

REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Volume 36 No. 2 Maio - Agosto 2023

ESPECIAL ARQUEOMETRIA

ISOLAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E POSSÍVEL AÇÃO DETERIÓGENA DE FUNGOS NO CHAFARIZ DA GLÓRIA, OURO PRETO, MINAS GERAIS, BRASIL

Januária Fonseca Matos*
Paola de Macedo Gomes Dias Villas Boas**
Debora das Graças Campos Henriques***
Estevan Rodrigues dos Santos Neto****
Juliana Virgínia Faria Pereira*****
Maria Celia da Silva Lanna*****

RESUMO

A cidade de Ouro Preto, Patrimônio Mundial, possui monumentos de grande importância cultural, como o Chafariz da Glória. Apesar da relevância da sua preservação, essas construções sofrem continuamente a deterioração provocada pela ação das intempéries e de agentes biológicos. Nomeadamente, os fungos são importantes biodeteriôgenos devido à produção de enzimas e ácidos. Este trabalho tem como objetivo verificar a presença de fungos e identificá-los, buscando relacionar a sua colonização com as degradações visualizadas nas áreas mais deterioradas do hafariz. Foram identificados os seguintes gêneros e espécies fúngicas: *Aspergillus sp.*; *Fusarium sp.*; *Phialophora gregata*; *Scopulariopsis brevicaulis* e *Nigrospora sp.* Sabendo- da ação deterioradora dos fungos, estudos que identifiquem os biodeteriôgenos se tornam de grande importância, uma vez que possibilitam a adoção de medidas de controle direcionadas para tais agentes. **Palavras-chave:** biodeterioração; monumento; Ouro Preto.

* Instituto Federal Minas Gerais-Ouro Preto (IFMG-OP). Doutora em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: januaria.matos@ifmg.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4183-4621>.

** Instituto Federal Minas Gerais-Ouro Preto (IFMG-OP). Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). E-mail: paola.dias@ifmg.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5725-682X>.

*** Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Discente do curso de Arquitetura e Urbanismo. E-mail: deborahenriques19@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8996-6431>

**** Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Discente do curso de Medicina. E-mail: estevan.neto@aluno.ufop.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8378-9454>.

***** Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Discente do curso de Medicina. E-mail: juliana.faria@aluno.ufop.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6718-417X>.

***** Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB), Departamento de Ciências Biológicas (DECBI). Doutora em Ciências (Microbiologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: mcelanna@ufop.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3423-082X>.

ISOLATION, IDENTIFICATION AND POSSIBLE FUNGI PATHOGENIC ACTION IN CHAFARIZ DA GLÓRIA, OURO PRETO, MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT

The city of Ouro Preto, listed a World Heritage Site, holds a number of culturally important monuments such as Chafariz da Glória. Despite the importance afforded to their preservation, these buildings continually suffer from deterioration caused by weather and biological agents; particularly fungi, important biodeteriogens due to the production of enzymes and acids. This research verified and identified of the fungi present at the fountain, relating their colonization to the degradations seen in its most deteriorated areas. The following fungal genera and species were identified: *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Phialophora gregata*, *Scopulariopsis brevicaulis*, and *Nigrospora sp.* Given the deteriorating action of fungi, studies on biodeteriogens are of great importance to enable the adoption of control measures against such agents.

Keywords: biodeterioration; monument; Ouro Preto.

ASLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y POSIBLE ACCIÓN PATÓGENA DE HONGOS EN CHAFARIZ DA GLÓRIA, OURO PRETO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMEN

La ciudad de Ouro Preto, considerada como Patrimonio de la Humanidad, tiene monumentos de gran importancia cultural, como el Chafariz da Glória. A pesar de la importancia de su conservación, estos edificios sufren continuamente el deterioro provocado por la acción del clima y los agentes biológicos. En particular, los hongos son biodeteriogenos importantes debido a las enzimas y ácidos que producen. Este estudio tuvo como objetivo verificar la presencia de hongos e identificarlos, buscando relacionar su colonización con las degradaciones observadas en las zonas más deterioradas del Chafariz. Se identificaron los siguientes géneros y especies de hongos: *Aspergillus sp.*; *Fusarium sp.*; *Phialophora gregata*; *Scopulariopsis brevicaulis* y *Nigrospora sp.* Al mostrar la acción de los hongos, los estudios que identifiquen los biodeteriogenos cobran gran importancia porque permiten adoptar medidas de control dirigidas a tales agentes.

Palabras clave: biodeterioro; monumento; Ouro Preto.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o patrimônio histórico construído é encontrado em praticamente todas as regiões e, em alguns estados, destacando-se Minas Gerais, existe grande ocorrência e reservas de rochas ornamentais. Na história da civilização, a pedra tornou-se um excelente material de construção devido a sua versatilidade, disponibilidade e características, como resistência e durabilidade. Ouro Preto/MG e Mariana/MG pertencem ao conjunto de sítios históricos mineiros, que abrigam elementos importantes do patrimônio cultural. Por volta de 1735 houve, na região de Ouro Preto, a abertura de pedreiras decorrentes da construção do Palácio dos Governadores. Posteriormente, o uso do Quartzito Itacolomi, originário da serra homônima, nas construções administrativas, religiosas e privadas, foi intensificado valendo-se da existência de vários blocos da rocha soltos e dispersos por toda a extensão das fraldas da serra. É possível afirmar que, nas cidades históricas mineiras, não se observa quase nenhuma edificação que não possua alguma aplicação de quartzitos (COSTA *et al.*, 2003; COSTA, 2021; DEL LAMA, 2021; RIECK; SOUZA, 2007).

