

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE DIREITO, TURISMO E MUSEOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MUSEOLOGIA

MATHEUS RODRIGUES DA CRUZ

**Iluminação em Museus: A luz como ferramenta de comunicação para o
público idoso**

Ouro Preto

2018

MATHEUS RODRIGUES DA CRUZ

Iluminação em Museus: A luz como ferramenta de comunicação para o público idoso

Monografia apresentada ao curso de Museologia da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Museologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Gabriela de Lima Gomes.

Ouro Preto

2018

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C957i Cruz, Matheus Rodrigues da .
Iluminação em Museus [manuscrito]: a luz como ferramenta de
comunicação para o público idoso. / Matheus Rodrigues da Cruz. - 2018.
69 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Gabriela de Lima Gomes.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Direito, Turismo e Museologia. Graduação em Museologia .

1. Museologia. 2. Iluminação. 3. Projeto Museográfico. 4. Idoso -
Comunicação. 5. Comunicação em museus. I. Gomes, Gabriela de Lima.
II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 069

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

MATHEUS RODRIGUES DA CRUZ

Iluminação em Museus:
a luz como ferramenta de comunicação para o público idoso

Membros da banca

Gabriela de Lima Gomes - Doutora - UFOP
Vania Carvalho dos Santos - Doutora - UFOP
Gilson Antônio Nunes - Mestre - UFOP

Versão final
Aprovado em 14 de dezembro de 2018

De acordo

Gabriela de Lima Gomes
Professora Orientadora



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela de Lima Gomes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/11/2020, às 14:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0098586** e o código CRC **8BF455F8**.

Dedico este trabalho as grandes mulheres da minha vida. Sem vocês a vida seria monocromática demais para se viver. Vocês são fontes essenciais que emanam luz, calor e amor.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento será direcionado primeiramente a mulher que chamo de mãe, por nunca medir esforços durante a minha criação, por incansáveis vezes mostrou-me que a vida não era feita somente de felicidade, de risos e conquistas, mostrou-me e ensinou-me que a vida era e é muito mais que isso. Ela ensinou-me a olhar para o lado e para trás, ensinou-me a estender e oferecer a mão para as pessoas, estando elas necessitando ou não de ajuda, ensinou-me a pronunciar palavras de desculpas, estando errado ou não, ensinou-me a ter orgulho de casa, da família, do meu povo, da minha história, ensinou-me a ter muito orgulho de quem eu sou. Tenho orgulho de ser seu filho, tenho orgulho em chamá-la de minha mãe, meu eterno anjo, meu exemplo!

Agradeço também a minha irmã, minha extensão mais evoluída. Mulher de notórios sentimentos maravilhosos, bons e muito valente. Você é tudo o que tenho de mais importante neste plano. Obrigado pelo maior presente da vida, minha fonte inesgotável de alegrias, minha flor mais colorida... minha pequenina sobrinha.

Agradeço também a Ariane, divindade está que têm me mostrado e ensinado a ser uma pessoa melhor a cada dia, você também é meu maior orgulho. Agradeço a todas as Deusas por tê-la colocado em minha vida. Obrigado por me ofertar amor, cuidado, carinho, segurança, conforto e tantas outras alegrias sem se preocupar em recebê-las. Obrigado por ter seu companheirismo, amor e alegria nos momentos em que as dores e tristezas tentavam ser maiores. Obrigado por me deixar ser parte de seus dias e de sua história. Essa vitória é nossa, vida! Agradeço também pelo presente, nossa bebezinha Sol, que nos trará muita luz e amor.

A minha orientadora Prof.^a Gabriela, muito obrigado pelo empenho, pela paciência e principalmente por acreditar que tudo isso seria possível, muito obrigado!

Todas vocês foram e são muito importantes para mim, vocês são fundamentais.

Obrigado!

*“Quem anda no trilho é trem de ferro. Sou água
que corre entre pedras - liberdade caça jeito”.*

(Manoel de Barros)

RESUMO

Este estudo tem como objetivo abordar uma visão inovadora tratando o envelhecimento da população como um novo público para os museus e entender como o acervo do museu pode ser exposto de maneira que a experiência imersiva seja para todos.

Este trabalho utiliza o método dedutivo, dividindo o estudo em três capítulos. O primeiro capítulo apresenta o termo museografia e conceitua como uma linguagem do museu para seus visitantes. Destaca-se também a importância da criação de projeto museográfico e integra o capítulo a questão relacionada à conservação dos museus, seus devidos fatores de degradação e os agentes que podem causar riscos ao acervo.

