

**Como citar este artigo:** Santos M, Almeida A. Danos Ocupacionais associados ao Arsénio, com ênfase no setor da Conservação e Restauro de Obras de Arte. Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. 2019, 8, 1-23. DOI: 10.31252/RPSO.21.12.2019

## **DANOS OCUPACIONAIS ASSOCIADOS AO ARSÉNIO, COM ÊNFASE NO SETOR DA CONSERVAÇÃO E RESTAURO DE OBRAS DE ARTE**

### OCCUPATIONAL DAMAGE ASSOCIATED WITH ARSENIUM, ENFATISING ON CONSERVATORS-RESTORERS OF ART OBJECTS

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, sob o formato de uma *Scoping Review*.

Os principais riscos associados ao Arsénio distribuem-se por vários contextos médicos, ainda que com consensos diferentes, a nível da neurologia; aparelho cardiovascular; reprodução/obstetrícia; pediatria; imunologia; nefrologia; oncologia; dermatologia; hematologia; pneumologia; otorrinolaringologia; gastroenterologia e endocrinologia.

### **Metodologia**

Foi realizada uma pesquisa em janeiro 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. Foram também analisados documentos fornecidos por *experts* da área e com capacidade para responder à questão de investigação.

### **Conteúdo/ Resultados**

Uma equipa dinamarquesa doseou Arsénio em livros dos séculos XVI e XVII, usado como corante verde. Também se encontrou um artigo onde se descreveu o restauro de uma pintura de grandes dimensões, onde se suspeitava a existência de pigmentos com arsénio.

### **Discussão**

Existindo tão pouca bibliografia relativa aos riscos médicos do Arsénio em Conservadores-Restauradores, os autores optaram por inserir nesta secção alguns dados relativos a outros profissionais que também possam contactar com este agente. Entre estes, os artistas que elaboram (ou sobretudo elaboraram no passado) obras de arte com pigmentos com Arsénio, talvez sejam os mais adequados, ainda que também sobre estes a bibliografia seja reduzida. Acredita-se que pintores famosos, estavam muito expostos a Arsénio; nomeadamente Rubens, Renoir, Duffy e Klee.

Presentemente, existem também outras profissões onde há algum contato com este agente, como na indústria do vidro.

### **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 o

---

#### **<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

doseamento do Arsênio nos ambientes de trabalho da Conservação e Restauro em geral e muito menos nos diversos subsetores, nem indicação de quais técnicas são possíveis utilizar e quais as preferenciais, tal como para a avaliação biológica do mesmo. Não foram encontrados artigos com descrição de medidas de proteção coletiva ou individual, sequer de forma genérica.

### **Conclusões**

Desde longa data que são conhecidos malefícios concretos e sérios associados ao Arsênio. Contudo, o setor da Conservação e Restauro é ainda muito pouco estudado em contexto de Saúde Ocupacional e os riscos do eventual contato com Arsênio 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, arsênio.

## **ABSTRACT**

### **Introduction and Objective**

The Conservation and Restoration sector has not yet been approached by Occupational Health in a complete or exhaustive way, so that there are several knowledge gaps.

The authors aimed to collect and summarize all the information they found on the topic, in the form of a Scoping Review.

The main risks associated with Arsenic are distributed across several medical contexts, albeit with different consensus, in neurology; cardiovascular system; reproduction/ obstetrics; pediatrics; immune system; nephrology; oncology; dermatology; hematology; pneumology; otorhinolaryngology; gastroenterology and endocrinology.

### **Methodology**

The research occurred at January 2019, using 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, MediciLatina and RCAAP. There were also analyzed documents provided by experts in the field and with the capacity to respond to the research question.

### **Content / Results**

A Danish team dosed Arsenic in books from the 16th and 17th centuries, used as a green dye. An article was also found describing the restoration of a large painting, where pigments with arsenic were suspected.

### **Discussion**

With so little bibliography on the medical risks of Arsenic in Conservators- Restorers, the authors chose to insert in this section some data regarding other professionals who may also contact this agent. Among these, the artists who elaborate (or have elaborated in the past) works of art with pigments with Arsenic, may be the most adequate, although also on these the bibliography is reduced. It is believed that famous painters were very exposed to Arsenic; notably Rubens, Renoir, Duffy and Klee.

At present there are also other professions where there is some contact with this agent, as in the glass industry, for example.

### **Limitations**

The authors made efforts to try to make their research exhaustive but, once completed, they realized that they did not find relevant data on the dosage of Arsenic in Conservation and Restoration workplaces in general, much less in the various subsectors, nor did they indicate which techniques are possible to use and which are preferred, as well as for the biological evaluation. No articles were found with descriptions of collective or individual protection measures, even in a generic way.

### **Conclusions**

Arsenic has long been known to cause serious harm. However, the Conservation and Restoration sector is still very little studied in the context of Occupational Health and the risks of eventual contact with Arsenic are no exception. It would be very pertinent to have motivated teams to study this sector and to fill some of the limitations found, not developed in the international literature.

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

## INTRODUÇÃO

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 em relação aos seus fatores de risco/ riscos laborais.

Os autores tiveram como objetivo recolher e resumir toda a informação que encontraram sobre o tema, sob o formato de uma *Scoping Review*, no contexto da saúde ocupacional destes profissionais. Foi elaborada uma outra revisão, relativa aos riscos genéricos que o Arsénio pode acarretar na saúde humana (e, por isso, com relevância para qualquer contexto laboral), para se abordar o tema de uma forma mais completa e se realizar uma introdução melhor fundamentada. A diferença na quantidade de dados publicados para os riscos generalistas deste agente versus riscos específicos para o setor Profissional da Conservação e Restauro, reflete-se diretamente na discrepância acentuada da extensão dessas duas partes; ou seja, a primeira monopolizou este documento; ainda que não fosse o objetivo principal deste trabalho, certamente ajudou a fundamentar e compreender melhor o que se pretendia avaliar.

Segundo a bibliografia selecionada, os principais riscos associados ao Arsénio distribuem-se por vários órgãos e sistemas, ainda que com consensos diferentes, a nível de *stress* oxidativo; neurologia (neurodesenvolvimento, neurocognição ou até Doença de Alzheimer); cardiovascular (Hipertensão arterial, Aterosclerose, Acidente Vascular Cerebral, Doença Coronária e de Blackfoot); reprodução/ obstetrícia (aborto, baixo peso ao nascer, mais nados-mortos e alterações da fecundidade); pediatria (atraso no crescimento, infeções respiratórias); sistema imune (efeito imunossupressor); nefrologia (proteinúria); oncologia (com destaque para a bexiga, pele, rim, pulmão, mama, fígado e próstata); dermatologia (alterações da pigmentação e hiperqueratose); hematologia (anemia); pneumologia (infeções); otorrinolaringologia (hipoacusia); gastroenterologia (diarreia, alterações hepáticas) e endocrinologia (Hipertensão arterial, Diabetes Mellitus).

