

VI ENCONTRO
LUSO-BRASILEIRO
CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO
CONEXÕES 2021

Apontamentos sobre o uso de sistemas de iluminação artificial por fibra ótica no gerenciamento ambiental de coleções em museus da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG

Priscilla Batista Tôrres de Lacerda

torresmuseumologia@gmail.com (autora apresentadora)

Programa PIBIC CNPq, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, (BR)

Willi de Barros Gonçalves

PPG Artes e PPG em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (BR)

• Resumo

O objetivo deste artigo é comunicar os resultados preliminares de uma pesquisa em nível de iniciação científica. A pesquisa envolve o levantamento técnico acerca do estado da arte dos sistemas de iluminação artificial utilizados por museus de Belo Horizonte (MG) e Região Metropolitana, cadastrados na plataforma MuseusBR, com foco na infraestrutura, manutenção, consumo e eficiência energética, abordando o uso da fibra ótica como estratégia de iluminação artificial de coleções de bens culturais. A temática tem como pano de fundo a sustentabilidade, em um contexto de mudanças climáticas globais. A metodologia inclui pesquisa bibliográfica e exploratória por meio de formulário eletrônico. Os resultados preliminares apontam que: a maior parte dos museus pesquisados encontra-se instalada em edificações históricas; seus acervos são compostos em sua maioria por materiais orgânicos; predomina o uso de iluminação artificial; há pouco monitoramento dos níveis de luz incidentes nas coleções; a maioria das instituições não controla o consumo energético da iluminação; há grande adesão à tecnologia LED; e há falta de conhecimento sobre o sistema de iluminação por fibra ótica.

Palavras-Chave: conservação preventiva de coleções; gerenciamento ambiental de coleções – iluminação; fibra ótica.



UFPEL



• Abstract

This paper communicates the preliminary results of an undergraduate research. The research involves a technical survey about the state of the art of artificial lighting systems used by museums in Belo Horizonte (MG) and its Metropolitan Region, registered on the MuseusBR platform, focusing on infrastructure, maintenance, energy consumption, and efficiency. More specifically, it addresses the use of optical fiber as an artificial lighting strategy for cultural assets collections. The theme is primarily concerned with sustainability in the context of global climate changes. The method includes bibliographic and exploratory research using an electronic form. Preliminary results indicate that: most museums in the sample are located in historic buildings; their collections are mostly composed of organic materials; the use of artificial lighting predominates; there is little monitoring of incident light levels in the collections; most institutions do not control the energy consumption of lighting systems; there is great adherence to LED technology; the non-use of UV filters predominates; and there is a lack of knowledge about the fiber optic lighting system.

Keywords: Preventive conservation of collections; Environmental management of collections – Lighting; Fiber optics.

1. Introdução

A eficiência energética dos edifícios que abrigam coleções de bens culturais é um tema complexo. Relaciona-se com aspectos diversos do gerenciamento ambiental, que dizem respeito ao desempenho do edifício, particularmente com as estratégias arquitetônicas e os sistemas prediais de climatização e iluminação. Ela envolve a articulação de vários níveis de controle, desde o entorno e a implantação do edifício, passando pelos materiais e técnicas construtivas das envoltórias, as funções e conexões entre as salas e, em última instância, características do mobiliário e do próprio acervo.

A pesquisa em andamento se propõe a investigar respostas para a seguinte questão: qual é o estado da arte dos sistemas de iluminação utilizados por instituições de salvaguarda e pesquisa de acervos culturais, na região metropolitana de Belo Horizonte, com foco em infraestrutura, manutenção, consumo e eficiência energética?

Para Ashley-Smith *et al.* (2013), a economia de energia e a redução da pegada de carbono são imperativos globais. Segundo os autores, “museus e outras instituições culturais estão profundamente implicados nessas preocupações, como grandes consumidores de energia, particularmente aqueles abrigados em edifícios modernos” (ASHLEY-SMITH *et al.*, 2013, p. 9, tradução nossa).

Dentre as tecnologias para iluminar acervos com segurança e eficiência energética, cabe considerar o uso da fibra ótica como estratégia de iluminação artificial de coleções em exposição ou reserva técnica, justificando estudos de levantamento do estado da arte no uso dessa tecnologia em museus.

Segundo Peter Lawson-Smith, na introdução à obra de Kay (1999, p. XIII), a fibra óptica é um dos sistemas de iluminação remota. O sistema de iluminação por fibra óptica tem “muito a oferecer para o lighting designer” (KAY, 1999, p. XIII), com as vantagens de

“segurança, baixa manutenção e miniaturização dos acessórios de encaixe (...) deixando a cena visual de vitrines sem atrapalhar a expografia com peças intrusivas, afastando os perigos do calor, radiação ultravioleta e conexões elétricas” (KAY, 1999, p. XIII).

O sistema foi inventado para “criar iluminação com propriedades que permitem melhor **controle do ambiente**” (KAY, 1999, p. 1, grifo nosso). Diferente dos sistemas de iluminação convencionais, sua

“inovação foi colocar a fonte de luz longe do local onde a iluminação é necessária, mas em um local onde sempre seja cômoda sua substituição. Os raios de luz podem ser conduzidos aonde são necessários ao longo de uma série de guias de luz (flexíveis ou não), emergindo da fonte de luz distante” (KAY, 1999, p. 1).

