

**Como citar este artigo:** Santos M, Almeida A. Avaliação da Evidência de Dano para a Saúde dos Conservadores/ Restauradores, relativamente à exposição a Bactérias. Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. 2019, 8, 1-21. DOI: 10.31252/RPSO.23.11.2019

## **AVALIAÇÃO DA EVIDÊNCIA DE DANO PARA A SAÚDE DOS CONSERVADORES-RESTAURADORES, RELATIVAMENTE À EXPOSIÇÃO A BACTÉRIAS**

### **EVIDENCE OF DAMAGE IN THE HEALTH OF CONSERVATORS-RESTORERS, CONCERNING EXPOSURE TO BACTERIA**

**TIPO DE ARTIGO:** Artigo de Revisão

**AUTORES:** Santos M<sup>1</sup>, Almeida A<sup>2</sup>

#### **RESUMO**

##### **Introdução e Objetivo**

O setor da Conservação e Restauro ainda não foi abordado pela Saúde Ocupacional de uma forma completa ou exaustiva, pelo que se registam várias lacunas de conhecimento.

Os autores tiveram como objetivo recolher e resumir toda a informação que encontraram sobre o tema.

##### **Metodologia**

Foi realizada uma pesquisa em fevereiro de 2019, considerando os motores de busca Scopus; PubMed/ MedLine; Web of Science; Science Direct; Academic Search Complete; CINALH; Database of Abstracts and Reviews; Central Register of Controlled Trials; Cochrane Database of Systematic Reviews; Nursing and Allied Health Collection; MedicLatina e RCAAP.

##### **Conteúdo/ Resultados e Discussão**

O foco da literatura em contexto de risco microbiológico neste setor, incide no objeto e não no profissional. Os microrganismos podem estar inseridos em bioaerossóis, poeiras, fibras ou gotas de líquidos, entrando para o organismo via inalatória.

O crescimento bacteriano fica favorecido com a humidade e pela existência de biofilme; por sua vez, surge atenuação se se proceder a limpeza das poeiras, dos excrementos de pássaro e escolha dos materiais de revestimento, para atenuar eventuais fontes de nutrientes.

Alguns métodos bactericidas podem apresentar toxicidade para a saúde, sendo esta muito elevada com alguns agentes usados na fumigação.

##### **Conclusões**

Desde longa data que são conhecidos malefícios associados à exposição a microrganismos. Contudo, esta profissão é ainda muito pouco estudada em contexto de Saúde Ocupacional e os riscos do eventual contato com Bactérias não são exceção. Seria muito pertinente que surgissem equipas motivadas para estudar este setor e colmatar parte das limitações encontradas, não desenvolvidas na literatura internacional.

**Palavras-chave:** conservação, restauro, conservador-restaurador, saúde ocupacional, medicina do trabalho, bactérias.

#### **ABSTRACT**

##### **Introduction and Objective**

The Conservation and Restoration sector has not yet been fully and comprehensively addressed by Occupational Health, so several knowledge gaps have been noted.

---

##### **<sup>1</sup> Mónica Santos**

Licenciada em Medicina; Especialista em Medicina Geral e Familiar; Mestre em Ciências do Desporto; Especialista em Medicina do Trabalho e Doutoranda em Segurança e Saúde Ocupacionais, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Presentemente a exercer nas empresas Medicisforma, Servinecra, Securilabor, Medimarco e Tradsafety; Diretora Clínica da empresa Quercia; Diretora da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. Endereços para correspondência: Rua Agostinho Fernando Oliveira Guedes, 42, 4420-009 Gondomar. E-mail: s\_monica\_santos@hotmail.com. ORCID N° 0000-0003-2516-7758

##### **<sup>2</sup> Armando Almeida**

Enfermeiro Especialista em Enfermagem Comunitária, com Competência Acrescida em Enfermagem do Trabalho. Doutorado em Enfermagem; Mestre em Enfermagem Avançada; Pós-graduado em Supervisão Clínica e em Sistemas de Informação em Enfermagem; Professor Auxiliar Convidado na Universidade Católica Portuguesa, Instituto da Ciências da Saúde - Escola de Enfermagem (Porto) onde Coordena a Pós-Graduação em Enfermagem do Trabalho; Diretor Adjunto da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional *online*. 4420-009 Gondomar. E-mail: aalmeida@porto.ucp.pt. ORCID N° 0000-0002-5329-0625

The authors aimed to summarize all the information on the topic.

### **Methodology**

A survey was conducted in February 2019, considering Scopus search engines; PubMed/MedLine; Web of Science; Direct science; Academic Research Complete; CINALH; Summary and Review Database; Central Register of Controlled Trials; Cochrane Systematic Review Database; Nursing and Allied Health Collection; MedicLatina and RCAAP.

### **Content / Results and Discussion**

The subject of the literature in the context of microbiological risk in this sector, focuses on object and not on the professional. The microorganisms may be embedded in bioaerosols, dust, fibers or drops of liquid, entering the body via inhalation.