Foram consideradas consequências médicas pertinentes no contexto da obstetrícia e pediatria, uma vez que não é raro os *ateliers* estarem inseridos no domicílio dos Conservadores-Restauradores e, por vezes, sobretudo no passado, irem para lá crianças brincar (os autores encontraram relatos antigos nesse sentido). Para além disso, a perceção de risco concreto para os filhos pode ser muito mais motivador para seguir as recomendações para um trabalho seguro e saudável, do que a perceção do seu próprio risco, para a generalidade dos profissionais.

## 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.

## METODOLOGIA

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

Realizaram-se pesquisas informais prévias (em janeiro de 2019) 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, língua ou acesso imediato a texto completo.

Como critérios de inclusão consideraram-se:

- publicação entre 1980 e 2019
- idade igual ou superior a 18 anos
- trabalho no setor da Conservação e Restauro
- exposição ao Arsénio
- 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.

Foram também analisados documentos fornecidos por *experts* 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.

Dos quadros 1 ao 8, 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 no motor de busca EBSCO (CINALH, Medline, Database of Abstracts and Reviews, Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Nursing & Allied Health Collection e MedicLatina)**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/11	Arsenic	(texto completo, desde 2014, resumo disponível)	1147	1	não
		<i>Systemic Review (2014)</i>	16	2	sim
		<i>Conservation</i>	49	3	sim
		<i>Restoration</i>	66	4	sim
		<i>Conservator</i>	0	5	não
		<i>Restorer</i>	0	6	não
		<i>Cultural heritage</i>	1	7	sim
<i>Art</i>	56	8	sim		

**Quadro 2- Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa no motor de busca RCAAP**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/11	Arsenio	(pesquisa avançada, título)	54	9	sim

**Quadro 3- Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa no motor de busca PubMed**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/20	Arsenic	(desde 2014)	30.099	10	não
		Systemic Review (2014)	81	12	sim
		Conservation	221	12	não
		e "Restoration"	12	13	sim
		Conservator	0	14	não
		Restorer	165	15	sim
		Cultural Heritage	5	16	sim
Art	87	17	sim		

**Quadro 4-Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa no motor de busca Science Direct**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/20	Arsenic	(desde 2014)	24.049	18	não
		Systematic Review (2014)	2.536	19	não
		Systematic Review (review articles)	780	20	não
		Conservation	649	21	não
		e "Restoration"	87	22	sim
		Restorer	4	23	sim
		Conservator	6	24	sim
		Cultural heritage	42	25	sim
Art	812	26	não		

**Quadro 5- Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa no motor de busca SCOPUS**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/26	Arsenic	(desde 2014)	99.460	27	não
		Systematic Review (2014)	42	28	sim
		Conservation	799	29	não
		e "Restoration"	56	30	sim
		Conservator	4	31	sim
		Restorer	0	32	não
		Cultural heritage	22	33	sim
		Art	425	34	não
Art (medicine)	89	35	sim		

**Quadro 6-Resumo dos dados mais relevantes associados à pesquisa na base de dados Academic Search Complete**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/27	Arsenic	(desde 2014)	25.925	36	não
		Systematic Review (2014)	45	37	sim
		Conservation	299	38	não
		e "Restoration"	6	39	sim
		Conservator	2	40	sim
		Restorer	0	41	não
		Cultural heritage	20	42	sim
		Art	232	43	não

**Quadro 7- Resumo dos dados mais relevantes associados ao motor de busca Web of Science**

Data	Password 1	Password 2 e seguintes	Nº de documentos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada
2019/01/27	Arsenic	(desde 2014)	50.030	44	não
		Systematic Review (2014)	16	45	sim
		Conservation	0	46	não
		e "Restoration"	0	47	não
		Conservator	2	48	sim

		<i>Restorer</i>	0	49	não
		<i>Cultural heritage</i>	19	50	sim
		<i>Art</i>	217	51	não
		<i>Art (medicine)</i>	9	52	sim

**Quadro 8- 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 selecionados após a leitura do resumo	Justificação de exclusão	Inclusão e codificação inicial
2	5,6,8	3		2.1,2.2,2.3
8	38	1		8.1
9	1,26	2		9.1,9.2
11	6,10,12,22,26,27,28,29,39,34,37,38	10	Repetidos (29=2.2 e 34=2.1)	11.1 a 11.10
28	12,22,24,32,34,36,39,40	2	Repetidos (12=11.2, 22=11.3, 24=11.4, 34=11.5, 39=11.9 e 40=11.)	28.1 e 28.2
36	55	1		36.1
38	1,3,4,5,7,18,24	2	Repetidos (1=2.2, 3=11.9, 4=11.8, 5=11.7, 7=2.1)	38.1 e 38.2
46	7, 10	2		46.1 e 46.2

Para além disso, uma vez que os autores fizeram paralelamente pesquisas sobre outros agentes químicos relevantes neste contexto profissional (como o mercúrio, cádmio e crómio), foram também aqui incluídos alguns documentos que apareceram nessas pesquisas, relevantes para o Arsénio.

## CONTEÚDO

### CARACTERÍSTICAS DO ARSÉNIO, VIAS DE ENTRADA E DE EXCREÇÃO, DANOS MÉDICOS, RECURSOS PARA DIAGNÓSTICO DE INTOXICAÇÃO E EVENTUAL TERAPÊUTICA

#### Caraterísticas do Arsénio

O arsénio é um metaloide tóxico<sup>1,2</sup> existente no ambiente<sup>1,3</sup>, nomeadamente na crosta terrestre<sup>2,4,5</sup>. Estima-se que mais de 300 milhões de indivíduos estejam expostos a este agente químico mundialmente<sup>6</sup>, o que constitui um problema de saúde pública significativo<sup>1,6</sup>, sobretudo considerando o arsénio inorgânico<sup>6</sup>.

O arsénio e o chumbo são os dois primeiros itens na lista ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) de 2011 [7], a nível de relevância toxicológica.

#### Principais Fontes de Arsénio

A população geral está exposta a este agente através da água<sup>4,6,8-10</sup>, bebidas<sup>8</sup>, alimentos<sup>4,6,8-10</sup>, atmosfera e atividades industriais (sobretudo por poeiras e fumos)<sup>8</sup>. A atividade vulcânica também pode contribuir para influenciar a distribuição deste agente no planeta<sup>5</sup>.

A exposição ao arsénio através de água contaminada é um problema que atinge milhões de indivíduos a nível mundial<sup>2,4,5,11</sup>. O arsénio existe na água devido a questões naturais (como a constituição da crosta terrestre<sup>12</sup>- nomeadamente rocha<sup>2,8,13</sup>, solo e sedimento<sup>13</sup>) e por estar associado a atividades humanas (com destaque para a indústria-<sup>12,13</sup>- sobretudo esmaltagem<sup>13</sup>, mineração e queima de combustíveis fósseis<sup>5,13</sup>). A ingestão da água é a principal fonte de contato em humanos, sobretudo nas situações de exposição mais intensa<sup>2,8</sup>. Ainda que a exposição possa ocorrer via inalatória ou associada à ingestão de alimentos, o maior risco oncológico está associado à ingestão de água com arsénio inorgânico<sup>12</sup>.

