

Clarisse Ranhada Lima

Gestão dos níveis de poluição por partículas em museus:
Partícula(rizando) o V&A

Gestão dos níveis de poluição por partículas em museus: Partícula(rizando) o V&A

Clarisse Ranhada Lima

clarisselima.lettras.9181@gmail.com

RESUMO

Este artigo surge no âmbito do Mestrado em Museologia, resultado de um estágio de seis meses, que decorreu, ao abrigo do Programa Erasmus+, no Departamento de Conservação do Victoria and Albert Museum, em Londres, desenvolvendo a área da Conservação Preventiva. Explora um dos projetos desenvolvidos durante este período, com base no conceito de ciência aplicada à conservação. Aborda uma investigação sobre a qualidade do ar, mais especificamente sobre a poluição por partículas, decorrente do extenso processo de construção e renovação de espaços, em curso no museu. Assumindo uma metodologia inovadora em contexto museológico de monitorização de partículas, através de um contador laser portátil, detalha as diferentes etapas do estudo e o equipamento utilizado, apresentando resultados e, considerando os seus efeitos nas coleções, como foram explorados, no sentido de propostas de melhoria em termos de políticas e práticas de atuação.

PALAVRAS-CHAVE

Victoria & Albert Museum;
Poluição por partículas;
Gestão da qualidade do ar interior;
Monitor de partículas a laser portátil;
Conservação preventiva.

ABSTRACT

This article arises in the context of the second year of the MA in Museology, because of a six months internship, part of the Erasmus+ programme, that took place at the Conservation Department of the Victoria and Albert Museum, in London, focused on the field of Preventive Conservation. It explores one of the projects developed during this period, associated to the concept of Conservation Science. An investigation into the air quality of the museum, specifically a study on particulate pollution, considering the extensive building works and refurbishment taking place at the museum. Using an innovative methodology for the museum sector of monitoring particles, by means of a handheld particle counter, it details the different steps taken and the equipment used, presenting results and, considering its effects on collections, discussing outcomes and suggesting how to improve in terms of actions and policies.

KEYWORDS

*Victoria & Albert Museum;
Particulate pollution;
Managing indoor air quality;
Handheld particle counter;
Preventive conservation.*

NOTA BIOGRÁFICA

Clarisse Ranhada Lima concluiu em 2014, na FLUP, a licenciatura em História. Prosseguiu a sua formação na mesma instituição com o Mestrado em Museologia, tendo realizado um estágio curricular no Victoria and Albert Museum em Londres, no Departamento de Conservação, explorando a temática da Conservação Preventiva, particularmente aspetos ligados à gestão ambiental. Nesse âmbito, participou nas seguintes conferências com apresentações em formato oral e poster: Seminário de Jovens Investigadores: Museus, Património e Desenvolvimento, FLUP. Maio de 2016; 2nd International Conference on Science and Engineering in Arts, Heritage and Archaeology, Universidade de Oxford. Junho de 2016.

BIOGRAPHICAL NOTE

Clarisse Ranhada Lima, concluded in 2014, a BA (Hons) in History at FLUP. Continuing her academic development in the same institution with an MA in Museology, having performed a curricular internship at the Victoria and Albert Museum in London. Taking place in the Conservation Department, exploring the theme of preventive conservation and, particularly aspects related to environmental management in this context. Having participated in conferences with presentations on the themes explored during the internship - "Young Researchers Seminar: Museums, Heritage and Development" in May 2016; in Second International Conference on Science and Engineering in the Arts, Heritage and Archeology (SEAHA) in June 2016.

INTRODUÇÃO

Este artigo visa apresentar um estudo desenvolvido, entre outras atividades, durante um estágio curricular no Victoria & Albert Museum (V&A), em Londres, que decorreu entre janeiro e junho de 2016, ao abrigo do Programa Erasmus+, especificamente na Secção de Ciência da Conservação, do Departamento de Conservação, explorando as questões da gestão ambiental do museu, no âmbito do plano de ação de conservação preventiva das coleções.

O V&A foi fundado em 1852, na sequência da Grande Exposição de 1851, com o intuito de educar e inspirar o público e as indústrias nacionais. Tem uma longa história no âmbito da inovação em termos da conservação. Já no século XIX eram produzidos estudos sobre o que hoje conhecemos como conservação preventiva, investigando os efeitos da poluição e da luz nos objetos.

Atualmente, o Departamento de Conservação conta com uma secção responsável pela ciência da conservação, isto é, que desenvolve investigação científica relacionada com os objetos e as condições em que estão inseridos, desde a análise e caracterização material, à gestão de risco de danos e perdas inerentes à ação de diferentes agentes, especialmente os ambientais. Este grupo é uma componente essencial que contribui diariamente para a gestão das coleções e dos espaços, funcionando em colaboração com outros profissionais da conservação preventiva existentes no museu.

A literatura dedicada à gestão ambiental é vasta e beneficia do desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias. Há obras de referência, como a de Garry Thomson “Museum Environment”. Apesar de ter sido publicada pela primeira vez em 1978, foi atualizada (Thomson, 1986) e permanece relevante, mesmo que as perspetivas sobre determinados valores tenham evoluído, fruto da investigação desenvolvida. Bem mais recente, o “Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales” publicado pelo Ministério da Cultura Espanhol (A. Herráez, Enríquez de Salamanca, Pastor Arenas, & Gil Muñoz, 2014) de teor mais generalista, que visa informar os responsáveis e funcionários de instituições sobre as principais considerações a ter em mente e conselhos práticos na hora de proceder à gestão das necessidades ambientais dos museus.

