

Universidade de Taubaté

Clidecir Nicolas Sampaio Lima

**Presença de bactérias e fungos biodeterioradores no
monumento histórico Basílica do Senhor Bom Jesus de
Tremembé**

Taubaté

2019

Clidecir Nicolas Sampaio Lima

**Presença de bactérias e fungos biodeterioradores no
monumento histórico Basílica do Senhor Bom Jesus de
Tremembé**

Monografia apresentada para
obtenção de Título de Bacharel pelo
curso de Ciências Biológicas do
Departamento de Biociências da
Universidade de Taubaté.

Orientador: Profa. Dra. Mariko Ueno

Taubaté

2019

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi/UNITAU
Biblioteca Setorial de Biociências

L732p Lima, Clidecir Nicolas Sampaio
Presença de bactérias e fungos biodeterioradores no monumento histórico basílica do Senhor Bom Jesus de Tremembé / Clidecir Nicolas Sampaio Lima. – 2019.
30 f. : il.

Monografia (Graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Biológicas, 2019.
Orientador: Profa. Dra. Mariko Ueno, Instituto Básico de Biociências.

1. Biodeterioração . 2. Monumento histórico . 3. Microorganismos I. Título.

CDD- 579

CLIDECIR NICOLAS SAMPAIO LIMA

**Presença de bactérias e fungos biodeterioradores no
monumento histórico Basílica do Senhor Bom Jesus de
Tremembé**

Monografia apresentada para
obtenção do Título de Bacharel pelo
curso de Ciências Biológicas do
Departamento de Biologia da
Universidade de Taubaté

Orientador: Profa. Dra. Mariko Ueno

Data: 11/12/2009

Resultado: aprovado

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Mariko Ueno

Universidade de Taubaté

Assinatura_____

Prof. Dr. Paulo Fortes Neto

Universidade de Taubaté

Assinatura_____

Prof. Me. Mariana Gardin Alves

Universidade de Taubaté

Assinatura_____

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Microbiologia da Universidade de Taubaté pelo material disponibilizado para a pesquisa.

À equipe de funcionários do Laboratório, pelo auxílio no ambiente laboratorial.

À professora Mariko Ueno, pela orientação durante o projeto.

À professora Maria Dolores, pela oportunidade de fazer parte do projeto RESTAU.

À equipe de funcionários da Basílica do Senhor Bom Jesus de Tremembé, pela recepção e auxílio nas visitas à Basílica.

À Yara Oliveira, aluna da arquitetura, que me auxiliou muito no projeto.

Aos professores e funcionários da Universidade de Taubaté, por contribuírem para minha formação acadêmica.

À minha família, pelo apoio durante o curso.

RESUMO

Biodeterioração é o termo empregado para designar as alterações indesejáveis em materiais geradas pela ação, direta ou indireta, de micro-organismos. A diversidade de micro-organismos presentes pode ter uma forte relação com a natureza do material, como por exemplo, a granulometria e conseqüente capacidade do substrato reter matéria orgânica e umidade. O objetivo deste trabalho foi detectar a presença de bactérias e fungos filamentosos na superfície de diferentes materiais presentes em uma área deteriorada na Basílica Senhor Bom Jesus de Tremembé. Foram coletadas amostras superficiais de estruturas de taipa-de-pilão, de pintura, e de tijolo para a detecção de bactérias e fungos. Foram coletadas 3 amostras para cada tipo de material, pelo método de raspagem direta, totalizando 9 amostras. Meios de cultura foram utilizados para o desenvolvimento de colônias de bactérias e colônias de fungos. Foram feitas coloração de Gram com as colônias de bactérias, descrevendo as morfologias encontradas. Com a análise macroscópica das colônias, foi possível estimar o número de colônias de fungos e bactérias em cada amostra. Bastonetes Gram negativos foram os mais recorrentes nas amostras, ocorrendo em 7 das nove amostras, seguido de bastonetes Gram positivos, ocorrendo em 6 amostras. Os resultados indicam que as estruturas de taipa-de-pilão estão mais suscetíveis à biodeterioração, devido a um maior número de colônias de fungos encontradas. Recomenda-se que um local esteja limpo, que se faça manutenção, e que nos processos de restauração seja levado em conta medidas preventivas contra o desenvolvimento de micro-organismos, como revestimentos e pinturas com biocidas.

Palavres - chave: biodeterioração, monumentos históricos, micro-organismos.

ABSTRACT

Biodeterioration or term used to designate as undesirable changes in materials generated by direct or indirect action of microorganisms. A diversity of microorganisms present may have a strong relationship with the nature of the material, such as particle size and consequent ability of the substrate to retain organic matter and the sample. The objective of this work was to detect the presence of filamentous bacteria and fungi on the surface of different materials present in a deteriorated area in the Senhor Bom Jesus de Tremembé Basilica. Surface samples were collected from pestle, paint and brick structures to detect bacteria and fungi. Three samples were collected for each type of material by the direct scraping method, totaling 9 samples. Culture media were used for the development of bacteria and fungal colonies. Gram stains with bacterial colonies were described, describing as described morphologies. With a macroscopic analysis of colonies, it was possible to estimate the number of fungal and bacterial colonies in each sample. Used Gram rods were the most recurring in sales, occurring in 7 out of 9 pieces, followed by Gram positive rods, occurring in 6 quantities. The results show that pilot structures are more susceptible to biodeterioration due to a larger number of fungal colonies found. It is recommended that a place be clean, serviceable and that restoration processes be taken into account preventive measures against the development of microorganisms such as coatings and paints with biocides.

Key-words: biodeterioration, historical monuments, biodeteriorating microorganisms.