A cidade de Ouro Preto/MG foi uma das primeiras tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 1938, e a primeira cidade brasileira a receber, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), em 1980, o título de Patrimônio Cultural Mundial. Apesar da sua expansão urbana ao longo dos anos, a permanência da escala nas novas edificações manteve, de alguma forma, a paisagem urbana construída nos séculos XVIII e XIX, na qual grande parte dos monumentos da arquitetura religiosa e civil, como oratórios, capelas, pontes e chafarizes, permanece com suas características essenciais ainda preservadas (IPHAN, 2022a). Um destes chafarizes é o Chafariz da Glória, localizado na rua Antônio de Albuquerque, antigamente chamada rua da Glória.

Tal chafariz foi construído por iniciativa do Senado da Câmara de Vila Rica, através de concorrência pública, conforme auto de arrematação de 12 de agosto de 1752. O Chafariz da Glória é do tipo parietal, um arrimo, e constituído por peças em cantaria de pedra, o quartzito Itacolomi. No centro do paredão, encontra-se a fonte em pedra, limitada por dois pilares de cantaria em linha reta, e culminam os pilares, o frontão composto de arquitrave, o friso e a cornija em cimalha.

Em um quadro sobre a cimalha, encontra-se uma inscrição latina em grande parte mutilada e, em um painel, a data de 1753. A fonte propriamente dita é composta por uma moldura que contém três carrancas das quais saem três bicas. Sobre estas, um ornato conchoide e, abaixo, uma bacia, com três cavidades para o escoamento da água (VILLAS BOAS *et al.*, 2022).

O monumento passou por diversas intervenções, restaurações e trabalhos de conservação ao longo dos anos, as primeiras já nos anos 1853 e 1855. E, em 1928, o Governo do Estado realizou consertos, retirou o bambuzal que crescera no terreno acima do Chafariz e refez a inscrição latina. Entre 1935 e 1937, foram recuperadas as três bicas de bronze e retirado o gradil circundante. Em 1958, foi realizado, pelo IPHAN, um estudo para agenciamento do chafariz, visando a valorização de sua inserção urbano-paisagística (IPHAN, 2022b).

Atualmente, o Chafariz da Glória se encontra desativado. Entretanto, constitui-se como um importante registro histórico-cultural de Ouro Preto/MG. Através de avaliações visuais, é possível observar que, embora o chafariz não apresente danos comprometedores da sua estabilidade estrutural, existem alguns agravos que poderão, ao longo do tempo, se tornar maiores, caso não recebam algum tratamento.

Além das intempéries, os monumentos em pedra podem sofrer a ação de vários agentes biológicos, tais como cianobactérias, fungos, microalgas e líquens, em um processo conhecido por biodeterioração (CANEVA *et al.*, 2000), principalmente aqueles em que a presença da umidade é intensa, como é o caso do Chafariz da Glória, pois está localizado em uma encosta sem um sistema de drenagem que direcione as águas pluviais, o que mantém o terreno e, conseqüentemente, o monumento úmidos mesmo em períodos curtos de estiagem.

Entre tais agentes biológicos, os fungos são considerados os organismos com o maior potencial de destruição das rochas e a atividade dos fungos filamentosos, o fator mais importante na solubilização de rochas, minerais e silicatos, como o quartzo (RESENDE, 2008). A velocidade da deterioração da pedra tem relação com o tipo e a intensidade dos agentes agressivos e, ainda, com as propriedades intrínsecas da pedra, pois estas condicionam a ação dos agentes deteriógenos (CARDOSO, 2008). A rocha, por sua vez, é um dos materiais mais antigos, e a produção de esculturas com este material também é considerada uma das mais antigas habilidades humanas (COSTA, 2009). Entretanto, a pedra apenas recentemente passou a receber atenção da ciência da conservação, que possui soluções ainda incipientes (MURTA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, este trabalho buscou isolar e identificar os principais fungos filamentosos presentes no monumento Chafariz da Glória, em Ouro Preto/MG., além disso, procurou relacionar a deterioração observada visualmente no Chafariz da Glória com a ação deteriógena provocada pelos fungos isolados nas áreas mais degradadas do monumento, segundo a literatura específica do assunto. O isolamento e a identificação destes agentes biodeteriógenos possibilitam a adoção de medidas de controle mais direcionadas para tais agentes, otimizando a preservação do Chafariz.