Bacterial growth is favored by moisture and by the presence of biofilm; in turn, attenuation arises if dust, animal excreta are cleaned and coating materials are chosen to attenuate nutrient sources. Bactericidal methods may present health toxicity, which is very high with some agents used in fumigation.

### **Conclusions**

Harm associated with exposure to microorganisms has long been known. However, this is still very little studied in the context of Occupational Health and the risks of eventual contact with the bacteria are no exception. It will be pertinent that occupational teams emerged motivated to study this sector and bridge, completing in the international literature.

**Keywords:** conservation, restoration, conservator- restorer, occupational health, occupational medicine, bacteria.

## **INTRODUÇÃO E OBJETIVO**

Os autores tiveram como objetivo recolher e resumir toda a informação que encontraram sobre o tema, sob o formato de uma *Scoping Review*, como ponto de partida para outros projetos que se afirmem como pertinentes, no contexto da saúde ocupacional destes profissionais.

As bactérias são microrganismos razoavelmente prevalentes e os espaços interiores não são exceção. Os objetos restaurados frequentemente apresentam bactérias cujo impacto médico nos Conservadores-Restauradores está escassamente avaliado.

## **METODOLOGIA**

A pergunta de investigação considerada foi: O que está descrito na literatura relativamente aos riscos ocupacionais dos Conservadores- Restauradores, associados à exposição a Bactérias?

Realizaram-se pesquisas informais prévias sobre o tema e percebeu-se que a literatura é muito escassa para este setor profissional; por isso, os autores optaram por não fazer restrições significativas associadas a ano de publicação, tipo de estudo, robustez metodológica, idioma ou acesso imediato a texto completo.

Como critérios de inclusão consideraram-se:

- publicação entre 1980 e 2019
- setor da Conservação e Restauo
- idade igual ou superior a 18 anos
- exposição a bactérias
- humano.

Como critérios de exclusão foram assumidos:

- estudos não pertinentes para o objetivo da revisão, ou seja, que não respondam à questão de investigação.

Foram considerados os seguintes motores de busca/ bases de dados: Scopus; PubMed/ MedLine; Web of Science; Science Direct; Academic Search Complete; CINALH; Database of Abstracts and Reviews; Central Register of Controlled Trials; Cochrane Database of Systematic Reviews; Nursing and Allied Health Collection; MedicLatina e RCAAP.

Nos primeiros dois quadros os autores sintetizaram as estratégias utilizadas para encontrar artigos pertinentes, nas diversas bases de dados/ motores de busca.

**Quadro 1- Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa nos motores de busca considerados, entre 24 e 25 de fevereiro de 2019**

Motor de busca	Password 1	Password 2 e seguintes	Crítérios	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
EBSCO (CINALH, Medline, Database of Abstracts and Reviews, Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Nursing & Allied Health Collection e MedicLatina)	Bacteria	Restoration	humano	4.325	1	não
		and Conservation		74	2	sim
		Restorer		3	3	sim
		Conservator		7	4	sim
		Cultural heritage		52	5	sim
		Art		1.913	6	não
RECAAP	Bactérias		pesquisa avançada; título	1.626	7	não
		Restauração		0	8	não
		Conservação		2	9	sim
		Restaurador		0	10	não
		Conservador		0	11	não
		Arte		0	12	não
SCOPUS	Bacteria	Restoration		4.274	13	não
		and Conservation		607	14	não
		and Art		78	15	sim
		Restorer		53	16	sim
		Conservator		16	17	sim
		Cultural heritage		170	18	não
		and Art		97	19	sim
Academic Search Ultimate	Bacteria	Restoration	humano	1.597	20	não
		and Conservation		143	21	não
		and Art		17	22	sim
		Restorer		11	23	sim
		Conservator		8	24	sim
		Cultural heritage		128	25	não
		"Cultural Heritage"		122	26	sim
Science Direct	Bacteria	Restoration		33.401	27	não
		and Conservation		5.280	28	não
		and Restorer		1.119	29	não
		and Conservator		46	30	sim
		Cultural heritage		1.935	31	não
		"Cultural Heritage"		1.165	32	não
		and Art		426	33	não
Web of Science	Bacteria	Restoration		2.049	34	não
		and Conservation		71	35	sim
		Restorer		9	37	sim
		Conservator		10	38	sim
		Cultural heritage		154	39	não
		"Cultural Heritage"		145	40	não
		and Art		21	41	sim

Foram também considerados documentos fornecidos por peritos da área e com pertinência para os objetivos estipulados, ou seja, com capacidade para responder à questão de investigação. Após análise da bibliografia dos documentos selecionados, houve a possibilidade de considerar os artigos aí mencionados, caso respondessem à pergunta de investigação. De igual forma, também se procuraram documentos publicados posteriormente, que tenham citado os

inicialmente selecionados, de forma a avaliar se estes também poderiam dar algum contributo para elucidar os objetivos considerados.