LISTA DE FIGURAS

Figura1: Basílica do Bom Jesus de Tremembé 1673-2011. Pavimento Térreo.....	15
Figura 2: Basílica do Bom Jesus de Tremembé 1673-2011.....	16
Figura 3: Área de amostragem.....	16
Figura 4. Pontos amostrais: Pintura (P), Tijolo (TJ), Taipa (TP).....	17
Figura 5. Pontos amostrais de pintura.....	18
Figura 6. Coleta pelo método de raspagem direta.....	18
Figura 7. Solução: material + solução fisiológica.....	19
Figura 8 Colônias de fungos: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9	22
Figura 9 – Colônias de bactérias: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9.....	23
Figura 10. Fungos filamentosos presentes detectados ao redor das amostras: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9.....	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Material das amostras coletadas.....	17
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Presença de micro-organismos nas lâminas preparadas a partir do sobrenadante.....	21
Tabela 2. Número de colônias diferentes de bactérias e fungos encontrados em cada amostra.....	22
Tabela 3. Coloração de Gram dos micro-organismos isolados das colônias.....	23
Tabela 4. Detecção de fungos filamentosos pelo método de fita adesiva ao redor dos pontos amostrais.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Área de estudo.....	15
3.2. Coleta.....	16
3.2.1 Pontos amostrais.....	16
3.2.2 Coleta das amostras.....	18
3.3. Preparo das amostras e elaboração de lâminas.....	19
3.4. Coloração de Gram e coloração de esporos.....	19
3.4.1. Análise macroscópica das colônias.....	20
3.4.2. Preparação de lâminas a partir das colônias isoladas.....	20
3.5. Técnica da fita adesiva.....	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Presença de micro-organismos nas lâminas preparadas a partir do sobrenadante.....	21
4.2. Presença de micro-organismos a partir do cultivo em placas.....	22
4.2.1 Análise macroscópica das colônias.....	22
4.2.2 Análise microscópica. Coloração de Gram das colônias.....	23
4.3. Detecção de fungos filamentosos nas lâminas de fita adesiva.....	24
5. DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 – INTRODUÇÃO

Micro-organismos como bactérias e fungos crescem praticamente em qualquer estrutura exposta a diversas condições atmosféricas. A presença desses micro-organismos tem sido relacionada a danos estéticos e estruturais presentes em diversas construções, incluindo prédios históricos, como o monumento ao Cristo Redentor e construções do Vale Histórico Paulista (TASCA et al., 2017; ANDRADE, 2016).

Biodeterioração é o termo empregado para designar as alterações indesejáveis em materiais geradas pela ação, direta ou indireta, de micro-organismos (BRITO, 2014). Essas alterações não são exclusivamente causadas por micro-organismos, estando associadas também às ações do tempo (SCHEERE et al., 2009). No entanto estudos tem relatado uma maior contribuição por parte de micro-organismos na deterioração de materiais como rochas e madeiras (TASCA et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017)

As atividades microbianas que causam o processo de biodeterioração estão relacionadas com o metabolismo dos micro-organismos. Fungos, por exemplo, produzem ácidos orgânicos e inorgânicos, que reagem com o material, danificando-o, e bactérias podem produzir enzimas para a o consumo de matéria presente na superfície, causando alterações indesejáveis ao material (SCHEERE et al., 2009). As alterações podem variar de acordo com certos fatores, como os tipos de micro-organismos envolvidos no processo, tipo de material, temperatura, e umidade (GAYLARDE; GAYLARDE, 2002). A diversidade e abundância de micro-organismos presentes, por sua vez, pode ter uma forte relação com a natureza do material, como por exemplo, a granulometria e consequente capacidade do substrato reter matéria orgânica e umidade (ALFIERI: CORREA, 2018; FAZIO et al., 2013; CUTLER, 2013).

A preservação dos monumentos históricos é muito importante, pois são heranças da humanidade e neles estão representados o momento social, político e cultural, tornando-se necessário pesquisas envolvendo micro-organismos que comprometem as estruturas desses patrimônios (ALVES, 2012).

Diversos estudos têm relacionado a presença de fungos aos processos degradadores ocorrentes em monumentos históricos. TASCA et al. (2017) estudando tanto a ação do intemperismo, como a ação microbiológica, no monumento ao Cristo Redentor, identificou diversos fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Coelomyces* e *Curvularia*, associando a presença desses micro-organismos como principal responsável pela degradação de peças que recobrem o monumento. O mesmo autor identificou espécies do gênero *Aspergillus* no Real Gabinete Português de Leitura (TASCA, 2018). O gênero *Aspergillus* também é citado por Ribeiro et al., (2017) em amostras de argamassa e rocha presentes no Parque Lages (RJ). A associação desses fungos aos processos deterioradores se deve principalmente à produção de ácidos por meio desses, que degradam lentamente as rochas.

Os aspectos superficiais de estruturas podem ser um indicativo de ações microbiológicas, porém as alterações nas estruturas internas dos materiais podem ser ainda maiores, dependendo das características do material. Alfieri et Correa (2018) estudaram a biodeterioração por fungos presente em estruturas de madeira (*Schinopsis sp.*) na Estação Ferroviária Provincial de La Plata, declarada patrimônio arquitetônico em 2006. Utilizando-se radiografia por raios-X e tomografia computadorizada (métodos que permitem a determinação da área degradada tanto externa quanto interna de uma estrutura), concluíram que as estruturas internas da madeira estavam mais afetadas que as áreas superficiais, devido principalmente ao crescimento de hifas nas estruturas internas. Os métodos de radiografia por raios-x e tomografia são métodos não destrutivos para avaliação da biodeterioração de um material, ou seja, que não causam nenhum tipo de alteração sobre a estrutura analisada. Esses métodos permitem tanto a determinação da área degradada externa quanto interna de uma estrutura (ALFIERI et CORREA, 2018). Outro método não destrutivo que permite a detecção de biodeterioração é a termografia infravermelha, porém o método é inespecífico quanto ao tipo de microrganismo envolvido (MORESCO et al., 2015).