A água contaminada não só é ingerida diretamente, como também é usada na agricultura e para cozinhar<sup>4,9,14</sup>; os alimentos provenientes do mar também podem contribuir<sup>14</sup>. Os compostos de arsénio são razoavelmente abundantes na vida marinha, mas consideram-se que estes são um pouco menos lesivos e mais rapidamente excretados<sup>12</sup>.

Alterações físicas, químicas e/ ou microbiológicas no solo poderão contribuir para a acumulação de arsénio em lençóis freáticos (com particular destaque para a Ásia e a América)<sup>4</sup>; o próprio manuseamento destes lençóis poderá ser perigoso<sup>5</sup>.

Entre os alimentos globalmente mais destacados neste contexto citam-se o arroz<sup>4,6,15</sup>, farinhas diversas<sup>6</sup>, grãos<sup>4</sup>, sumos de fruta e aves domésticas<sup>15</sup>.

A população em geral também pode contactar com este agente através de pesticidas, conservantes da madeira<sup>4,13,16</sup>, componentes de produtos eletrónicos<sup>4</sup>, tratamento da psoríase (solução de Fowler)<sup>16</sup>, inserido em produtos da medicina tradicional, como suplemento nutricional na pecuária ou através do cigarro (em média 1,5 µg por unidade)<sup>13</sup>.

As atividades humanas cada vez mais contribuem de forma relevante para a quantidade total de arsénio disponível, prevendo-se que nas próximas décadas tal aumente na ordem das 236 vezes mais; ou seja, nos próximos vinte anos será emitido mais arsénio do que até agora<sup>5</sup>.

### **Diferentes formas de Arsénio**

Este agente existe no formato orgânico e inorgânico (mais frequente no solo e água), dependendo da temperatura, pH, oxidação, potencial redutor, oxigénio dissolvido e condutividade<sup>8</sup>. Pode conjugar-se com o enxofre e formar arsenopirite, auripigmento e o realgar<sup>4</sup>.

### **Pontos de Corte e algumas Curiosidades Geográficas**

Estima-se que cerca de 200 milhões de indivíduos residem em áreas onde a concentração de arsénio na água excede o valor máximo recomendado pela OMS (Organização Mundial de Saúde)<sup>2,6,9,15,17</sup>, pela União Europeia<sup>9</sup> e pela EPA (*US Environmental Protection Agency*)<sup>15</sup>, ou seja, acima de 10 µg/L<sup>15,17</sup>. Contudo, muitos países em desenvolvimento consideram um *cut-off* cinco vezes superior<sup>2</sup>, como o Bangladesh<sup>9</sup>, onde se estimam cerca de 70 milhões de expostos<sup>6</sup>. Na Austrália, por sua vez, o ponto de corte situa-se na ordem dos 7 µg/L<sup>13</sup>.

Ou seja, pensa-se que cerca de 100 milhões de indivíduos (em contexto mundial) estejam expostos a níveis de arsénio superiores a 50 µg/L<sup>9</sup>, em áreas como a Argentina, Bangladesh, Índia, Paquistão, México, Mongólia, Alemanha, Taiwan, China, Chile, EUA, Canadá, Hungria,

Roménia, Vietname, Nepal, Miamar e Camboja<sup>13</sup>. Alguns autores destacam, por sua vez, como zonas mais problemáticas, o Bangladesh<sup>2,3,6,8,17,18</sup>, Chile<sup>3,6,8</sup>, China<sup>6,18</sup>, Índia<sup>3,6,18</sup>(nomeadamente West Bengal)<sup>2,17</sup>, México<sup>3,18</sup>, Taiwan<sup>2,3</sup>, EUA<sup>2,3,18</sup>(onde se estimam cerca de 5<sup>15</sup> a 13 milhões de indivíduos contaminados<sup>6</sup>), Uruguai<sup>3</sup>, América Central e do Sul; bem como Europa de Leste<sup>2</sup> e Central<sup>18</sup> e Austrália. Em locais como West Bengal, Bangladesh e Taiwan, a concentração na água chega a 4.700 µg/L em alguns locais e níveis superiores a 300 µg/L são muito frequentes<sup>2</sup>.

### **Vias de entrada**

As vias de entrada podem ser a inalatória, cutânea e digestiva<sup>1</sup>. A nível ocupacional a inalatória tem maior relevância<sup>6</sup>.

### **Comportamento dentro do organismo**

Depois de ser absorvido no organismo, o arsénio inorgânico é metilado (mono-MMA e dimetilado-DMA) no fígado, podendo depois ser excretado via renal em conjunto com o arsénio inorgânico não metilado e, por isso, não se percebe muito bem qual a vantagem que poderá existir para o organismo neste processo<sup>10</sup>; para além disso o MMA (ácido monometilarsónico) e o DMA (dimetil) demonstraram ser mais perigosos que o arsénio inorgânico<sup>1</sup>. O arsénio inorgânico +3 e +5 origina o ácido monometilarsónico, que poderá sofrer uma metilação secundária e produzir ácido dimetilarsínico<sup>3</sup>. Considera-se que a variabilidade interindividual está associada ao gene da metiltransferase<sup>10</sup>. O metabolismo deste agente depende ainda da idade, sexo e índice de massa corporal<sup>1,10</sup>. A metilação pode ficar atenuada pelo tabagismo, ingestão de álcool e idade mais avançada (devido a pior capacidade de metilação, ou seja, não só os órgãos funcionarão pior, como a exposição ao arsénio será, à partida, de mais anos). A metilação é mais eficiente no sexo feminino, eventualmente pelo efeito estrogénico na atividade de algumas enzimas envolvidas. Para além disso, podem ser mais prevalentes no sexo masculino o tabagismo e a ingestão de álcool, que também diminuem a capacidade de metilação. A dose de arsénio que existe na exposição relaciona-se negativamente com a capacidade de metilação, ou seja, a capacidade de metilação baixa com o aumento do arsénio e/ ou com exposições prolongadas no tempo. As crianças podem apresentar menor capacidade de metilação; ainda que outros investigadores defendam o oposto. Etnicamente, também parecem existir diferenças, por exemplo, ameríndios metilam melhor que europeus e parecem ter uma semiologia mais discreta. O índice de massa corporal elevado também parece estar associado a menor capacidade de metilação. Os dados globais relativos à metilação podem ajudar a compreender a toxicidade do arsénio<sup>1</sup>.

O tabagismo e a exposição ao arsénio conseguem potenciar o stress oxidativo, através do aumento da produção de radicais livres, originando danos tecidulares. Para além disso, alguns agentes químicos presentes no cigarro podem modular a atividade de algumas enzimas da metilação. Por fim, o arsénio pode existir no próprio cigarro, ainda que em quantidade diminuta. O álcool pode interagir na medida em que, alterando o funcionamento hepático, atingirá o órgão mais relevante no metabolismo do arsénio<sup>1</sup>.