METODOLOGIA

Elaboração do mapa dos danos observados no Chafariz na Glória

Inicialmente, foram levantadas as informações de dados históricos sobre o Chafariz, que incluíram as intervenções de conservação e restauro pelas quais o monumento passou ao longo do tempo, os dados iconográficos e as características do entorno urbano. Ademais, foram realizados levantamentos fotográficos e físicos arquitetônicos, abrangendo a identificação e caracterização dos seus materiais, técnicas e sistemas construtivos, como descrito em Villas Boas *et al.* (2022). Essa primeira fase foi essencial para o conhecimento aprofundado do bem e princípio para as investigações sobre os danos encontrados no monumento, conforme orientado no *Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural* (BRASIL, 2005).

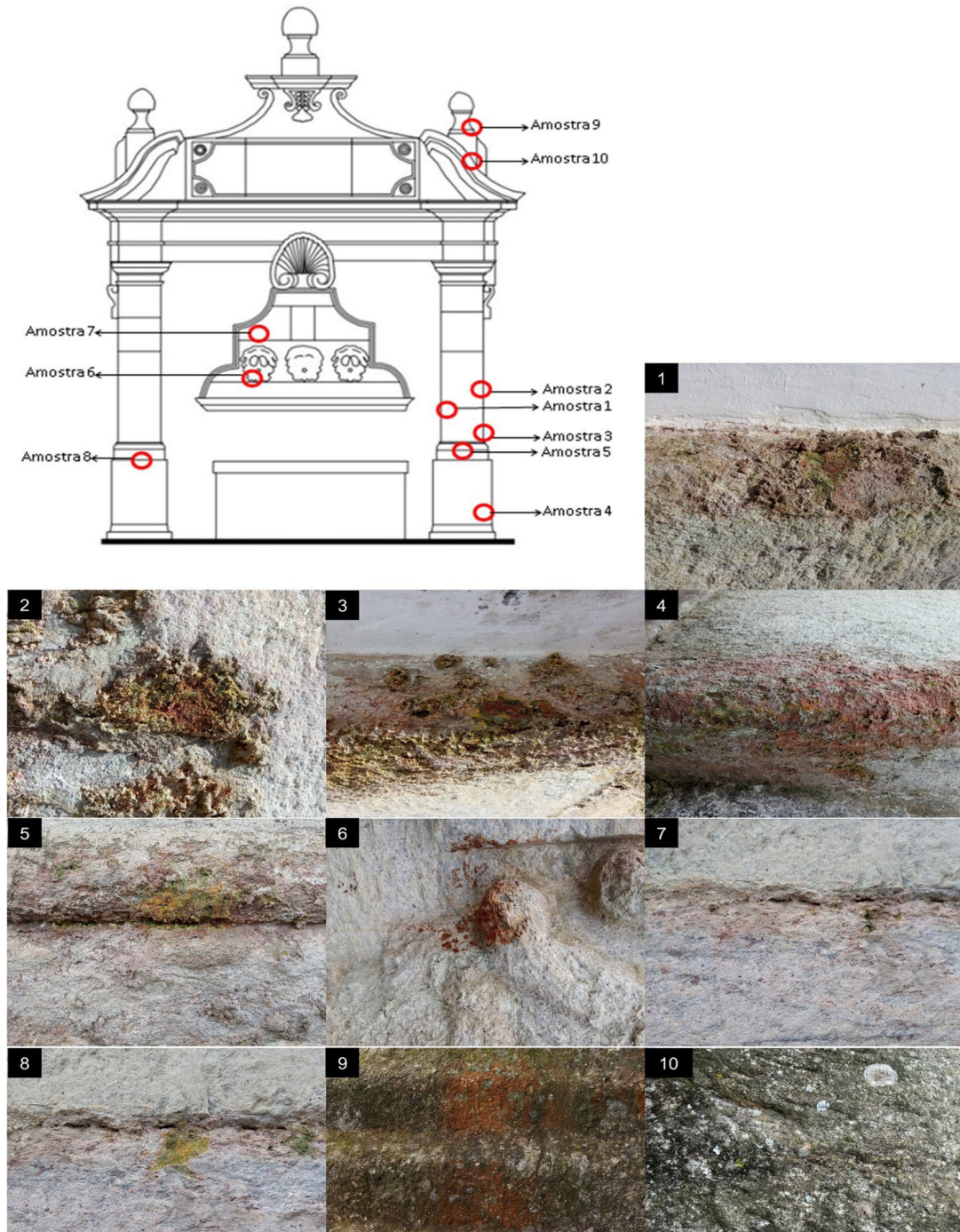
Em seguida, foram realizadas em vistoria *in loco*: identificação dos danos encontrados; investigações a respeito das alterações estruturais, funcionais e estéticas nos componentes construtivos; análises acerca da extensão e alcance das degradações; e relações entre os fenômenos e agentes que, provavelmente, estivessem envolvidos nos processos de desenvolvimento dessas alterações. A terminologia adotada para a designação de cada forma de deterioração observada no Chafariz da Glória foi a sugerida no *Glossário Ilustrado das Formas de Deterioração da Pedra* (ICOMOS, 2008).