**Quadro 2- Artigos selecionados de cada pesquisa**

Nº das pesquisas efetivadas em que se selecionou pelo menos um artigo	Nº de artigos selecionados após a leitura do título (nº de artigos e nº na pesquisa inicial do artigo selecionado)	Justificação de exclusão	Inclusão e codificação inicial	Títulos
2	1(33)		2.1	Exposure to culturable and total microbiota in Cultural Heritage Conservation Laboratories
5	1(17)	Igual ao 2.1		
19	1(34)			
22	1(1)			
26	1(16)			
Proveniente da pesquisa elaborada para os fungos				Fungal Allergy among Art Conservators prevalence, risks factors and clinical symptoms

## Contextualização

A formação de biofilmes com organismos fotoautotróficos facilita a colonização posterior por bactérias e fungos das peças de pedra; os produtos que as bactérias excretam potenciam a estabilidade do biofilme e a resistência aos biocidas, além de tal também constituir uma reserva de nutrientes; por vezes alguns organismos conseguem colonizar o interior da pedra o que, por sua vez, potencia o acesso a nutrientes e à água [1]- ou seja, alguns fungos podem conseguir “penetrar” a pedra e iniciar uma colonização. A biodeterioração depende da composição dos constituintes do objeto e clima, bem como frequência e tipo de limpeza proporcionada [2].

## Parâmetros que influenciam o crescimento bacteriano

O crescimento bacteriano fica favorecido com a humidade e a existência prévia de biofilme [2]. Atenua-se o crescimento se se proceder a limpeza periódica das poeiras, dos excrementos de pássaro (em exterior) e escolha cuidadosa dos materiais de revestimento, para atenuar eventuais fontes de nutrientes [1].

## Diagnóstico (da presença de bactérias nas peças)

Os testes utilizados para detetar a presença de bactérias nas peças a restaurar inserem-se entre os seguintes:

- recolha da amostra
- seguida de análise através da microscopia SEM (*Scanning Electron Microscopy*) [3] [4]
- TEM (*Transmission Electron Microscopy*)
- ESEM (*Environmental Scanning Electron Microscopy*)
- AFM (*Atomic Force Microscopy*)
- FTIR (*Fourier Transform InfraRed*) [3].

A análise de DNA/RNA (ou seja, os métodos moleculares) [1] [5] pode ser efetuada através de:

- PCR (*Polimerase Chain Reaction*) [3] [6] [5] [7] [8]
- REP (*Repetitive Extragenic Palindromic*)[7]
- ITS (*Internal Transcribed Spaces*)[6][9]
- DGGE (*Denaturing Gradient Gel Electrophoresis*)[5][9][8]
- TGGE (*Temperature Gradient Gel Electrophoresis*)[9]
- RISA (*Ribosomal Intergenic Spacer Analysis*)[6]
- FISH (Fluorescent In Situ Hybridization)[5][10][11]
- RNA fingerprinting [3]
- SSCP (Single Strand Conformation Polymorphism)
- ARDRA (Amplified rDNA Restriction Analysis)
- T-RELFP (Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism)
- ARISA (Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis)[6][9].

Acredita-se que, pelo método cultural, apenas se conseguirá identificar menos de 10% das bactérias existentes- para além de ser a técnica que exige mais tempo [1]; outros investigadores baixam esse valor para 0,1 a 1%, devido sobretudo à falta de nutrientes adequados [9]. Quando se usa esta técnica, geralmente a incubação necessita de vários dias, em agar/ dextrose; procede-se posteriormente à quantificação em CFU (unidades formadoras de colónias) por grama; contudo, existem casos em que são necessários cerca de trinta dias para se obterem resultados[5]. Para além disso, mais recentemente, surgiram métodos genotípicos e moleculares, como os atrás descritos, que exigem uma amostra menor[1]. A metagenómica é a ciência que estuda a nível molecular uma família de microrganismos ou todos os exemplares existentes numa amostra, incluindo os que não seriam cultiváveis com as técnicas clássicas [9]. A deteção do consumo de ATP consegue distinguir se se tratam de microrganismos vivos ou mortos [4] [12]. Por vezes, pode se incrementar a fluorescência de alguns componentes das bactérias, para avaliar a mesma questão[12].

### **Subespécies**

No quadro 3 estão resumidas as designações de algumas estirpes bacterianas relevantes em contexto de Conservação e Restauro, mencionadas na bibliografia selecionada.

### **Terapêutica**

Em seres-vivos (com infeções bacterianas) podem ser usados antibióticos aos quais os microrganismos não sejam resistentes, se for adequado dar esse passo terapêutico.