Apesar de grande parte dos trabalhos tratarem apenas dos fungos na biodeterioração de prédios, não se deve negligenciar a ação de bactérias, que pode

ser tão semelhante à ação dos fungos, podendo apenas ser distinguida com o auxílio de ensaios biológicos em laboratório especializado (BRITO, 2014; VERÇOZA, 1991). Algumas bactérias, no entanto, podem apresentar uma ação benéfica a estruturas de concreto. Usadas como aditivos no concreto, espécies de bactérias como *Bacillus pseudofirmus* e *Sporosarcina pasteurii*, são capazes de produzir minerais que auxiliam a selar microfissuras, porém esse método ainda é relativamente recente e tem sido estudado (ECHEGARAY, 2015; JONKERS, 2011; ARROYO 2016).

Em relação às bactérias que causam alterações indesejáveis aos prédios, diversos gêneros têm sido associados relacionados a ações degradadoras. Dentre os gêneros relacionados à biodeterioração são muito citadas bactérias Gram positivas pertencentes ao gênero *Bacillus*. Kiel (2002) identificou várias bactérias Gram positivas pertencentes ao gênero *Bacillus* em amostras de prédios de importância histórica localizados em Porto Alegre. Altenburguer et al. (1996), também identificou bactérias do gênero *Bacillus*, *Kocuria* e *Agromyces* em amostras de pintura de importância histórica. Martins et al. (2009), além de bactérias Gram positivas do gênero *Bacillus*, também encontrou bactérias Gram negativas pertencentes ao gênero *Pseudomonas*.

Andrade (2016), buscando contribuir com pesquisas acerca das perspectivas de impacto de mudanças climáticas sobre o patrimônio cultural do Vale Histórico de São Paulo, enfocou a ação de fungos nas estruturas de madeira das edificações históricas, chegando a conclusões que mudanças no clima da região podem aumentar os riscos de deterioração das construções. Porém não só aspectos climáticos podem influenciar nos processos de biodeterioração. Breitbach (2009), por exemplo, estudando a relação entre diferentes pigmentos presentes em diferentes cores de tinta látex e a biodeterioração, chegou a resultados que indicaram que cores mais escuras, como azul, vermelho, e cerâmico, apresentaram maior capacidade de resistir a biodeterioração, quando comparados a cores mais claras como camurça e gelo. Outro aspecto analisado no trabalho de Breitbach (2009) foi a relação entre a biodeterioração e o posicionamento do material em relação a norte ou sul. Os resultados foram que placas cobertas com filme direcionadas ao sul tendem a sofrer mais danos que as direcionadas ao norte.

A diversidade e biomassa de micro-organismos pode ter uma forte relação com a composição dos materiais analisados. Cutler (2013), estudando a comunidade de micro-organismos presente em construções históricas de diferentes tipos de rochas indica que diferentes composições mineralógicas parecem ter influência sobre a biomassa de micro-organismos, porém não sobre a diversidade de espécies. Fazio et al. (2013), estudando diversidade de espécies de fungos presentes em construções com diferentes materiais – taipa, tijolo, e pau-a-pique - indica uma maior diversidade de espécies nas construções de taipa, relacionando-se tal resultado a uma maior taxa de matéria orgânica presente neste material.

A presença de micro-organismos pode acarretar desde processos alérgicos ao desenvolvimento de micoses, tornando necessária a adoção de medidas preventivas ou corretivas (PEDI, 2009). Sob condições favoráveis, esses micro-organismos são capazes de crescer e influenciar o processo de biodeterioração. Ambientes com baixa disponibilidade de recursos para o seu desenvolvimento, como é o caso de diversos ambientes internos, podem atuar como fatores limitantes ao seu desenvolvimento (GORBUSHINA et al., 2004).

Diversas espécies de fungos filamentosos foram detectadas em todas as amostras (tabela 1). A presença e proliferação desses micro-organismos em geral, além da produção de ácidos e enzimas por certas espécies, têm sido associadas a diversas alterações em prédios históricos, como decomposição, desagregação dos descoloração, a diversos tipos de materiais (GAYLARDE; GAYLARDE, 2002; SCHEERE et al., 2009; DOURADO et al., 2016). Dos gêneros mais recorrentes em pesquisas envolvendo fungos filamentosos em construções históricas, destacam-se gêneros como *Aspergillus* e *Cladosporium*, tendo sido encontrados principalmente em diferentes tipos rochas, em argamassa, madeiras e pinturas (MARTINS et al., 2009; DOURADO et al., 2016; TASCA et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017;).

2 - OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi detectar a presença de bactérias e fungos filamentosos na superfície de diferentes materiais presentes em uma área deteriorada na Basílica Senhor Bom Jesus de Tremembé.

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Área de estudo

A Basílica do Senhor Bom Jesus de Tremembé situa-se no município de Tremembé, localizada na sub-região 2 da região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), estado de São Paulo, Brasil.

A Basílica é considerada patrimônio histórico pelo decreto municipal da cidade de Tremembé nº 4030 de 12 de setembro de 2011. É considerado um dos templos mais antigos da região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) do estado de São Paulo. Construída em 1672, encontra-se num processo de restauração pelo Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural (NPPC) da Universidade de Taubaté.

A morfologia da Basílica é formada por um corpo de nave retangular central, dois corredores laterais, e a altar-mor. Apresenta no pavimento térreo espaços destinados a celebrações religiosas conforme Figura 1, devido a isso observa-se um grande fluxo de pessoas utilizadoras desses locais diariamente.