No âmbito da gestão ambiental, o estudo do impacto da poluição atmosférica no património, particularmente nas coleções expostas em museus em áreas urbanas com grandes níveis de poluição, tem ganho relevância, com estudos considerando quer a poluição gasosa quer particulada (Brimblecombe, 2003; Cardell et al., 2013; Van Grieken, 2014).

1. OBJETIVO GERAL

Este artigo visa explorar a questão da poluição por partículas, o que significa exatamente e como afeta os museus e as coleções, com interesse de aplicação específico pelo contexto

de exposição do V&A e no sentido de partilhar uma experiência de monitorização e de plano de ação decorrente, para prevenção/mitigação de danos.

2. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E MUSEUS

A utilização de expressões como Ciências do Património (Heritage Sciences) pode ser considerada recente, mas os seus conceitos e a sua aplicação não é propriamente nova, particularmente no âmbito da poluição. Já em 1843, Michael Faraday, numa palestra, se referia aos efeitos nocivos da poluição para os livros (Strlic, 2015) e, em 1859, fazia parte do comité para analisar os possíveis efeitos nocivos da iluminação a gás, recém-instalada em algumas das galerias de pintura do V&A (V&A, 2013).

Considerando estes exemplos, não surpreende que a gestão ambiental aplicada ao património tenha vindo a explorar, cada vez mais, as questões associadas à qualidade do ar. Assim, investigações sobre o impacto da poluição atmosférica das grandes cidades em espaços musealizados e nas suas coleções, têm surgido em abundância nas últimas décadas, nomeadamente através de centros de investigação em universidades, como é o caso da London Air Quality Network criada e gerida pela King's College London (ERG, 2017). Nestes estudos, são avaliados vários fatores, como a sensibilidade dos materiais, tipos de poluição, localização, os percursos dos visitantes, ventilação dos espaços, por exemplo (Nazaroff et al., 1993; Grau-Bové & Strlic, 2013; Grau-Bové et al., 2016).

Por norma, são estudos que envolvem equipas interdisciplinares que utilizam técnicas e equipamentos que foram desenvolvidos para a área da saúde e cujos valores de referência são utilizados para avaliar a qualidade do ar interior (Tittarelli et al., 2008; Knight, 2011).

2.1. POLUENTES

Em termos genéricos, podemos definir poluentes atmosféricos como as substâncias gasosas, sólidas ou líquidas presentes no ar e que perturbam negativamente o seu equilíbrio, podendo ser de origem natural ou resultado da atividade humana. Os efeitos dependem de vários fatores, nomeadamente a sua categoria, caso sejam poluentes primários, resultantes da emissão direta das suas fontes, ou secundários, transformações que, na atmosfera, resultam do contacto/reação com outros poluentes já presentes (Tétreault, 2003; Grzywacz, 2006).

Jean Tétreault, na sua obra “Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies, and Preservation Management” (2003) identifica uma série de poluentes atmosféricos e explora aprofundadamente a forma como surgem e os seus efeitos nos museus e coleções, apresentando meios de monitorização e mitigação dos mesmos. Para ele, os poluentes podem ser categorizados em 8 grupos químicos¹, sendo que as partículas são consideradas um nono grupo (p. 8). As suas origens são variadas, podendo ser exteriores aos museus, normalmente de origem industrial ou no combustível dos meios de transportes, ou interiores, provindo de produtos de limpeza, de materiais de construção ou decoração, dos visitantes e dos próprios objetos. Assinalando

a dificuldade em monitorizar e controlar os poluentes individualmente, apresenta o Princípio de Pareto (p. 7), também conhecido como a Regra 80-20, defendendo que 80% dos poluentes podem ser controlados se os 20% mais significativos, mais nocivos, o forem e salienta 7² poluentes do grupo previamente mencionado.

2.1.1. PARTÍCULAS

De forma popular, a poluição por partículas pode ser resumida pela palavra ‘pó’, utilizada diariamente para descrever uma variedade de partículas com diferentes origens, dimensões, composições; fatores que, a prazo, podem afetar as coleções. A sua deposição e acumulação causam efeitos nocivos para as coleções, sendo importante o seu estudo e conhecimento, para prevenir o dano.

As partículas apresentam tipos distintos de origem e fontes variadas. A principal origem é antropogénica. As pessoas, ao entrar, visitar e ocupar um espaço, deixam sempre vestígios, como cabelo, pele e fibras têxteis oriundas da sua roupa. Para além disto, transportam consigo partículas compostas por terra, fuligem e outras sujidades existentes no ambiente exterior – “They also bring inorganic particles on their clothes, as well as mud and grit on shoes, on pushchairs and wheelchairs and on dirty equipment such as scaffolding. People leave fingerprints on metal, glass and wood surfaces, and soiling on textiles and wallpaper” (National Trust, 2006, p. 62).

As indústrias e a queima de combustíveis fósseis são também fontes com grande relevância. “The movement of air transports light particles into houses, including by-products from indus-

try such as pulverized fuel ash, salt crystals from salting the road or sea spray, clay and sand from fields and paths surrounding the house, soot from bonfires or domestic fires, and other carbon-based by products from traffic” (National Trust, 2006, p. 62).

A natureza é também responsável por uma percentagem significativa de partículas, tais como pólenes e esporos, particularmente nos meses de primavera, salinas, provindas do mar, ou cinzas de erupções vulcânicas, por exemplo.

A maioria dos estudos sobre poluição em espaços urbanos explora esta questão, devido à sua relação direta. O desenvolvido no Correr Museum, Veneza, em 1999 (Camuffo, Brimblecombe, Grieken, et al, 1999), é um excelente exemplo, em que foram analisados vários fatores, como o microclima interno, os níveis de poluição e consequentemente os níveis de deposição, tal como os níveis de partículas em suspensão.