Por sua vez, para erradicar bactérias em objetos de pedra podem ser considerados os seguintes tipos de métodos:

a) físicos [1]

a.1) radiação

a.1.1) UV (simples mas com pouca penetração[1]); não deixa resíduos na peça

**Quadro 3- Lista das espécies/ subespécies bacterianas mais relevantes/ prevalentes no setor da Conservação e Restauro**

> Acidovorax spp	> Clostridium	> Nesterenkonia	> Propionibacterium spp
> Acinetobacter	> Comamonas spp	> Nitrobacter spp	> Proteobacterium
> Actinomyces	> Cornebacterium striatum	> Nitrosomonas spp	> Pseudomonas xanthomarina
> Aerococcus viridans	> Corynebacterium amycolatum	> Nocardia	> Psychrobacter alimentarius
> Alcaligenes	> Corynebacterium auranticum	> Nocardia	> Rhisoboum huautlense
> Arcanobacterium haemolyticum	> Corynebacterium propinquum	> Oxalobacteriaceae	> Rhodobacter spp
> Arthrobacter agilis	> Curtobacterium citreum	> Paenibacillus macerans	> Rhodococcus
> Arthrobacter citreus	> Curtobacterium flaccumfaciens	> Paenobacillus xylanilyticus	> Rothia mucilaginoso
> Arthrobacter spp	> Eucapsis	> Pantoea dispersa	> Rubrobacter
> Bacillus aibsonii	> Fischerella	> Paracoccus marcessii	> Salinibacterium
> Bacillus amyloliquefaciens	> Flavobacteriaceae	> Planomicrobium okeanoikoites	> Salinisphaera
> Bacillus cereus	> Flavobacterium	> Propionibacterium spp	> Salinisphaera
> Bacillus circulans	> Genera	> Proteobacterium	> Sanguibacter inulinus
> Bacillus drentensis	> Frigobacterium faeni	> Pseudomonas xanthomarina	> Sarcina
> Bacillus firmus	> Halobacillus	> Psychrobacter alimentarius	> Pshingomonas aerolata
> Bacillus idriensis	> Halobacterium	> Rhisoboum huautlense	> Pshingomonas faeni
> Bacillus licheniformis	> Halococcus	> Rhodobacter spp	> Scytonema
> Bacillus megaterium	> Halomonas	> Leptofyngbya	> Shingobacterium
> Bacillus mycoides	> Halomonas	> Megaterium	> Shingomonas spp
> Bacillus niacini	> Halorhodispinga	> Microbacterium schleiferi	> Spirillum
> Bacillus pumilus	> Idiomarina	> Microbacterium spp	> Staphylococcus auricularis
> Bacillus safensis	> Janthinobacterium	> Micrococcus	> Staphylococcus capitis
> Bacillus sonorensis	> Kocuria kristinae	> Micrococcus luteus	> Staphylococcus equorum
> Bacillus spp	> Kocuria rosea	> Micrococcus spp	> Staphylococcus cohnii
> Bacillus thuringiensis	> Kocuria sertinia	> Micromonospora	> Staphylococcus epidermis
> Bacillus subtilis	> Kocuria varians	> Mycobacterium	> Staphylococcus hominis
> Bacteroidete	> Leifsonia aquatica	> Mycoplana	> Staphylococcus haemolyticus
> Brachybacterium paraconglomeratum	> Leptofyngbya	> Nesterenkonia	> Staphylococcus lentus
> Brevibacterium frigidolerans	> Megaterium	> Nitrobacter spp	> Staphylococcus novobiosepticus
> Brevibacillus laterosporus	> Microbacterium schleiferi	> Nitrosomonas spp	> Staphylococcus saprophyticus
> Brevibacillus spp	> Microbacterium spp	> Nocardia	> Staphylococcus sciuri
> Brevibacterium spp	> Micrococcus	> Nocardia	> Staphylococcus spp
> Brevundimonas spp	> Micrococcus luteus	> Oxalobacteriaceae	> Staphylococcus warneri
> Cellumonas spp	> Micrococcus spp	> Paenibacillus macerans	> Staphylococcus xylosus
> Cellvibrio	> Micromonospora	> Paenobacillus xylanilyticus	> Streptomyces
> Chryseobacterium	> Mycobacterium	> Pantoea dispersa	> Streptomyces exfoliatus
> Clostridiales	> Mycoplana	> Paracoccus marcessii	> Varovorax boronicumulans
		> Planomicrobium okeanoikoites	> Virgibacillus

a.1.2) gama[1][13] ( simples [1] [14] e com alta penetração[1]); é eficaz para microrganismos e insetos; se usada corretamente não envolve riscos para o profissional, visitante e ambiente; é possível isolar claramente a área de atuação e não ficam quaisquer resíduos tóxicos na peça; é muito eficaz quando comparada com os métodos clássicos, ainda que tal dependa da dose absorvida (parâmetro esse facilmente controlado); podem ser tratadas grandes quantidades de peças em simultâneo e o método é económico. Contudo, esta pode alterar as propriedades físicas e químicas dos constituintes das peças, pelo que a sua repetição deve ser bem ponderada [14].

