

# **AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO E RESTAURO DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DO RIO DE JANEIRO: AMEAÇA OU ESPERANÇA?**

## **CONSERVATION AND RESTORATION EVALUATION OF RIO DE JANEIRO'S CULTURAL HERITAGES: THREAT OR HOPE?**

**Daniel Silva Barbutti**

Aluno de Graduação em Química Industrial, 14º período, UFRJ

Período de Estágio: Agosto de 2016 a Julho de 2018

dbarbutti@cetem.gov.br

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.

rcarlos@cetem.gov.br

### **RESUMO**

Neste estudo foram investigados alguns procedimentos e técnicas de conservação e restauração executados durante a restauração das fachadas do Mosteiro de São Bento e da Igreja da Nossa Senhora da Candelária, ambos localizados na cidade do Rio de Janeiro-RJ e construídos em gnaiss leptinitico e/ou gnaiss facoidal, que tiveram em comum uma etapa de aplicação de agentes consolidantes devido à fragilidade de sua estrutura rochosa, devido à ação de agentes intempéricos associados à poluição ao longo dos anos. Em muitos casos, as rochas se desintegram quase que por completo e surge uma grande dúvida nos métodos de intervenção/conservação e até mesmo qual produto deve ser utilizado. Dessa forma, foram realizadas análises de caracterização por fluorescência (FRX) e difração de raios-X (DRX) nas rochas ornamentais, análise química das sujidades e determinação de cor, brilho, porosidade aparente e absorção de água de ambos os monumentos antes e após a etapa de consolidação. Foram avaliados os consolidantes a base de silicato de potássio e etila e também de acrilatos. Os resultados indicaram acelerados processos de degradações nas rochas, com formações de gipsita e esfarelamentos, associados à poluição atmosférica. Os valores de porosidade aparente (7%) e a absorção de água (4%) indicavam o acelerado processo de degradação das rochas e após o processo de consolidação foram reduzidos para valores inferiores a 0,4%, demonstrando a eficácia da consolidação. O suporte tecnológico e a interdisciplinaridade se revelam importantes durante a conservação e restauração de monumentos, para que sejam minimizadas as chances de execução de procedimentos inadequados nos patrimônios históricos.

**Palavras chave:** Conservação e Restauração, gnaiss facoidal, agentes de consolidação.

### **ABSTRACT**

This study investigated some conservation and restoration procedures and techniques performed during the restoration of the façades of the São Bento Monastery and the Nossa Senhora da Candelária Church, both located in the city of Rio de Janeiro-RJ and constructed in leptynite gneiss and/or augen gneiss, which had in common a stage of application of consolidants due to the fragility of their stone structure caused by the action of weathering effects, like pollution, for instance. In many cases, stones collapses almost completely and a questions about what products should be used for restorations. Were carried out X-ray diffraction (XRD) characterization analyzes in some dimension stones, chemical analysis of the washing water chemical analysis and colorimetric and brightness evaluations, apparent porosity and water absorption of both before and after the consolidation stage. The consolidants were ethyl silicate, potassium silicate and acrylate aqueous emulsion. The results indicated accelerated weathered levels on the stones, with gypsum formations and decaying, associated to atmospheric pollution. The values of apparent porosity (7%) and water absorption (4%) indicated stone degradation. After the consolidation, this values were reduced to numbers below 0.4%, demonstrating the efficiency of the consolidation. It is concluded that technological support and interdisciplinarity are important during the Conservation and Restoration of heritage monuments, reducing the chances of performing inappropriate procedures in historical buildings.

**Keywords:** Conservation and restoration, gnaiss facoidal, consolidants.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os monumentos históricos do Rio de Janeiro são, em quase sua totalidade, compostos por gnaisses facoidal. Tal motivação foi registrada por Jean Baptiste Debret, em livro onde descreve a grande disponibilidade da rocha a ser explorável na região; e mesmo sendo uma forma de granito, ela era mais macia para realização de artes relativas à ornamentação de balaustradas e outras áreas de edifícios que precisavam ser esculpidas. Alguns exemplos são o Mosteiro de São Bento, a Igreja Nossa Senhora da Candelária, Paço Imperial, Palácio do Catete e outros (Mansur, 2008).

Expostos ao meio ambiente, tais patrimônios sofrem ação de agentes intempéricos diversos, tais como poluição atmosférica e umidade (que juntos pode levar à chuva ácida), colonização biológica e eflorescências, dentre outros, que são prejudiciais e podem alterar suas propriedades estruturais (Öztürk, 1992). Conhecer os mecanismos que regem tais alterações, bem como desenvolver métodos de prevenção, consolidação, proteção e restauração se faz necessário nos dias atuais para que as rochas ornamentais presentes em tais construções não sejam perdidas, ao lado de histórias arquivadas em si e registradas ao longo de séculos de desenvolvimento humano.