O sistema de fibra ótica é composto por “fios muito flexíveis, com ‘caudas’ parecidas com um polvo, que fornecem múltiplos pontos de luz direcional alimentada por uma fonte colocada a uma distância” (KAY, 1999, p. 6). Desse modo, pode-se dizer que:

“O conceito de fibra ótica na iluminação funcional arquitetônica é muito simples. A câmara de lâmpadas é localizada longe da área a ser iluminada. Uma única fonte, colocada em um ponto conveniente, acende uma quantidade de pontos de luz. Os raios de luz são entregues na ponta de um número de guias de vidro bem flexíveis, envoltas em material opaco. Portanto, por causa da fragilidade, as fontes de luz convencionais por si só não podem ser instaladas em locais inacessíveis ou sobre objetos frágeis, onde uma lâmpada quebrada pode ser desastrosa” (KAY, 1999, p. 21).

Com o sistema de fibra ótica, “o lighting designer é livre para criar iluminação sofisticada com o equipamento de fonte luminosa escondido sempre que necessário” (KAY, 1999, p. 21).

“As caudas de vidro flexível podem ser introduzidas onde quer que fios de cobre convencionais possam ir. Para troca de lâmpada, as áreas expositivas não precisam ter entrada para troca, nem as áreas comerciais fortemente trafegadas precisam ser fechadas. Isso porque a necessidade de troca de lâmpada individualmente em cada ponto de luz é eliminada completamente” (KAY, 1999, p. 21).

Todas estas vantagens se dão pelo fato de uma única fonte de luz iluminar vários pontos. “A ideia de uma única fonte também significa que menos lâmpadas são necessárias para fornecer luz a múltiplos pontos de alto nível de luz direcional” (KAY, 1999, p. 21). “Exceto em catástrofe ou quebra acidental, a fibra tem durabilidade muito longa” (KAY, 1999, p. 29). Kay (1999, p. 29) informa que “há exemplos de sistemas de fibra ótica em operação há 30 anos.”

2. Metodologia

A metodologia envolveu pesquisa exploratória por amostragem não-probabilística intencional para levantamento do estado da arte da iluminação artificial e consumo energético dos museus em Belo Horizonte e Região Metropolitana (RMBH), com vistas ao

uso do sistema de iluminação artificial por fibra ótica, por meio de formulário eletrônico online, visando contornar as restrições da pandemia de COVID-19, que dificultou os levantamentos em campo.

A consulta às instituições foi precedida de levantamento bibliográfico para embasamento teórico, definição das perguntas do questionário e delimitação do objeto a ser pesquisado.

- **Definição da amostra de pesquisa**

A população a ser pesquisada foi definida por seleção não-aleatória, de acordo com os elementos objeto de estudo, quais sejam, os Museus de Belo Horizonte e Região Metropolitana. A amostra foi composta inicialmente por 94 instituições e foi levantada através de pesquisa na base de dados governamental oficial, a plataforma MuseusBR, na qual as instituições museais realizam autocadastro.

O conjunto inicial abrangeu museus, acervos universitários, centros de memória, casas de cultura, centros culturais (que possuem acervo museológico próprio), institutos, entre outros espaços culturais listados.

A amostragem não-probabilística intencional se justifica uma vez que, muito embora se conheça a população, que é finita, não se sabe qual é a parcela desta que possui em suas instalações o sistema de fibra ótica para iluminação artificial. Portanto, não se conhece a chance ou a probabilidade do elemento de estudo fazer parte da amostra. Cabe destacar a possibilidade de nem todos os museus da RMBH estarem cadastrados na plataforma governamental, uma vez que tal registro é feito pelos próprios museus.

Após verificações e contatos para averiguar quais instituições incluídas na amostra inicial estavam efetivamente em funcionamento, o questionário de pesquisa foi enviado para 77 instituições.

- **Questionário de pesquisa**

Para a elaboração do questionário da pesquisa, foram consideradas as referências estudadas na fase de revisão bibliográfica, com destaque para o protocolo de diagnóstico de condições de conservação de coleções desenvolvido por Gonçalves (2020).

O formulário eletrônico incluiu questões sobre a gestão das coleções e infraestrutura, particularmente a infraestrutura dos sistemas de iluminação presentes nas instituições pesquisadas.

Foi realizado um pré-teste com 06 (seis) instituições brasileiras selecionadas a partir de contatos prévios com um fabricante brasileiro de sistemas de iluminação por fibra ótica, por possuírem instalações de fibra ótica em seus sistemas de iluminação. O objetivo do pré-teste foi avaliar o questionário em termos de clareza e concisão das perguntas, bem como de formatação, antevendo o processamento dos resultados.

Previamente ao envio do questionário, a pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, processo que demandou extensa documentação, incluindo minuta das perguntas do questionário, o projeto de pesquisa, planejamento com

cronograma de execução, pareceres, elaboração de um termo de anuência institucional e o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido). Este último informava: o objetivo da pesquisa; sua metodologia; benefícios da pesquisa para o participante; riscos ao participante; participação voluntária e não remunerada; liberdade de recusa, interrupção ou arrependimento do preenchimento; cláusula de confidencialidade quanto ao uso, acesso e sigilo das informações fornecidas; forma e período de armazenamento e processamento de dados; e autorização para contato.

O questionário (Quadro 1) foi enviado aos dirigentes das instituições incluídas na amostra, que foram solicitados a dar anuência institucional à pesquisa e encaminhar o questionário ao(s) responsável(is) pela gestão/conservação das coleções. O formulário permaneceu aberto para respostas entre junho e agosto de 2021, procedendo-se neste intervalo contatos de lembrete para o preenchimento. Em alguns casos, de instituições com grande diversidade de espaços expositivos ou de armazenamento, foram feitas reuniões remotas para explicar o questionário e verificar a melhor maneira de incluir as referidas instituições na amostra de pesquisa.