a.1.3) Rx (simples[1]); não deixa qualquer vestígio no objeto tratado

a.2) remoção manual ou com ferramentas manuais (apenas superficial e temporária)

a.3) água com baixa pressão (no entanto, a água retida pode favorecer depois o crescimento microbiano); mais eficaz para algas, musgos e líquens[1]

b) químicos

b.1) biocidas não gasosos (líquidos[2])

-vantagens: espectro de atuação variável

-desvantagens: efeitos secundários nas peças e na saúde dos profissionais[1]

### b.2) fumigação[1][2]

-vantagens: elevadas eficácia e rapidez

-desvantagens: muito tóxica (por vezes até cancerígena)[1]. O óxido de etileno foi proibido em alguns países devido à toxicidade e também altera o resultado das análises por DNA/ RNA para sempre. De igual forma, também o pentaclorofenol está interdito por algumas legislações/ normas. A maioria destes agentes é estável o suficiente para permanecer na peça restaurada e prejudicar a saúde do Conservador- Restaurador[2].

### b.3) atmosfera anóxica

-desvantagens: equipamento dispendioso e processo demorado; mais eficaz com fungos versus bactérias[1].

Quanto aos métodos químicos, os principais bactericidas inserem-se nos compostos quaternários de amónia, fenol, derivados da ureia ou compostos com nitrogénio; contudo, a sua utilização pode potenciar o crescimento de outros microrganismos e podem ser perigosos para a saúde humana (como já se mencionou) e, por isso, é necessário que a sua aplicação ocorra em local isolado[1]. Outro artigo destaca que os biocidas mais usados na Conservação e Restauo são os libertadores de formaldeído, compostos de amónia quaternária, isotiazolinona e o etanol[2]. Pode também ser utilizado o produto metilisotiazolona PBK [13]. Mais recentemente começaram a usar-se iões metálicos alcalinoterrosos, dado serem eficazes, baratos e com um espectro de atuação e nível de comprimento de onda mais amplo que a radiação ultravioleta, por exemplo[15].

O dióxido de titânio é um biocida estável inserido em nanopartículas, não tóxico a outros níveis, de amplo espectro (bactérias, fungos, vírus) e económico. Contudo, é reativo apenas para comprimentos de onda inseridos na radiação ultravioleta e, por isso, pode ficar limitado para uso em interiores[15].

Nanopartículas com prata têm propriedade antimicrobianas (bactérias, fungos, vírus); são eficazes nos objetos de pedra, estáveis química e termicamente, seguras para o ambiente e saúde humana; para além disso, podem ter efeito preventivo[16].

Podem ainda ser considerados em contexto de tratamento químico:

- MBT (metilenobistiocianato)
- TCMTB (tiocianometiltiobenzotiazol)
- CMIT/ MIT (clorometilisociazolinona/ metiltiazolinona)
- BIT (benzotiazolina)
- DBNPA (dibromonitripropionamida)
- bronoprol
- gluteraldeído[17].

## **Uso de bactérias para tratamentos de Conservação e Restauo**

No passado eram usados como métodos de limpeza os solventes e a abrasão (a nível de técnicas físicas), mas as técnicas de biolimpeza são mais seletivas que a generalidade dos

agentes químicos[5], mais eficazes e colocam menos riscos para a peça, ambiente e saúde humana [18] [19]; para além são mais eficazes e têm efeito mais prolongado[19].

Esta pode decorrer em sessões de 12 a 36 horas; após a aplicação a peça pode ser recoberta por um filme constituído por polivinilcloreto; no final remove-se essa cobertura e passam-se lenços de papel, seguidos de água destilada[5]. Trata-se de uma técnica económica (quando comparada com lasers ou enzimas)[20].

Por vezes usam-se bactérias sulfato[1][12][21] e/ ou nitrato redutoras[1][21], bem como degradadoras de hidrogénio ou biocalcificantes, para atenuar a degradação da peça[1]. Exemplos de bactérias sulfato redutoras são a *desulfovibrio desulfuricans*[1][5][22] e *vulgaris*[1]. Por sua vez, a nível de bactérias nitrato redutoras, pode ser citada a *pseudomonas spp*[1][21]. Já para microrganismos precipitadores de carbonato de cálcio/ biocalcificantes realçam-se os *bacillus cereus*[2] [23] [12], *spp*, *pasteurii*[1], *sphaerius*[23] e *subtilis*[1][23], bem como *micrococcus spp*[1], *myxococcus xanthus*[1] [2] [7]– considerada esta última por alguns como a estirpe mais eficaz [23] e *pseudomonas spp*[1] ou *putida*[23]. De realçar que a biocalcificação não implica quaisquer alterações estéticas para o objeto.

Exemplos de bactérias úteis excretoras de ácido nítrico e nitroso serão a *Nitrosomonas spp* e a *Nitrobacter spp*. Por sua vez, a excretar ácido sulfúrico pode ser citada a *Thiobacillus spp*[24].

