

# AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DEVIDO À POSSÍVEL AÇÃO MICROBIANA

**Marcelo De Luccas Dourado**

Aluno de Graduação da Engenharia de Alimentos, 6º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM: fevereiro de 2015 a julho de 2015

[mdourado@cetem.gov.br](mailto:mdourado@cetem.gov.br)

**Andrea Carmadela de Lima Rizzo**

Orientador, Engenheira Química, D.Sc.

[arizzo@cetem.gov.br](mailto:arizzo@cetem.gov.br)

**Roberto Carlos da Conceição**

Co-orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.

[rcarlos@cetem.gov.br](mailto:rcarlos@cetem.gov.br)

## Resumo

As rochas ornamentais podem ser expostas a diferentes mecanismos de intemperismo, sejam eles físicos, químicos ou biológicos. Este último pode ser o mais importante, dado que os ambientes rochosos propiciam substratos para as mais variadas classes de microrganismos, entre eles bactérias, fungos e actinomicetos, que excretam substâncias que podem agir sobre a superfície dos monumentos. O objetivo deste trabalho foi realizar coleta, isolamento e identificação preliminar dos microrganismos presentes nas fachadas do complexo arquitetônico do Mosteiro de São Bento, Rio de Janeiro. A coleta e isolamento realizado resultou na seleção prévia de 70 microrganismos, sendo 29 fungos filamentosos, 30 bactérias, 7 actinomicetos e 4 leveduras. Embora esta seleção possa esclarecer algum possível mecanismo de ataque do monumento, ainda se faz necessária a identificação por espécies dos microrganismos para saber quais metabólitos estão atuando de forma a aumentar a biodeterioração do local. Posteriormente, pretende-se avaliar os efeitos da propagação microbiológica e da sua conseqüente influência no processo de alterabilidade de rochas ornamentais, bem como propor um mecanismo de proteção contra o crescimento e desenvolvimento de colônias microbiológicas neste monumento.

**Palavras chave:** biotecnologia, rochas ornamentais.

## Abstract

Weathering in stone-based monuments can be by physical, chemical or biological factors. The last one could be the most important mechanism, because these stone-based environments provide substrates to many classes of microorganisms, such as bacteria, fungi, filamentous bacteria and yeasts. These microorganisms can produce organic acids and they attack the surface of the stone. The aim of this work was collect, isolate and identify the microbiological community that dwell in the stone surface of the Mosteiro de São Bento, Rio de Janeiro. The isolation and identification results were about 70 microorganisms, which are fungi, bacteria, yeast and filamentous bacteria. Although this selection may clarify any potential attack on the Mosteiro's rock surface, it is still necessary to identify the species in order to know what metabolites contributes to the local biodeterioration. In a second time, we intend to study the interaction between the microorganism and the rock and to propose a protection that will stop the microbiological growth in this stone-based monument.

**Keywords:** Biotechnology, stones and cultural heritages.

## 1. INTRODUÇÃO

O Complexo Arquitetônico do Mosteiro de São Bento, fundado em 1590 por monges vindos da Bahia, é um bem pétreo tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Nele, estão localizados o Colégio e a Faculdade São Bento, bem como o claustro dos monges beneditinos e a Igreja Nossa Senhora de Montserrat, reconhecida por ser um dos poucos locais que ainda perpetuam tradições da Igreja Medieval, como o canto gregoriano e missas rezadas em latim (<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/823>).

Localizado próximo à Praça Mauá, no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, sua fachada é composta por gnaiss, uma rocha metamórfica composta por três minerais: feldspato, mica e quartzo. O primeiro caracteriza um grupo mineral constituído de aluminosilicatos de potássio, sódio e cálcio. Já o segundo se refere a um grupo de minerais constituídos por silicatos hidratados de diversos metais, cristalizado no sistema monoclinico, com diferentes composições e propriedades físicas. Por fim, o terceiro se refere a fase estável da sílica a temperatura ambiente.