O segundo capítulo traz o aspecto lúdico e cenográfico do museu onde a iluminação aparece como ponta chave em tornar o espaço e as exposições como ferramentas de comunicação. Também traz informações importantes sobre tipos de iluminância e como o projeto luminotécnico precisa ser trabalhado a fim de não causar danos nas peças expostas.

O terceiro capítulo foi destinado ao estudo do novo público idoso, caracterizando e contextualizando a maneira como o idoso percebe o ambiente ao redor e como a degeneração da sua visão e as mudanças fisiológicas podem afetar diretamente a maneira como enxergam o mundo ao redor.

O responsável pelo projeto luminotécnico tem que se preocupar com um trio de fatores: a iluminação como forma de cenografar e expor o acervo trabalhando com o conhecimento da iluminação como um item que pode degradar as peças, já que as mesmas necessitam de menos luz e contemporizar com a necessidade mais iluminação que o idoso precisa para compreender o conceito da exposição.

Palavras-chave: Museologia, Iluminação, Comunicação Museológica, Projeto Museográfico, Público Idoso.

ABSTRACT

This study aims to address an innovative vision treating the aging population as a new audience for museums and to understand how the museum's collection can be exposed so that the immersive experience is for everyone.

This work uses the deductive method, dividing the study into three large chapters. The first chapter introduces the term museography and contextualizes as a museum language for its visitors. It is also important to highlight the importance of creating a museum project and in addition, the chapter includes the issue related to the conservation of museums, their due factors of degradation and the agents that can cause risks to the collection.

The second chapter brings the ludic and scenographic aspect of the museum where lighting appears as a key point in making space and exhibitions as communication tools. It also brings important information about types of illuminance and how the lighting design needs to be worked on in order to avoid damaging the exposed parts.

The third chapter was devoted to the study of the new elderly public, characterizing and contextualizing the way the elderly perceive the surrounding environment and how the degeneration of their vision and the physiological changes can directly affect the way they see the world around.

The person in charge of the lighting project has to worry about a trio of factors: the lighting as a way of scenographing and exposing the collection working with the knowledge of lighting as an item that can degrade the pieces, since they require less light and to temporize with the need for more lighting that the elderly need to understand the concept of exposure.

Keywords: Museology, Illumination, Museological Communication, Museographic Project, Senior Citizens.

LISTAS DE FIGURAS/GRÁFICOS/TABELAS.

Figura 1 - Luxímetro digital YK-10 LX (Fonte: Impac Comercial e Tecnologia Ltda.)	24
Figura 2 – Documentos danificados pela umidade (Museu do Café, Ribeirão Preto – Foto: Maurício Glauco)	26
Figura 3 – Forro danificado por cupins (Museu do Café, Ribeirão Preto – Foto: Maurício Glauco)	27
Figura 4 – Livro danificado por cupim (Fonte: Acervo Museu Mineiro)	28
Figura 5 – Barreira de Proteção para Controle de Acesso ao Acervo (Fonte: ArchiExpo)	29
Figura 6 – Iluminação destacada - Sala Origens – Museu da Inconfidência (Foto: Divulgação)	30
Figura 7 – Projeto luminotécnico integrado ao arquitetônico - Sala Manoel da Costa Athaíde – Museu da Inconfidência (Foto: Divulgação)	31
Figura 8 – Aura de Magia – Autos da Devassa – Museu da Inconfidência (Foto: museus.gov.br)	32
Figura 9 – Espectro Visível de Luz (Fonte: Mundo da Educação)	36
Figura 10 – Cores do Espectro (Fonte: Wikipédia)	37
Figura 11 – O Espectro Eletromagnético (Fonte: Wikipédia)	38
Figura 12 – Comprimento de Onda RES do Espectro (Fonte: Brasil Escola)	39
Figura 13 – Ofuscamento da iluminação no texto (Fonte: Casa Fiat/BH – Exposição Caravaggio 2012)	45
Figura 14 – Partes do Olho (Fonte: E-Disciplinas USP)	48
Figura 15 – Temperatura de Cor x Luminância (Fonte: Pinterest Valgussoojus)	50
Figura 16 – Ministro Galba Veloso em visita ao Museu da Inconfidência representa a imagem de um público idoso. – Ambiente mais claro para melhor imersão na exposição (Fonte: Museu da Inconfidência)	52
Figura 17 – Complementação de Iluminação Natural com Iluminação Artificial (The Crocker Art Museum in Sacramento (Fonte: Divulgação)	58
Tabela 1 – Gradação de Fatores de Deterioração de Iluminação (Fonte: Mundo da Educação)	23
Tabela 2 – Limites de Iluminação em Museus - ICOM/França (Fonte: Barbosa, 2002)	33

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS.