A etapa de consolidação faz parte da conservação e restauro desde meados do século XIX e eventualmente ainda é incorporada no processo. A ação de consolidantes promove a ocupação de espaços internos nas pedras, reduzindo sua porosidade seja por precipitação de sais ou por reações químicas com a própria pedra. Idealmente, tais fases que são incorporadas à pedra devem possuir um mínimo de similaridade com a mesma, para haver compatibilidade entre a matriz e o novo material a ser adicionado. No entanto, seu uso historicamente acelerou o processo de degradação de algumas pedras consolidadas (Warnes, 1926), e por isso esta prática é utilizada apenas em casos emergenciais ou por profissionais que tenham conhecimento para tal.

Delgado-Rodrigues e Pinto, 2016, defende que a impregnação dos agentes consolidantes geralmente se dá de forma heterogênea, distribuindo-os em profundidade de forma desigual por entre os poros, podendo acarretar em danos a médio ou longo prazo. Deste modo, a consolidação deve ser executada apenas em estágios avançados de desagregação do monumento pétreo, em casos que incluam perda de massa, uma vez que esta etapa é controversa e arriscada.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é verificar a eficiência da consolidação de gnaisses, facoidal e leptinito, em acelerado processo de deterioração presentes na Igreja da Candelária e no Mosteiro de São Bento, utilizando-se silicato de potássio ou etila e acrilatos.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Amostragem**

Os ensaios foram realizados com a permissão do IPHAN em fragmentos de rochas recolhidos de múltiplos balcões alterados no Mosteiro de São Bento (MSB) e da fachada da Igreja de Nossa Senhora da Candelária (INSC), que se apresentavam fragilizados e poderiam facilmente ser removidos, sendo armazenados em potes de polipropileno (PP) estéreis. Um leptinito do acervo do CETEM foi utilizado como referência para a INSC. Foram utilizados os agentes de consolidação silicato de etila a 28% para o MSB e o Primal B-60A a 5% e a 10% para a INSC, de acordo com as condições estabelecidas pelas equipes de engenharia responsáveis pelos restauros.

### **3.2. Caracterização Química e Mineralógica**

As amostras foram caracterizadas a partir de difração de raios-X (DRX) e fluorescência de raios-X (FRX) pela Coordenação de Análises Mineralógicas (COAMI) do CETEM.

### 3.3. Caracterização dos Agentes de Consolidação por Infravermelho

Os agentes de consolidação foram identificados a nível de composição química por meio de análises de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), em um equipamento da marca *Perkin Elmer*, modelo Spectrum 400, na faixa entre 4000 e 400  $\text{cm}^{-1}$ .

### 3.4. Coleta de Água de Lavagem

Os fragmentos amostrados foram lavados com água deionizada e esfregados com escova de cerdas macias, sendo as águas então armazenadas em potes de PP estéreis para posterior avaliação por absorção atômica de chamas.

### 3.5. Determinação de Porosidade Aparente e Absorção de Água

Os ensaios foram realizados de acordo com a norma ABNT/NBR 15.845:2010(2), a fim de se determinar a porosidade aparente e absorção de água antes e após aplicação dos agentes de consolidação.

### 3.6. Determinação de Cor e Brilho

A avaliação colorimétrica foi realizada antes e após aplicação dos consolidantes com um espectrofotômetro portátil da marca BYK, modelo *spectro-guide sphere gloss*. Por meio de iluminação circunferencial, ele garante precisão e repetibilidade na identificação do brilho da superfície e cores no espaço de cor Lab.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

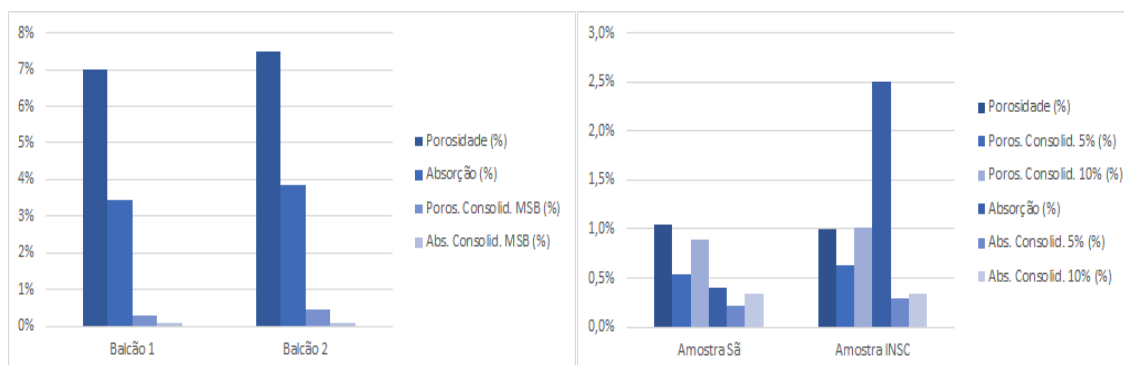
Os resultados de DRX e FRX comprovaram a existência de minerais e elementos com teores típicos de gnaisses, como quartzo e feldspato. Porém a ação do efeito da poluição foi caracterizada pela identificação de gipsita, mineral frequentemente associado à alteração de gnaisses (Delgado-Rodrigues, 1996).