As rochas ornamentais podem ser expostas a diferentes mecanismos de intemperismo, sejam eles físicos, mecânicos, químicos ou biológicos. É importante ressaltar que este bem pétreo foi construído numa região próxima ao mar, com intenso tráfego de veículos automotivos e ação constante de ventos e chuvas. Nesse sentido, as fachadas do monumento encontram-se bastante deterioradas em função do intemperismo físico e químico que atuam no Mosteiro.

O intemperismo biológico, ou biodeterioração, é considerado um mecanismo secundário de degradação das superfícies rochosas, apesar de alguns artigos relatarem este mecanismo como primário (BECKER et al., 1994). Geralmente a biodeterioração ocorre porque os outros ataques de agentes erosivos permitiram que naquele ambiente houvesse a deposição de matéria inorgânica ou orgânica como nutrientes básicos para o complexo crescimento microbiano.

Algumas classes/famílias de microrganismos são capazes de residir na superfície das rochas. Entre eles, destacam-se as bactérias, os fungos filamentosos, alguns tipos de leveduras, os actinomicetos, além dos líquens. Eles são capazes de utilizar, como substrato, os compostos inorgânicos presentes nas rochas a fim de obter energia para desempenho de suas atividades vitais (BECKER et al., 1994). Consequentemente, é possível de ocorrer a geração de metabólitos que atuam sobre a superfície dos monumentos (EHRLICH, 2009).

Um exemplo é a geração de ácidos orgânicos sobre rochas de carbonato. Com a colonização por microrganismos, é possível que haja a produção de ácidos e, assim, o mineral será dissociado, liberando íons livres sobre a superfície da rocha (EHRLICH, 2009). Estes íons, por sua vez, estarão sujeitos a reagir com outros compostos presentes na atmosfera local, contribuindo, assim, para a corrosão do monumento. Além disso, as modificações causadas por microrganismos também incluem a alteração do diâmetro do poro das rochas bem como a possibilidade do aumento e propagação das trincas já existentes no material, além de alterações estéticas das fachadas. Deste modo, é necessário buscar algum mecanismo que seja capaz de diminuir significativamente a deterioração deste bem pétreo.