A realidade estudada das condições de conservação do Chafariz foi, então, mapeada e registrada graficamente em um mapa de danos. Este mapeamento foi realizado utilizando o *software* de desenho AutoCAD.

Coleta de amostras para análise microbiológica

Levando em consideração o mapeamento de danos, dez amostras para análise microbiológica foram coletadas, seis destas nos locais com maior deterioração (amostras 1 a 5 e 8), e as restantes, em outros nos quais havia desenvolvimento de colonização biológica (amostras 7, 9 e 10) ou presença de crosta (amostra 6). Sendo assim, com auxílio de um *swab* estéril, foram coletados materiais dos locais mostrados na Figura 1.

Figura 1. Imagens e indicação dos locais de coleta das amostras no Chafariz.



Fonte: Acervo dos autores.

Cada *swab* foi armazenado em solução de cloreto de sódio 0,9% para transporte até o Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), onde foram realizadas as análises microbiológicas voltadas à pesquisa e identificação de fungos.

Análise microbiológica

Com auxílio de uma alça microbiológica estéril, o material de cada *swab* foi inoculado em placas de Petri contendo ágar Sabouraud, que foram deixadas à temperatura ambiente por 10 dias. Posteriormente, foi realizada a técnica de microcultivo para identificação das colônias de fungos filamentosos que se desenvolveram nas placas de ágar Sabouraud. Essa técnica consiste, inicialmente, em colocar um cubo de ágar batata sobre uma lâmina esterilizada em uma placa de Petri estéril. Em cada placa de Petri, foi semeada uma colônia fúngica a ser identificada, nos quatro lados do cubo de ágar, recoberto com uma lamínula esterilizada. Para evitar a dessecação do meio de cultura, o processo deve ser feito uma câmara úmida colocando, dentro da placa de Petri, um pequeno chumaço de algodão estéril embebido em água destilada estéril. A placa de Petri foi deixada à temperatura ambiente por 7 dias.

Após verificado o desenvolvimento de hifas, a lamínula foi retirada cuidadosamente com auxílio de uma pinça. Sobre uma lâmina estéril, foram adicionadas uma gota de corante lactofenol algodão e a lamínula. De forma semelhante, foi feita uma segunda montagem, desprezando o cubo de ágar, substituído por uma gota de lactofenol algodão, então, recobriu-se com lamínula. As duas preparações de cada placa de Petri foram observadas com auxílio do microscópio óptico com objetiva de 40X, em busca da visualização do tipo e cor da hifa e da forma e disposição da estrutura reprodutora do fungo (ANVISA, 2013).

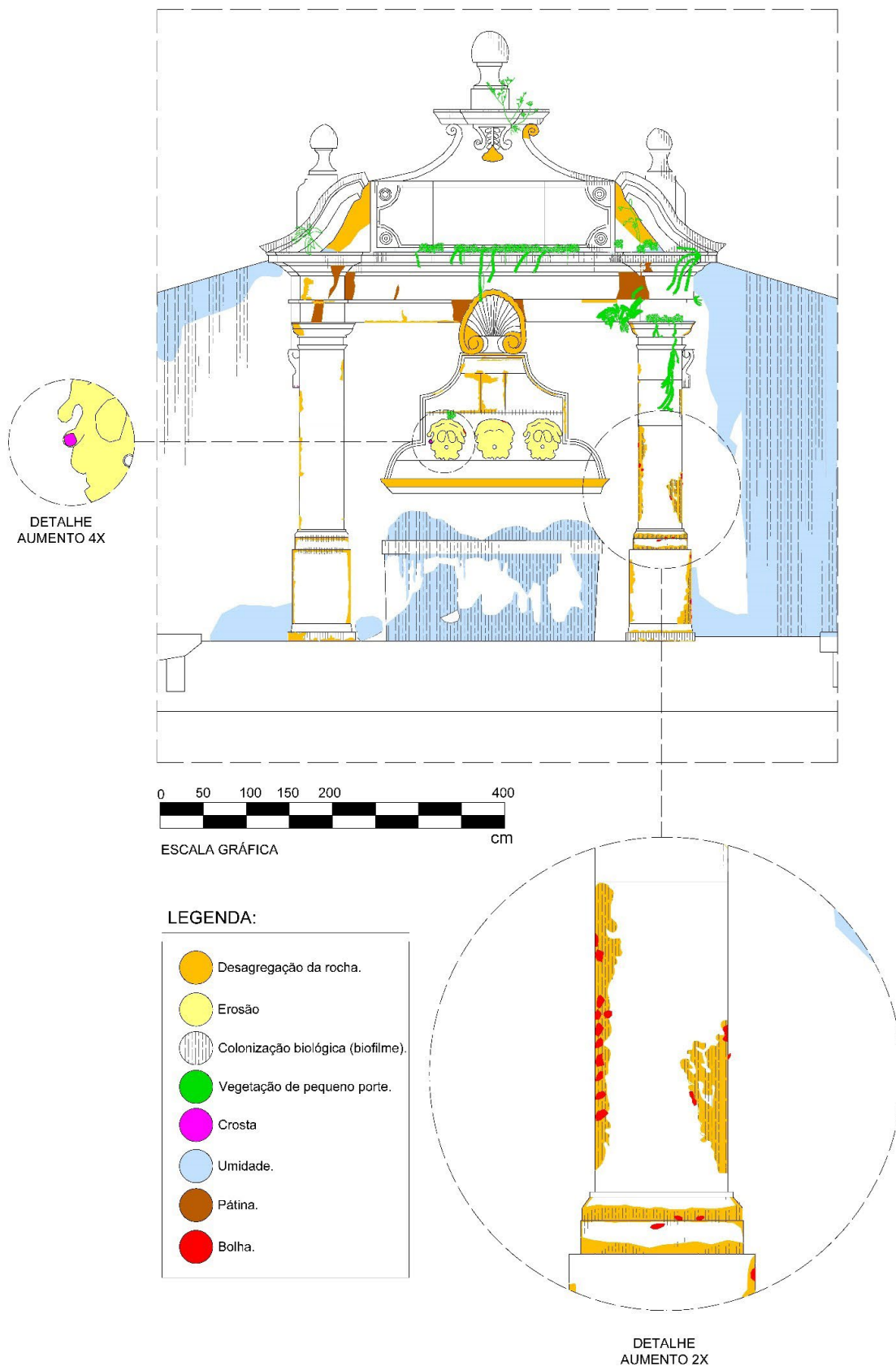
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Danos observados no Chafariz da Glória de Ouro Preto – MG

