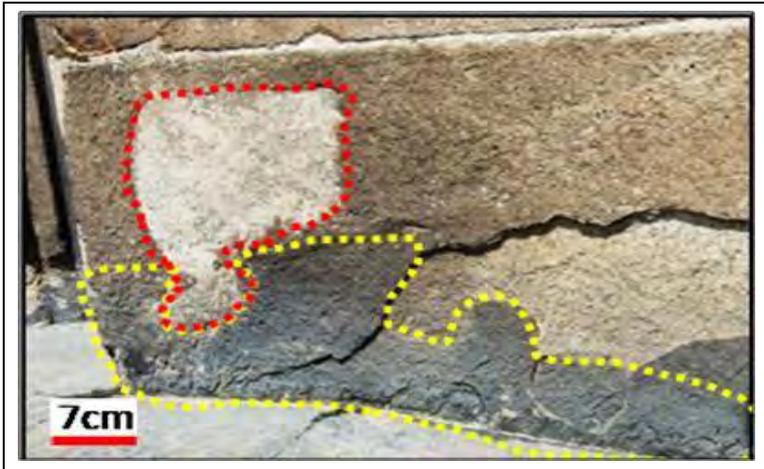


**Figura 21.** Danos observados na coluna OP.

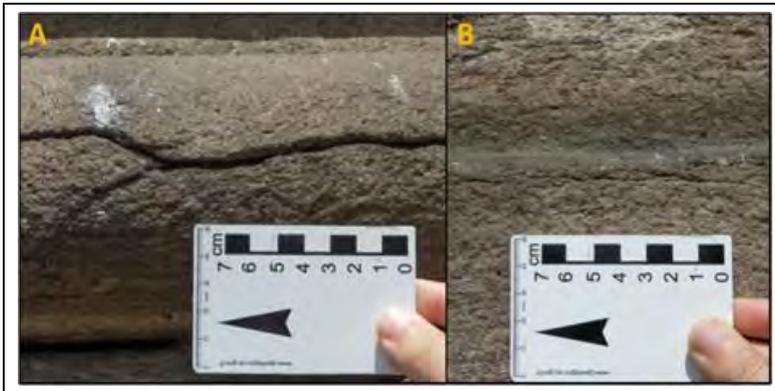
Os danos mais significativos encontrados, da maior quantidade observada para a menor, foram: adição de argamassa (30,88%), descamação (21,32%), fissura (14%), sujidade (10,29%), fragmentação (8,84%), pichação (8,8%), clareamento (3,67%) e deslocamento (2,2%).

Nas Figuras 22 a 27 a seguir estão demonstrados os exemplos de sujidade, fratura, fissura, descamação, remoção de pichação, fezes de animais, manchamentos e fragmentação, respectivamente.

Figura 22 é possível observar a descamação, facilmente detectável nos diferentes planos da rocha.



**Figura 22.** Sujidade (contorno pontilhado amarelo) e argamassa (evidenciando perda de massa, contorno vermelho) – coluna OP, corpo 2.



Fotografia: Daniel Barbutti.

**Figura 23.** Fratura (A); e fissura capilar (B) – coluna KL, corpo 4.



Fotografia: Daniel Barbutti.

**Figura 24.** Remoção parcial de pichação – coluna OP, corpos 2, 3 e 4.



Fotografia: Daniel Barbutti.

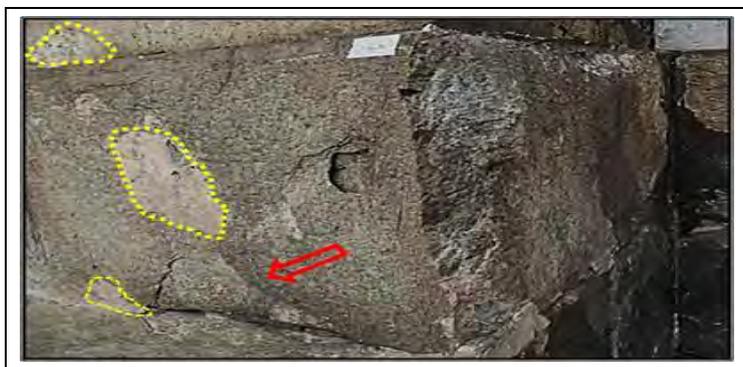
**Figura 25.** Fezes de animais e fissuras concordantes com a foliação da rocha – coluna CD.



Fotografia: Daniel Barbutti.

**Figura 26.** Manchamento por ferro – coluna OP, corpo 4.

Na Figura 27 é possível observar o aspecto de descamação (marcado em vermelho), além da presença de argamassa (amarelo).



Fotografia: Daniel Barbutti.

**Figura 27.** Fragmentação e argamassa (evidenciando perda de massa) – coluna KL, corpo 4.

### Fachadas Laterais

Ambas as fachadas possuem gnaisse facoidal como rocha principal. Todavia, conforme indicado anteriormente na Figura

13, nestas fachadas também há leptinito. Nas Figuras 28 e 29 estão apresentadas fotos gerais da lateral direita.



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 28.** Fachada lateral direita (parte 1).



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 29.** Fachada lateral direita (parte 2).

Os principais problemas encontrados nos gnaisses foram camadas de sujidade, crescimento de plantas, pichações, marcas escuras (que podem ser cola de cartaz antigo) e manchamentos por acúmulo de sujeira nas velas derretidas.

As siglas usadas para identificar os danos encontram-se descritas no Quadro 2.

**Quadro 2.** Siglas para as nomenclaturas dos danos.

Sigla	Significado	Sigla	Significado
arg	preenchimento com argamassa	las	lascamento
cl	cola	man	manchamento
cla	clareamento	per	perfuração
crv	crescimento vegetal	pic	pichação
del	delaminação	pit	<i>pitting</i>
det	destacamento	pm	perda de material
dsc	descamação	pmz	perda de matriz
esc	escamação	pro	prótese
fbo	formação de bolha	rug	aumento de rugosidade
fc	fissura capilar	suj	sujidade
fis	fissura	vel	cera de vela

Na Tabela 1 estão apresentados os danos da fachada lateral direita, devido a grande quantidade de informações optou-se por inserir tais danos sob a forma de siglas (Quadro 2).