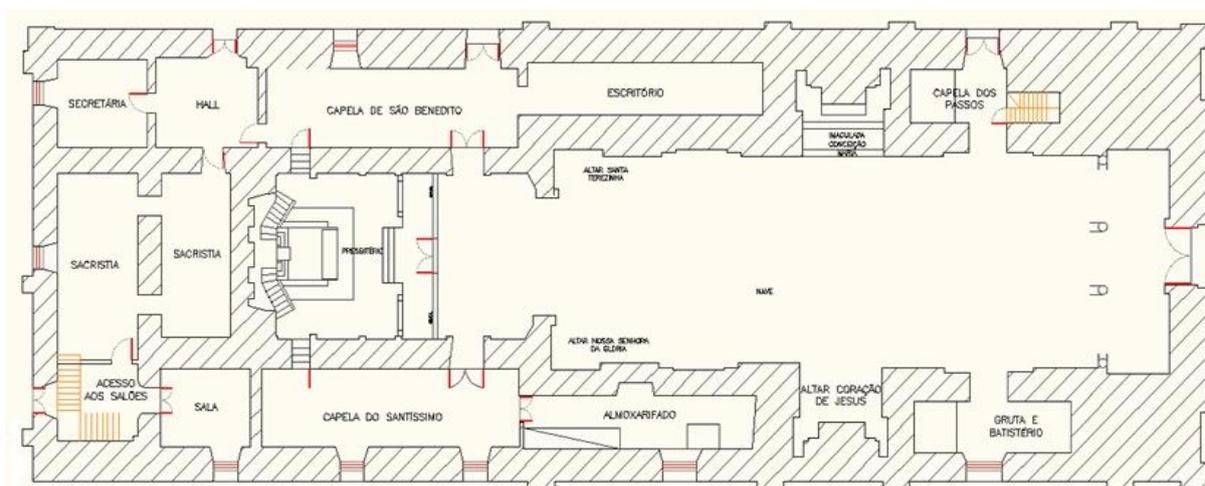


Figura1: Basílica do Bom Jesus de Tremembé 1673-2011. Pavimento Térreo
Fonte: Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural (NPPC)

O presente trabalho foi realizado em um espaço indicado nas Figuras 2 e 3, localizado no segundo pavimento atrás do altar-mor, situado na parte mais antiga da Basílica. Esta área já foi utilizada diversamente como salas de reuniões, sala de

evangelização, entre outros. Atualmente apresenta pouco uso, servindo apenas de

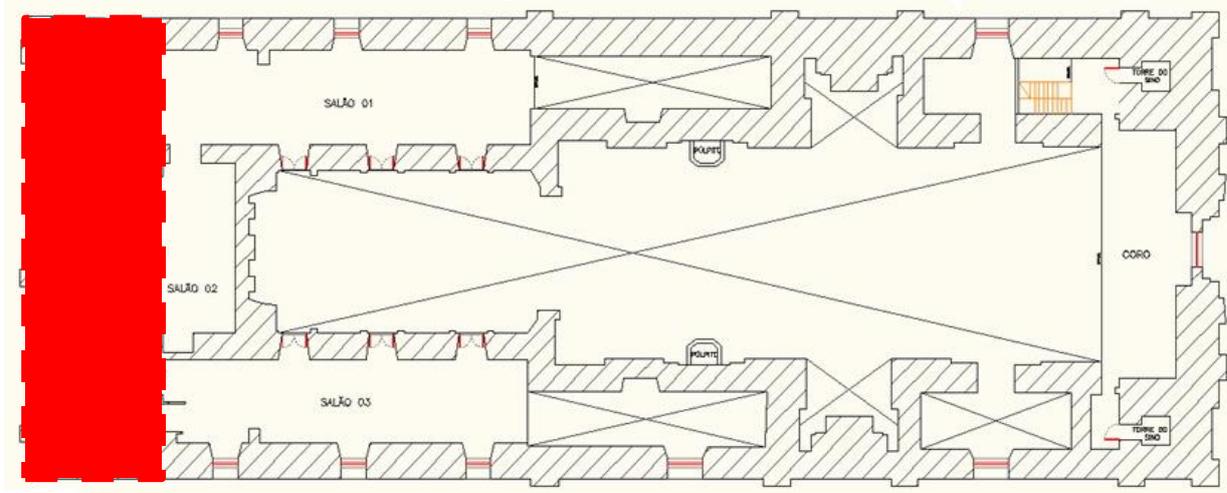


Figura 2: Basílica do Bom Jesus de Tremembé 1673-2011. Segundo pavimento. Indicação do local do estudo

Fonte: Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural (NPPC)



Figura 3: Área de amostragem

Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

3.2 – Coleta

3.2.1 - Pontos amostrais

Os pontos amostrais foram escolhidos dando-se preferência a locais onde a deterioração estava mais visível, priorizando-se, quando possível, as regiões mais próximas do solo (até 1.5 m de altura) (Figura 4).

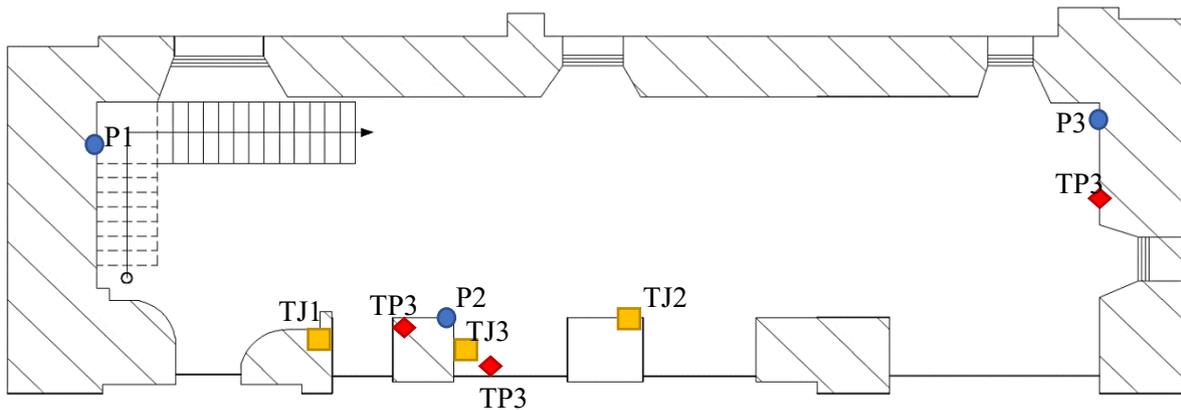


Figura 4. Pontos amostrais: Pintura (P), Tijolo (TJ), Taipa (TP).