Objetos a restaurar, constituídos por ferro podem ser alvo de corrosão, processo esse que pode destruir a peça. Existem bactérias com capacidade de atenuar tal [21] [19], através da formação de compostos com ferro estáveis, sobretudo na presença de cloro, por exemplo, para as estirpes *Desulfitobacterium hafniense*[21].

A *pseudomonas stutzeri* tem capacidade de remover detritos de pinturas, de forma segura, não invasiva, eficaz e económica[25].

No passado utilizavam-se colas de origem animal na elaboração ou restauro de algumas peças; o processo de envelhecimento destes produtos pode causar alterações na cor e na tensão, alterando, por exemplo, o papel; logo, a sua remoção pode tornar-se necessária. Os métodos mecânicos e químicos usados até aqui têm a desvantagem de serem invasivos e tóxicos, quer para o objeto, quer para o Conservador- Restaurador; existem bactérias com essa capacidade e não causam danos, fazendo tal de forma simples, económica e ambientalmente correta. Um exemplo será a estirpe *Ochrobactrum spp*. Antigamente, para este efeito eram usados métodos com o apoio de lixívia. Hoje em dia também podem ser usadas enzimas para atingir este objetivo[26]. Outros investigadores também defendem que para este efeito pode ser utilizada a *Pseudomonas stutzeri*, seguida das enzimas protease e colagenase. As bactérias podem ser aplicadas por *spray*, escova ou compressa (dependendo das especificidades do tratamento). A atividade dos microrganismos varia com a temperatura, pH e a presença de carbono e nutrientes. Por vezes as bactérias têm de ser removidas posteriormente, caso a continuação da sua atividade/ metabolitos sejam indesejáveis (por vezes são usados biocidas para esse efeito). Ainda assim, estes métodos são considerados mais eficazes e seguros para a obra, profissional e ambiente, como já se mencionou. De realçar ainda que as enzimas são ainda mais específicas em relação ao alvo, versus bactérias [4].



Alguns investigadores defendem que algumas reações associadas à biomineralização podem ser atingidas até pelos constituintes de células mortas microbianas[27]; contudo, simultaneamente, algumas destas técnicas podem potenciar o crescimento fúngico [3].

Está descrito que as estirpes *Pseudomonas stutzeri* 5190 ou a *desulfovibrio* spp, conseguem atuar em mármore, calcário, cerâmica, cimento/ betão, papel e telas de pintura[20].

## CONTEÚDO OU RESULTADOS

Os Conservadores- Restauradores geralmente apresentam contato diário com fungos, ácaros, bactérias, líquenes, algas e insetos [28]. Os locais contaminados deverão ser isolados e usufruir de controlo de humidade relativa. Contudo, o foco na generalidade da literatura em contexto de risco microbiológico na Conservação e Restauro, incide na peça de arte e não no profissional em si [29], como já se mencionou.

Os microrganismos estão por vezes inseridos em bioaerossóis ou agregados a poeiras, fibras ou gotas de líquidos, entrando para o organismo do profissional via inalatória [29].

Recomenda-se que nestes ambientes não se ultrapassem os valores limite de 2000 CFU/ m<sup>3</sup> global (Ministero dei Beni della Culturalite del Turismo). A concentração máxima doseada publicada nestes ambientes laborais foi de 1845 CFU/ m<sup>3</sup> de bactérias; ou seja, não ultrapassando os valores máximos recomendados [29].

Parte das bactérias tem origem no exterior. O quociente *indoor/ outdoor* é, segundo alguns investigadores, cerca de 1,4 [29].

## DISCUSSÃO

Ainda que a bibliografia seja bastante restrita em relação aos Conservadores- Restauradores, não é difícil encontrarem-se danos relativos ao contato com bactérias em diversos setores profissionais, como é o caso dos profissionais de saúde humana e veterinária (médicos, enfermeiros e auxiliares), técnicos de laboratório, cantoneiros, funcionários de jardins zoológicos/ gatis/ canis, trabalhadores em lares de idosos/ centros de dia, entre outros, com inúmeros documentos publicados neste sentido.

Tal como se mencionou atrás, a bibliografia selecionada para o setor da Conservação e Restauro não forneceu dados sobre Medidas de Proteção Coletiva. Em função da experiência dos autores, poder-se-iam considerar:

- elaboração de protocolos onde se descreveria o procedimento e técnicas a utilizar para perceber se as peças apresentavam ou não bactérias
- potenciação da ventilação das salas com objetos contaminados e especificação das características mínimas da mesma, bem como temperatura e humidade
- rotação das tarefas com exposição a bactérias entre os diversos Conservadores- Restauradores da mesma empresa
- organização do trabalho de forma a alternar projetos com exposição a bactérias com outras tarefas sem essa questão
- formação sobre os riscos médicos das bactérias e procedimentos laborais associados