Indivíduos com metilação menos eficiente (por exemplo, devido a deficiências nutricionais<sup>19</sup>, como o ácido fólico), apresentam geralmente valores de arsénio superiores. Logo, a suplementação com ácido fólico nos indivíduos com esta deficiência, atenuará a absorção/toxicidade do arsénio; tal como a cisteína, metionina, niacina, vitamina B12, colina e selénio<sup>14</sup>.

A água contaminada geralmente contém arsénio inorgânico penta ou tetravalente, ambos facilmente absorvidos a nível gastrointestinal<sup>4</sup>.

Em contraste com o mercúrio ou o cádmio, o arsénio não acumula cronicamente em órgãos específicos. É rapidamente metabolizado pelo fígado através da metilação, oxidação/redução e conjugação com a glutatona<sup>4</sup>.

### **Vias de excreção**

A excreção urinária do arsénio geralmente divide-se em arsénio inorgânico (10 a 30%), MMA 10 a 20 e DMA 60 a 70%<sup>1</sup>; na bibliografia selecionada não foram encontrados mais dados concretos relativos a outras vias de excreção.

### **Consequências Médicas atribuídas à exposição ao Arsénio**

#### **-Contexto geral**

Acredita-se que a espécie humana é mais suscetível ao arsénio que outros mamíferos. Considera-se que o Arsénio tem efeitos aos níveis metabólico, genotóxico, mutagénico, teratogénico, epigenético e carcinogénico. O arsénio inorgânico é tóxico em exposições agudas e crónicas, para praticamente todos os tipos de células e tecidos. Enquanto a intoxicação aguda é razoavelmente fácil de identificar, a crónica é mais problemática. Foi criado um *score* (CAsIDS), com o objetivo de perceber a intoxicação crónica, melhorando a capacidade dos médicos para efetuar o diagnóstico e detetar as complicações<sup>5</sup>. A semiologia característica da intoxicação aguda por este agente é a náusea intensa, vômito, diarreia, cólicas abdominais e alterações cardíacas. Se a dose aguda for elevada poderá surgir encefalopatia e neuropatia periférica. Por sua vez, a exposição crónica tem vindo a ser associada à doença de Blackfoot (alteração vascular periférica grave), hipertensão arterial, doença cardiovascular, doença cerebrovascular, diabetes, alterações reprodutivas, doença respiratória e neuropatia periférica; bem como cancros (pele, pulmão, fígado, próstata, bexiga e rim) e alterações cutâneas (hiperqueratose e alterações da pigmentação)<sup>13</sup>.

Ainda que esteja estabelecida a toxicidade do arsénio inorgânico em concentrações elevadas, para valores menores, a evidência não é tão clara. A toxicidade depende também da forma química, dose e tempo de exposição<sup>3</sup>.

#### **-Alterações Neurológicas**

A exposição crónica pode levar a alterações neurológicas no geral<sup>6</sup>, neurocognitivas<sup>7</sup> ou até neuropatia<sup>20</sup>. Os estudos mais rigorosos não conseguiram encontrar uma relação dose-resposta para doses baixas; contudo, nas outras situações, a intensidade da exposição parece ser inversamente proporcional à função cognitiva. Aliás, alguns investigadores estimaram diminuição

do quociente de inteligência na ordem dos 0,26 pontos, por cada aumento de 50% do arsénio urinário<sup>14</sup>.

O arsénio inorgânico está associado a alterações a nível do neurodesenvolvimento<sup>4,6</sup>. Ele aumenta a produção de IL6 e FNT $\alpha$  na microglia, o que poderá justificar a neurotoxicidade nas crianças com exposição crónica<sup>4</sup>. Existe evidência toxicológica de sinergismo na combinação de cádmio, arsénio e chumbo, a nível do neurodesenvolvimento<sup>7</sup>.

A doença de Alzheimer e outras demências também podem ser agravadas por este agente<sup>6</sup>, segundo alguns autores.

### **-Alterações cardiovasculares**

Alguns investigadores concluíram que o arsénio inorgânico em concentrações moderadas a elevadas está associado a doença cardiovascular<sup>3-6,8,10,11,15,17,21</sup> e cerebrovascular<sup>5</sup>. Alguns especificaram mesmo que níveis elevados (superiores a 100  $\mu\text{g/L}$  na água) estão relacionados com doença cardiovascular no geral<sup>9,15</sup>, doença arterial periférica<sup>9,15,16</sup>- como a doença de Blackfoot<sup>15,16,20</sup>(razoavelmente prevalente em Taiwan), aterosclerose<sup>22</sup>, doença coronária<sup>15,16</sup> ou até acidente vascular cerebral (AVC)<sup>9</sup>. Noutros estudos, para níveis mais baixos (entre 50 a 100  $\mu\text{g/L}$ ) encontrou-se associação com doença coronária e AVC, ainda que com eventual influência do tabagismo<sup>15</sup>. Alguns defendem que concentrações superiores a 50  $\mu\text{g/L}$  de arsénio inorgânico têm capacidade para contribuir para patologia cardiovascular e Hipertensão Arterial<sup>6</sup>. Outros consideram que para níveis baixos a médios a evidência não é conclusiva<sup>9,22</sup>. Para além disso, não foi encontrada uma associação dose-efeito linear<sup>15,22</sup>. Outros investigadores descrevem a associação com a Hipertensão Arterial<sup>9,17,23</sup>, mesmo sem mencionar a intensidade da exposição e acreditam que tal possa ocorrer através da potenciação da inflamação, stress oxidativo e disfunção endotelial<sup>23</sup>; ainda que outros autores discordem sobre a existência dessa relação, no geral, independentemente da concentração do Arsénio<sup>10</sup>.

Está também publicado que níveis elevados de MMA e baixos de DMA associam-se a doença cardiovascular; ainda que a fisiopatologia não esteja descrita com clareza<sup>10</sup>.

Em modelos animais também se verificou que este agente consegue potenciar a aterosclerose e a disfunção endotelial, através do incremento a nível de stress oxidativo, proliferação das células do músculo liso, remodelação vascular e apoptose<sup>9</sup>. Em termos fisiopatológicos humanos considera-se que o efeito global do arsénio a nível cardiovascular possa ocorrer através da produção de espécies reativas de oxigénio, como o peróxido de hidrogénio, radicais hidroxilo e peroxidação lipídica. Ocorre proliferação no endotélio vascular e apoptose, o que contribuirá para a aterosclerose. As alterações a nível do óxido nítrico também poderão potenciar tal<sup>22</sup>.

Acredita-se que alguns indivíduos em Taiwan terão exposições ao arsénio superiores a 500  $\mu\text{g/L}$ , por vezes, por mais de vinte anos. Também se verificou que, por exemplo, na Alemanha, trabalhadores que aplicavam pesticidas com arsénio nas vinhas e/ ou consumiam vinho com este agente, apresentavam prevalência superior da doença do Blackfoot<sup>22</sup>.