Fonte: LIMA, C. N. S., 2019. Adaptado de Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural (NPPC)

O Quadro 1 apresenta as características das amostras coletadas

Quadro 1. Material das amostras coletadas

	denominação	material	Data da coleta
Amostra 1	TP1	Taipa de pilão	02.10.2019
Amostra 2	TP2	Taipa de pilão	02.10.2019
Amostra 3	TP3	Taipa de pilão	02.10.2019
Amostra 4	TJ1	Tijolo	02.10.2019
Amostra 5	TJ2	Tijolo	02.10.2019
Amostra 6	TJ3	Tijolo	02.10.2019
Amostra 7	P1	Pintura	02.10.2019
Amostra 8	P2	Pintura	02.10.2019
Amostra 9	P3	Pintura	02.10.2019



Figura 5. Pontos amostrais de pintura.
Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

3.2.2 – Coleta das amostras

Para a técnica de raspagem direta foram utilizados potes e espátulas, os quais foram previamente esterilizados.

Na técnica de raspagem direta desenhou-se um quadrado de aproximadamente 8x8cm. Neste quadrado foi feita a raspagem superficial do material com uma espátula esterilizada. O material raspado foi diretamente depositado nos potes de coleta (figura 6).



Figura 6. Coleta pelo método de raspagem direta
Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

3.3 – Preparo das amostras e elaboração de lâminas

Uma semana depois de as amostras terem sido coletadas, foi adicionada 8 mL de solução fisiológica (NaCL 0,9%) Porém quando mesmo com 8ml de solução salina adicionada, a solução permaneceu em estado sólido, adicionou-se 2ml de solução salina a mais até a solução obter um estado líquido (figura 8).



Figura 7. Solução: material + solução fisiológica
Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

A partir da solução (material raspado + solução fisiológica), foram feitos esfregaços diretos da solução para posterior coloração de Gram e coloração de esporos. Foram feitos, por amostra, 5 esfregaços para coloração de Gram e 5 esfregaços para coloração de esporos para cada amostra .

A coloração de Gram foi utilizada para detectar diferentes morfologias e diferenciar bactérias Gram positivas e Gram negativas.

3.4 – Cultivo de fungos e bactérias

Para o cultivo dos micro-organismos foi utilizado o método de inoculação por superfície, utilizando o ágar PCA para bactérias e incubação a 35°C e ágar PDA para fungos com incubação de 5 a 7 dias a 30°C.

3.4.1 Análise macroscópica das colônias

Após o crescimento das colônias de bactérias, analisou-se as morfologias das colônias macroscopicamente, estimando-se o número de bactérias morfologicamente diferentes em cada amostra.

3.4.2 Preparação de lâminas a partir das colônias isoladas

Foram feitos esfregaços para coloração de Gram das colônias de bactérias morfologicamente diferentes.

Após o crescimento de fungos filamentosos, analisou-se a morfologia das colônias, buscando estimar o número de colônias morfologicamente diferentes em cada material. Quando houve dúvidas foi realizada a técnica de micro cultivo.

3.5 Técnica da fita adesiva

Como complemento à detecção de fungos filamentosos, foram feitas lâminas pelo método de fita adesiva ao redor dos pontos amostrais.

O método de fita adesiva consiste na utilização de uma fita adesiva transparente, a qual é colada na superfície analisada e posteriormente colada em uma lâmina limpa. Após feito esse processo, faz-se a leitura das lâminas em microscópio estereoscópio em aumento de 100x e 400x, em busca da detecção de fungos filamentosos.

4- RESULTADOS

4.1 Presença de micro-organismos nas lâminas preparadas a partir do sobrenadante

Tabela 1. Presença de micro-organismos nas lâminas preparadas a partir do sobrenadante

	Denominação	Material	5 Lâminas Coloração de Gram	5 Lâminas Coloração de esporos
Amostra 1	TP1	Taipa de pilão	Bastonete Gram -, Bastonete Gram +	+
Amostra 2	TP2	Taipa de pilão	Cocos +, Bastonete Gram+, Bastonete Gram -	+
Amostra 3	TP3	Taipa de pilão	Cocos +, Bastonete -	+
Amostra 4	TJ1	Tijolo	Bastonete Gram -, Bastonete Gram+	+
Amostra 5	TJ2	Tijolo	Cocos +, Bastonete Gram -	+
Amostra 6	TJ3	Tijolo	Bastonete Gram +, Bastonete Gram -, Cocos+	+
Amostra 7	P1	Pintura	Bastonetes Gram+, Cocos +	+
Amostra 8	P2	Pintura	Bastonetes	+

			Gram +, Bastonetes Gram -	
Amostra 9	P3	Pintura	Bastonetes Gram -, Cocos +	+

4.2 Presença de micro-organismos a partir do cultivo em placas

4.2.1 Análise macroscópica das colônias

Tabela 2. Número de colônias diferentes de bactérias e fungos encontrados em cada amostra

	Denominação	Material	Número de colônias diferentes	
			Bactérias	Fungos
Amostra 1	TP1	Taipa de pilão	3	4
Amostra 2	TP2	Taipa de pilão	4	4
Amostra 3	TP3	Taipa de pilão	5	6
Amostra 4	TJ1	Tijolo	2	2
Amostra 5	TJ2	Tijolo	3	4
Amostra 6	TJ3	Tijolo	5	3
Amostra 7	P1	Pintura	2	2
Amostra 8	P2	Pintura	4	1
Amostra 9	P3	Pintura	3	3