- vigilância adequada pelo Médico do Trabalho com exames periódicos (e ocasionais, se necessário)
- acesso a doseamentos biológicos associados às bactérias, orientados pelo Médico do Trabalho (indicando quais os tipos de amostras possíveis e quais as preferencialmente utilizadas)
- acesso a doseamentos nas superfícies e/ ou atmosfera do ambiente de trabalho, orientados pelo Técnico de Segurança/ Microbiologista (especificando quais técnicas poderiam ser utilizadas e quais as mais pertinentes)
- acesso a EPIs adequados (em modelo e material), selecionados pelo Técnico de Segurança/ Microbiologista
- organização de serviço de lavanderia, para que as fardas/ batas/ aventais e/ ou manguitos dos funcionários sejam adequadamente lavados, sem contaminar outras peças de roupa ou locais, no domicílio de cada Conservador- Restaurador.

Quanto a EPIs, a bibliografia não destacou qualquer detalhe; em função da experiência dos autores, poder-se-iam considerar luvas; macacão, farda, bata ou avental; manguitos; viseira/ óculos e protetores de calçado ou calçado exclusivo para o local de trabalho.

## **LIMITAÇÕES**

Os autores desenvolveram esforços no sentido de tentar que a sua pesquisa fosse exaustiva mas, uma vez concluída, perceberam que não encontraram dados relevantes sobre:

- avaliação do risco associado para os Conservadores- Restauradores, em função dos doseamentos obtidos e restante análise ao posto de trabalho
- descrição de medidas de proteção coletiva
- descrição exaustiva de EPI adequados (sequer de forma genérica, quanto mais especificando modelos e/ ou materiais).

## **CONCLUSÕES**

Desde longa data que são conhecidos malefícios concretos e sérios associados à exposição a alguns microrganismos. Contudo, o setor da Conservação e Restauo é ainda muito pouco estudado em contexto de Saúde Ocupacional e os riscos do eventual contato com Bactérias não são exceção.

Seria muito pertinente que surgissem equipas motivadas para estudar este setor e colmatar parte das limitações encontradas, não desenvolvidas na literatura internacional.

## **AGRADECIMENTOS**

Não se aplicam.

## **CONFLITO DE INTERESSES**

Não se aplicam.

## FINANCIAMENTO

Não se aplica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Fernandes P. Applied microbiology and biotechnology in the conservation of stone cultural heritage material. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2006, 73, 291-296. DOI: 10.1007/s00253-006-0599-8
- 2-Sterflinger K, Pinar G. Microbial deterioration of cultural heritage and works of art- tilting at windmills? *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2013, 97, 9637-9646. DOI: 10.1007/s00253-013-5283-1
- 3-Urzi C. On microbes and Art; the role of microbial communities in the degradation and protection of Cultural Heritage. *Environmental Microbiology*. 1999, 1(6), 551-553.
- 4-Ranalli G, Alfano G, Belli C, Lustrato G, Colombini M, Bonaduce I et al. Biotechnology applied to cultural heritage: biorestitution of frescoes using viable bacterial cells and enzymes. *Journal of Applied Microbiology*. 2005, 98, 73-83. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2004.02429.x
- 5-Polo A, Cappitelli F, Brusetti L, Principi P, Villa F, Giacomucci L. Feasibility of removing surface deposits on stone using biological and chemical remediation methods. *Microbial Ecology*. 2010, 60(1), 1-14. DOI: 10.1007/s00248-009-9633-6
- 6-Pangallo D, Chovanová K, Drahouska H, De Leo F, Urzi C. Application of fluorescence internal transcribed spacer- PCR (f-ITS) for the cluster analysis of bacteria isolated from air and deteriorated fresco surfaces”, *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2009, 63, 868-872. DOI: 10.1016/j.ibiod.2009.04.011
- 7-Jroundi F, Fernández-Vivas A, Rodriguez-Navarro C, Bedmar E, González-Munoz M. Bioconservation of Deteriorated Monumental Calcarenite Stone and Identification of Bacteria with Carbonatogenic Activity. *Microbial Ecology*. 2010, 60, 39-54. DOI: 10.1007/s00248-010-9655-y
- 8-Landy E, Mitchell J, Hotchkiss S, Eaton R. Bacterial diversity associated with archaeological waterlogged wood: ribosomal RNA clone libraries and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2008, 61, 106-116. DOI: 10.1016/j.ibiod.2007.07.007
- 9-Otlewska A, Adamiak J, Gutarowska B. Application of molecular techniques for the assessment of microorganism diversity on cultural heritage objects. *Acta Biochimica Polonica*. 2014, 61(2), 217-225
- 10-Cappitelli F, Principi P, Pedrazzani R, Toniolo L, Sorlini C. Bacterial and fungal deterioration of the Milan Cathedral Marble treated with protective synthetic resins. *Science of the Total Environment*. 2007, 385, 172-181. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.06.022
- 11-González-Péres M, Brinco C, Vieira R, Rosado T, Mauran G, Pereira A et al. Dual phylogenetic staining protocol for simultaneous analysis of yeast and bacteria in artworks. *Applied Physics A*. 2017, 123-142. DOI: 10.1007/s00339-016-0725-0
- 12-Ramírez J, Santana M, Galindo-Castro I, Gonzalez A. The role of biotechnology in art preservation. *Trends in Biotechnology*. 2005, 23(12), 584-588. DOI: 10.1016/j.tibtech.2005.10.004
- 13-Briski F, Krstic D, Jagic R. Microbial Species on a Polychrome Sculpture from a ruined church: evaluation of the microbicide PBK against further biodeterioration”, *Studies in Conservation*. 2001, 46(1), 14-22. DOI: 11.1179/sic.2001.46.1.14
- 14-Ponta C. Irradiation Conservation of Cultural Heritage: *Nuclear Physics News*. 2008, 18(1), 22-24. DOI: 10.1080/10506890810927213
- 15-La Russa M, Macchia A, Ruffolo S, De Leo F, Barberio M, Barone P et al. Testing the antibacterial activity of doped TiO<sub>2</sub> for preventing biodeterioration of cultural heritage building material”, *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2014, 96, 87-96. DOI: 10.1016/j.ibiod.2014.10.002