A nível ocupacional está também descrita a relação entre a inalação de arsénio e a doença de Raynaud (vasculite digital caracterizada por alterações na coloração/ fluxo sanguíneo digital, oscilando entre o branco, azul e o rosa)<sup>22</sup>.

Por exemplo, no Chile, adultos e crianças expostos a níveis na ordem dos 600 µg/L, apresentavam espessamento das artérias de pequeno e médio calibre, bem como placas, marcador subclínico de aterosclerose<sup>22</sup>.

Nestas populações, por vezes, também coexistem deficiências nutricionais a nível de carotenoides, selénio e zinco<sup>22</sup>.

### **-Alterações Obstétricas/ Reprodutivas**

A interação que o Arsénio possa ter a nível reprodutivo não é muito clara [6], inclusive a nível de fecundidade<sup>5</sup>. Alguns investigadores concluíram, no entanto, que este se associava a problemas durante a gravidez<sup>5,6,9,21,22</sup> e a maior mortalidade infantil<sup>6,17</sup>; ele facilmente atravessa a placenta. Alguns investigadores consideram que se associa a maior taxa de aborto, baixo peso ao nascer<sup>6,17</sup> e nados-mortos, mas tal não é consensual. Entre os que defendem essa associação, considera-se que tal possa ocorrer devido a um efeito de supressão no sistema imune (mediada pelos anticorpos IgM e IgG, diminuição da Interleucina-2 e das células T). Acredita-se que este agente consiga induzir *stress* oxidativo através da produção de radicais livres de oxigénio e por perturbação das defesas antioxidantes, o que poderá causar insuficiência placentar e diminuição do crescimento. Há quem destaque a possibilidade de a anemia, indiretamente, também contribuir para o eventual atraso no crescimento<sup>17</sup>, situação essa que poderá surgir a partir de concentrações superiores a 50 µg/L de arsénio inorgânico<sup>6</sup>. Outros, por sua vez, consideram que a fisiopatologia que possa explicar eventuais alterações no crescimento não está clara<sup>17</sup>.

### **-Alterações Pediátricas**

Alguns investigadores consideram que o Arsénio poderá estar associado a atraso no crescimento também durante a infância— ainda que tal não seja consensual<sup>17</sup> e maior morbilidade infantil<sup>6</sup>. Para além disso, há quem defenda que concentrações superiores a 50 µg/L<sup>6</sup> podem causar doenças respiratórias<sup>6,17</sup> e alterações no neurodesenvolvimento<sup>4,6</sup> ou desenvolvimento, no geral<sup>3,22</sup>. Para além disso, existe alguma evidência toxicológica de sinergismo na combinação de cádmio, arsénio e chumbo e também arsénio-chumbo, a nível do neurodesenvolvimento<sup>7</sup>, como já se mencionou.

### **-Alterações Imunológicas**

Acredita-se que este agente altere o funcionamento do sistema imune, nomeadamente a nível da diferenciação, ativação e/ ou proliferação dos macrófagos, células dendríticas e linfócitos T e/ ou promovendo a inflamação. Aliás o arsénio, pelo seu efeito imunossupressor, atenua a semiologia de algumas doenças autoimunes<sup>4</sup>.

### **-Alterações Renais**

A exposição crónica a este agente pode levar a doença renal<sup>3,6,10</sup>, sobretudo para níveis mais elevados de concentração; ainda que outros investigadores acreditem nessa possibilidade, mesmo que em quantidades inferiores<sup>24</sup>. Por vezes é associado à albuminúria/ proteinúria e mortalidade por problemas renais; independentemente da concentração<sup>6</sup>. No entanto, a análise por uma revisão sistemática consultada concluiu, por sua vez, que a evidência é limitada na prova de causa-efeito, também pelo reduzido número de estudos.

### **-Alterações Oncológicas**

O arsénio é um dos metais pesados mais frequentemente associado ao cancro<sup>25</sup>. Este agente foi classificado pela IARC (*International Agency for Research on Cancer*) como um carcinogénio humano<sup>1,4,13,18,21,25</sup>, tal como pela EPA<sup>1,12</sup> e a OMS<sup>1,21</sup>; nomeadamente a nível da bexiga<sup>3,8,12,20/uroepitelial<sup>1,3,4,8,20</sup>, pele<sup>1,3,4,8,12,17,20</sup> e pulmão<sup>3,4,8,11,18,20</sup>. A IARC também classificou este agente, especificamente na água, como pertencendo ao grupo 1 (carcinogénico), devido aos danos oxidativos, efeitos epigenéticos e alterações na capacidade de reparo de DNA<sup>2</sup>. A IARC considera que há evidência suficiente para o considerar como um agente cancerígeno a nível cutâneo (conclusões obtidas através dos pacientes com psoríase tratada com a solução de Fowler, que continha 1% de arsenito de potássio, ou pelos agricultores expostos a pesticidas com arsénio). As patologias oncológicas cutâneas mais frequentes são os carcinomas de células escamosas (incluindo a doença de Bowen) e de células basais; a associação com melanoma não apresenta evidência homogénea<sup>26</sup>.</sup>

Considera-se que níveis elevados deste agente na água ( $\geq 200 \mu\text{g/L}$ ) poderão originar patologia oncológica pulmonar; contudo, para níveis inferiores, a evidência não é conclusiva<sup>12</sup>. Outros consideraram que acima de  $100 \mu\text{g/L}$  já se poderia induzir tal; contudo, para quantidades menores que esta a associação apresenta menos evidência; por sua vez, estudos de qualidade elevada (como meta-análises) concluíram que a relação se mantém para concentrações inferiores à última mencionada<sup>27</sup>. Outros ainda defendem até que concentrações superiores a  $50 \mu\text{g/L}$  de arsénio inorgânico já têm capacidade oncológica (nomeadamente aos níveis da bexiga<sup>6,13</sup>, rim, fígado, pulmão, pele, próstata)<sup>6</sup>.

Encontra-se publicado noutros documentos que a exposição deste agente aumenta o risco de cancro na bexiga e rim; nomeadamente na ordem de duas vezes mais. Aliás, alguns investigadores consideram que as duas etiologias mais relevantes para os cancros da bexiga e do rim são o tabagismo e o arsénio<sup>2</sup>.

Há também quem o associe ao risco de cancro de mama, ainda que a associação varie com as regiões geográficas e com algumas questões interindividuais<sup>25</sup>.

Contudo, alguns investigadores também consideram ser possível que este agente consiga ter uma atividade simultaneamente pró-carcinogénica e ativadora das respostas anticancerígenas, eventualmente moduladas em função da dose na exposição<sup>12</sup>.

### **-Alterações Dermatológicas**

Como já se mencionou, este agente está associado a lesões cutâneas<sup>1,4,5,17,28</sup>, sobretudo com exposição crónica (após alguns anos de contato) e quando os níveis médios são uma a duas vezes os valores máximos recomendados pela OMS, ou até menos, ainda que com influência das variáveis interindividuais genéticas, que condicionam o seu metabolismo. Tipicamente as lesões cutâneas começam por áreas hiperpigmentadas (ainda que, por vezes, com partes hipopigmentadas) no peito, pescoço e tronco; bem como hiperqueratose das regiões plantar e palmar<sup>26</sup>.