Acerca do conteúdo das perguntas, cabe frisar concisamente o seu objetivo: é importante compreender a composição material predominante nos objetos do acervo (pergunta 2). A interação da luz com o objeto é uma variável essencial neste estudo para a avaliação de riscos na conservação preventiva de coleções. Deve-se levar em conta o mapeamento do estado da arte tanto no aspecto tecnológico da iluminação quanto no acervo a ser iluminado. Há vários tipos de objetos, materiais, pigmentos e respectivos níveis de responsividade à radiação. É necessário avaliar as categorias de materiais que compõem a maior parte do acervo, podendo ser categorizados sucintamente em materiais orgânicos, inorgânicos e híbridos.

Quadro 1: Questionário de pesquisa.

Nº	Pergunta	Alternativas
1	O edifício apresenta caráter histórico (é tombado ou considerado de interesse para preservação patrimonial)?	Múltipla escolha (S/N)
2	Qual é a tipologia de composição material predominante NA MAIORIA dos objetos do acervo?	Caixas de seleção: Materiais orgânicos (p. ex. papel, têxteis de fibras naturais, madeira, couro) / Materiais inorgânicos (p. ex. metal, pedra) / Materiais Híbridos (objetos e/ou coleções de composição orgânica/inorgânica).
3	O sistema de iluminação nas salas de exposição do museu utiliza predominantemente:	Múltipla escolha: Iluminação Natural / Iluminação Artificial / Iluminação Híbrida (Natural + artificial).
4	As condições do sistema de iluminação natural e/ou artificial (incluindo elementos de proteção e controle externos ou internos, como para-sóis, cortinas, películas e filtros em janelas ou luminárias, tipos de lâmpadas) favorecem a preservação das coleções, minimizando riscos de fotodeterioração (p. ex. alterações cromáticas)?	Múltipla escolha (S/N); Campo aberto para observações.

Nº	Pergunta	Alternativas
5	Há monitoramento ou já foi feita alguma medição da luz incidente no acervo?	Múltipla escolha (S/N).
5.1	Em caso positivo, informar como foi feita a medição.	Campo aberto para resposta em texto.
6	A instituição mantém algum tipo de registro e/ou controle do consumo energético mensal?	Múltipla escolha (S/N).
7	Que tipos de lâmpadas são utilizadas no museu? Pode marcar mais de um tipo.	Múltipla escolha (Incandescente / Fluorescente / LED / Outros – campo aberto).
8	Há filtros para radiação ultravioleta nas janelas e/ou nas lâmpadas/luminárias das salas de exposição?	Múltipla escolha (S/N).
9	Há algum sistema de iluminação por fibra ótica instalado nas salas de exposição?	Múltipla escolha (S/N).
9.1	Em caso positivo, informar o fabricante e modelo:	Campo aberto para resposta em texto.
9.2	Em caso negativo, considera que a instalação de um sistema de iluminação por fibra ótica melhoraria as condições de iluminação nas salas de exposição?	Múltipla escolha (S/N /Tenho dúvidas / outros) – campo aberto.
10	Nos últimos dois anos, o museu teve dificuldades para manutenção de sua infraestrutura, particularmente infraestrutura relacionada à illum. natural/artificial?	Múltipla escolha (S/N).
10.1	Em caso positivo, indique o(s) tipo(s) de dificuldade:	Troca de película UV / Troca de componentes sist. artificial convencional / Troca de componentes do sist. fibra ótica / Diminuição de fluxo luminoso em lâmpadas / Manutenção de gerador / Manutenção da limpeza / Mal funcionamento ou pane no sistema elétrico (exceto falta de energia por interrupção no fornecimento) / Manutenção ou limpeza de esquadrias / Manutenção elementos arquitetônicos de sombreamento / Manutenção e/ou custeio de sistema de climatização / Obras civis de construção ou reforma / Outros (campo aberto)
11	Observações / Informações complementares:	Campo aberto para resposta em texto.

Para entender o estado da arte em iluminação artificial nos museus pesquisados, é importante compreendermos a situação atual dos sistemas de iluminação das salas expositivas das instituições (pergunta 3). Assim, procuramos levantar qual é o sistema de iluminação atual das salas expositivas: natural, artificial ou híbrido.

Sobre o monitoramento (pergunta 5), cabe destacar que o passo inicial para o controle da iluminação é o conhecimento da extensão do dano que a radiação pode causar em quantidades incorretas, com base em dados de monitoramento principalmente nas salas de exposição, levando em conta que a luz é um agente de deterioração que, em

geral, causa danos cumulativos e irreversíveis ao acervo (TEIXEIRA E GHIZONI, 2012, p. 21). Ou seja, é necessário monitorar para ajustar as doses de iluminação aos padrões de conservação.

É igualmente importante considerar se a instituição mantém algum tipo de registro e/ou controle do consumo energético mensal (pergunta 6). Essa pergunta visa um contato futuro, na continuidade da pesquisa, sobre a eficiência energética dos edifícios que abrigam coleções e dialoga com a sustentabilidade ambiental em interface com a conservação preventiva de coleções. Relaciona-se com a pergunta anterior, uma vez que o monitoramento da radiação incidente pode ser cruzado com o consumo energético e a eficiência do sistema de iluminação. Um exemplo seria uma lâmpada utilizada no museu que, pelo desgaste natural do tempo, tem o seu fluxo luminoso diminuído ao longo do tempo, mas continua consumindo a mesma quantidade de energia. Ademais, conhecido o consumo energético, é possível setorizar o uso de energia de acordo com o ambiente e os gastos. Para exemplificar, um edifício climatizado possui de 16 a 41% de seu consumo devido ao uso de ar condicionado, sendo de 30 a 63% do consumo devido à iluminação artificial (GHISI, 2002, p. 13).