- 16-Bellissima F, Bonini M, Giorgi R, Baglioni P, Barresi G, Mastromei G et al. Antibacterial activity of silver nanoparticles grafted on stone surface. *Environmental Science and Pollution Research*. 2014, 21, 13278-13286. DOI: 10.1007/s11356-013-2215-7
- 17-Roman C, Diaconescu R, Scripariu L, Grigoriu A. Biocides used in preservation, restoration and conservation of the paper. *European Journal of Science and Theology*. 2013, 9(4), 263-271.
- 18-Roig P, Ros J, Estellés R. Biocleaning of nitrate alterations on wall paintings by *Pseudomonas stutzeri*. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2013, 84, 266-274. DOI: 10.1016/j.ibiod.2012.09.009
- 19-Albini M, Comensoli L, Brambilla L, Beuret E, Kooli W, Mathys L et al. Innovative biological approaches for metal conservation. *Materials and Corrosion*. 2016, 67(2), 200-206
- 20-Bosch-Roig P, Decorosi F, Giovanetti L, Ranalli G, Viti C. Connecting phenome to genome in *Pseudomonas stutzeri* 5190: an artwork biocleaning bacterium. *Research on Microbiology*. 2016, 167, 757-765. DOI: 10.1016/j.resmic.2016.09.003
- 21-Comensoli L, Maillard J, Albini M, Sandoz F, Junier P, Joseph E. Use of Bacteria to Stabilize Archaeological Iron. *Applied and Environmental Microbiology*. 2017, 83(9) e03478-16, 1-14.
- 22-Balloi A, Lombardi E, Troiano F, Polo A, Capitelli F, Gulotta D et al. Sulfate reducing bacteria as biocleaning agent: development of new methodologies and study cases. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 109-119.
- 23-Jroundi F, Gómez-Suaga P, Jimenes-Lopez C, González-Munoz M, Fernandez-Vivas M. Stone-isolated carbonatogenic bacteria as inoculants in bioconsolidation treatments for historical limestone. *Science of the Total Environment*. 2012, 425, 89-98. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.02.059
- 24-Dhami N, Reddy M, Mukherjee A. Application of calcifying bacteria for remediation of stones and cultural heritages. *Frontiers in Microbiology*. 2014, 5(304) 1-12. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00304
- 25-Lustrato G, Alfano G, Andreotti A, Colombini M, Ranalli G. Fast biocleaning of mediaeval frescoes using viable bacterial cells, *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2012, 69, 51-61. DOI: 10.1016/j.ibiod.2011.12.010
- 26-Barbabetola N, Tasso F, Alisi C, Marconi P, Perito B, Pasquariello G et al. A safe microbe-based procedure for a gentle removal of aged animal glues from ancient paper. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2016, 109, 53-60. DOI: 10.1016/j.ibiod.2015.12.009
- 27-Webster A, May E. Bioremediation of Weathered-building stone surfaces. *Trends in Biotechnology*. 2006, 24(6), 255-260. DOI: 10.1016/j.tibtech.2006.04.005
- 28-Wizniewska M, Swierczynka-Machura D, Patczynski C, Walusiak-Skorpa I. Fungal Allergy among Art Conservators: prevalence, risk factors and clinical symptoms. *Medycyna Pracy*. 2010, 61(2), 133-141.
- 29-Gorny R, Harkawy A, Lawniczeck-Walczyk A, Karbowska- Berent J, Wlazlo A, Niesler A et al. Exposure to culturable and total microbiota in Cultural Heritage Conservation Laboratories. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2016, 29(2), 255-275. DOI: 10.13075/ijom.1896.00630

Data de recepção: 2019/11/17  
Data de publicação:2019/11/23