Para as foliações adotaram-se hz: horizontal, vt: vertical, ob: oblíqua, svt – subvertical, shz – subhorizontal, nd: não determinada. As barras indicam a direção da foliação quando oblíqua (\ ou /). É importante mencionar que o termo “não determinado” apresentado nas tabelas representa situações em que não foi possível observar a foliação claramente, ou mesmo essa observação foi totalmente bloqueada, como nos casos da presença de sujidades. Enquanto que o termo “oblíqua” foi empregado com o sentido de indicar inclinação para foliações que não estavam horizontais ou verticais.

**Tabela 1.** Danos encontrados na fachada lateral direita.

Corpo	Fol.	Danos	Corpo	Fol.	Danos		
Leptínito	AB1	nd		EF1	nd	suje	
	AB2	nd		EF2	hz	pm, suje, man + desc	
	AB3	hz	suje	EF3	ob\	pm, suje, man + cla	
	AB4	nd	suje, pm, dsc, las, fis + fbo	EF4	nd	pic, suje + man	
	AB5	nd	del, pm, man, fbo, suje, arg + dsc	Gn. fac	GH1	nd	suje
	AB6	ob/	man, pm, del, suje, las, dsc + arg		GH2	ob/	
	AB7	hz	dsc, suje, las + pm		GH3	ob/	
	AB8	hz	suje, man, fbo, dsc, arg, pit, per + pm	GH4	ob/	suje+cl	
	AB9	hz	fis, dsc, pro, fbo, pm, man + suje	GH5	vt	suje	
	AB10	hz	man, pm, suje, dsc + arg	IJ1	nd	suje	
	AB11	hz	fis, man, las + arg	IJ2	ob/		
	AB12	hz	cl, arg, pm + man	IJ3	ob/		
	AB13	hz	per, cl, fis + suje	IJ4	ob/	suje, arg +cl	
	AB14	hz	suje, cl, man, dsc + per				
	CD1	hz	man, suje, pm + fis	IJ5	ob\	suje	
	CD2	nd	dsc+ suje	KL1	nd	suje	
	CD3	nd	dsc, arg + suje				
	CD4	nd	pm, suje, man + dsc	KL2	nd	pic, suje, cl+ pm	
	CD5	nd	fc, man, arg + dsc				
	CD6	hz	man+ dsc	KL3	ob\	suje+ man	
	CD7	hz	man e arg				
	CD8	hz	arg, suje, perf, dsc, man + cla	Fol. – foliação / Gn. fac – gnaisse facoidal	nd		
	CD9	hz	cl, arg, pm, cla, dsc + suje				
CD10	hz	arg, pm + suje					
CD11	hz	cla, man, suje, dsc + pm					
CD12	nd	per, man, dsc + suje					
CD13	ob/	arg, suje + desc					

**Tabela 1.** Danos encontrados na fachada lateral direita (continuação).

Corpo	Fol.	Danos	Corpo	Fol.	Danos		
Leptinito	OP1	vt	Gn. fac	UV1	nd	suj	
	OP2	nd		UV2	nd		
	OP3	nd		UV3	nd	del+ suj	
	OP4	hz		UV4	nd	pic, suj + arg	
	OP5	nd					man
	OP6	nd		suj e man	XZ1	nd	suj
	OP7	hz		man, lasc, prot, suj e desc	XZ2	nd	suj e fc
	OP8	hz		fbo e suj			
	OP9	ob/		fis, perf e lasc	XZ3	hz	suj e perf
	OP10	hz		suj e man			
	OP11	hz		cola e arg	XZ4	obl	suj
	OP12	hz		suj, desc e clar			
	OP13	hz		suj e man	WY1	nd	suj
	QR1	vt		lasc, man e suj	WY2	nd	
	QR2	vt		suj, prot e man	WY3	nd	suj e man
	QR3	nd		desc, suj e cresv	WY4	ob/	suj
	QR4	hz		suj			
	QR5	nd			suj	WYA1	nd
	QR6	nd		suj		WYA2	nd
	QR7	hz			suj, per, del +fbo	WYA3	nd
QR8	hz	fc, man e suj	WYA4	nd	lasc, suj, perf e man		
QR9	hz	arg, pic e perf	WYA5	hz	arg e suj		
QR10	hz	suj e perf	Fol. – foliação / Gn. fac – gnaisse facoidal				
QR11	nd	arg, man e perf					
QR12	nd	perf, suj, clar e pm					

As inspeções visuais permitiram observar que os gnaisses facoidais apresentam menor grau de degradação quando comparados diretamente aos leptinitos.

É importante mencionar que durante as estas inspeções houve problema com a identificação de duas colunas devido a ausência de planta das fachadas. Dessa forma na tabela anterior não foi feita menção às colunas MN e ST, que são apenas as laterais das colunas OP e QR, respectivamente.

Nas Figuras 30 e 31 estão apresentadas as fotos gerais da fachada lateral esquerda, nas quais é possível notar novamente que as partes mais degradadas tendem a estar associadas às colunas compostas por leptinito. Na Tabela 2 estão apresentados os dados dos danos observados durante as visitas técnicas.



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 30.** Fachada lateral esquerda (parte 1).



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 31.** Fachada lateral esquerda (parte 2).