Acerca da pergunta sobre filtros de radiação ultravioleta (UV) nas janelas e luminárias (pergunta 8), é básico o entendimento de que a radiação UV deve ser completamente eliminada da área expositiva, devido a ser a frequência que provoca mais fotodeterioração e não contribui efetivamente para o conforto visual humano (CIE, 2004, p. 22; SZCZEPANOWSKA, 2013, p. 24).

A pergunta 9 focou no uso de sistemas de fibra ótica, procurando averiguar o quanto essa tecnologia é utilizada nos museus pesquisados. A pergunta 10 foi elaborada com a intenção de identificar as maiores dificuldades das instituições quanto à manutenção do sistema de iluminação, e a pergunta 11 para a inserção de quaisquer informações adicionais que o respondente julgasse conveniente para a pesquisa.

3. Resultados preliminares e discussão

Os resultados preliminares aqui apresentados foram baseados em 26 (vinte e seis) respostas institucionais ao questionário da pesquisa, até o fechamento deste artigo.

Das vinte e seis instituições respondentes, dez respostas foram fornecidas por pessoas que ocupam cargos de direção nas instituições. É interessante observar esse aspecto, uma vez que a visão do gestor impacta diretamente na tomada de decisão da escolha da melhor tecnologia de iluminação a ser aplicada na instituição.

Com relação às respostas da pergunta 1, caráter histórico do edifício (figura 1), 61,5% dos museus respondentes estão instalados em edifícios de caráter histórico (tombado ou considerado de interesse para a preservação patrimonial).

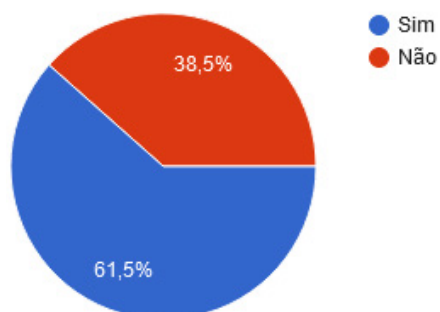


Figura 1: Gráfico referente às respostas da pergunta 1 – caráter histórico do edifício.

A publicação *Museus em Números* (IBRAM, 2011, p. 99-100) revela que 82,9% das edificações ocupadas por museus não foram inicialmente projetadas para essa função, ou seja, são edificações adaptadas. Relata-se que a maior parte dos museus ocupa espaços arquitetônicos de caráter histórico, pelo próprio valor histórico e/ou cultural do imóvel, que pode ter sido ocupado por figuras importantes, usado para exercer atividades estatais no passado ou atrelado a conjuntos históricos e/ou circuitos culturais pelo próprio valor estético, que reflete algum movimento arquitetônico e/ou elementos de determinada época. Na mesma publicação, informa-se a ocupação de residências, estabelecimentos públicos e privados, escolas, igrejas, ferrovias, instituições militares, casas de câmara e cadeia, espaços culturais, arquivos, bibliotecas, entre outras funções originais (IBRAM, 2011, p. 100 e 101). Alguns destes bens imóveis históricos são tombados por uma, duas ou três esferas de governo em nível municipal, estadual e federal, uma vez que o próprio instrumento de tombamento é utilizado como ferramenta para proteger determinado patrimônio.

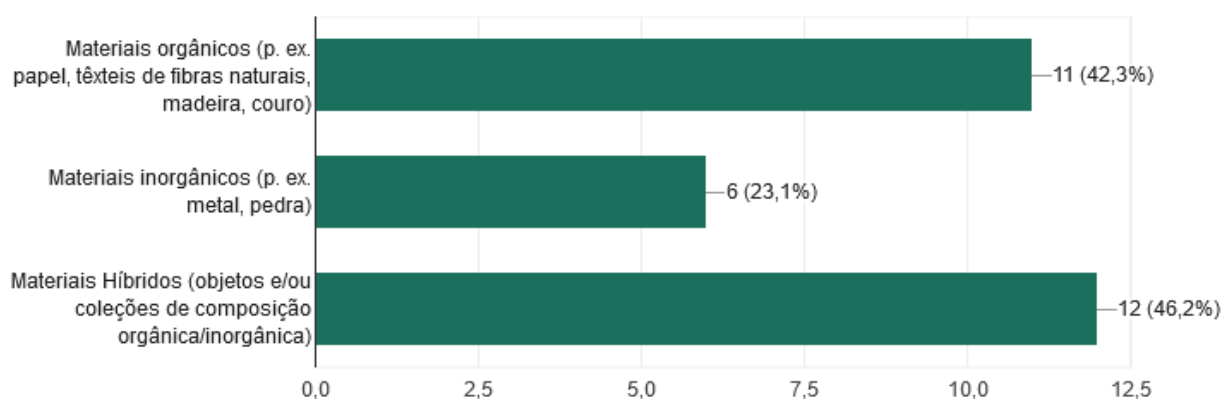
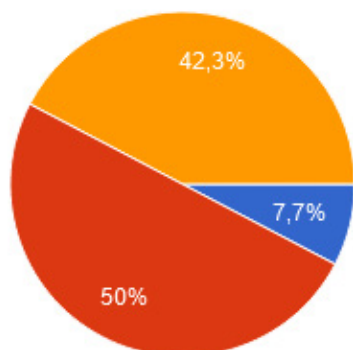


Figura 2: Gráfico referente às respostas da pergunta 2 – composição material do acervo.