Os espectros obtidos para silicato de etila e para o primal B-60A se apresentaram dentro do esperado, com valores para comprimentos de onda relevantes que permitiram a identificação das principais funções de suas estruturas moleculares, como por exemplo, 1242  $\text{cm}^{-1}$  relacionado à vibração C-O de éster e 1733  $\text{cm}^{-1}$  da vibração C=O de éster para o caso do Primal e 2984 das vibrações C-H e 1024  $\text{cm}^{-1}$  da vibração C-C de etila.

As análises químicas resultantes das águas de lavagem dos balcões do MSB e da amostra da INSC indicaram uma elevada presença de cálcio (MSB: 22,1 a 178,1  $\text{mg.L}^{-1}$ ; INSC: 40,40  $\text{mg.L}^{-1}$ ), sódio (MSB: 3,8 a 92,9  $\text{mg.L}^{-1}$ ; INSC: 48,10  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e potássio (MSB: 2,5 a 27,4  $\text{mg.L}^{-1}$ ; INSC: 56,80  $\text{mg.L}^{-1}$ ). No caso dos balcões, foram obtidos também valores para sulfato, entre 6 e 433,4  $\text{mg.L}^{-1}$ . Como descrito em Barbutti e Ribeiro (2017), teores elevados de sódio podem estar diretamente relacionados ao *spray* salino proveniente da Baía de Guanabara. Mello (2001) corrobora esta informação, expondo a presença de sódio e cloreto em águas de chuva coletadas na costa do Rio de Janeiro, enquanto o cálcio pode ser encontrado em argamassas da própria edificação e o enxofre por meio de emissões atmosféricas veiculares, elevada e extremamente comum na região central do Rio de Janeiro, onde ambos os monumentos se encontram. Infere-se, inclusive, que o dióxido de enxofre proveniente de emissões antrópicas possa contribuir com mais de 85% do enxofre existente em sulfatos da análise realizada por Mello (2001).

As amostras consolidadas, em ambos os casos, apresentaram resultados positivos, confirmando a redução de poros e absorção de água nas rochas com os consolidantes utilizados. Amostras do MSB apresentaram valores consolidados de porosidade entre 0,37% e 0,74% e absorção de água entre 0,14% e 0,39%, enquanto os valores da amostra da INSC foram de 0,54% a 0,63% para porosidade e 0,21% a 0,34% para absorção de água. Todos ficaram de acordo com recomendações de Frazão e Farjallat (1995) para rochas silicáticas sãs, onde os valores de porosidade devem ser inferiores a 1% e absorção de água inferiores a 0,4%. O valor de absorção de água para a amostra da INSC estava acima (2,50%), enquanto todas as amostras do MSB

estavam drasticamente alteradas. As Figuras 1 e 2 apresentam um resumo dos valores obtidos, onde é possível perceber a redução drástica da porosidade e da absorção de água após consolidação. O consolidante da INSC a 5% apresentou resultados mais relevantes que de 10%.



**Figuras 1 e 2:** Porosidade e absorção de água das amostras do MSB e INSC, respectivamente.

Na etapa de consolidação, há normalmente a mistura de silicato de potássio ao silicato de etila. Como descrito em Barbutti e Ribeiro (2017), “a função do silicato de potássio é disponibilizar mais íons silicato de modo a facilitar a interação entre o substrato rochoso e a ancoragem do consolidante na superfície, enquanto o silicato de etila, além de garantir a ancoragem adequada, reforça a coesão por meio de suas cadeias carbônicas na estrutura formada após a cura”. Os íons potássio liberados nesta etapa, por seu tamanho diminuto, adentram nos interstícios da pedra, podendo causar danos internos à mesma, além de promover eflorescências. Desse modo, o IPHAN condena o uso de silicato de potássio, consolidando apenas com o silicato de etila, ou em concentrações extremamente baixas do primeiro. Tal consolidação garantiu um reforço à estrutura dos balcões do MSB que era indispensável, devido à suas condições iniciais.