Conforme relatado anteriormente, no presente, o Chafariz da Glória não apresenta danos que comprometam sua estabilidade estrutural. Entretanto, percebe-se a presença de bolhas e desagregação localizadas, principalmente nos vértices do fuste do pilar esquerdo do monumento, conforme o mapa de danos (Figura 2). Essas degradações são as mais preocupantes, uma vez que têm provocado maiores perdas no Chafariz e tendem a aumentar ao longo do tempo, caso nenhuma intervenção seja realizada.

Além desses danos, destaca-se a presença de biofilme verificado, em especial, nos locais de maior retenção de umidade (Figura 2). Os biofilmes se desenvolvem em praticamente todas as rochas expostas a condições atmosféricas diversas e são formados por líquens, algas, bactérias e fungos, microrganismos que estão fortemente relacionados aos processos de deterioração de pedras. Um dos mecanismos pelos quais a degradação ocorre é a excreção de ácidos inorgânicos ou orgânicos causando lixiviação, com perda de material ligante da pedra trazendo, conseqüentemente, o enfraquecimento da estrutura cristalina do mineral que a constitui. Além disso, algas e líquens podem causar a dilatação de rachaduras nas pedras (RESENDE, 2008).

Figura 2. Mapa dos danos identificados no Chafariz da Glória em Ouro Preto/MG. Destaque para a presença de crosta (Detalhe 1) e para o fuste do pilar esquerdo, para melhor visualização dos danos.



Fonte: Elaboração dos autores.

Identificação dos fungos encontrados em amostras obtidas do Chafariz da Glória

Os fungos são considerados os organismos com o maior potencial de destruição das rochas devido à produção de várias enzimas e de ácidos. Desse modo, procurou-se verificar a presença de fungos e identificá-los, buscando, ainda, relacionar a sua colonização nas áreas mais deterioradas do Chafariz da Glória com as degradações visualizadas nestes locais. Algumas espécies de fungos têm maior poder de biodeterioração, então, é importante realizar a sua caracterização taxonômica.

A partir das características macroscópicas e microscópicas das colônias fúngicas que se desenvolveram pelo cultivo do material coletado nos dez locais do Chafariz, foi possível identificar os seguintes gêneros/espécies de fungos: *Aspergillus sp.* (amostras 1 e 7); *Fusarium sp.* (amostra 3); *Phialophora gregata* (amostra 4); *Scopulariopsis brevicaulis* (amostra 6) e *Nigrospora sp.* (amostra 8). Nas amostras 2, 5, 9 e 10, apesar do crescimento fúngico, não foi possível visualizar a estrutura característica de reprodução do fungo, o que conseqüentemente impossibilitou sua identificação (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação de fungos em amostras coletadas do Chafariz da Glória, Ouro Preto/MG.

Número da amostra	Fungo isolado
1 e 7	<i>Aspergillus sp.</i>
3	<i>Fusarium sp.</i>
4	<i>Phialophora gregata</i>
6	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>
8	<i>Nigrospora sp.</i>
2, 5, 9 e 10	-

Fonte: Elaboração dos autores.

Nos locais com maior deterioração do Chafariz, é possível observar a desagregação da rocha. Nestes, foi confirmada, por meio da análise microbiológica, a presença de fungos filamentosos, os quais provocam solubilização de rochas, minerais e silicatos, entre estes, o quartzo (RESENDE, 2008). Sendo assim, a atividade biológica destes organismos poderia explicar, ao menos em parte, a desagregação verificada em tais locais. Desta forma, além da ocorrência de degradação pelas intempéries, o Chafariz da Glória sofre biodeterioração, um processo que pode ser definido como uma mudança indesejável nas propriedades físicas e químicas de um material causada pelas atividades vitais de organismos vivos (BENEDETTI, 2019; CANEVA *et al.*, 2000).