Com relação às respostas da pergunta 2, associada à composição material do acervo (Figura 2), 42,3% dos museus respondentes possuem a composição de materiais orgânicos, 23,1% possuem materiais inorgânicos e 46,2% materiais híbridos. Cabe destacar que essa pergunta poderia ser marcada por mais de uma alternativa. Dos 26 museus respondentes, 3 deles marcaram mais de uma alternativa, sendo a combinação das alternativas de material orgânico e de material inorgânico, o que os classificaria como tipologia de materiais híbridos.



- Iluminação Natural
- Iluminação Artificial
- Iluminação Híbrida (Natural + artificial)

Com relação às respostas da pergunta 3, tipo de iluminação (figura 3), 42,3% dos museus respondentes utilizam predominantemente a iluminação híbrida, 50% utilizam predominantemente a iluminação artificial e 7,7% fazem uso da iluminação natural.

Figura 3: Gráfico referente às respostas da pergunta 3 – tipo de iluminação.

Nota-se, na amostra, a predominância do uso da técnica de iluminação artificial. É necessário, assim, pensar alternativas de custo e eficiência energética com uso combinado de iluminação natural e/ou sistemas de iluminação artificial mais eficientes e seguros para o acervo, como a iluminação através do sistema remoto de fibra óptica.

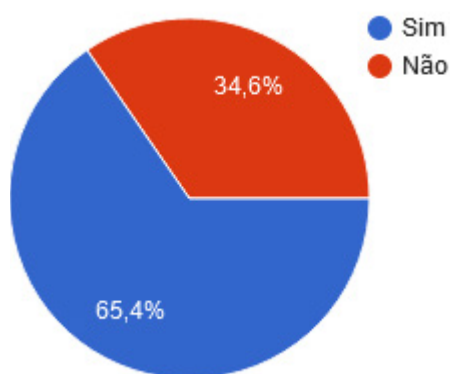


Figura 4: Gráfico referente às respostas da pergunta 4 – riscos de fotodeterioração.

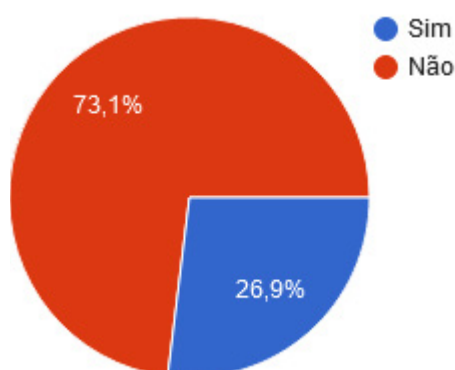


Figura 5: Gráfico referente às respostas da pergunta 5 – monitoramento da iluminação.

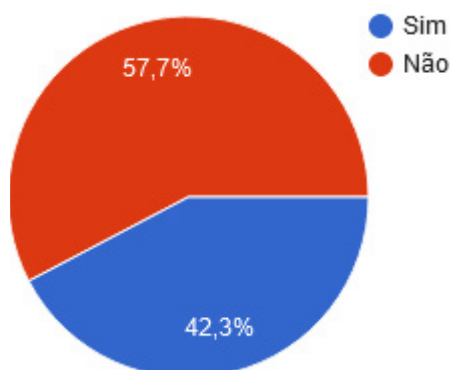


Figura 6: Gráfico referente às respostas da pergunta 6 – monitoramento de consumo energético.

Com relação às respostas da pergunta 4 (riscos de fotodeterioração – figura 4), 34,6% dos respondentes consideram que as condições do sistema de iluminação natural e/ou artificial favorecem a preservação das coleções, minimizando os riscos de fotodeterioração.

As instituições respondentes relataram: personalização de iluminação a cada troca de expografia; uso de elementos arquitetônicos como varandas e janelas de madeira; e medidas de manutenção do tempo em que a iluminação permanece desligada, tempo de abertura do local para minimização dos riscos e tempo de janelas fechadas para evitar o excesso de exposição à luz solar.

Com relação às respostas da pergunta 5 (monitoramento da iluminação – figura 5), 26,9% informaram realizar monitoramento e medição de luz incidente no acervo. Foi relatado o uso de luxímetros (manuais) e, em alguns casos, de registradores (*dataloggers*) em salas de exposição. Também foi informado que a iluminação é periodicamente analisada pela equipe de conservação e que a medição é realizada no momento da definição de quais películas de filtragem UV seriam utilizadas ou com monitoramento realizado na montagem de cada exposição. Há um relato de que funcionários do museu também realizam o monitoramento a olho nu.

É desejável que o monitoramento seja contínuo por pelo menos 12 (doze) meses para o cálculo de médias anuais e verificação da ocorrência de variações sazonais (REILLY *et al.*, 2007, p. 127). A norma técnica CIE 157/2004 (CIE, 2004) discrimina categorias de fotossensibilidade dos materiais componentes de coleções e indica diretrizes para o monitoramento e controle da fotodeterioração.

É alarmante o fato de que 73,1% das instituições não realizam a medição da luz incidente no acervo, tendo em vista a relevância deste agente de deterioração.

Com relação às respostas da pergunta 6 (monitoramento de consumo energético – figura 6), 42,3% mantém registro e/ou controle do consumo energético mensal. Essa pergunta visa um contato futuro, na continuidade desta pesquisa, sobre a eficiência energética dos edifícios que abrigam coleções.

Com relação às respostas da pergunta 7 (tipos de lâmpadas – figura 7), 9 instituições responderam utilizar lâmpadas de LED; 3 delas utilizam lâmpadas fluorescentes; 6 delas fazem uso combinado de LED e fluorescentes; 2 utilizam incandescentes e LEDs; 1 combina o uso de incandescentes e fluorescentes; e 5 delas fazem uso combinado de LED, fluorescentes e incandescentes. Nota-se grande adesão das instituições à iluminação utilizando lâmpadas LED, o que provavelmente está relacionado à durabilidade e eficiência.