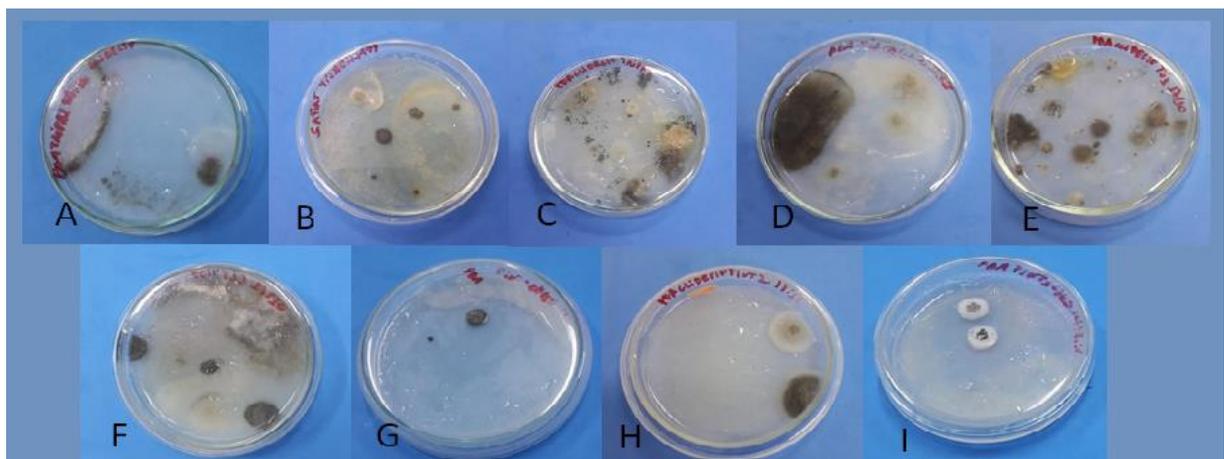


Figura 8. Colônias de fungos: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9.

Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

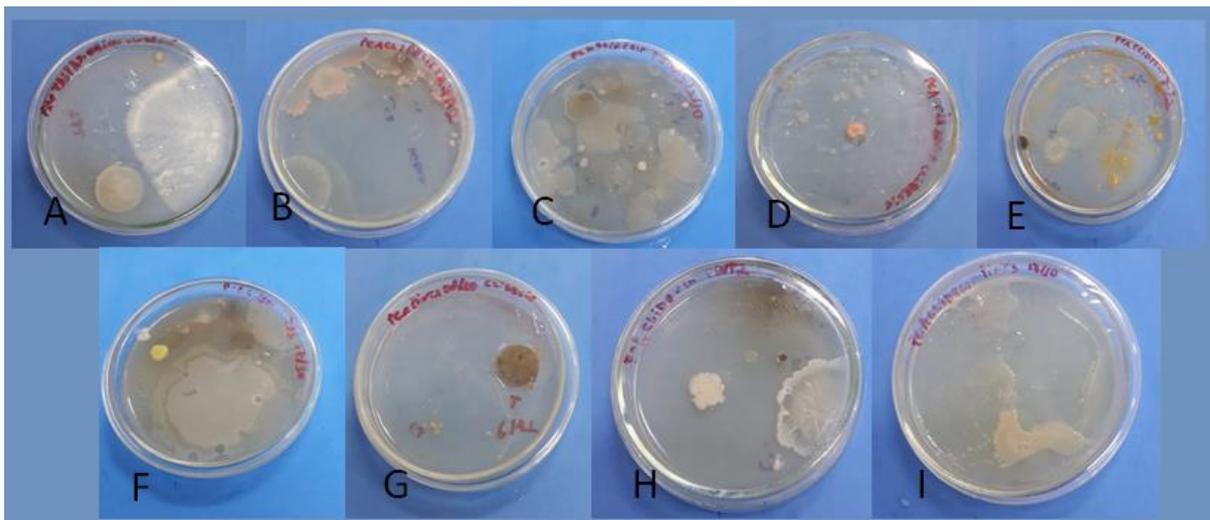


Figura 9. Colônias de bactérias: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9. Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

4.2.2 Análise microscópica. Coloração de Gram das colônias

As bactérias mais recorrentes nas amostras foram os bastonetes Gram negativos, ocorrendo em 7 das nove amostras, seguido de bastonetes Gram positivos, ocorrendo em 6 amostras, e cocos Gram positivos, ocorrendo em 3 amostras (Tabela 3).

Tabela 3. Coloração de Gram dos micro-organismos isolados das colônias

	Denominação	Material	Morfologias das bactérias
Amostra 1	TP1	Taipa de pilão	Bastonete Gram -
Amostra 2	TP2	Taipa de pilão	Bastonete Gram +, Cocos Gram +
Amostra 3	TP3	Taipa de pilão	Bastonete Gram+, Bastonete Gram -
Amostra 4	TJ1	Tijolo	Bastonete Gram -
Amostra 5	TJ2	Tijolo	Bastonete Gram -
Amostra 6	TJ3	Tijolo	Bastonete Gram +, Bastonete Gram -, Cocos Gram +

Amostra 7	P1	Pintura	Cocos Gram +
Amostra 8	P2	Pintura	Bastonete Gram – e Bastonete Gram –
Amostra 9	P3	Pintura	Bastonete

4.3 Detecção de fungos filamentosos nas lâminas de fita adesiva.

Pelo método de fita adesiva foi possível detectar fungos filamentosos ao redor de todos os pontos amostrais. Na Figura 6 podem-se observar algumas dessas estruturas.