Para além de perceber as fontes emissoras de partículas, importa perceber as suas dimensões (Fig. 1) e como isso influencia a sua deposição nos objetos.

Em termos de dimensões, as partículas podem ser classificadas em ultrafinas, finas e grosseiras, conforme o indicado na Tab. 1.

Também referidas como matéria particulada ou PM (particulate matter), nesta escala utilizam-se, maioritariamente, as PM_{2.5} e PM₁₀, tidas como referências na área da saúde, por corresponderem aos diâmetros de partículas inaláveis.

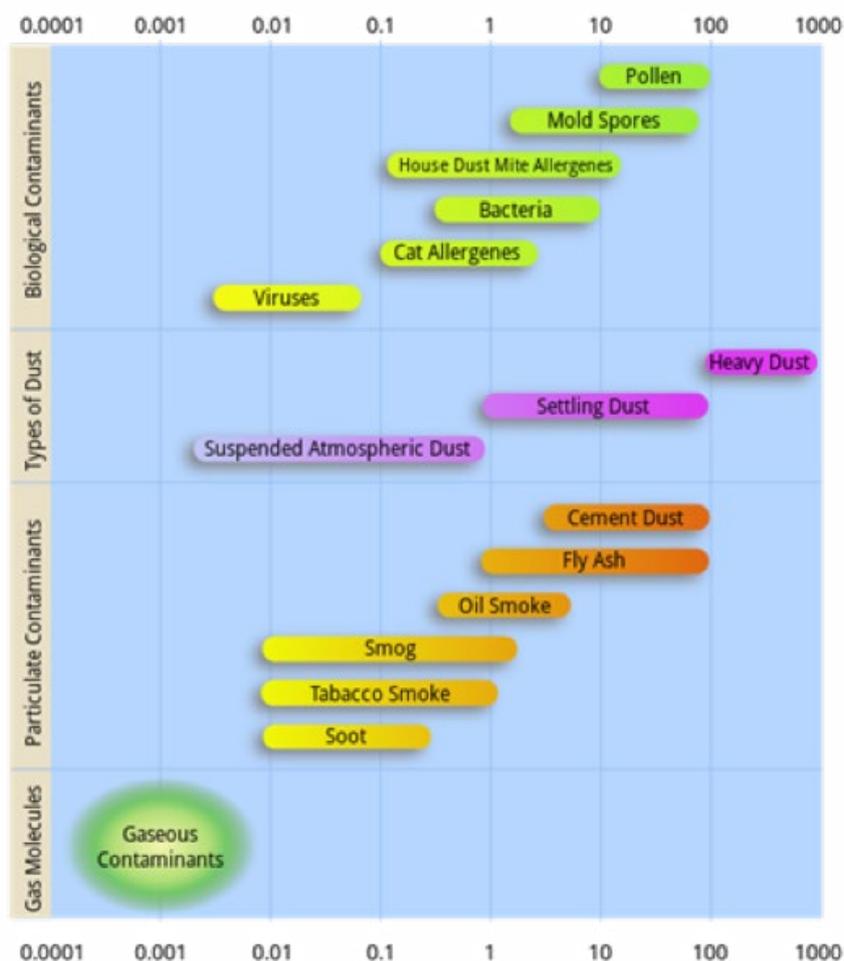


Fig. 1 - Organização e classificação de alguns tipos de partículas presentes na atmosfera, em função da sua natureza e dimensão. Fonte: Wikipedia, 2016.

Tab. 1 - Classificação das dimensões das partículas em função das suas dimensões.

PARTÍCULAS	DIMENSÕES (MICRÓMETROS, µm)
Ultrafinas	0.01-0.1
Finas	0.1-2.5
Grosseiras	=2.5-10

Fonte: Lima, 2017, p. 80.

Associada à questão da dimensão está o modo de acumulação (Fig. 2), que se relaciona com a velocidade de deposição, isto é, o tempo em que permanecem em suspensão e levam a depositar-se.

Resumidamente, importa perceber que as partículas mais finas, devido à sua dimensão e leveza, permanecem mais tempo na atmosfera e viajam maiores distâncias desde o seu ponto de origem e, quando finalmente se depositam,