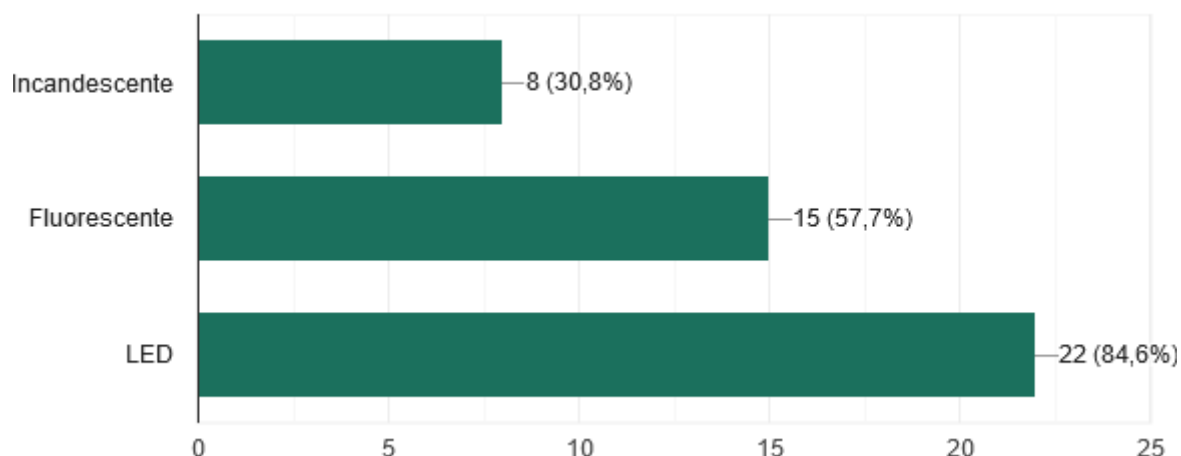


Figura 7: Gráfico referente às respostas da pergunta 7 – tipos de lâmpadas utilizadas.

Cabe comentar que diversos tipos de lâmpadas podem ser usados no sistema de iluminação por fibra ótica. O sistema permite iluminar diversos pontos a partir de uma única lâmpada fonte (KAY, 1999, p. 6), o que tende a reduzir o número de lâmpadas, sendo possível o uso de uma única lâmpada para iluminar diferentes pontos – por exemplo, diferentes vitrines ou obras ao mesmo tempo –, otimizando o consumo, diminuindo a necessidade de manutenção e aumentando a eficiência energética.

Com relação às respostas da pergunta 8 (filtros UV – figura 8), 23,1% das instituições responderam informar fazer uso de filtros para radiação. Este resultado indica precariedade no controle da radiação UV no ambiente interno, o que pode estar relacionado com questões de capacitação da equipe para especificar os filtros ou dificuldades na manutenção e durabilidade dos mesmos.

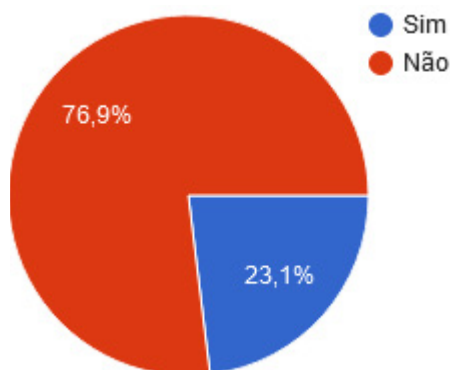


Figura 8: Gráfico referente às respostas da pergunta 8 – uso de filtros UV em janelas ou luminárias.

Com relação às respostas da pergunta 9 (uso de fibra ótica – figura 9), 96,2% não possuem instalação de sistemas de iluminação por fibra ótica em seus espaços, ou seja, apenas uma das vinte e seis instituições na amostra informou utilizar o sistema. A instituição que utiliza o sistema informou que faz uso da fibra ótica lateral, não sabendo informar o fabricante. Portanto, considerando o uso de fibra ótica lateral apenas para fins estéticos/cenográficos, a totalidade dos museus pesquisados nesta amostra preliminar não faz uso da tecnologia de iluminação por fibra ótica para iluminação de desempenho.

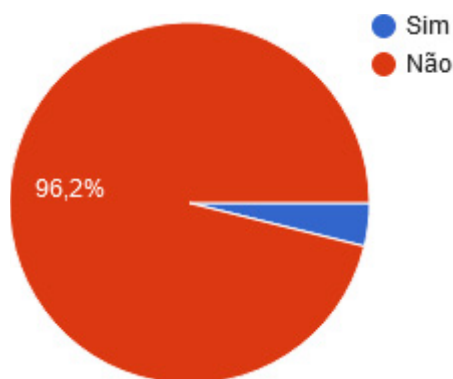


Figura 9: Gráfico referente às respostas da pergunta 9 – uso de fibra ótica para iluminação.

A segunda parte da pergunta 9, para os respondentes que não possuíam sistemas de fibra ótica, avaliou se consideram que a adoção desse sistema poderia melhorar as condições de iluminação nas salas de exposição, com intuito de observar se as instituições têm conhecimento dos benefícios do sistema de fibra ótica para iluminação das coleções que salvaguardam (figura 10).

Figura 10: Gráfico referente às respostas da pergunta 9.2 – avaliação do uso de fibra ótica para melhorar as condições de iluminação.