Tabela 4. Detecção de fungos filamentosos pelo método de fita adesiva ao redor dos pontos amostrais.

	denominação	material	Fungos filamentosos
Amostra 1	TP1	Taipa de pilão	Detectado
Amostra 2	TP2	Taipa de pilão	Detectado
Amostra 3	TP3	Taipa de pilão	Detectado
Amostra 4	TJ1	Tijolo	Detectado
Amostra 5	TJ2	Tijolo	Detectado
Amostra 6	TJ3	Tijolo	Detectado
Amostra 7	P1	Pintura	Detectado
Amostra 8	P2	Pintura	Detectado
Amostra 9	P3	Pintura	Detectado

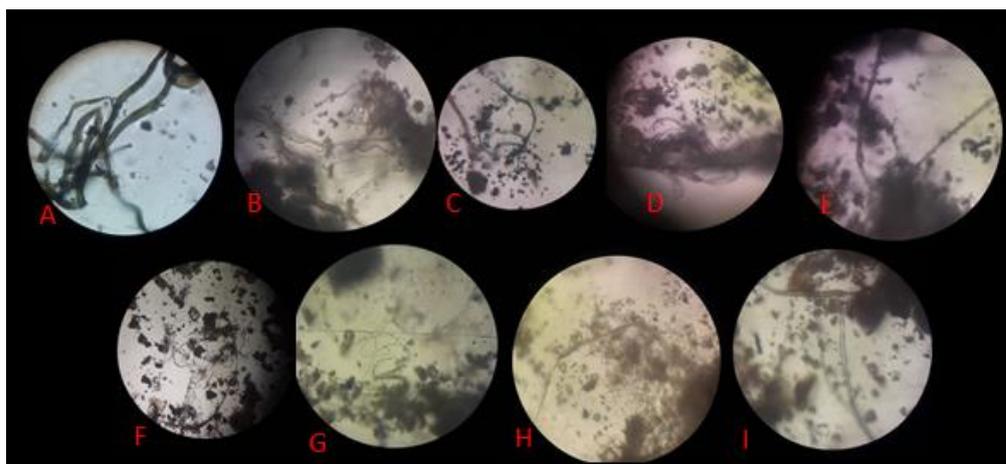


Figura 10. Fungos filamentosos presentes detectados ao redor das amostras: A: Amostra 1, B: Amostra 2, C: Amostra 3, D: Amostra 4, E: Amostra 5, F: Amostra 6, G: Amostra 7, H: Amostra 8, I: Amostra 9.

Fonte: LIMA, C. N. S., 2019.

5 – DISCUSSÃO

Diferentes de fungos filamentosos foram detectadas em todas as amostras (Tabela 1). Nas amostras de Taipa-de-pilão (amostras 1, 2 e 3) foi observado um maior número de colônias morfologicamente diferentes, sugerindo uma maior contaminação por fungos filamentosos nesse tipo de material. Fazio et al. (2013), estudou a presença de fungos em diferentes materiais, sendo eles Taipa, tijolo e pau-a-pique, encontrou um maior número de espécies nas amostras de Taipa, correlacionando esse resultado à maior taxa de matéria orgânica presentes nesse tipo de material.

Os resultados referentes a técnica de fita adesiva sugerem a presença de fungos filamentosos também ao redor dos pontos amostrais, que pode estar relacionado com a proliferação dos fungos. Gorbushina et al. (2004) relaciona a presença de estruturas fungos filamentosos em monumentos à elevada capacidade que estes micro-organismos apresentam para sobreviver por meio de esporos e pela facilidade de proliferação através de hifas, podendo contaminar uma maior área. A simples presença e proliferação de fungos filamentosos, segundo Scheere et al. (2009), está relacionada a danos estruturais relacionados a desagregação da estrutura, devido a proliferação de hifas.

Bastonetes Gram positivos e Gram negativos foram as mais recorrentes nas amostras. Esses resultados se assemelham aos de Martins et al. (2009), que coletou amostras de pinturas da Casa de Fresco de Sanches Baena, em Vila Viçosa (Sudeste de Portugal). Bastonetes Gram positivos e negativos têm sido muito encontrados em construções históricas e frequentemente estão associados aos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* (KIEL, 2002; SAIZ et LAIZ, 2000; GORBUSHINA et al., 2004).

Fatores relacionados com uma maior disponibilidade de nutrientes, como a falta de limpeza podem estar relacionados a uma maior vulnerabilidade ao desenvolvimento de micro-organismos em um determinado local, pois o acúmulo de sujeira pode disponibilizar mais nutrientes para o desenvolvimento dos organismos (GUERRA, 2012). Outro fator que pode favorecer o desenvolvimento de micro-organismos está relacionado à retenção de umidade, como trincas e rachaduras

(GAYLARDE; GAYLARDE, 2002). Ambos os fatores são encontrados na área do presente estudo.

6- CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que os materiais estão sendo colonizados por fungos filamentosos e bactérias que podem estar contribuindo com os processos deteriorativos nas estruturas. As estruturas de taipa-de-pilão parecem ser as mais suscetíveis à biodeterioração, devido a um maior número de colônias de fungos encontradas, quando comparados aos outros materiais analisados (tijolo e pintura).

Apesar dos resultados indicarem a presença de fungos filamentosos e bactérias nas estruturas, são necessários mais estudos, com amostragens maiores, e análises de atividades celulares e enzimáticas, uma vez que estas análises estimam mais precisamente a contribuição dos micro-organismos nas alterações dos materiais.