#### **-Alterações Hematológicas**

Alguns defendem que concentrações superiores a 50 µg/L de arsénio inorgânico têm capacidade para contribuir para anemia durante a gravidez<sup>6</sup> ou, pelo menos, alterações hematológicas em geral<sup>3</sup>.

#### **-Alterações Pulmonares**

A exposição ao Arsénio associa-se a doença pulmonar em geral<sup>3,4,6,9,10,17,18</sup> e a infeções respiratórias<sup>4,9,17,18</sup>, a partir de concentrações superiores a 50 µg/L<sup>6</sup>. Uma meta-análise concluiu também que o arsénio se associa a alterações em alguns parâmetros da espirometria, mas não todos; ou seja, quanto mais elevada a concentração de arsénio, menor o FEV e FVC, mas não o quociente entre os dois<sup>11</sup>.

#### **-Alterações Otorrinolaringológicas**

Apenas um dos artigos selecionados referiu toxicidade em contexto auditivo (hipoacusia)<sup>3</sup>.

#### **-Alterações Gastrointestinais**

As referências neste contexto foram escassas e incidiram sobretudo a nível de maior prevalência de diarreia<sup>17</sup> e da eventual associação com alterações hepáticas<sup>3,4</sup>.

#### **-Alterações Endócrinas**

A ingestão crónica de quantidades baixas poderá contribuir para a existência de alterações endócrinas<sup>4</sup>. Estão publicados diversos estudos que associam o Arsénio à Diabetes<sup>1,8-10,17</sup>. Alguns especificam até que níveis baixos de MMA e altos de DMA relacionam-se com um índice de massa corporal mais elevado e *Diabetes Melitus*; ainda que a fisiopatologia não esteja descrita com clareza. Aliás, alguns consideram que metilação mais rápida ou mais completa poderão justificar esta prevalência<sup>10</sup>. Contudo, também se encontram estudos que salientam a inexistência de resultados consistentes<sup>8,16,29</sup>; outros ainda declaram que parece existir uma relação quando é ingerido, mas não quando é inalado<sup>8</sup>.

### **Tratamento**

Entre a bibliografia selecionada, apenas um documento mencionou alguma informação neste contexto. O BAL (dimercaptopropanol) aumenta absorção de arsénio a nível cerebral, ainda que

seja usado para intoxicações agudas por este agente, como quelante. Para este agente recomenda-se o DMSA (ácido dimercaptosuccínico) via oral e/ ou o DTPA (ácido dietileno-triamino-pentaacético) endovenoso; o BAL e o DDC (dietilditiocarbamato de prata) estão contraindicados, na opinião de alguns autores<sup>20</sup>.

## **CONTEÚDO OU RESULTADOS**

### **Exposição ao Arsénio em Conservadores- Restauradores**

A maior parte dos pigmentos utilizados na pintura são óxidos, carbonatos ou sulfuretos de metais de transição e pesados (os mais tóxicos são os de arsénio, embora não sejam utilizados atualmente). O auripigmento (ouropimenta ou amarelo real, de tom dourado e alaranjado) e o realgar são dois exemplos; na realidade o realgar é o produto de alteração do auripigmento, existindo ambos na forma natural e artificial. O verde esmeralda é outro pigmento artificial com arsénio, sintetizado a partir de 1814; contudo, também foi simultaneamente utilizado como inseticida/ fungicida, mas aí com a designação de verde Paris e era usado neste setor ainda há cerca de cinco décadas atrás; foi também muito requisitado na segunda metade do século XIX, no contexto das artes, a nível nacional<sup>30</sup>.

Uma equipa dinamarquesa doseou Arsénio em livros dos séculos XVI e XVII, usado como corante verde. De realçar que a toxicidade deste agente só foi conhecida com clareza a partir do século XIX<sup>31</sup> e por isso, foi usado como pigmento até essa altura.

Também se encontrou um artigo onde se descreveu o restauro de uma pintura de grandes dimensões, onde se suspeitava a existência de pigmentos com arsénio. Foram retiradas da pintura grandes quantidades de poeira, através da pré-lavagem com água, detergente alcalino, etilenoglicol, acetato de glicol e etanol, durante duas semanas. Numa segunda limpeza usou-se uma mistura de 70% de água, 10% de terebentina, 15% de óleo de pinho, 2% de etanol e 1% de amoníaco, bem como vestígios de óleo de linhaça e hidróxido de amónia. Neste procedimento os funcionários reportaram cefaleias, náusea, astenia e vómito, desde a fase inicial do processo; para além disso, a cor da urina alterou-se num trabalhador (tornando-se avermelhada). Foram recolhidas no momento amostras atmosféricas e biológicas, proporcionou-se proteção respiratória adequada e acesso a consulta médica. Nos resultados, encontraram-se 18 agentes químicos diferentes, mas os mais relevantes foram o Chumbo e o Arsénio; nomeadamente o verde esmeralda, violeta de cobalto e o amarelo real (que contém Cobre, Cobalto, Enxofre e Arsénio)<sup>32</sup>.

### **Medidas de Proteção Coletiva e Individual**

Entre os documentos selecionados não se encontrou qualquer referência direta a eventuais medidas de proteção coletiva ou equipamentos de proteção individual.

### **Doenças Profissionais**

No quadro 9 estão transcritas as principais doenças profissionais associadas ao Arsénio, em função do Decreto Regulamentar 76/2007, de 17 de julho, ainda que parte delas não tenha sido mencionada na bibliografia selecionada.

**Quadro 9- Lista das doenças profissionais possíveis neste setor.**

<b>Código</b>	<b>Fatores de risco</b>	<b>Formas clínicas/ Risco</b>	<b>Prazo</b>
11.3	Arsénio	Ulcerações cutâneas Dermite eczematiformes de contacto ou traumáticas Hiperqueratose e verrugas Epitelioma primitivo da pele Ulcerações e perfuração do septo nasal Blefarites e conjuntivites Perturbações gastrintestinais agudas (vómitos e diarreia coleriforme) Outras manifestações clínicas	30 dias 7 dias 20 anos 30 anos 30 dias 30 dias 3 meses 30 dias