Observa-se que a maioria dos respondentes tem dúvidas sobre o sistema de iluminação por fibra ótica. As dúvidas foram indicadas na pergunta 9.2.1 do questionário. Duas instituições relataram a necessidade de um estudo prévio para emitir opinião sobre o assunto. Houve seis afirmações de desconhecimento do sistema de iluminação por fibra ótica. Uma instituição informou não ter planejamento de iluminação e que iria inseri-lo após a aplicação deste questionário. Foi relatado ainda que a fibra utilizada em uma das exposições é meramente cenográfica. Uma das instituições relatou que não há dúvidas sobre a necessidade de substituição da iluminação de fonte fluorescente em exposições, porém possuía dúvidas se a melhor opção de substituição era para a fibra ótica, não parecendo interessante a substituição no caso de LEDs.

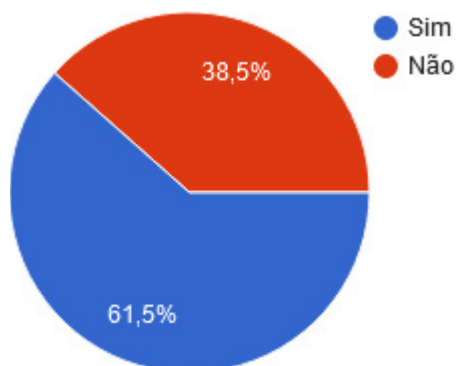


Figura 11: Gráfico referente às respostas da pergunta 10 – ocorrências de manutenção.

Observa-se a falta de conhecimento sobre o sistema de iluminação por fibra ótica e seu funcionamento, em especial sobre a separação do que seria um sistema de iluminação (composto por partes além da lâmpada) e a própria lâmpada. Isso ocorreu, por exemplo, na afirmação de que não seria interessante a substituição das lâmpadas de LED por fibra ótica, sendo que fibra ótica não é uma lâmpada, mas um sistema que pode ser alimentado pela própria lâmpada de LED, ou outros tipos de lâmpada.

Com relação às respostas da pergunta 10, manutenção e ocorrências nos últimos dois anos (figura 11), 61,5% das instituições apontaram tais ocorrências.

É notável que os sistemas convencionais de iluminação artificial são objeto de manutenção constante e dificultosa, uma vez que, em cada ponto de luz, encontra-se uma lâmpada. O fato de existir uma fonte única de luz no sistema de fibra ótica diminui a necessidade de manutenção – bem como seus custos – e cria uma iluminação mais uniforme e bem desenvolvida, evitando a aquisição de lâmpadas de temperatura de cores diferentes umas das outras para iluminar o mesmo espaço, bem como a quebra estética pela combinação inadequada de lâmpadas de temperatura de cores diferentes em um mesmo ambiente – para a iluminação geral, por exemplo. Além disso, evita o problema de binagem das lâmpadas de LED na aquisição de lâmpadas de diferentes lotes de fabricação, o que ocorreria na troca de uma lâmpada, por exemplo. No fenômeno de binagem, a variação dos materiais na fabricação da própria lâmpada pode trazer variações que alteram a temperatura de cor e o índice de reprodução de cores da lâmpada (MIER, 2016, p. 88).

Com relação às respostas da pergunta 10.1, ocorrências de manutenção (Figura 12), as instituições informaram, de maneira uniforme, que a troca de lâmpada dentro das especificações é um problema. O custo alto dos equipamentos e lâmpadas também foi mencionado.

Um dos respondentes ressaltou que as exposições em seu espaço são distribuídas em diferentes edificações e, por esse motivo, possuem sistemas de iluminação distintos instalados em períodos diferentes. Foi também relatado que as contas de energia são encaminhadas à sede governamental, não sendo de amplo conhecimento os seus valores e consumo. Dificuldade financeira e problemas de infraestrutura foram ressaltados, bem como a necessidade de um plano de manutenção. Foi esclarecido que uma das instituições adequa a iluminação de acordo com cada expografia ou necessidade individual das exposições e do acervo.

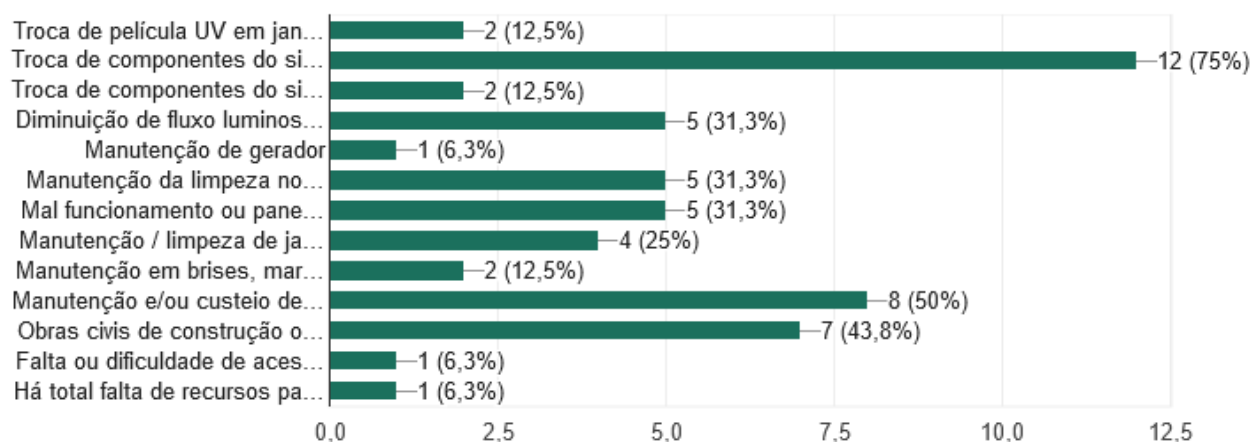


Figura 12: Gráfico referente às respostas da pergunta 10.1 – ocorrências de manutenção.