**Tabela 2.** Danos encontrados na fachada lateral esquerda.

Corpo			Corpo		
Fol.	Danos		Fol.	Danos	
Leptínito	AB1	nd	suj, dsc + pm		
	AB2	nd	suj+ dsc		
	AB3	vt	suj + pm		
	AB4	nd	suj, dsc + pm		
	AB5	nd	suj+ dsc		
	AB6	nd	suj, rug + dsc		
	AB7	hz	rug, per, arg, man, pic, pm, cla + dsc		
	AB8	hz	man, arg + pm		
	AB9	svt/	rug, pm + det		
	AB10	hz	pic, det, pm, man + fbo		
	AB11	svt\	cl, man, fbo + det		
	AB12	ob\	det, pro, man, arg + dsc		
	Gn. fac	AB13	vt	cl, man, fbo, det + arg	
CD1		nd	suj, dsc, crv + pm		
CD2		nd	dsc, man + suj		
CD3		ob\	cla + arg		
CD4		nd	suj + dsc		
CD5		nd	dsc, man + suj		
CD6		vt	suj, cla + pm		
CD7		hz	rug, per, pm, man + cla		
CD8		hz	pmz, per, man, pro + rug		
CD9		hz	dsc, arg, cla + man		
CD10		nd	per, pro + dsc		
CD11		vt	cla, man, fbo + dsc		
CD12		nd	cl, fbo, per, suj, man + dsc		
CD13	hz	pro, per, cl, man, del, dsc + fbo			
	EF1	nd	per, dsc, pm + suj		
	EF2	svt\	suj, crv, arg, pm + per		
	EF3	hz	per, suj, man, dsc + cla		
	EF4	ob\	cl, man, suj, pm + dsc		
	GH1	nd	pm, suj + dsc		
	GH2	nd	suj		
	GH3	nd			
	GH4	nd	suj, pm + cl		
	GH5	hz	suj, man + pm		
	GH6	ob/	suj, cl, pm + man		
	IJ1	nd	per, suj, pm + dsc		
	IJ2	nd	pm, suj + per		
	IJ3	svt/	pm + suj		
	IJ4	shz\	suj, man + pm		
	IJ5	vt	suj, man, pic + pm		
	IJ6	vt	suj, man, cl, lascagem + pm		
	KL1	nd	pm, suj + per		
	KL2	nd	suj, dsc, lascagem + pm		
	KL3	nd	fbo, suj, masnchamento + pm		
	KL4	ob/	suj, man + dsc		
Fol. – foliação / Gn. fac – gnaisse facoidal					



### *Fachada Posterior*

A fachada posterior é constituída por poucas colunas exclusivamente em gnaisse facoidal. Os danos observados estão relacionados principalmente a ação antrópica, conforme Tabela 3. Na Figura 32 é possível observar a fachada como um todo.



Fotografia: Luanna Moura.

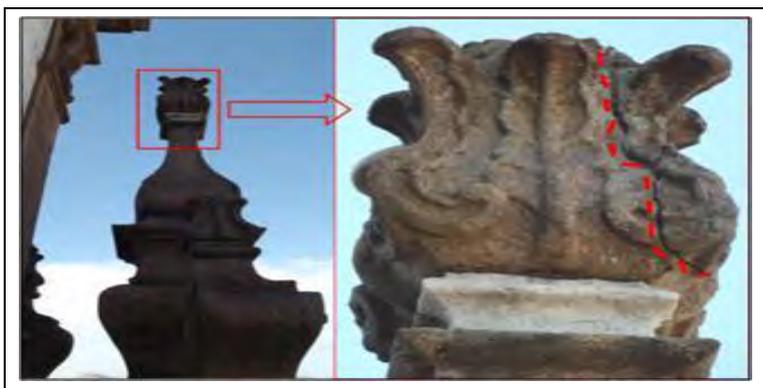
**Figura 32.** Fachada posterior.

**Tabela 3.** Danos encontrados na fachada posterior.

Corpo	Fol.	Danos	Corpo	Fol.	Danos		
Gn. fac	AB1	nd	suj, man	Gn. fac	EF1	nd	suj, man + crv
	AB2	hz	suj, man		EF2	hz	pic, suj + man
	AB3	hz	cl, suj, man, arg + las		EF3	hz	suj, man + cl
	AB4	hz	suj, man, lasc + vel		GH1	nd	pm, suj + man
	CD1	nd	suj, man, las + crv		GH2	vt	man, suj, pic + cl
	CD2	hz	man, cl, suj + vel		GH3	hz	pic, man, suj, cl, esc + las
	CD3	hz	suj, man, cl + pic		GH4	ob/	vl, suj, man, pic, esc + cl
Fol. – foliação / Gn. fac – gnaisse facoidal							

### **Torre 1**

Está localiza no lado esquerdo da fachada principal da Igreja e foram observados ornamentos com fissuras (Figura 33), além de sujidade (Figura 34A), crescimento de plantas (Figura 34B), descamação (Figura 35A), argamassa evidenciando uma substituição de material devido à perda de massa (Figura 35B) e fraturas profundas (Figura 36 e 37).



Fotografia: Luanna Moura.

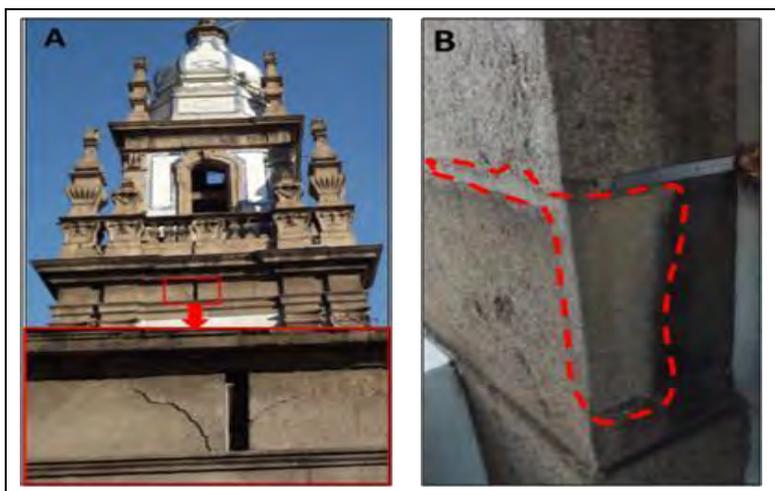
**Figura 33.** Fissura em ornato.

Outros danos observados foram manchamentos, perdas de massa, fezes de pássaros e colonização microbiológica (que não foi abordada no presente trabalho).



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 34.** Sujidade na parte protegida do balaústre (A); Crescimento vegetal (planta).



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 35.** Descamação (A) e argamassa (B), torre 1.