A área estudada se apresenta sem cuidados. A falta de limpeza pode favorecer o desenvolvimento de micro-organismos, disponibilizando-se nutrientes pelo acúmulo de sujeira. As rachaduras e trincas presentes, por sua vez, podem favorecer a retenção de umidade. Recomenda-se que um local esteja limpo, que se faça manutenção, e que nos processos de restauração sejam levadas em conta medidas preventivas contra o desenvolvimento de micro-organismos, como revestimentos e pinturas com biocidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFIERI, P. V.; CORREA, M. V., Analysis of biodeterioration wood estate: use different techniques to obtain images. **Matéria (Rio J.)** vol.23 no. 2 Rio de Janeiro Epub July 19, 2018 Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000200483&lang=pt

ALTENBURGER, P.; KAMPFER, P.; MAKRISTATHIS, A.; LUBITZ, W.; BUSSE, H. J. Classification of bacteria isolated from a medieval wall painting. **Journal of Biotechnology** ,47, 39-52, 1996.

ALVES, L. R. Biodeterioração de monumentos históricos no mundo. **Monografia**, Universidade Federal de Minas, 2012.

ANDRADE, F. S. N. Estudo do impacto potencial das mudanças climáticas na biodeterioração de estruturas de madeiras no patrimônio cultural edificado do Vale Histórico Paulista. **Dissertação**, Universidade de São Paulo, 2016.

ARROYO, L. F.; TANAKA, K. Y. M.; TEIXEIRA, T. M., ALVES, C. E. S.; FELIX, G. A. A. Concreto biológico: Uma proposta sustentável. **In: viii mostra interna de trabalhos de iniciação científica i mostra interna de trabalhos de iniciação tecnológica e inovação**. Anais, Maringá, 2016.

BARRIONUEVO, M. R. E. Biodeterioração produzida por biofilmes de fungos e cianobactérias nas ruínas jesuíticas das missões e avaliação do seu controle. **Dissertação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

BREITBACH, A. M. Avaliação da influência das cores sobre a biodeterioração da pintura externa. **Dissertação**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

BRITO, L. D. Patologia em estruturas de madeira: Metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação. **Tese**. Universidade de São Paulo - São Carlos, 2014.

CUTLER, N. A.; OLIVER, A. E.; VILES, H. A.; AHMAD, S.; WHITELEY, A. S. The characterization of eukaryotic microbial communities on sandstone buildings in Belfast, UK, using TRFLP and 454 pyrosequencing. **International Biodeterioration & Biodegradation** 82 (2013) 124 - 133, Elsevier.

ECHEGARAY, C. F. P. L. ; ROJAS, S. K. H. ; ACAPANA, E. S. Los beneficios del uso de bacterias en el concreto auto-regenerante. **Revista CIVILIZATE**. Nº 7, 2015.

FAZIO, A.T.; FARIA, D. L. A.; CAVICCHIOLI A., PERRONI, M. S.; PENNA, D. S. A. CHAMBERGO; F. S. Preliminary study of biodeterioration in historic buildings of the

Vale Histórico Paullista: fungi identification in earth walls. 2013, **8th Latin American Biodeterioration and Biodegradation Symposium**, Porto Alegre, RS, Brazil.

GAYLARDE, C. C.; GAYLARDE, P. M. Biodeterioration of storical buildings in Latin America. 2002 **9DBMC**- Paper 171

GORBUSHINA, A. A.; HEYRMAN, J.; DORNIEDEN, T.; DELVALLE, M. G.; KRUMBEIN, W. E.; LAIZ, L.; PETERSEN, K.; JIMENEZ, C. S.; SWINGS, J. Bacterial and fungal diversity and biodeterioration problems in mural painting environments of St. Martins church (Greene–Kreiensen, Germany). **International Biodeterioration & Biodegradation**, 53 p.13 – 24, 2004.

GUERRA, F, L Biodeterioração de conjunto histórico do século XIX em Pelotas/RS: fungos filamentosos. **Dissertação**, 2012. Universidade Federal de Pelotas.

JONKERS, H.M. **Bacteria Based Self Healing Concrete**. 2011. Disponível em: <http://heronjournal.nl/56-12/1.pdf>

JORGE, A. O. C. **Microbiologia: atividades práticas**. 1997. Livraria Santos Editora Com. Imp. Ltda.

KIEL, G. Diversidade bacteriana em biofilmes de superfícies externas de prédios históricos na cidade de Porto Alegre. **Dissertação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MARTINS, M. R.; FIALHO, S.; LIMA, M.; VALADAS, S.; CANDEIAS, A.; MIRÃO, J.; SILVA, A. S.; TAVARES, D.; BOTTO, M. **Diagnóstico da biodeterioração por fungos e bactérias nas pinturas murais da Casa de Fresco de Sanches Baena (Vila Viçosa, Portugal)**
Conservar Património, núm. 9, junio, 2009, pp. 27-35

LELIS, J. H.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; LOPEZ, G. A. C.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. Biodeterioração de madeiras em edificações. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. São Paulo, 2001.

PEDI, N; CONCEIÇÃO, E; FERNANDES, M. J; MASSA, D; NOGUEIRA, E; RIBEIRO, P; LEMOS, S; ARCORVEDE, J. H; LEMOS, S; ARSDEN, A; NEVES, R. Fungos isolados em azulejos do Convento de Santo Antônio. Recife, Pernambuco, 2009. Disponível em <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0550-1.pdf>

[PISANI, M. A. J.](#) Taipas: a arquitetura de terra. **Sinergia**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 09-15, jan.jjun. 2004

SCHEERER, S., ORTEGA-MORALES, O., GAYLARDE, C., **Microbial deterioration of stone monuments e an updated overview**. Advances in Applied Microbiology. 2009.

TASCA, B. N. S.; RIZZO, A. C. L.; RIBEIRO, R. C. C.; SARQUIS, M. I. M. Biodeterioração do monumento ao Cristo Redentor. **XXV Jornada de Iniciação Científica e I Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**, 2017.

TASCA, B. N. S.; RIZZO, A. C. L.; RIBEIRO, R. C. C. Biodeterioração da fachada do Real Gabinete Português de Leitura **XXVI Jornada de Iniciação Científica e II Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**, 2018.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Editora Sagra, Porto Alegre, 1991.