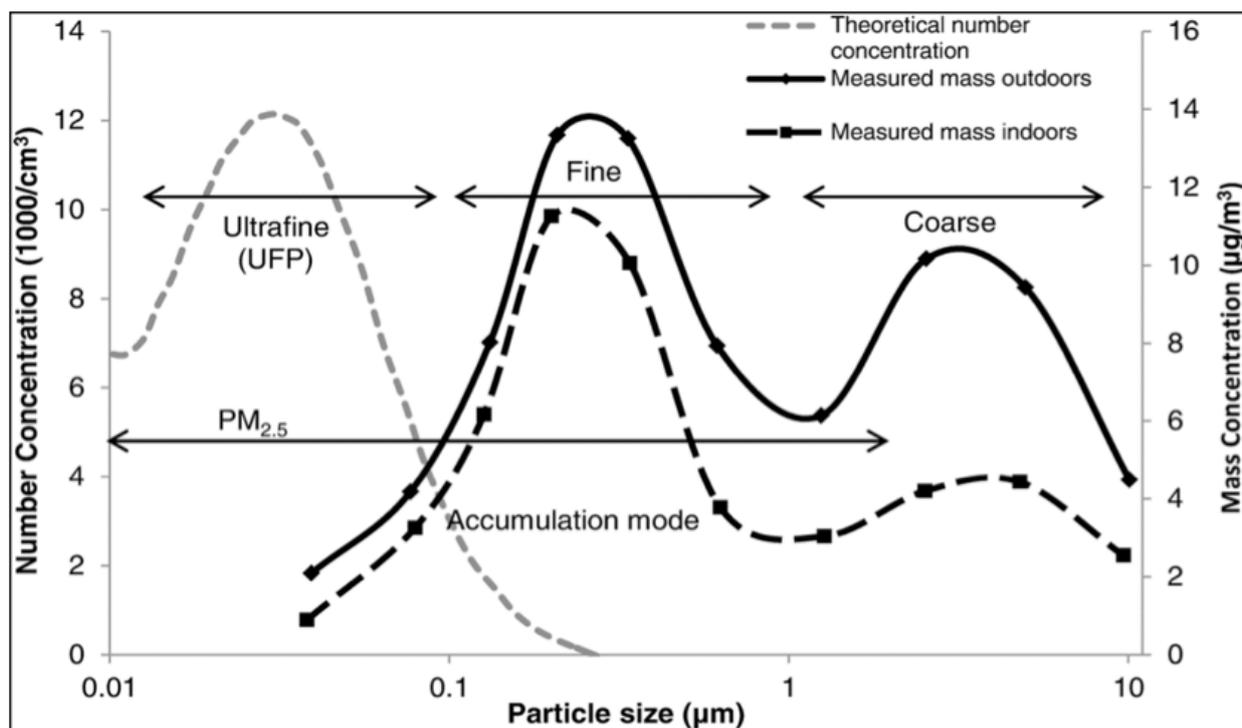


Fig. 2 - Dimensões de partículas (μm), concentração e modo de acumulação.

Fonte: Grau-Bové & Strlic, 2013, p. 2.

entranham-se mais facilmente nas superfícies dos objetos, consoante as suas características. Já as partículas maiores, sendo mais pesadas, tendem a depositar mais rapidamente, percorrendo distâncias menores no ambiente do museu, acumulando-se perto do seu ponto de origem. “Lightweight dust is moved around a house by currents of air. (...) Heavier inorganic particles can be displaced by activity, such as the movement of visitors’ feet, but soon fall to the ground. Heavier particles tend to accumulate near the point at which they entered the house” (National Trust, 2006, p. 63).

2.1.1.1. IMPACTE NOS MUSEUS

A deposição de partículas em museus é problemática por diversas razões. Em regra, afeta a experiência dos visitantes. As pessoas não gostam

de visitar espaços com uma aparência inadequada, principalmente quando se trata de exposições com entrada paga. Em termos da conservação de coleções, é ainda mais problemática, pelos potenciais danos – “When dust is left to settle it can accelerate biological, chemical and physical deterioration of objects” (Shah et al., 2011, p. 24). Por outro lado, a poeira constitui uma das principais fontes de nutrição para diferentes organismos que, podendo proliferar, rapidamente atacam os objetos, sendo os têxteis especialmente vulneráveis (Shah et al., 2011).

Os efeitos estão associados à composição, estado e quantidade de partículas. Podem reagir em sinergia com outros parâmetros ambientais, absorvendo humidade e acelerando processos de corrosão ou permitindo o crescimento de fungos. Para além disso, se for necessário pro-

ceder a limpezas frequentes dos objetos, para além dos recursos e tempo dedicados nessas atividades, existe o risco de dano em termos mecânicos, por ação abrasiva. O dano pode ser cumulativo e alterar a resistência dos materiais, desgastando ou removendo detalhes. Neste âmbito, algumas instituições, como a National Trust, distinguem entre o conceito de poeira e sujidade (Dust e Dirt), em que “Dust is defined as dry particles that are removable from surfaces by brushing or vacuuming (...) Dirt is defined as matter that is bound more strongly to a surface, and requires more abrasive, wet or chemical methods to remove it” (National Trust, 2006, p. 62).

Assim, considerar a poeira como um agente de degradação, é o primeiro passo para prevenir a ocorrência de dano.

3. O CASO DE ESTUDO. PARTÍCULA(RIZANDO) O V&A

3.1. ESTUDOS PRÉVIOS E ENQUADRAMENTO

O V&A tem já algum historial neste tipo de estudo, relativo à poluição por partículas. Os estudos não fazem parte dos procedimentos de rotina no que toca à gestão da conservação preventiva, mas surgem consoante as necessidades do museu e das coleções, para determinados espaços considerados em risco ou com objetos particularmente vulneráveis. O primeiro foi feito em 1996, no já extinto Theatre Museum, em Covent Garden, utilizando a técnica de monitorização por lâmina de vidro (glass slide technique), que foi adaptada por Ford e Adams (1999) para analisar os níveis de deposição de partí-

culas em museus. Trata-se de uma técnica simples, mas que exige recursos e tempo. Recorre a lâminas de vidro (usadas na microscopia), que são limpas, e cujo nível de brilho (gloss) é medido. As lâminas são expostas nas galerias ou espaços selecionados, por um determinado período de tempo; algumas semanas, por norma. A comparação dos resultados, após a exposição, permite quantificar a deposição por semana, como unidade de sujidade por semana (soiling unit per week), a unidade de medida utilizada neste âmbito.

No V&A, estes estudos foram desenvolvidos em diversas exposições temporárias (Tab. 2), de modo a determinar valores e procurar soluções práticas para minimizar a deposição em objetos que estavam expostos sem proteção, isto é, fora de vitrinas.

Em termos de resultados, foram feitas várias comparações entre as diferentes exposições, considerando a localização dos objetos em relação às entradas e saídas, à altura em que se encontravam e ainda à distância a que se encontravam dos visitantes.