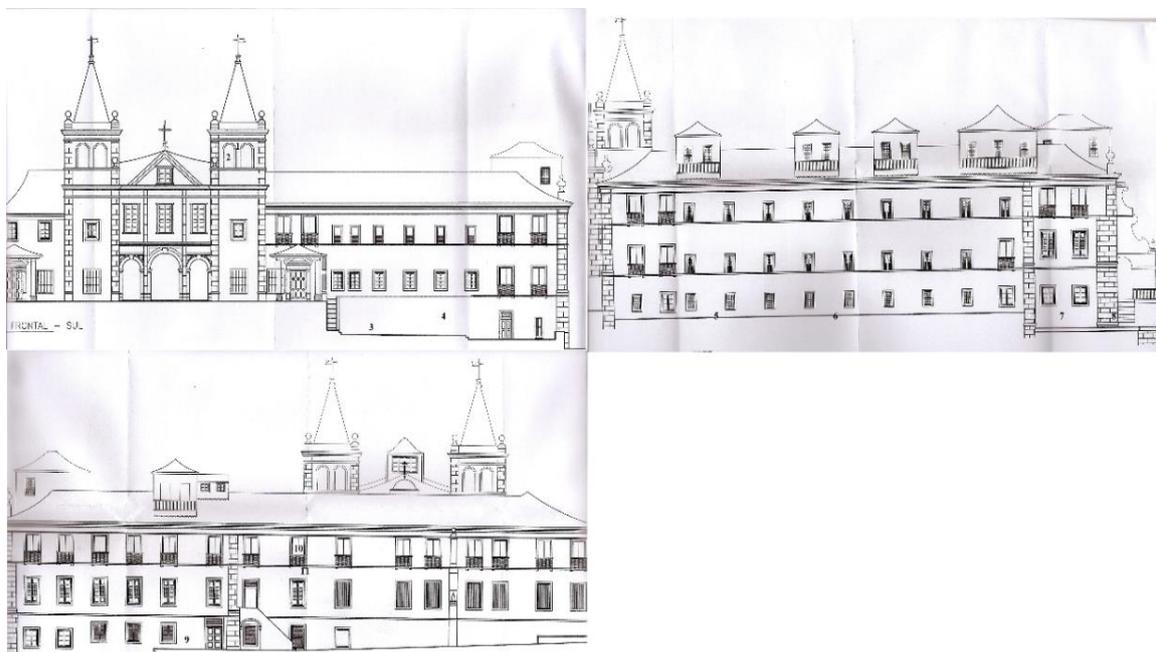
## 2. OBJETIVOS

Coletar, isolar e pré-identificar as populações microbianas presentes nas rochas ornamentais que compõem o complexo arquitetônico do Mosteiro de São Bento.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Pontos de Coleta

Na figura 1, reproduz-se a planta do Mosteiro de São Bento, localizado no Centro da Cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Os locais da coleta microbiológica foram identificados por números nas plantas, reproduzidas abaixo.



**Figura 1:** Planta do Mosteiro. Da esquerda para direita e da linha superior para inferior: Fachada Frontal, Fachada Lateral Direita, Fachada Posterior.

Os pontos de coleta foram determinados por observação visual das fachadas. Coletou-se material nos seguintes pontos: Imagem do Cristo no jardim interno, Fachada Posterior, em dois pontos distintos; Fachada Lateral Direita, em três pontos diferentes; Fachada Frontal; Fachadas Frontal e Lateral Direita da Torre do Campanário; Sinos; Balcão 8 da Fachada Posterior em três pontos distintos, bem como o ornamento localizado imediatamente abaixo dele.

#### 3.2 Amostragem

Com o auxílio do swab, coletou-se o material biológico dos pontos acima identificados. Em seguida, espalhou-se o material sobre os meios de cultura. Para cada ponto coletado, o material foi inoculado em placa contendo meio TSA e/ou meio BDA, em duplicatas. O meio TSA (Caldo de Triptona de Soja) é um meio altamente nutritivo e versátil, normalmente utilizado para crescimento de bactérias. Já o meio BDA (Batata Dextrose Agar) é o meio comumente empregado para a cultura de fungos.

#### 3.3 Isolamento

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

### 3.4 Identificação

Após o período de crescimento dos isolados (cerca de 4 dias), realizou-se o registro fotográfico das principais placas e as mesmas foram visualmente identificadas por famílias com o auxílio da equipe do Laboratório de Microbiologia Industrial da Escola de Química da UFRJ.

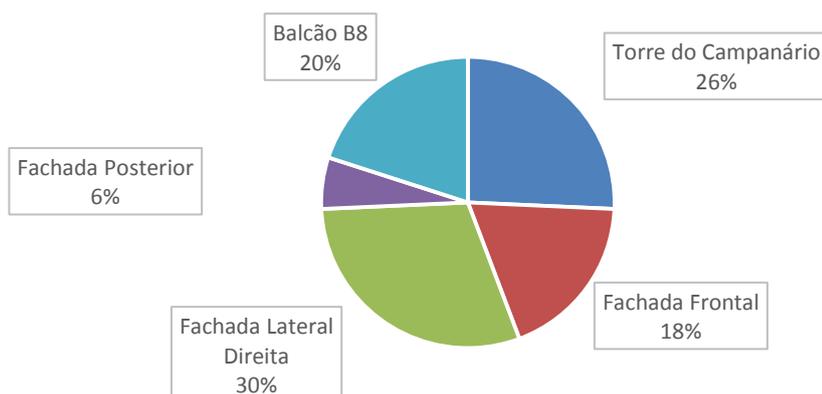
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram identificados 70 microrganismos, dos quais 29 são possíveis fungos filamentosos, 30 são possíveis bactérias, 4 são possíveis leveduras e 7 são possíveis actinomicetos. A distribuição dos microrganismos coletados pode ser resumizada na Tabela 1.

Além disso, também foi gerado um gráfico de setores, indicando os locais com maior proliferação microbiana (Figura 2).