Biocolonização da pedra

A biodeterioração de monumentos de pedra é um problema bastante reconhecido em ambientes tropicais, onde os fatores ambientais favorecem o desenvolvimento e a permanência de uma ampla variedade de organismos nestas superfícies (ALLSOPP; SEAL, 1986; CANEVA *et al.*, 2000).

Tendo em vista que o Chafariz da Glória é composto por um muro de arrimo que suporta a encosta por detrás, na qual cresce uma vegetação rasteira e, até mesmo, de grande porte, é possível observar que a umidade do solo adentra o muro e possibilita a colonização dos agentes biológicos. É notório que as partes mais deterioradas do chafariz são aquelas mais sombreadas e/ou úmidas. Sabe-se, outrossim, que a biodeterioração dos materiais ocorre quando são atendidas as exigências dos agentes biológicos, tais como

a presença de água, fontes de nutrientes no material ou no ambiente e condições ambientais favoráveis ao seu crescimento (CANEVA *et al.*, 2000).

Os fungos vivem em uma grande variedade de ambientes, preferencialmente úmidos, qualidade que lhes permite colonizar muitos ecossistemas. Todos os fungos são heterotróficos e, na presença de uma fonte exterior de substâncias orgânicas, a maioria deles possui alta capacidade biossintética, produzindo uma grande variedade de metabólitos, como proteínas celulares e materiais de reserva, além de enzimas, pigmentos, substâncias antibióticas e ácidos orgânicos, que causam corrosão ácida (CALLOL, 2013; STERFLINGER; PIÑAR, 2013).

As hifas fúngicas podem penetrar na pedra em profundidades de até 4 mm e solubilizar minerais que contenham silicatos por intermédio da liberação de ácidos (RESENDE, 2008). Muitas espécies de fungos produzem pigmentos escuros de melanina que atuam os protegendo da ação dos raios UV. Entretanto, mesmo os microrganismos não pigmentados, frequentemente, secretam materiais poliméricos que contribuem para prender sujidade e moléculas orgânicas, deixando a edificação com o aspecto sujo (BAPTISTA NETO *et al.*, 2020; SANTOS, 2011). A coloração negra da superfície pode ser observada em vários edifícios históricos de pedra e estátuas em todo o mundo, diminuindo o seu valor estético (BAPTISTA NETO *et al.*, 2020). Ademais, grande parte dos gêneros de fungos encontrados em pedras pertence à microbiota do ar e do solo (RESENDE, 2008).

Grbić e Vukojevic (2009), em seu estudo, ao avaliarem o dano causado pela comunidade de fungos observados no granito e arenito de dois edifícios históricos em Belgrado, identificaram a presença dos fungos *Alternaria sp.*; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidulans*, *Aureobasidium pullulans var. melanigerum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Cunninghamella echinulata*, *Drechlera dematoidea*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sp.*, *Moniliales*, *Mucor racemosus*, *Mucor sp.*, *Alternaria sp.*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium sp.*, *Mycelia sterilia* (melanizado), *Mycelia sterilia* (não melanizado) e de uma levedura. Esses gêneros/espécies são fungos tipicamente de solo e causam descoloração, esfoliação mecânica com penetração de hifas e produção de diferentes pigmentos (*Aureobasidium*, *Cladosporium* e *Alternaria*) e de ácidos orgânicos (algumas espécies do gênero *Aspergillus*, *Alternaria* e *Penicillium*).

Embora tenha preferência por ambientes úmidos, a microbiota fúngica pode suportar condições extremas de temperatura, baixa disponibilidade de água e de suprimentos orgânicos e uma ampla faixa de pH, do ácido ao alcalino. Essa característica, somada à sua capacidade de interagir com minerais, metais, metaloides e compostos orgânicos, por meio de processos biomecânicos e bioquímicos, facilita a colonização dos monumentos e os torna agentes idealmente adequados na degradação da rocha (GRBIĆ; VUKOJEVIC, 2009; SANTOS, 2011; TIANO, 1998).

A presença de fungos, algas e líquens nos blocos de rocha formando manchas e crostas nos monumentos também já foi relatada por Prado *et al.* (2009) em Ouro Preto/MG. Estes autores, por meio da observação macroscópica *in situ* de vários monumentos de cantaria do centro histórico, incluindo o Chafariz da Glória, visualizaram diversas manchas esverdeadas sob a cantaria, cujo padrão de crescimento sugeria tratar-se do crescimento de algas. Com relação à colonização por líquens, Prado *et al.* (2009) relataram a elevada frequência com a qual estes organismos foram encontrados sobre os monumentos.

Além disso, a presença de biofilme foi observada no presente estudo (Figura 2). Entretanto, no trabalho de Prado *et al.* (2009) não foi realizada análise microbiológica visando à identificação de fungos colonizadores dos monumentos avaliados.