A análise dos dados permitiu obter algumas informações úteis sobre distâncias, alturas adequadas e ainda alterações aos circuitos dos visitantes, o que conduziu a uma redução da deposição de partículas nos objetos (Adams, Hunter, & Shah, 2011).

Para além de uma análise dos níveis de deposição, a composição das partículas também foi analisada. A empresa DustScan (Dust Consultancy and Dust Monitoring) foi contratada pelo museu para analisar amostras de partículas re-

Tab. 2 - Exposições temporárias dos últimos anos em que foram realizados estudos de deposição de partículas, incluindo detalhes sobre os locais de amostragem e respetiva duração do estudo.

EXPOSIÇÃO	DATA	LOCAIS	DURAÇÃO (SEMANAS)
Maharaja: The Splendour of India's Royal Courts	2009 - 2010	11 - Exposição	14
Diaghilev and the Golden Age of the Ballets Russes, 1909-1929	2010-2011	25 - Exposição 5 - Exterior da exposição.	6
Ballgowns: British Glamour Since 1950	2012 - 2013	5 - Exposição 5 - Exterior da exposição	11
Club to Catwalk: London's Fashion in the 1980s	2013 - 2014	5 - Exposição 5 - Exterior da exposição	12

Fonte: Lima, 2017, p. 89.

colhidas da exposição temporária “Ballgowns”. A maioria resultava de fibras (naturais e sintéticas) da roupa dos visitantes. Ocasionalmente, partículas minerais estavam presentes, possivelmente de fontes externas como trânsito ou as obras de renovação a decorrer. Partículas orgânicas, como fragmentos de pele e cabelo, também foram detetadas; algo espetável num museu com um grande número de visitantes (DustScan, 2012). Perante tal contexto, o museu tomou a decisão de passar a colocar os objetos expostos nas galerias em questão (G.40 e 40a) em vitrinas, passando a estar protegidos e deixando de existir a necessidade de controlar os níveis da deposição, do ponto de vista da conservação.

Paralelamente, os projetos Future Plan estão, desde 2001, a renovar o V&A em diferentes eta-

pas, criando ou renovando áreas públicas do museu. Recentemente, o “Exhibition Road Building Project” renovou a ala oeste do museu, criando novas galerias, mas também uma nova entrada para o museu, com loja, cafetaria e um pátio.

Um projeto de tal escala levantou algumas questões no âmbito da preservação do edifício e das coleções. Inicialmente, as preocupações centraram-se nas vibrações e nos danos que estas poderiam causar, não só a um edifício vitoriano como a coleções mais frágeis. Numa fase posterior, focaram-se na entrada de partículas nas galerias e no modo de a prevenir. Foram, desde o início, colocadas em prática medidas preventivas, nomeadamente com recurso à criação de barreiras físicas, como portas reforçadas com cantos e fissuras tapadas e painéis (Hoardings), que bloquearam os arcos de entradas nas

galerias. Os painéis foram selados nas laterais, foram colocadas tiras com cerdas nas portas e, nas zonas de transição entre local das obras e galerias, foram colocados tapetes aderentes. Para além disso, foram feitas inspeções regulares às zonas mais próximas das obras. Tudo isto possível graças a uma colaboração entre a secção de ciência e a equipa de projetos.

No entanto, por diversas vezes, a atividade operária intensa causou distúrbios nos espaços expositivos, devido ao ingresso de grandes quantidades de partículas. Assim, a questão da deposição de partículas ganhou uma nova relevância na instituição e foi necessário realizar um novo estudo, mas com diferenças metodológicas consideráveis.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este foi o ponto de partida do trabalho desenvolvido no estágio, que pretendia identificar que zonas do museu eram as mais afetadas pela contaminação por partículas, resultantes das obras inerentes ao “Exhibition Road Building Project”, em termos de concentrações, para além de tentar encontrar padrões horários e espaciais.

3.3. METODOLOGIA

3.3.1. PLANO DE MONITORIZAÇÃO

A principal diferença entre este estudo e os anteriores foi a metodologia assumida, tendo sido desenvolvido um programa de monitorização com base num novo equipamento disponível: um contador de partículas laser portátil - AEROCET-531S, da Met One Instruments Inc. (Fig. 3).



Fig. 3 - AEROCET-531S, Met One Instruments, Inc.
Fonte: Met One Instruments, 2017.

A mais-valia deste equipamento é apresentar leituras imediatas da qualidade do ar, ou seja, ao fim de 60 segundos consegue providenciar uma contagem do número de partículas atmosféricas suspensas e a sua quantidade para cada uma das diferentes dimensões, tornando-se numa forma conveniente e rápida de estimar as concentrações de partículas numa determinada área, permitindo recolher informações sobre a qualidade do ar de dois modos:

- 0.3; 0.5; 1.0; 5.0; 10 micrómetros (μm)
- PM1; PM 2.5; PM4; PM7; PM10; TSP (Total Suspended Particles)

Os dados recolhidos são armazenados no equipamento, sendo imediatamente possível visualizá-los e transferi-los através de um software específico (COMET). Para além disto, sendo portátil, permite que uma pessoa num só dia consiga cobrir uma grande área. É ainda possível deixar o instrumento em galerias para re-

longo, desde a preparação do equipamento, a recolha de dados, a transferência e organização dos mesmos e sistematização da informação recolhida.