Fotografia: Luanna Moura

**Figura 36.** Local da fratura (A) e detalhe da fratura (B), profundidade da fratura (C).

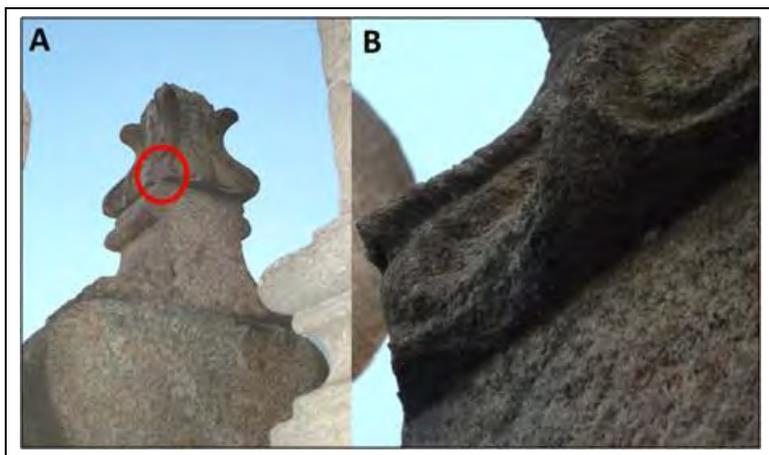


Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 37.** Local da fratura (A), extensão (B) e detalhe para visualizar que atravessou a rocha (C).

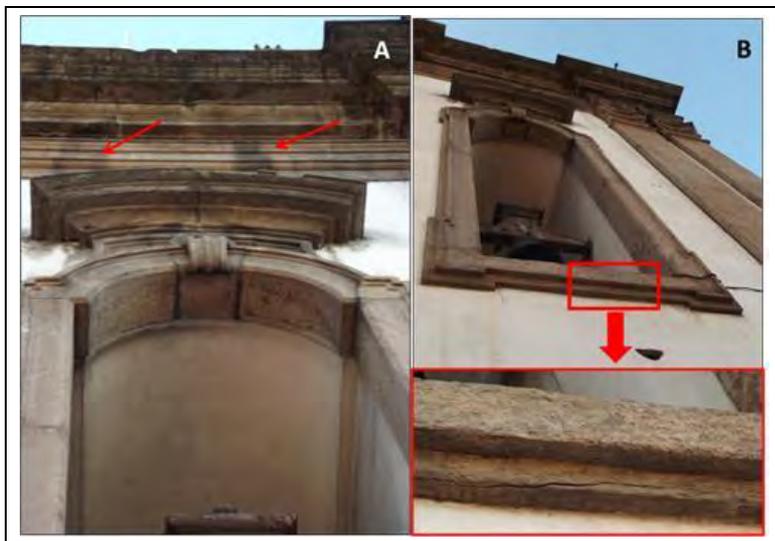
### **Torre 2**

Está localizada no lado direito da fachada principal da Igreja e foram observados ornamentos com perda de massa considerável (Figura 38A e B), além de rachaduras, fissuras (Figura 39A), manchamentos (Figura 39B) e crostas negras (Figura 40). Em relação ao aspecto das superfícies com perdas de massa não foi possível avaliar o tempo em que tal perda ocorreu, todavia as obras de entorno, o tráfego de veículos e pessoas, entre outros aspectos da localização da Igreja em relação ao centro urbano do Rio de Janeiro podem contribuir para a geração de vibrações ou movimentações que de maneira direta ou indireta promovem a queda desses fragmentos já fragilizados pelas ações do intemperismo.



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 38.** Perda de material (A); detalhe do local (B).



Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 39.** Manchamento (A) e Fissura observada por baixo (B).

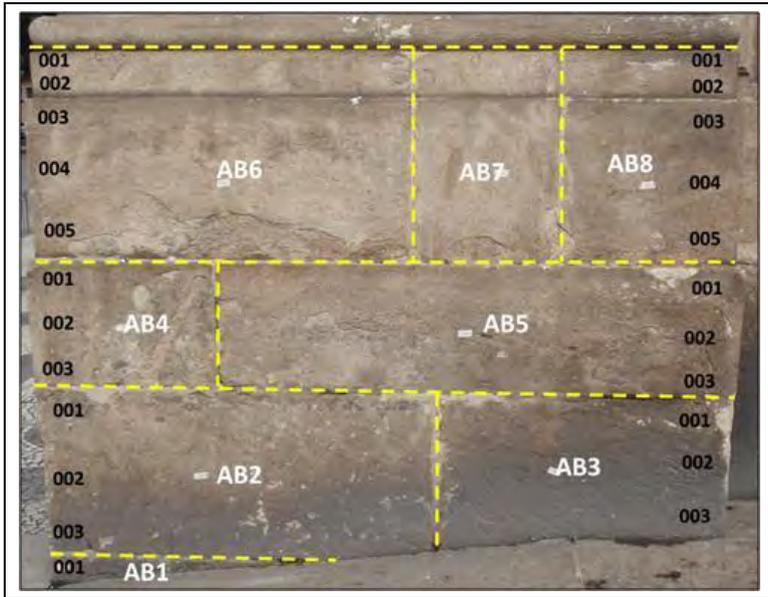


Fotografia: Luanna Moura.

**Figura 40.** Crosta negra sob o balaustre do parapeito.

### **4.3 | Determinação de Velocidade Ultrassônica**

Na Figura 41 estão ilustrados os pontos em que foram realizados os ensaios de forma semidireta de velocidades ultrassônicas para as diferentes colunas avaliadas.



Fotografia e Imagem: Luanna Moura.

**Figura 41.** Posição dos transdutores de recepção na coluna AB.

Nas Tabelas 4 a 6 estão apresentados os valores determinados para cada coluna da fachada principal que foi ensaiada. Em alguns casos não foi possível identificar a foliação dos blocos, na tabela estes casos são representados pelas iniciais “n.d.”, que significam “não determinada”. O local dos ensaios é identificado por três números iniciados em zero, exemplo 001.