## DISCUSSÃO

Existindo tão pouca bibliografia relativa aos riscos médicos do Arsénio em Conservadores-Restauradores, os autores optaram por inserir nesta secção alguns dados relativos a outros profissionais que também possam contactar com este agente. Entre estes, os artistas que elaboram (ou sobretudo elaboraram no passado) obras de arte com pigmentos com Arsénico, talvez sejam os mais adequados, ainda que também sobre estes a bibliografia seja muito reduzida. Acredita-se que pintores famosos, em função dos pigmentos utilizados, estavam muito expostos; nomeadamente Rubens, Renoir, Duffy e Klee. Os artistas de hoje em dia estão muito menos expostos; não só pela composição dos pigmentos, mas também pelas diferentes condições de trabalho no atelier e cuidados na ingestão de alimentos e bebidas, que na altura não existiam. Entre os hábitos nocivos dos artistas no passado destacam-se o não lavar adequadamente as mãos antes de comer ou de fumar e lamber os pinceis usados; para além disso, os pintores mais pobres por vezes comiam e dormiam no mesmo sítio que servia como *atelier*. Por vezes as roupas eram aquecidas para secarem melhor, evaporando-se quantidades razoáveis de agentes químicos ou até fazendo fogueiras no interior desse espaço multifunções, queimando objetos contaminados. Supõe-se que a exposição a metais pesados possa ter contribuído para algumas patologias reumatológicas apresentadas. Os artistas de hoje usam pigmentos menos tóxicos, os produtos estão rotulados com avisos de perigo e já sabem que não é boa ideia lamber pinceis ou fazer fogueiras, sobretudo em espaço fechados. Os cigarros mais frequentemente são comprados que feitos e a comida e bebida estão isoladas dos produtos de trabalho, por vezes, dentro de frigoríficos e/ ou até noutra divisão separada<sup>33</sup>.

A tecnologia atual permite analisar os restos mortais e dosear alguns agentes químicos, surgindo particular interesse no caso de figuras públicas, sobretudo se existirem dúvidas relativas à sua morte. Uma figura importante na Renascença Italiana foi Giovanni Mirandola (filósofo), envolvido numa morte súbita e misteriosa (e acompanhada por um quadro inespecífico e caracterizado por febre, delírio, alucinação). Foram encontrados níveis elevados de arsénio (vértebras, rádio e

arcos costais, tecidos moles e com valores máximos nas unhas dos pés- em média 14 +- 11 µg/g), ou seja, cerca do dobro que se considera existir na população da época, o que poderá indicar uma exposição crónica a este agente<sup>35</sup>.

Presentemente, existem também outras profissões onde há algum contato com este agente. Na indústria do vidro o arsénio é utilizado no formato de trióxido, na constituição do vidro em si e para ajudar a remover as bolhas de ar ou como agente descolorante. Contudo, o fabrico de vidro envolve também o uso de chumbo, níquel, crómio, cobre<sup>16,34</sup>, cádmio, selénio e manganês<sup>34</sup>. Alguns investigadores consideram que não está provada a associação entre a exposição ocupacional do arsénio neste setor e o desenvolvimento de diabetes, ainda que outros estudos prévios tenham levantado essa hipótese<sup>16</sup>. Outro setor profissional com este agente é o da metalurgia/ fundição (sobretudo de cobre)<sup>16,34</sup>. Os níveis de arsénio doseados a nível de ambiente de trabalho foram na ordem dos 6 µg/m<sup>3</sup>, ainda que se considere que os níveis foram superiores no passado<sup>34</sup>.

Tal como se mencionou atrás, a bibliografia selecionada não forneceu dados sobre Medidas de Proteção Coletiva. Em função da experiência clínica 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 Arsénio
- potenciação da ventilação das salas com objetos contaminados com Arsénio e especificação das características mínimas da mesma
- rotação das tarefas mais perigosas entre os diversos Conservadores/ Restauradores da mesma empresa
- organização do trabalho de forma a alternar projetos com exposição ao Arsénio com outras tarefas sem exposição a este agente
- formação sobre os riscos médicos do Arsénio e procedimentos laborais associados
- vigilância adequada pelo Médico do Trabalho com exames periódicos (e ocasionais, se necessário)
- acesso a doseamentos biológicos associados ao Arsénio, orientados pelo Médico do Trabalho (indicando quais os tipos de amostras possíveis e quais as preferencialmente utilizadas, em função da sensibilidade, especificidade, dificuldade técnica e custo)
- acesso a doseamentos nas superfícies e/ ou atmosfera do ambiente de trabalho, orientados pelo Técnico de Segurança (especificando quais técnicas poderiam ser utilizadas e quais as mais pertinentes, em função da sensibilidade, especificidade, dificuldade técnica e custo)
- acesso a EPIs (equipamentos de proteção individual) adequados (em modelo e material), selecionados pelo Técnico de Segurança
- organização de serviço de lavandaria, 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 selecionada apenas mencionou o uso de luvas; em função da experiência clínica dos autores, poder-se-iam também considerar macacão, farda, bata ou



avental; manguitos; máscara e/ ou viseira; óculos e protetores de calçado (em contexto químico) 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:

- doseamento do Arsénio nos ambientes de trabalho da Conservação e Restauro em geral e muito menos nos diversos subsetores; nem indicação das técnicas que podem ser utilizadas e quais as preferenciais
- doseamento biológico do Arsénio numa amostra geral de profissionais do setor, expostos a este agente, muito menos nos subsetores atrás mencionados ou tipo de amostra biológica; nem referências ao tipo de amostra mais adequado a cada situação
- 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 dos EPIs adequados (sequer de forma genérica, quanto mais especificando modelos e/ ou materiais).

## **CONCLUSÕES**

Desde longa data que são conhecidos malefícios concretos e sérios associados ao Arsénio. Contudo, o setor da Conservação e Restauro é ainda muito pouco estudado em contexto de Saúde Ocupacional e os riscos do eventual contato com Arsénio 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-Shen H, Niu Q, Xu M, Rui D, Xu S, Feng G et al. Facts affecting Arsenic methylation in Arsenic-exposed humans: a Systematic Review and Meta- Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2016, 13 (205), 1-18. DOI: 10.3390/ijerph13020205

2-Saint-Jackes N, Parker L, Brown P, Dummer T. Arsenic in drinking water and urinary tract cancers: a Systematic Review of 30 years of epidemiological evidence. Environmental Health. 2014, 13(44), 1-44. DOI: 10.1186/1476-069X-13-44