3.3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de dados foi feita utilizando software e ferramentas Open Source e provou ser um desafio, devido à falta de conhecimento prévio neste âmbito da programação. O objetivo foi o de reduzir custos com programas e software, ensaiando a recurso a ferramentas disponibilizadas gratuitamente online, como o Google Maps, Google Fusion Tables (Google Research, 2017) e R (The R Foundation, 2017), e gerir a informação recolhida de forma mais sistemática e eficiente.

Para além da criação de mapas do tipo apresentado na Fig. 4, o conjunto foi também essencial na criação de mapas representativos da distribuição da concentração de partículas pelo museu, como o apresentado na Fig. 5, constituindo uma forma eficaz de compreender que galerias apresentam uma maior concentração de partículas. Neste caso, os mapas apresentam a concentração total de partículas em suspensão (TPS), sendo, portanto, possível distinguir as zonas mais afetadas com base na tonalidade mais alaranjada/avermelhada da região em comparação com os outros locais. Como seria espectável, as zonas adjacentes às obras de renovação e entradas do museu apresentaram leituras com valores mais elevados. No entanto, a instalação de

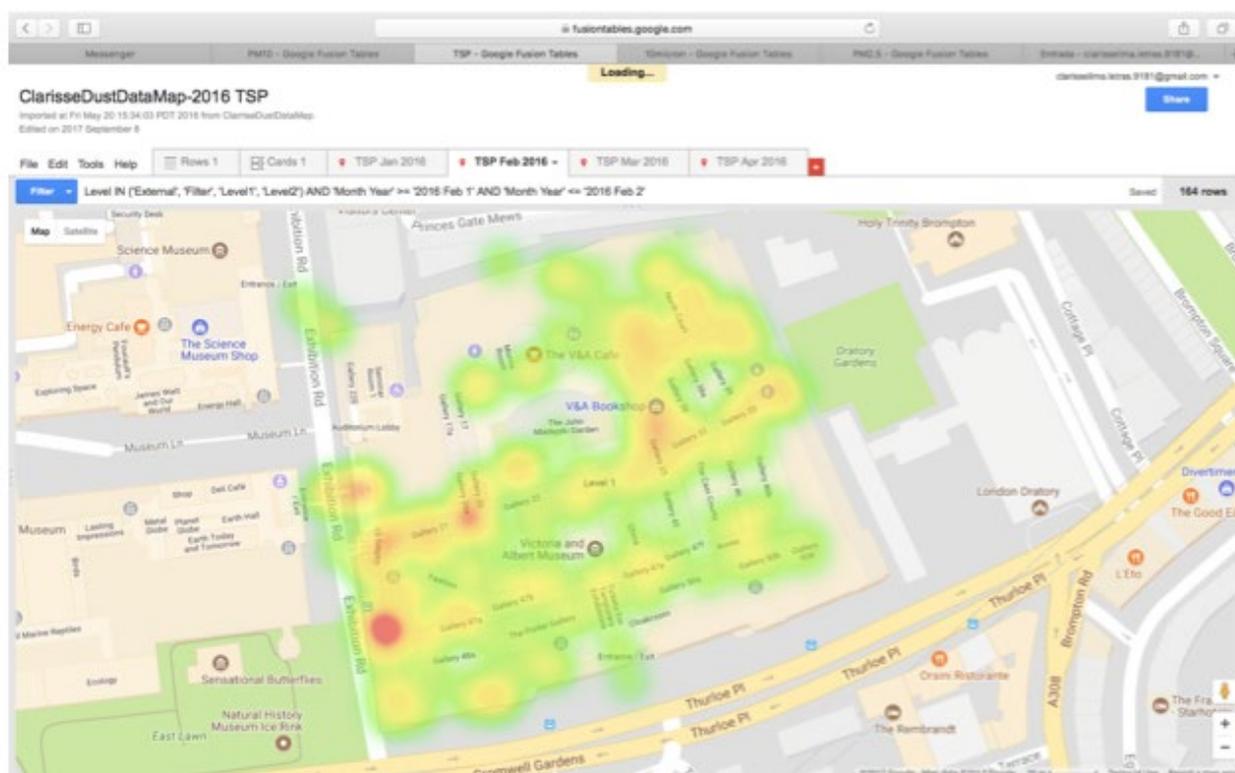


Fig. 5 - Representação da distribuição de TPS nas galerias do piso térreo do V&A, em fevereiro de 2016.

novas exposições também mostrou influenciar estes níveis, tal como o maior número de visitantes nos períodos de férias escolares.

Após analisar a distribuição das partículas pelo museu, foi feita uma análise em alguns locais em termos de variação horária, nomeadamente numa das entradas do museu; precisamente a que se encontra mais próxima das obras, onde predominam partículas finas, com uma subida visível entre as 7 e as 8 da manhã, horário em que começam as obras. Além de mapas com o valor total de partículas em suspensão foram também criados mapas com os valores de PM_{2.5} e PM₁₀, para depois tentar perceber qual é o mais prevalente (Fig. 6).

A monitorização contínua das galerias Hintze (G20 e G21) revelou concentrações elevadas recorrentes, indicando que algumas das medidas preventivas não estariam a ser eficazes. Em sequência e no sentido de identificar a sua origem, procedeu-se à inspeção a uma escala mais próxima e detalhada em alguns locais, tendo, efetivamente, sido detetadas falhas no isolamento de alguns painéis. A sua reduzida dimensão tornava difícil a sua deteção, mas era suficiente para permitir a contaminação do ambiente interior a partir do exterior, de obras. Juntamente com a equipa de projetos, as falhas foram colmatadas, conduzindo à rápida melhoria dos resultados.