**Tabela 4.** Velocidade Ultrassônica (m/s) – AB a EF.

Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )	Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )
AB1	001	1741	AB3	001	1008
AB2	001	1598		002	3474
	002	2303		003	1942
AB4	003	2761	AB5	001	<b>760</b>
	001	1795		002	1179
	002	2077		003	1532
AB6	003	1375	AB8	001	1889
	001	2011		002	1079
	002	1920		003	1936
	003	2513		004	2083
	004	3017		005	2003
	005	2017			
CD1	001	2369	CD2	001	2134
	002	1397		002	1311
	003	2414		003	2559
CD3	001	1262	CD4	001	<b>202</b>
CD5		n.d.		002	<b>607</b>
	002	2487		003	n.d.
EF1	003	1122	CD6	001	2108
	001	2041		002	1510
	002	2093		003	1533
EF3	003	2112	EF2	001	2062
	001	1110		002	2265
	002	1677		003	2325
EF5	003	2011	EF4	001	1991
	001	1471		002	1199
	002	2811		003	2666
	003	1942		001	1872
	004	1206		002	2071
EF5	005	961	EF6	003	1934
				004	2006
				005	1912

**Tabela 5.** Velocidade Ultrassônica (m/s) – GH a KL.

Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )	Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )
GH1	001	2137	GH2	001	2077
	002	3302		002	3189
	003	2322		003	2314
GH3	001	1152	GH4	001	n.d.
	002	1481		002	n.d.
	003	2201		003	n.d.
GH5	001	2124	GH6	001	3414
	002	2617		002	2947
	003	2325		003	2941
	004	1703		004	2435
	005	1966		005	2341
IJ1	001	2044	IJ2	001	1939
	002	2985		002	1783
	003	1786		003	1667
IJ3	001	<b>739</b>	IJ4	001	2226
	002	2583		002	2329
	003	1786		003	1446
IJ5	001	2265	IJ6	001	1912
	002	2065		002	2880
	003	1786		003	1763
	004	2578		004	1683
	005	1489		005	2251
KL1	001	n.d.	KL2	001	1714
	002	n.d.		002	1448
	003	n.d.		003	1525
KL3	001	1559	KL4	001	n.d.
	002	2631		002	n.d.
	003	1561		003	n.d.
KL5	001	1396	KL6	001	1733
	002	1844		002	1288
	003	1818		003	1382
	004	1733		004	1980
	005	2583		005	1368

**Tabela 6.** Velocidade Ultrassônica (m/s) – MN a OP.

Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )	Corpo	Posição	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )
MN1	-	n.d.	MN2	001	<b>208</b>
				002	2418
				003	1809
MN3	001	2105	MN4	001	3125
	002	2377		002	2875
	003	2071		003	2056
MN5	001	2269	MN7	001	1550
	002	2377		002	2086
	003	1905		003	1797
OP1	001	1847	OP6	004	2422
	002	<b>515</b>		005	2273
OP2	001	<b>702</b>		001	2357
	002	<b>789</b>		002	1218
	003	<b>200</b>		003	1862
OP3	001	2240	OP8	004	2157
	002	2287		005	2093
	003	2851		001	2465
OP5	001	2093		002	1312
	002	2573		003	2345
	003	1687	004	1997	
				005	3278

Os resultados obtidos para a coluna AB estão bastante diversificados. Durante as avaliações foi possível notar que o estado de degradação da coluna é diferente para cada corpo, onde alguns pontos encontram-se num estágio bastante

avançado em relação a outros. O mesmo comportamento irregular é observado para a coluna OP, que assim como a AB, é uma coluna localizada no extremo da fachada, sendo um alvo mais vulnerável à ação humana (vandalismo e urina).

Os números realçados em vermelho apresentam valores muito abaixo dos esperados para o tipo de rocha avaliada, que seria em torno de  $4000 \text{ m.s}^{-1}$  para rocha silicáticas sã (FRAZÃO e FARJALLAT, 1996). Eles fundamentam, em termos numéricos, os danos documentados durante as inspeções visuais. É importante mencionar que nenhum dos blocos amostrados superou o valor esperado de  $4000 \text{ m.s}^{-1}$ .

Quando os valores encontrados para um mesmo corpo são comparados entre si é possível observar que há diferenças intensas. Como exemplo pode-se observar os valores de  $202 \text{ m.s}^{-1}$  e  $607 \text{ m.s}^{-1}$  encontrados para o corpo CD4, que coincidem com a região em que há colocação de argamassa no corpo, o que possivelmente indica uma intervenção com intuito de frear a perda de massa ou mesmo para substituir as partes já perdidas. Embora visualmente a parte exterior não aparentasse dano, internamente foi possível constatar que a rocha está fragilizada. Outro exemplo é o corpo IJ3, que mostra acentuada descamação, o ponto mais próximo da quina superior esquerda apresentou valor de  $739 \text{ m.s}^{-1}$ , que quando comparado aos outros valores determinados para o corpo é muito baixo ( $2583 \text{ m.s}^{-1}$  no meio do corpo e  $1786 \text{ m.s}^{-1}$  no parte mais próxima ao corpo IJ1), mas possivelmente pode estar relacionado a uma evolução da descamação ou mesmo apontar uma região que futuramente poderá apresentar perda de massa.

No corpo MN2 o baixo valor ( $208 \text{ m.s}^{-1}$ ) está relacionado provavelmente a um ponto de quebra que pode ter fragilizado o restante desta região na peça, além disso, há resquícios de argamassa, que podem ajudar a embasar a fragilidade da peça neste ponto.

Por fim, se forem considerados os baixos valores encontrados nos corpos OP1 ( $501 \text{ m.s}^{-1}$ ) e OP2 ( $702 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $789 \text{ m.s}^{-1}$  e  $200 \text{ m.s}^{-1}$ ) e comparados aos valores achados para a coluna como um todo, que ficaram entre  $1218 \text{ m.s}^{-1}$  e  $3278 \text{ m.s}^{-1}$ , é possível relacionar os danos às velocidades determinadas. Constatou-se que as superfícies das rochas onde foram observados os valores mais baixos de velocidade ultrassônica estão muito mais danificadas externamente que os corpos com velocidades ultrassônicas mais altas, o que possivelmente reflete que no interior das peças há problemas significativos, como a provável perda de coesão.

#### **4.4 | Avaliação dos Agentes Poluentes**

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da análise química da água de lavagem. Observam-se teores de cálcio em torno de  $600 \text{ mg.L}^{-1}$  e de sulfato  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ , possivelmente relacionados à alteração das rochas, já que o cálcio encontrado é proveniente da dissolução das argamassas que unem os blocos em cada coluna e o sulfato pode ser atribuído ao ambiente altamente poluído no qual a Igreja está inserida. Observam-se elevados teores de nitrato, chegando a  $745 \text{ mg.L}^{-1}$ , possivelmente devido ao acúmulo de fezes de animais e também a poluição atmosférica.