**Tabela 1:** Distribuição das famílias microbianas por local de coleta

Local de Coleta	Fungos	Bactérias	Leveduras	Actinomicetos	Total	Porcentagem
Torre do Campanário	6	1	-	1	18	26
	4	2	-	-		
	2	2	-	-		
Fachada Frontal	-	2	-	-	13	18
	5	3	1	2		
Fachada Lateral Direita	1	2	-	1	21	30
	-	2	-	-		
	4	1	-	-		
Fachada Posterior	5	3	1	1	4	6
	1	3	-	-		
Balcão B8	-	3	-	-	14	20
	-	3	1	-		
	-	3	-	-		
	1	-	1	2		
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>70</b>	<b>100</b>



**Figura 2:** Quantidades relativas de microrganismos encontrados em cada local de coleta.

De acordo com o Gráfico 1, podemos perceber que os locais com maior proliferação microbiana foram na fachada lateral direita, na torre do campanário e na fachada frontal, confirmando, portanto, a observação feita *a priori* dos locais “críticos”. Cada localidade apresentou uma quantidade absoluta de microrganismos isolados, sendo eles fungos, bactérias, leveduras e actinomicetos. As possíveis famílias de microrganismos encontradas são explicadas pela flexibilidade da exigência nutricional de tais microrganismos, somado a capacidade de lidar com flutuações na temperatura, umidade

e pressão osmótica bem como a escassez nutricional, uma vez que as condições locais não são homogêneas durante o ano (BECKER et al., 1994).

Como ainda não foi realizada a identificação por espécies dos microrganismos, sabe-se apenas que eles podem ser classificados em organotróficos, uma vez que todos os microrganismos isolados apresentaram crescimento num meio próprio para cultivo de heterotróficos totais e/ou fungos, cuja principal fonte de carbono em ambos é um composto orgânico (DUNLAP et al., 2010). No entanto, não se deve descartar a presença de organismos autotróficos nos ambientes avaliados, necessitando de uma avaliação complementar sobre o metabolismo de cada microrganismo isolado.

Além disso, é possível que alguns dos microrganismos isolados sejam produtores de ácidos orgânicos, uma vez que, na literatura, encontram-se registros destes tipos de microrganismos residindo em rochas nos climas subtropicais (BECKER et al., 1994). Ao excretar os ácidos orgânicos, o gnaïsse fica sujeito à dissociação, gerando, então, íons cálcio livres. Devido à grande quantidade de compostos derivados de enxofre presente no local, o cálcio livre reage com os compostos de enxofre e, assim, o gnaïsse se transforma em gipsita ( $\text{CaSO}_3$ ). Os dois minerais citados apresentam propriedades físicas diferentes, o que pode contribuir para uma fragilização das fachadas externas do monumento.

## 5. CONCLUSÃO

Embora esta seleção possa esclarecer algum possível mecanismo de ataque do monumento, ainda se faz necessária a identificação por espécies dos microrganismos para saber quais metabólitos estão atuando de forma a aumentar a biodeterioração do local. Em uma segunda etapa, pretende-se estudar os efeitos da propagação microbiológica, e da sua conseqüente influência no processo de alterabilidade das rochas ornamentais presentes neste bem tombado pelo IPHAN, bem como buscar alternativas tecnológicas visando a proteção do monumento contra a ação biodeteriorativa dos microrganismos.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e ao apoio da equipe do Laboratório de Biotecnologia do CETEM, à professora Selma Gomes do Departamento de Engenharia Bioquímica (DEB/UFRJ), chefe do Laboratório de Microbiologia Industrial, que nos auxiliou no nosso processo de identificação preliminar das culturas microbiológicas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, T.W.; KRUMBEIN, W.E.; WARSCHEID, Th.; RESENDE, M.A. Investigations into Microbiology. **Project IDEAS: Investigation into Devices against Environmental Attack on Stones – A German-Brazilian Project.** p.147-186, 1994.

EHRlich, H.L.; NEWMAN D.K. **Geomicrobiology.** 5ª.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 606p.

DUNLAP; MANDIGAN; MARTINKO. **Microbiologia de Brock.** 12ªed. Editora: Artmed. 2010.

<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/823> acessado em 25/06/2015 às 12:56.