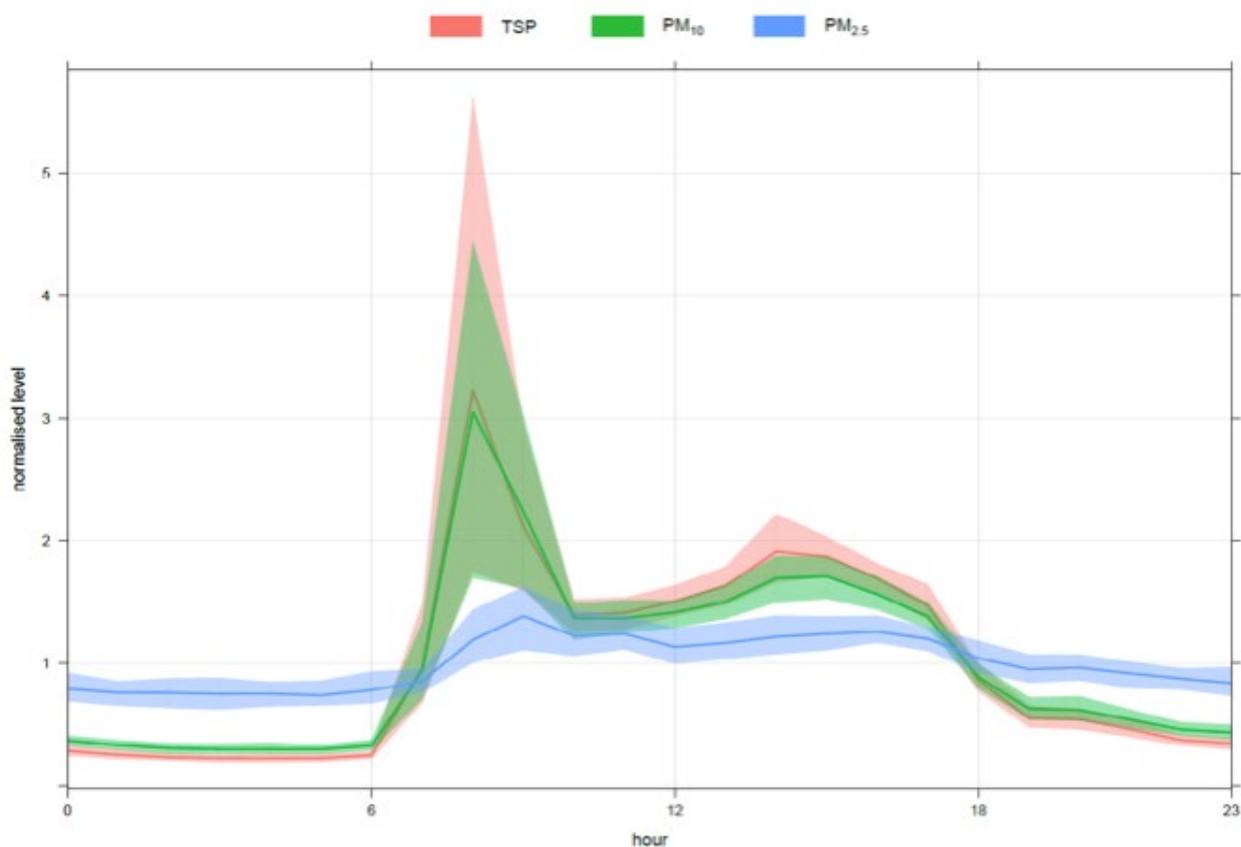


Fig. 6 - Representação da variação horária nas concentrações de partículas numa galeria do V&A, em fevereiro 2016. Fonte: Lima, 2017, p. 106.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi um processo de aprendizagem, por diversos motivos. Não só pela sua temática em questão, que exigiu a aquisição de uma série de conhecimentos específicos, mas também pelas dificuldades no tratamento de dados. O processo de recolha de dados foi relativamente simples. No entanto, a análise de dados suscitou várias questões e fez compreender as lacunas existentes no plano de prevenção e no próprio plano de monitorização.

Este tipo de estudo é útil na medida em que permite compreender melhor o ambiente em que os objetos estão inseridos, possibilitando a identificação de zonas com uma maior concentração de partículas e que necessitam de ação prioritária. No entanto, uma análise da poluição por partículas é algo complexo do ponto de vista científico, que requer a consideração de vários fatores e a compilação de vários dados de diferentes fontes, como o número de visitantes e o clima externo, a dimensão do espaço, altura e distância dos objetos, os sistemas de circulação do ar, entre outros. Todos estes fatores influenciam as concentrações de partículas na atmosfera. Durante o processo de recolha de dados, vários destes fatores não foram explorados na sua devida extensão, isto é, não foram registados com a mesma regularidade que os níveis de concentração. Assim, apesar de ter resultado em alguns dados úteis para o museu, tratou-se apenas de um estudo preliminar.

Compreender as limitações deste estudo permitiu ‘aprender com os erros’ e considerar diferentes aspetos e componentes, levando a uma revisão da literatura e da metodologia, adqui-

rindo competências de modo a, no futuro, proceder a uma abordagem mais aprofundada da temática em estudo.

NOTAS

1. “Amines (RNR); Aldehydes (RCOH) and carboxylic acids (RCOOH); Nitrogen oxide compounds (NOX); Oxidized Sulphur Gases (SOx or S+); Oxygen (O²) and Ozone (O³); Peroxides (ROOR); Reduced Sulphur Gases (S); Water Vapour (H²O); Particles (fine and coarse)” (Tétreault, 2003, p. 8).
2. Ácido acético; Sulfureto de hidrogénio; Dióxido de azoto; Ozono; Partículas; Dióxido de enxofre; Vapor de água (Tétreault, 2003, pp. 10-17).