A quantidade de enxofre detectada, assim como os nitratos, pode ser indicativa da poluição atmosférica. Tais valores eram esperados, visto que o Rio de Janeiro é uma metrópole e o bairro onde a Igreja está localizada possui grande circulação de automóveis e pessoas. Os altos valores detectados para os íons sódio, cloreto e magnésio estão relacionados ao *spray* salino (DE MELLO, 2001). Este *spray* é proveniente da Baía de Guanabara. Outro agente que pode contribuir com as concentrações de sais encontradas na Igreja são as precipitações, que podem possuir sal, conforme estudos de De Mello (2001). Os sais são, conhecidamente, agentes de degradação dos monumentos, em especial aqueles construídos em pedra (CARDEL *et al*, 2003).

**Tabela 7.** Análise química da água de lavagem ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

Amostra	Torre 1		Torre 2		Fachada Principal Baía
	baía	avenida	avenida	baía	
Na <sup>+</sup>	4,00	11,90	30,10	14,90	28,20
Ca <sup>2+</sup>	5,20	406,00	599,00	540,00	na
Cl <sup>-</sup>	4,00	25,00	103,00	28,00	42,00
K <sup>+</sup>	0,45	6,30	6,50	5,30	na
Fe <sup>3+</sup>	0,01	-	0,02	0,01	na
Mg <sup>2+</sup>	0,37	3,50	16,00	5,70	2,70
(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	5,00	1200,00	1600,00	1600,00	805,00
(NO <sub>3</sub> ) <sup>-1</sup>	6,60	73,00	356,00	745,00	na

(na): Não analisado; (-): Abaixo do limite de detecção do ensaio.

## 5 | CONCLUSÕES

Os corpos estudados na fachada principal são leptinito, nas laterais e na fachada posterior há predomínio do gnaiss facoidal. Nas laterais, em alguns trechos há leptinito.

Todos os corpos estudados estão apresentando alterações, todavia alguns apresentam estágios mais avançados que podem estar relacionadas com o ambiente, sais da atmosfera salina e enxofre da poluição. Nas torres há vários ornatos com fissuras e alguns já tiveram perda considerável de massa. Todos os corpos da fachada ao nível do solo apresentaram crosta negra ou sujidade e em alguns corpos esse dano comprometeu a identificação do sentido do corte em relação à foliação.

A fachada que apresenta maior fragilidade é a principal, construída em leptinito. Nela, foram encontrados o maior número de danos, sendo os mais frequentes: adição de argamassa (30,88%), descamação (21,32%), fissura (14%), sujidade (10,29%), fragmentação (8,84%), pichação (8,8%), clareamento (3,67%) e deslocamento (2,2%). Estas morfologias de alteração podem estar atribuídas ao tipo de rocha, à proximidade da Baía de Guanabara e também às ações de vandalismo sofridas pela mesma.

Os resultados de velocidades ultrassônicas obtidos para as colunas AB e OP estão bastante diversificados, o que coincide com as observações feitas sobre o estado de degradação diferenciado para cada corpo destas colunas. É possível relacionar que o posicionamento destas, em pontos extremos e menos vigiados, as torna mais susceptíveis à ação antrópica (atos de vandalismo e urina). A comparação de valores altos e baixos obtidos em um mesmo corpo tende a estar relacionada

a danos visuais, como no caso do corpo CD4 onde foram vistos reposições por argamassa ( $202 \text{ m.s}^{-1}$  e  $607 \text{ m.s}^{-1}$ ) ou o caso do corpo IJ3 onde na parte mais próxima da escamação foi obtido valor de  $739 \text{ m.s}^{-1}$  enquanto nos demais pontos a média ficou em  $2100 \text{ m.s}^{-1}$ . A velocidade ultrassônica também é fortemente influenciada pela ausência de acoplamento adequado, logo superfícies muito irregulares tendem a ter resultados inferiores, e no caso da Igreja, as superfícies dos leptinito estão significativamente irregulares.

A alteração natural a qual as rochas estão sujeitas está potencialmente sendo acelerada pela atmosfera altamente agressiva da cidade do Rio de Janeiro, essa alteração provavelmente se expressa nos teores detectados para o cálcio (cerca de  $600 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e sulfatos (em torno de  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ ). As concentrações de nitratos, que chegam a  $745 \text{ mg.L}^{-1}$ , podem estar relacionadas não só a poluição como também ao efeito do acúmulo de fezes de animais (pássaros, mais frequentemente pombos). Os altos valores detectados para os íons sódio, magnésio e cloreto estão, muito provavelmente, relacionados ao *spray* salino proveniente da Baía de Guanabara e às precipitações que ocorrem na região.

Conclui-se assim que as rochas como um todo apresentam sinais de alteração devido a diferentes fatores (salinidade e poluição atmosférica, principalmente), mas que as trepidações causadas pela movimentação de veículos e muito possivelmente pela ação de obras no entorno contribuíram e contribuem para acelerar os deslocamentos, fissuras, fraturas e desprendimento de ornatos e peças rochosas das fachadas.

No presente trabalho buscou-se correlacionar a ocorrência de determinados tipos de degradação à exposição do plano de foliação das rochas, se paralelo, perpendicular ou oblíquo ao corte exposto na cantaria. Todavia ainda não foi possível atingir conclusões sobre o assunto. Sugerem-se estudos adicionais.

## **6 | AGRADECIMENTOS**

A equipe agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização desse trabalho, ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) pela infraestrutura, ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), a Irmandade do Santíssimo Sacramento e a seus funcionários, ao senhor Provedor Pedro Ernesto Mariano de Azevedo, a arquiteta Sônia Regina Pinto dos Santos, ao senhor Rildo Costa, aos funcionários da Igreja de Nossa Senhora da Candelária, com especial agradecimento ao senhor Paulo, aos bolsistas de iniciação científica e do programa de capacitação institucional, com agradecimentos especiais ao estagiário Daniel Silva Barbutti e a técnica em química Evelyn Gama Xavier.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15012: Rochas para revestimentos de edificações - Terminologia. Rio de Janeiro. 2012.

AIRES-BARROS, L. - Alteração e alterabilidade de rochas. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. 384p. 1991.

ALBERNAZ, M.P.; LIMA, C.M – Dicionário Ilustrado de Arquitetura, Volume 1, verbetes da letra A até I. Apresentação Luiz Paulo Conde. Editora Pro editores Associados Ltda. São Paulo, 1998.