- 3-Tchouwou P, Yedjou C, Udensi U, Pacurani M, Stevens J, Patlolla A et al. State of the science review of the health effects of inorganic arsenic: perspectives for future research. *Environmental Toxicology*. 2019, 34, 188-202. DOI: 10.1002/tox.22673
- 4-Bellamri N, Morzadec C, Fardel O, Vernhet L. Arsenic and the Immune System. *Current Opinion in Toxicology*. 2018, 10, 60-68. DOI: 10.1016/j.cotox.2018.02.003
- 5-Dani S, Walter G. Chronic Arsenic intoxication diagnostic score (CAsIDS). *Journal of Applied Toxicology*. 2017, 38, 122-144. DOI: 10.1002/jat3512
- 6-Quansah R, Armah F, Essumang D, Luginaah I, Clarke E, Marfoh K et al. Association of Arsenic with adverse pregnancy outcomes/ infant mortality: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*. 2015, 123, 412-421. DOI: 10.1289/ehp.1307894
- 7-Stackelberg K, Guzy E, Chu T, Henn B. Exposure to mixtures of metals and neurodevelopment outcomes: a multidisciplinary review using an adverse outcome pathway framework. *Risk Analysis*. 2015, 35(6), 1-47. DOI: 10.1111/risa.12425
- 8-Sung T, Huang J, Guo H. Association between Arsenic Exposure and Diabetes: a meta-analysis. *Biomed Research International*. 2015, 1-10. DOI: 10.1155/2015/368087
- 9-Moon K, Guallar E, Navas- Acien A. Arsenic exposure and cardiovascular disease: an updated Systemic Review. *Current Atherosclerosis Reports*. 2012, 14(6), 542-555. DOI: 10.1007/s11883-012-0280-x
- 10-Kuo C, Moon K, Wang S, Silbergeld E, Navas-Acien A. The Association of Arsenic Metabolism with Cancer, Cardiovascular Disease and Diabetes: a Systematic Review of the Epidemiological Evidence. *Environmental Health Perspectives*. 2017, 08001-1-17. DOI: 10.1289/EHP577
- 11-Sanchez T, Powers M, Perzanowski M, George C, Graziano J, Navas- Acien A. A meta-analysis of arsenic exposure and lung function: is there evidence of restrictive or obstructive lung disease? *Current Environmental Health Reports*. 2018, 5(2), 244-254. DOI: 10.1007/s40572-018-0192-1
- 12-Lamm S, Fordosi H, Dissen E, Ahn J. A Systematic Review and Meta- Regression Analysis of lung cancer risk and inorganic Arsenic in drinking water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015, 12, 15498-15515. DOI: 10.3390/ijerph121214990
- 13-Christoforidou E, Riza E, Kales S, Hadjistravou K, Stoldini M et al. Bladder cancer and Arsenic through drinking water: a Systematic Review of epidemiologic evidence. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2013, 48(14), 1764-1775. DOI: 10.1080/10934529.2013.823329
- 14-Tsuji J, Garry M, Perez V, Chang E. Low-level Arsenic exposure and developmental neurotoxicity in children: a Systematic Review and Risk Assessment. *Toxicology*. 2015, 337, 91-107. DOI: 10.1016/j.tox.2015.09.002
- 15-Moon K, Oberoi S, Barchowsky A, Cheny Y, Guallar E, Nachman K et al. A dose-response meta-analysis of chronic Arsenic exposure and incident Cardiovascular Disease. *International Journal of Epidemiology*. 2017, 1924- 1939. DOI: 10.1093/ije/dyx202
- 16-Rahman M, Wingren G, Axelson O. Diabetes mellitus among Swedish art glass workers- an effect of Arsenic exposure? *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*. 1996, 22(2), 146-149. DOI: 10.5271.sjeh.123
- 17-Rahman A, Granberg C, Persson L. Early life Arsenic exposure infant and child growth and Morbidity: a Systematic Review. *Archives of Toxicology*. 2017, 91, 3459-3467. DOI: 10.1007/s00204-017-2061-3
- 18-Sanchez T, Perzanowski M, Graziano J. Inorganic Arsenic and respiratory health, grown early life exposure to sex-specific effects: a Systematic Review. *Environmental Research*. 2016, 147, 537-555. DOI: 10.1016/j.envres.2016.02.009
- 19-Tsuji J, Perez V, Garry M, Alexander D. Association of low-level Arsenic exposure in drinking water with cardiovascular disease: a Systematic Review and Risk Assessment. *Toxicology*. 2014, 323, 78-94. DOI: 10.1016/j.tox.2014.06.008
- 20-Andersen O, Aaseth J. A review of the pitfalls and progress in chelation treatment of metal poisonings. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2016, 38, 74-80. DOI:10.1086/j.htemb.2016.03.013

21-Chowdhury R, Ramon A, O'Keefe L, Shalзад S, Kunutsor S, Muka T et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ*. 2018, 362: K3310, 1-13.

22-Navas-Acien A, Sharrett A, Silbergeld E, Schwartz B, Nachman K, Burke T et al. Arsenic exposure and cardiovascular disease: a Systematic Review of the epidemiologic evidence. *American Journal of Epidemiology*. 2005, 162(11), 1037-1049. DOI: 10.1093/aje/Kwi330

23-Abhyankar L, Jones M, Guallar E, Novas- Acien A. Arsenic Exposure and Hypertension: a Systematic Review. *Environmental Health Perspectives*. 2012, 120 (4), 494- 500. DOI: 10.1289/ehp.1103988

24-Moody E, Coca S, Sanders A. Toxic Metals and Chronic Kidney Disease: a Systematic Review of recent Literature. *Current Environmental Health Reports*. 2018, 5(4), 453-463. DOI: 10.1007/s40572-018-0212-1

25-Khanjani N, Japanejad A, Tavakkoli L. Arsenic and breast cancer: a Systematic Review of epidemiological studies. *Reviews on Environmental Health*. 2017, 32(3), 267-277. DOI: 10.1515/reveh-2016-0068

26-Karagas M, Gossai A, Pierce B, Ahsan H. Drinking water Arsenic contamination, skin lesions and malignancies: a Systematic review of the global evidence. *Current Environmental Health Reports*. 2015, 2(1), 52-68. DOI: 10.1007/s40572-014-0040-x

27-Yuang T, Zhang H, Chen B, Zhang H, Tao S. Association between lung cancer risk and inorganic Arsenic concentration in drinking water: a dose-response Meta-Analysis. *Toxicology Research*. 2018, 18, 7(6), 1257-1266. DOI: 10.1039/c8tx00177d

28-Santos A, Dias M. Doenças da pele causadas pelo trabalho de conservação e restauro. *A Conservação e o Restauro do Património. Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal*.

29-Novas- Acien A, Silbergeld E, Streeter R, Clark R, Burke T, Gullar E. *Environmental Health Perspectives*. 2006, 114 (5), 641-648. DOI: 10.1289/ehp.8551

30-Cruz A. O risco da arte. A toxicidade dos materiais utilizados na execução e conservação de pinturas de cavalete. *A Conservação e o Restauro do Património. Associação Profissional de Conservadores- Restauradores de Portugal*.

31-Charton J. We can wort it out- *International Report Information Today*. 2018, 22-23.

32-Wingren G, Axelson O. Epidemiologic studies of occupational cancer as related to complex mixtures of trace elements in the art glass industry. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*. 1993, 19(1), 95-100.

33-Pedersen L, Permin H. Rheumatic Disease, Heavy-metal pigments and the Great Masters. *The Lancet*. 1988, 1267-1269.

34-Wingren G, Axelson O. Epidemiologic studies of occupational cancer as related to complex mixtures of trace elements in the art glass industry. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health*. 1993, 19(1), 95-100.

35-Gallelo G, Cilli E, Bartoli F, Andretta M, Calcagnile L, Pastor A et al. Poisoning histories in the Italian Renaissance: the case of Pico Della Mirandola and Angelo Poliziano. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2018, 56, 83-89. DOI: 10.1016/j.jflm.2018.03.016

Data de receção: 2019/12/05

Data de publicação:2019/12/20