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos orientadores de estágio a que este artigo está associado, os Professores Doutores Paula Menino Homem e Boris Pretzel. De seguida, gostaria de agradecer aos funcionários do museu e pessoas do ramo, com quem contactei diariamente e tornaram este estágio uma experiência tão memorável, nomeadamente a Bhavesh Shah, pelo apoio constante e incondicional neste percurso.

REFERÊNCIAS

- A. Herráez, J., Enríquez de Salamanca, G., Pastor Arenas, M. J., & Gil Muñoz, T. (2014). *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Adams, S., Hunter, S., & Shah, B. (2011). ‘Diaghilev and the Golden Age of the Ballets Russes, 1909-1929’ exhibition dust monitoring exercise. Victoria and Albert Museum, London.
- Tittarelli, A., Borgini, A., Bertoldi, M., De Saeger, E., Ruprecht, A., & Stefanoni, R. (2008). Estimation of particle mass concentration in ambient air using a particle counter. *Atmospheric Environment*, 8543–8548.
- Brimblecombe, P. (2003). *The Effects of Air Pollution on the Built Environment*. Singapore: Imperial College Press.
- Camuffo, D. (2014). *Microclimate for Cultural Heritage: Conservation, Restoration, and Maintenance of Indoor and Outdoor Monuments*. San Diego: Elsevier B.V.
- Camuffo, D., Brimblecombe, P., Van Grieken, R., Busse, H., Sturaro, G., Valentino, A., ... Kim, O. (1999). Indoor air quality at the Correr Museum, Venice, Italy. *Science of the Total Environment*, 236(1-3), 135-152. DOI: 10.1016/S0048-9697(99)00262-4
- Cardell, C., Urosevic, M., Sebastián-Pardo, E., Horemans, B., Kontozova-Deutsch, V., Potgieter-Vermaak, S., . . . Van Grieken, R. (2013). Risks of atmospheric aerosol for cultural heritage assets in Granada (Spain). *Proceedings of the International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage*, Santiago de Compostela, Spain, 2-5 October 2012 (pp. 45-50). Santiago de Compostela: CRC Press (Taylor & Francis Group).
- DustScan, D. M. (2012). *Light Microscopy Report for The Victoria and Albert Museum*. Oxford.
- ERG, T. E. (22 de junho de 2017). London Air Quality Network. Obtido de London Air: <https://www.monster.co.uk/career-advice/article/moving-from-it-support-to-it-manager>
- Ford, D., & Adams, S. (1999). Deposition rates of particulate matter in the internal environment of two London museums. *Atmospheric Environment*(33), 4901-4907.
- Google Research. (2017). About Fusion Tables. Obtido de Google Help: <https://support.google.com/fusiontables/answer/2571232?hl=en>
- Grau-Bové, J., & Strlic, M. (2013). Fine particulate matter in indoor cultural heritage: a literature review. *Heritage Science*, 1-8.
- Grau-Bové, J., Mazzei, L., Malkii-Ephstein, L., Thickett, D., & Strlic, M. (2016). Simulation of particulate matter ingress, dispersion and deposition in a historical building. *Journal of Cultural Heritage*, 199-208.

- Grzywacz, C. M. (2006). *Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- Knight, B. (Maio de 2011). Dust Deposition and Measurement in Libraries. *International Preservation News*, 53(Investigating and Monitoring Dust), 16-18.
- Lima, C. R. (2017). *Partícula(rizando) o V&A: conservação preventiva em ação*. Porto: Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.
- Met One Instruments, I. (2017). Aerocet 531S Handheld Particle Counter. Obtido de Indoor Air Monitoring: <http://metone.com/indoor-controlled-environments/controlled-environments/aerocet-531s-handheld-particle-counter/>
- National Trust. (2006). *The National Trust Manual of Housekeeping: Care and Conservation of Collections in Historic Houses*. National Trust.
- Nazaroff, W. W., Ligochi, M. P., Salmon, L. G., Cass, G. R., Fall, T., Jones, M. C., . . . Ma, T. (1993). *Airborne Particles in Museums (Research in Conservation ed.)*. The Getty Conservation Institute.
- Shah, B., Hunter, S., Adams, S., Bancroft, A., & Blyth, V. (2011). When the Dust Settles: Dust Monitoring in Exhibitions at the Victoria and Albert Museum. *International Preservation News*, 24-29 .
- Strlic, M. (17 de Novembro de 2015). A Brief Theory of Heritage Science. Obtido de Heritage Science Research Network: https://heritagescienceresearch.com/2015/11/17/theory_heritagescience/
- Tétreault, J. (2003). *Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies and Preservation Management*. Canadian Conservation Institute.
- The R Foundation. (2017). Getting Started. Obtido de The R Project for Statistical Computing: <https://www.r-project.org/>
- Thomson, G. (1986). *The Museum Environment*. London: Butterworth-Heinemann.
- Van Grieken, R. (2014). Air pollution and preventive conservation in some European Museums. *Proceedings of the Second International congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage, Sevilla, Spain, 24-27 June 2014 (pp. 19-23)*. Sevilla: CRP Press (Taylor&Francis Group).
- Victoria and Albert Museum. (10 de Setembro de 2013). Let there be light! Illuminating the V&A in the nineteenth century. Obtido de Victoria and Albert Museum: <http://www.vam.ac.uk/blog/tales-archives/let-there-be-light-illuminating-va-nineteenth-century>
- Wikipedia. (2016). Airborne-particulate Size Chart. Obtido de Particulates, from Wikipedia, the free encyclopedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Airborne-particulate-size-chart.svg>