ALMEIDA, S.; JUNIOR, R.P. - Cantarias e pedreiras históricas do Rio de Janeiro: instrumentos potenciais de divulgação das ciências geológicas. Terra e Didática, v. 8, n. 1, p. 3 - 23, 2012. Disponível em: <<https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-1/pdf81/s1.pdf>>. Acesso em: 30/03/2016.

ARAÚJO, J.V. et al. Geoturismo Urbano no Rio de Janeiro. In: XXXVII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural UFRJ, 2015, Rio de Janeiro, RJ, p. 989.

CARDELL, C.; RIVAS, T. ; MOSQUERA, M.J.; BIRGINIE, J.M.; MOROPOULOU, A.; PRIETO, B.; SILVA, B.; VAN GRIEKEN, R. *Patterns of damage in igneous and sedimentary rocks under conditions simulating sea-salt weathering. Earth Surface Processes and Landforms.* V. 28, n. 1, p. 1-14. Janeiro 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/esp.408/abstract>> Acesso em: 06/01/2016.

CARTA DE ATENAS. 1931. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201931.pdf>>. Acesso em: 20/11/2017.

CARTA DE BURRA. 2013. Disponível em: < [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/The-Burra-Charter-2013-Adopted-3110\\_2013.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/The-Burra-Charter-2013-Adopted-3110_2013.pdf)>. Acesso em: 20/11/2017.

CARTA DE CABO FRIO. 1989. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Cabo%20Frio%201989.pdf>>. Acesso em: 20/11/2017.

CARTA DE VENEZA. 1964. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Veneza%201964.pdf>>. Acesso em: 20/11/2017.

CASTELANO, M.C.; BRITO, M. A Preservação dos Edifícios Tombados Como Patrimônio Arquitetônico Civil do Município de Montes Claros. In: 8º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão (FEPEG). Universidade: Saberes e Práticas Inovadoras. Montes Claros – MG. 24 a 27 de setembro de 2014. Disponível em: <[http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo\\_pdf\\_anais/fepeg\\_3.pdf](http://www.fepeg2014.unimontes.br/sites/default/files/resumos/arquivo_pdf_anais/fepeg_3.pdf)> Acesso em: 05/04/2017.

COMPROMISSO DE BRASÍLIA. 1970. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Compromisso%20de%20Brasilia%201970.pdf>>. Acesso em: 20/11/2017.

CULTURA, M. de. - Igreja da Candelária. 2016. Disponível em: <<http://mapadecultura.rj.gov.br/manchete/igreja-da-candelaria>>. Acesso em 10/03/2017.

DE MELLO, W.Z. *Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil*. Environmental Pollution. Elsevier, v. 114, n. 2, p. 235-242, Setembro 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00209-8](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00209-8)> Acesso em 20/11/2017.

FARAH, A.P. - Restauo Arquitetônico: a formação do arquiteto no Brasil para preservação do patrimônio edificado. HISTÓRIA, História, vol. 27 (2) Franca. São Paulo, 27 (2): 2008. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-90742008000200003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90742008000200003)>. Acesso em 27/03/2017.

FRASCA, M.H.B.O. - Qualificação de rochas ornamentais e para revestimento de edificações: caracterização tecnológica e ensaios de alterabilidade. IN: Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais, 2001, Salvador. Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2002, p.148-154.

FRASCÁ, M.H.B. de O. - Tipos de rochas ornamentais e características tecnológicas. In: VIDAL, F.W.H (Ed.); AZEVEDO, H.C. A (Ed.); CASTRO, N.F. (Ed.). Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700 p.

FRASCÁ, M.H.B. de O. - Caracterização tecnológica de rochas ornamentais e de revestimento: Estudo por meio de ensaios e análises e das patologias associadas ao uso. Disponível em: <[http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos\\_palestras/Curso\\_Caracterizacao\\_TecndeRochas.htm](http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Curso_Caracterizacao_TecndeRochas.htm)>.

FRAZÃO, E.B.; FARJALLAT, J.E.S. 1996. Proposta de especificação para rochas silicáticas de revestimento. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8., 1996, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABGE. v.1, p. 369-380.

IAMAGUTI, A.P.S. - Manual de rochas ornamentais para arquitetos. 318 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2001.

ICOMOS - COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL PARA ANÁLISE E RESTAURAÇÃO DE ESTRUTURAS DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO: Recomendações para Análise, Conservação e Restauração Estrutural Do Patrimônio Arquitetônico. Traduzido por Silvia Puccioni e Antônio Albuquerque. Documento aprovado pelo comitê na reunião de Paris, 13 de setembro 2001. Disponível em: <[http://arcoit.com.br/site/wp-content/uploads/2012/07/Rec\\_Brasil.pdf](http://arcoit.com.br/site/wp-content/uploads/2012/07/Rec_Brasil.pdf)> Acesso em 04/04/2017.

ICOMOS - ISCS - INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES - INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR STONE: Illustrated glossary on stone deterioration patterns. 2008. Disponível em: <[http://www.icomos.org/publications/monuments\\_and\\_sites/15/pdf/Monuments\\_and\\_Sites\\_15\\_ISCS\\_Glossary/Stone.pdf](http://www.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary/Stone.pdf)>.

ICOMOS-ISCS - INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES - INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR STONE. Illustrated glossary on stone deterioration patterns – Glossario Ilustrado das formas de deterioração da pedra. Tradução portuguesa da versão inglês-francês de 2008 por José Delgado Rodrigues e Maria João Revez. 2016. Disponível em: [http://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario\\_Pedra\\_Icomos.pdf](http://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario_Pedra_Icomos.pdf).

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL: Manual de Conservação de Cantarias. Almeida, Frederico. Programa Monumenta. 2.ed. 2000.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL: Barroco e Rococó nas Igrejas do Rio de Janeiro. Oliveira, Myriam Andrade Ribeiro de. Programa Monumenta. I. Série. CDD 726.1 B277 3 t. (396 p.): il. ; 13cm. (Roteiros do Patrimônio ; 2). ISBN 978-85-7334-083-9. Brasília, DF: Iphan/, 2008a. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColRotPat2\\_BarrocoRococolgrejasRiodeJaneiro\\_Vol3\\_m.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColRotPat2_BarrocoRococolgrejasRiodeJaneiro_Vol3_m.pdf)>. Acesso em 05/05/2017.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL: Atlas dos Monumentos Históricos e Artísticos do Brasil. Telles, Augusto Carlos da Silva. Programa Monumenta. 2008b. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/ColObrRefAtlasMonumentosHistoricosArtisticosBrasil.pdf>>. Acesso em 05/05/2017.