Na etapa final da pesquisa, as observações apresentadas pelos respondentes nos campos abertos do questionário de pesquisa serão processadas para identificação dos termos mais frequentes.

4. Considerações finais

Espera-se, como resultado desta pesquisa, um melhor entendimento do estado da arte da iluminação de museus, seu consumo e eficiência energéticos, particularmente de sistemas de iluminação utilizando fibra ótica, na amostra pesquisada sob a perspectiva da conservação preventiva de coleções, em diálogo com a eficiência energética e a sustentabilidade econômica e ambiental.

O processamento das respostas ao questionário eletrônico, posteriormente complementadas com informações mais detalhadas sobre os museus respondentes, vai gerar informações importantes para a compreensão do impacto dos sistemas de iluminação nas condições de conservação das coleções. Esses resultados poderão auxiliar e fundamentar a tomada de decisão de gestores na elaboração de políticas institucionais de preservação de acervos, infraestrutura e segurança, com base em princípios de conservação preventiva.

Investigar o estado da arte é o primeiro passo de qualquer pesquisa científica, uma vez que possibilita conhecer o objeto de pesquisa. Ato contínuo, é possível entender melhor as demandas luminotécnicas e de conservação dos museus, bem como as opções tecnológicas projetuais aplicadas à área da arquitetura de museus, em interface com a preservação do patrimônio cultural.

Os resultados da pesquisa podem ser usados como um panorama ou parâmetro para o cenário brasileiro das instituições museais no que tange às condições de conservação de coleções. Além disso, poderão informar a tomada de decisão dos gestores dessas instituições no que tange às políticas institucionais, composição do material das coleções, infraestrutura e segurança, com base nos princípios da conservação preventiva, eficiência energética e gerenciamento ambiental.

• Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; à FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais; ao PROAP-CAPEs – Programa de Apoio à Pós-Graduação; à Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG; aos Programas de Pós-Graduação: PPG em Artes e PPG em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, pelo apoio financeiro a projetos de pesquisa que deram origem a esse artigo e pelo auxílio para sua divulgação e publicação.

• Referências

ASHLEY-SMITH, J.; BURMESTER, A.; EIBL, M. Foreword. *In: Climate for collections standards and uncertainties*, 2012, Doerner Institut, Munique. Conference proceedings. Munique: Archetype Publications, 2013. p. 9

CIE: International Commission on Illumination. **CIE 157:2004 Control of damage to museum objects by optical radiation**. Vienna: CIE, 2004.

ERHARDT, D.; TUMOSA, C. S.; MECKLENBURG, M. F. Applying science to the question of museum climate. In: **Museum Microclimates**, 2007, The National Museum of Denmark, Copenhagen. Contributions to the Copenhagen Conference. Hivdrove: LPNielsen Bogtryk. Disponível em: <https://natmus.dk/fileadmin/user_upload/Editor/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/M_M/Museum_Microclimate/Proceedings/poster-bog-150.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

GHISI, E. **The use of fibre optics on energy efficient lighting in buildings**. 2002. 295 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, University of Leeds, Leeds, Inglaterra.

GONÇALVES, W. B. **Diagnóstico de condições de conservação de coleções: considerações para desenvolvimento de Protocolos de Acreditação de instituições museais no cenário brasileiro**. Patrimônio e Memória, Assis, SP, v. 16, n. 1, p. 389-412, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/1041>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS - IBRAM. **Museus em Números/Instituto Brasileiro de Museus**. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus, 2011. 240 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Tabelas de consumo/eficiência energética**. Brasília, 2021. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes.asp>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

KAY, G. N. **Fiber optics in architectural lighting: methods, design and applications**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1999.

MICHALSKI, S. **Basic requirements of preventive conservation**. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2018. Disponível em: <<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/basic-requirements-preventive-conservation.html>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

MIER, R. **Iluminação artificial em espaços museográficos: proposta de uma reflexão face à realidade contemporânea**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

REILLY, J. M.; JOHNSON, J. S.; JENSEN, L. A. Documenting and optimizing storage conditions at the National Museum of Denmark. In: **Museum Microclimates**, 2007, The National Museum of Denmark, Copenhagen. Contributions to the Copenhagen Conference. Hivdrove: LPNielsen Bogtryk. Disponível em: <https://natmus.dk/fileadmin/user_upload/Editor/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/M_M/Museum_Microclimate/Proceedings/poster-bog-150.pdf>. Acesso em 08 out. 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. In: **Boletim de Geografia Teórica: 1993**. 1993. 288-294p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2951862/mod_folder/content/0/RIBEIRO_Antonio_Giacomini_As_escalas_do_clima.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2021.

STANIFORTH, S. (ed.) **Historical perspectives on preventive conservation**. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2013. 426 p.

SZCZEPANOWSKA, H. M. **Conservation of cultural heritage: key principles and approaches**. Nova Iorque: Routledge, 2013.

TEIXEIRA, L. C.; GHIZONI, V. R. **Conservação preventiva de acervos**. Coleção Estudos Museológicos, v. 1. Florianópolis: FCC, 2012. 74p.

TOLEDO, F. **Prevenção através do controle ambiental**. Palestra proferida no Seminário Internacional de Riscos ao Patrimônio Cultural: Avaliação, Prevenção e Salvaguarda, Museu Histórico Nacional, 11 a 13 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.casaruibarbosa.gov.br/conservacaopreventiva/arquivos/file/Downloads/PREVENCAO%20ATRAVES%20DO%20CONTROLE%20AMBIENTAL.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2021.