Com relação ao agente de consolidação a base de acrilatos (Primal B-60A), sua estrutura é de uma resina emulsionada à base de metacrilato, que ao ser aplicada e curada promove a formação de um filme adesivo transparente na superfície do substrato, reforçando a estrutura e até proporcionando a readesão de flocos de tintas em pinturas (Henry, 2006). Este consolidante foi largamente utilizado em diversos projetos de restauro na Europa durante as últimas décadas. No entanto, como qualquer consolidante incluindo o silicato supracitado, este também apresenta seus defeitos relacionados à irreversibilidade do processo, ou seja, à impossibilidade de remoção em caso de necessidade de recuperação da pedra original. Por isso, pesquisadores dividem suas conclusões sobre o uso destes produtos. Uma decisão plausível de ser conduzida, já discutida na introdução, é a de evitarmos ao máximo sua utilização, mantendo a integridade física do monumento pétreo original. No entanto, em ambos os casos da INSC e do MSB, a estrutura apresentava danos graves, impossibilitando qualquer restauro menos agressivo. Substituições das pedras por outras equivalentes, por exemplo, seriam problemáticas pois acarretaria em mudanças que envolveriam grande dificuldade de obtenção de pedras equivalentes em estética às que foram extraídas das pedreiras atualmente extintas na região do Rio de Janeiro.

As amostras consolidadas permaneceram com valores colorimétricos inalterados, sendo apenas o brilho elevando de 0,1 para 1,8 *Gloss Units* (GU), embora isto não promova distinções a olho nu. Para o leptinito de referência da INSC, não houve nenhuma variação significativa com ambas as concentrações de consolidante. Assim, é possível notar que ambos os consolidantes não afetaram a cor ou o brilho das rochas de forma perceptível. Os valores podem ser vistos resumidos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Cor e brilho das amostras do MSB e da INSC, antes e após tratamento.

MSB					INSC				
	L*	a*	b*	G		L*	a*	b*	G
<i>Amostra Referência</i>	58,6	3,2	12,7	0,1	Amostra Referência	72,9	0,66	4,3	1,4
<i>Amostra sem Consolidação</i>	58,8	3,5	12,8	0,1	Amostra Consolidada (5%)	71,7	0,87	4,1	1,2
<i>Amostra Consolidada</i>	59,2	4,0	13,6	1,8	Amostra Consolidada (10%)	72,6	0,30	4,3	1,5

## 5. CONCLUSÕES

Dessa forma, verifica-se que a consolidação das rochas dos monumentos em estudo foi de extrema necessidade para garantir suas integridades, pois apresentavam alto grau de degradação e altos valores de porosidade aparente, sendo necessário, portanto, consolidá-los, para evitar riscos aos usuários e população local. Por meio deste estudo, foi possível notar a importância de estudos prévios e do suporte tecnológico aplicado à conservação e restauração de monumentos pétreos. A irreversibilidade de produtos químicos pode ser altamente prejudicial se feita de forma incorreta (ameaça?), enquanto sua necessidade é real em casos específicos como os supracitados (esperança?), o que torna a multi e interdisciplinaridades em políticas de salvaguarda objetos essenciais de discussão para tomadas de decisão durante todas as etapas de preservação, conservação e restauração. Sem este diálogo diagonal entre os conhecimentos, a humanidade vê seu patrimônio histórico e, portanto, toda a história de civilizações e culturas anteriores, ameaçada.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM pela infraestrutura, aos colaboradores do LACON e ao CIEE pelo apoio financeiro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBUTTI, D.S. e RIBEIRO, R.C.C. Importância do suporte tecnológico em práticas de conservação e restauração do Mosteiro de São Bento. **XXV Jornada de Iniciação Científica – CETEM**, Brasil, 2017. 5 p.
- DELGADO-RODRIGUES, J. Conservation of granitic rocks with application to the megalithic monuments. **Proceedings of the EC workshop Degradation and Conservation of Granitic Rocks in Monumentos**. Santiago de Compostela. 1994. p. 161–242.
- FRAZÃO, E.B.; FARJALLAT, J.E.S.. Seleção de pedras para revestimento e propriedades requeridas. **Rev. Rochas de Qualidade**. nº 124, São Paulo, 1995. 8 p.
- HENRY, A. Stone conservation: principles and practice. **Routledge Ltd**, 1ª Edição. Taylor & Francis Group, 2006. 352 p.
- MANSUR, K.L., CARVALHO, I.S., DELPHIM, C.F.M., BARROSO, E.V.O gnaisse facoidal: a mais carioca das rochas. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, vol. 31 – 2 / 2008, p. 9-22.
- MELLO, W.Z. Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Pollution**, v.114. UFF, RJ, 2001, p. 235-242.
- WARNES, A.R. Building stones: their properties, decay and preservation. Londres, **Ernest Benn Limited**, 1926. 269 p.