IPHAN. INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Portal do IPHAN na internet, aba Bens Tombados. Caminho: Página inicial>Patrimônio Cultural>Patrimônio Material>Bens Tombados. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>>. Acesso em 23/11/2016.

KUZMICKAS, L. e DEL LAMA, E.A. – UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS NO PATRIMÔNIO HISTÓRICO: estudo de caso da escultura O Sepultamento de Víctor Brecheret. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA). ISSN 2237-4590. Volume 4, número 1 (2014). Disponível em: <http://www.abge.org.br/page/rbgea-volume4-1>>. Acesso em 27/04/2017.

KÜHL, B.M. – Conservação e Restauração: Notas sobre a Carta de Veneza - Anais do Museu Paulista. São Paulo. N. Sér. v.18. n.2. p. 287-320. jul.- dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/anaismp/v18n2/v18n2a08.pdf>>. Acesso em 22/01/2016.

MANSUR, K.L. et al. O gnaisse facoidal: a mais carioca das rochas. Anuário do Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, v. 31, n.2, p. 9-22, 2008.

MARTEL, S.J. - Effect of topographic curvature on near-surface stresses and application to sheeting joints. Geophys. Res. Lett., v. 33, 2006.

MELLO, C.S.; BORGES, B.S.; MANSUR, K.L. (2014) Roteiros Geoturísticos da cidade do Rio de Janeiro e Niterói. Anais do 47 Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador. Sociedade Brasileira de Geologia CD-ROM.

MONTANI, C. - XXVI Relatório mármore e rochas no mundo 2015 – Dossiê Brasil 2015. Aldus Casa di Edizioni in Carrara, 2015.

MOZER, A.G.S. Caracterização tecnológica das rochas da fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora da Candelária - Centro, Rio de Janeiro, RJ. Monografia (Bacharelado em Ciências Matemáticas e da Terra) – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 72p. 2017.

OLIVEIRA, R.; FERNANDES, C. - Estudo e determinação do pH. Campina Grande, Brasil: Universidade Federal de Campina Grande, 2016. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>.

OURA, F.T.; MOZER, A.G.S.; MANSUR, K.L. 2016. Geoturismo Urbano: A Igreja da Candelária, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48, 2016, Porto Alegre – RS. Anais ST22 – 7412. São Paulo – SP: Sociedade de Geologia, 2016.

PEREIRA, J.W. LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA IGREJA DA CANDELÁRIA, junho/agosto, 2005. Obtido nos arquivos da Irmandade do Santíssimo Sacramento da Candelária.

PELEGRINI, S.C.A. O patrimônio cultural no discurso e na lei: trajetórias do debate sobre a preservação no Brasil. Patrimônio e Memória, v. 2, n. 2, p. 1-24, 2006.

PROCEQ. - Equotip 550 Leeb, Rebound Hardness Test. 2016. Disponível em: <<http://www.proceq.com/nondestructivetestequipment/metal-testing/hardness-testing/equotip-550-leeb.html>>.

RICARDO, A.M.; MANSUR, K.L.; BARROSO, E.V.; SENRA, F.; AVELLAR, G.; RIBEIRO, R.C.C. Mapeamento das morfologias de alteração das rochas do Paço Imperial, Rio de Janeiro. *Damage mapping of the stones of Imperial Palace, Rio de Janeiro*. Revista do Instituto de Geociências – USP. São Paulo, v. 17, n. 2, p. 45-58, Junho, 2017.

SILVA, Z.C. – O Lioz Português: De lastro de navio a arte na Bahia. 1.ed., Versal Editores, 2008. ISBN: 9788589309172.

TAVARES, F.M. - Metodologia de diagnóstico para restauração de edifícios dos séculos XVIII e XIX nas primeiras zonas de mineração em Minas Gerais. Dissertação de Mestrado em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Curso de pós-graduação Stricto Sensu. 2011. Disponível em: <<http://www.ufff.br/ambienteconstruido/files/2012/03/disserta%C3%A7%C3%A3o-fabiana-tavares1.pdf>>. Acesso em 24/03/2017.

TORQUATO, J.R.; BESSA, M.F.; MUNIZ, H.F. - Uso do Pundit na determinação de anomalias ultrassônicas em blocos rochosos. In: Anais do III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Recife. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002. p.20-23.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. Evolução Tectônica e Magmática da Faixa Ribeira entre o Neoproterozoico e o Paleozoico Inferior na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, v.35, n.2, p.140-151, dezembro, 2012.

VALERIANO, C. de M. et al. Geologia e recursos minerais da folha Baía de Guanabara SF.23-Z-B-IV, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000. Rio de Janeiro, 2012.

## 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 2017, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 320 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 <http://www.cetem.gov.br/series>.

### Últimos números da Série Rochas e Minerais Industriais

SRMI-24 – **Caracterização tecnológica do lioz da fachada do Real Gabinete Português de leitura do Rio de Janeiro.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, 2018.

SRMI-23 – **As opalas de Pedro II no Piauí e o arranjo produtivo local.** Francisco Wilson Hollanda Vidal, Marcelo Gonçalves Nunes de Oliveira Morais, Leonardo Cattabriga Freire e Carlos Alberto Melo Santos, 2018.

SRMI-22 – **Contribuições para o avanço tecnológico da fase de polimento de rochas ornamentais.** Leonardo Luiz Lyrio da Silveira, Phillipe Fernandes de Almeida, Thiago Mota Bolonini, Marília Lopes de Souza, Luan Lamom Machado, Saionara Coelho Peixoto, 2017.

## **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](mailto: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, Inovações e Comunicações - MCTIC, 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 20.000m<sup>2</sup> de área construída, que inclui 25 laboratórios, 4 plantas-piloto, biblioteca especializada e outras facilidades.

Durante seus 40 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.