Tasca *et al.* (2017), em seu estudo sobre a biodeterioração do Cristo Redentor, identificaram a presença de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Coelomycete* e *Curvularia*, muitos dos quais sintetizam ácidos que degradam lentamente as rochas e que, assim, seriam provavelmente os responsáveis pela maior parte da degradação do monumento.

Em Minas Gerais, um estudo realizado por Resende *et al.* (1996) avaliou a produção de ácidos por fungos isolados de amostras de quartzito e pedra-sabão provenientes do Santuário de Bom Jesus de Matozinhos, em Congonhas/MG, da Igreja de São Francisco de Assis, em Ouro Preto/MG, e da Igreja de Nossa Senhora Mãe dos Homens, integrante do Santuário do Caraça em Catas Altas/MG. Em tal estudo, observou-se que as espécies fúngicas com maior produção de ácidos foram *Verticillium lecanii*, *Penicillium expansum*, *Penicillium nigricans*, *Aspergillus japonicus*, *Acremonium sp.*, *Aspergillus puniceus*, *Mucor hiemalis* e *Fusarium oxysporum* (RESENDE *et al.*, 1996; RESENDE, 2008).

No presente estudo, dois destes gêneros, *Aspergillus* e *Fusarium*, foram identificados, provenientes de amostras das regiões mais deterioradas do Chafariz da Glória. Desta forma, a ocorrência desses fungos pode explicar, pelo menos em parte, as características da degradação observadas no Chafariz da Glória. Além disso, o conhecimento sobre os microrganismos presentes nas edificações históricas pode auxiliar profissionais da restauração na escolha de agentes de controle que sejam mais adequados tanto à preservação do patrimônio histórico-cultural quanto ao meio ambiente.

CONCLUSÃO

A análise microbiológica das regiões mais deterioradas do Chafariz da Glória comprovou a ocorrência de cinco gêneros/espécies de fungos filamentosos: *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Phialophora gregata*, *Scopulariopsis brevicaulis* e *Nigrospora sp.* Certamente, estes fungos são componentes de potencial relevância para a compreensão dos processos de deterioração que ocorrem na pedra, especificamente, no Chafariz da Glória, alvo deste estudo.

Sendo assim, estudos como este são fundamentais para possibilitar a realização de intervenções de restauração mais precisas e direcionadas ao tipo de ataque. A detecção e caracterização de biodeteriorantes são imprescindíveis, antes de qualquer tratamento de restauração e conservação, para a escolha dos materiais e métodos mais adequados para a preservação desses monumentos de valor cultural, além de possibilitarem ação mais douradura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLSOPP, Dennis; SEAL, Kenneth J. *Introduction to biodeterioration*. London (GB): Edward Arnold, 1986.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Microbiologia Clínica para o controle de infecção relacionada à assistência à saúde*. Módulo 8: Detecção e Identificação dos Fungos de Importância Médica, 2013. Disponível em: http://ccihadm.med.br/legislacao/Microbiologia_clinica_ANVISA__Deteccao_e_identificacao_de_fungos.pdf. Acesso em: 27 out. 2022.
- BAPTISTA NETO, José A.; GAYLARDE, Christine; BEECH, Iwona; SMITH, Bernard J.; MCALISTER, John J. Degradação de gnaiss e granito em fachadas de edifícios históricos no centro do Rio de Janeiro. *Revista S & G*, v. 15, n. 1, p. 80-90, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1621>.

- BENEDETTI, Verônica Di. *Natureza e Patrimônio: Biodeterioração de arenitos na Redução Jesuítica de São Miguel Arcanjo*. Arquittetturas, 2019. Disponível em: <https://arquittetturasblog.wordpress.com/2019/02/04/natureza-e-patrimonio-biodeterioracao-de-arenitos-na-reducao-jesuistica-de-sao-miguel-arcanjo/>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta. *Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural*. Cadernos técnicos 1. Brasília, DF: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/CadTec1_Manual_de_Elaboracao_de_Projetos_m.pdf. Acesso em: 28 fev. 2023.
- CALLOL, Milagros Vaillant. *Biodeterioração do patrimônio histórico documental: alternativas para sua erradicação e controle*. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins; Fundação Casa de Rui Barbosa, 2013. Disponível em: http://www.mast.br/images/pdf/publicacoes_do_mast/livro_millagros_portugues.pdf. Acesso em: 5 out. 2022.
- CANEVA, Giulia.; NUGARI, Maria P.; SALVADORI, Ornella. *La biologia em la restauracion*. [S. l.]: Nerea, 2000.
- CARDOSO, Frederico S. *Estudo da deterioração da pedra na igreja de Paço de Sousa: proposta de tratamento*. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.
- COSTA, Antônio G. *Rochas e Histórias do Patrimônio Cultural do Brasil e de Minas*. Rio de Janeiro: Bem-Te-Vi, 2009.
- COSTA, Antônio G. Pedras de Minas: usos históricos e contemporâneos. In: DEL LAMA, Eliane Aparecida (org.). *Patrimônio em Pedra*. São Paulo: Instituto de Geociências (USP), 2021, p. 243-257. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/631> Acesso em: 10 fev. 2023.
- COSTA, Antônio G.; CALIXTO, Cristina; SILVA, Maria Elizabeth; BECERRA, Javier. Rochas ornamentais e de revestimento: estudos a partir do patrimônio construído e de projetos arquitetônicos recentes. In: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 4., 2003, Fortaleza. *Anais [...]* Rio de Janeiro: CETEM/SBG, 2003. p. 173-179. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1479/1/22-IV_simposio_de_rochas_ornamentais_do_nordeste.pdf. Acesso em: 2 mar. 2023.
- DEL LAMA, Eliane A. O uso da pedra. In: DEL LAMA, Eliane Aparecida (org.). *Patrimônio em Pedra*. São Paulo: Instituto de Geociências (USP), 2021. p. 13-20. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/631>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- GRBIĆ, Milica L.; VUKOJEVIC, Jelena B. Role of fungi in biodeterioration process of stone in historic buildings. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, n. 116, p. 245-251, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2298/ZMSPN0916245L>.
- ICOMOS. *Illustrated glossary on stone deterioration patterns – Glossário ilustrado das formas de deterioração da pedra*, 2008. Disponível em: <https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2093/>. Acesso em: 23 fev. 2023.
- IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. *Ouro Preto (MG)*. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/373/>. Acesso em: 7 out. 2022a.
- IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. *Ouro Preto – Chafariz da Glória*. Disponível em: <http://www.ipatrimonio.org/ouro-preto-chafariz-da-gloria/#!/map=38329&loc=-20.38561099999999,-43.508325000000006,17>. Acesso em: 28 out. 2022b.

- MURTA, Januaceli F.; FIGUEIREDO JÚNIOR, João Cura D.; REZENDE, Marco Antônio P. Consolidação de material pétreo por meio do processo sol-gel híbrido. *Geonomos*, v. 24, n. 2, p. 238-244, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11675>. Acesso em: 26 out. 2022.
- PRADO, Amanda C. C.; SCALON, Viviane R.; SOUSA, Hildeberto C.; PEREIRA, Carlos A. A vida sobre o patrimônio: biodeterioração e conservação da cantaria, em Ouro Preto, MG, Brasil. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA, 10, 2009. *Anais [...]*. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331100742_A_vida_sobre_o_patrimonio_Biodeterioracao_e_conservacao_da_cantaria_de_Ouro_Preto_MG_Brasil. Acesso em: 27 out. 2022.
- RESENDE, M. A., RESENDE, G. C., VIANA, E. M., BECKER, T. W., WARSCHEID, T. Acid Production of Fungi Isolated from Stones of Historical Monuments in the State of Minas Gerais, Brazil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, v. 37, n. 1/2, p. 125, 1996.
- RESENDE, Maria A. Biodeterioração de Monumentos Históricos. In: MELO, Itamar Soares de; AZEVEDO, João Lúcio de (org.). *Microbiologia Ambiental*. 2. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 501-520. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15285/microbiologia-ambiental>. Acesso em: 04 mar. 2023.
- RIECK, Fernando E.; SOUZA, Júlio C. Condições de conservação e patologias dos bens pétreos de monumentos históricos da zona da mata pernambucana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAS ORNAMENTAIS; SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 3; 6, 2007, Natal. *Anais [...]*. Natal: CETEM/MCT, 2007. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/525>. Acesso em: 26 out. 2022.
- SANTOS, Adriano B. *Identificação biológica e aplicação de biocidas na população microbiana que forma os biofilmes de alguns monumentos históricos da Bahia*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- STERFLINGER, Katja; PIÑAR, Guadalupe. Microbial deterioration of cultural heritage and works of art — tilting at windmills? *Appl Microbiol Biotechnol*, v. 97, p. 9637-9646, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5283-1>.
- TASCA, Bárbara N. S.; RIZZO, Andrea C. L.; RIBEIRO, Roberto C. C.; SARQUIS, Maria I. M. Biodeterioração do monumento ao Cristo Redentor. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25, 2017, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2017. p. 1-6. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1994/1/Barbara%20Nunes%20Santana%20Tasca.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.
- TIANO, Piero. Biodeterioration of monumental rocks: decay mechanisms and control methods. *Science and Technology for Cultural Heritage*, v. 7, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284577719_Biodeterioration_of_monumental_rocks_decay_mechanisms_and_control_methods. Acesso em: 3 out. 2022.
- VILLAS BOAS, Paola D.; COSTA, Antônio G.; HENRIQUES, Débora G. C.; MATOS, Januária F.; RAMOS, Mayra C. S. Chafariz da Glória, Ouro Preto, MG: documentation and characterization of degradation processes for proposing consolidation actions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM STONE CONSOLIDATION IN CULTURAL HERITAGE, 2022, Lisboa. *Full Papers [...]* Lisboa: LNEC, 2022. p. 65-80.