ATECOR	Atelier de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis
CIAM	Congresso Internacional de Arquitetura Moderna
CIDOC	Comitê Internacional de Documentação do ICOM
DPPC	Diretoria de Preservação do Patrimônio Cultural
GCI	Instituto de Conservação Gent
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPC	Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural
IBRAM	Instituto Brasileiro de Museus
ICOM	International Council of Museums (Conselho Internacional de Museus) órgão filiado à UNESCO
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IV	Infravermelho
MAP	Museu de Arte da Pampulha
MASP	Museu de Arte Moderna de São Paulo
MinC	Ministério da Cultura
MNBA	Museu Nacional de Belas Artes
MOMA	Museum Of Modern Art ou Museu de Arte Moderna
NIC	Instituto Nacional de Conservation
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UV	Ultravioleta
USP	Universidade de São Paulo

Sumário

Introdução	13
1. Museografia e a linguagem do museu.....	15
1.1 Projetos Museográficos	17
1.2 Conservação do acervo.....	19
1.3 Fatores de Degradação	22
Agentes Físicos	23
Agentes Biológicos	28
Agentes Químicos	31
Agentes Mecânicos	31
2. Iluminação em museus	32
2.1 O que é luz - Espectro eletromagnético.....	37
2.2 Tipos de luz	42
2.2.1 Tipos de Fontes Luminosas.....	43
2.2.2 Índice de Reprodução de Cor	46
2.2.3 Temperatura de cor.....	46
2.2.4 Ofuscamento e Reflexão	47
2.2.5 Luminância e Iluminância	48
2.3 Iluminação como ferramenta de comunicação	49
3. Idoso como o novo público dos museus.....	54
3.1 Caracterização do público idoso nos museus	55
3.2 A visão do idoso e as mudanças fisiológicas	56
3.3 Importância e projeção da iluminação artificial	58
3.4 Adaptação Visual e distribuição progressiva de iluminância.....	61
Considerações Finais.....	66
Referências.....	68

Introdução

O grande trabalho do Museu além de ser um espaço de memória é poder mostrar para o público e conservar o acervo para as gerações futuras. Mas, para a que o mesmo seja conservado e cuidado, ainda que possua verba e recursos provenientes de esferas municipais, estaduais e federais, dificilmente os recursos são suficientes para manter as obras.

Para fazer um bom trabalho, é imprescindível que uma boa administração esteja diretamente envolvida com as exigências e prioridades do museu. Existem duas exigências básicas que se contrapõe o tempo todo: a conservação das peças do acervo x uma iluminação eficaz. Conter os níveis de iluminação ou oferecer iluminação suficiente para oferecer a melhor experiência imersiva?

E é através deste paradoxo que é possível entender que a comunicação do museu assume um papel crucial onde a sociedade pode não apenas conhecer o trabalho desenvolvido ali como também compreender o que museu tem a dizer. Desta forma, toda exposição é um canal essencial de diálogo com os visitantes.

A pesquisa em questão se preocupa com a iluminação que vai expor os objetos de forma inteligível dentro de um contexto além de se importar com a conexão que será estabelecida diretamente com o público idoso na expectativa de que ele possa fazer parte da experiência imersiva.

Entender a importância da museologia é entender que os museus contam uma história e narram eventos e algumas experiências se tornam mais dramáticas com a utilização de iluminação e cores na intenção de alcançar um equilíbrio entre as prioridades escolhendo equipamentos específicos e considerando todos os aspectos de iluminação dentro da área de exposição, seja ela natural ou artificial, ou ainda um híbrido das duas soluções.

A iluminação deve ser tratada como um estímulo das mensagens propostas e no estudo em questão, o estímulo deve ser mais cuidadoso em se tratando do público que pretende ser atendido.

Embora muitos museus tenham projetos luminotécnicos magníficos, ainda são encontrados projetos cuja iluminação pode ser considerada deficiente, pois o responsável pelo projeto nem sempre trabalha com todas as variáveis necessárias para criar uma exposição que seja cuidadosa tanto com a conservação do acervo como também com uma iluminação preparada para as adequações visuais do público idoso ao visitar o museu.

Para um trabalho impecável, não basta que seja intuitivo e visual, pois isto poderá trazer uma iluminação ainda insuficiente e decadente que não atinge aos objetivos propostos.

Sendo assim, esta se propõe a contribuir para que o profissional museólogo reflita o contexto do novo público – o idoso – e trabalhar novos conceitos e atribuições a fim de propor soluções às ideias inovadoras para a importância das novas projeções luminotécnicas.

A presente pesquisa está dividida em três capítulos onde o primeiro capítulo apresenta o conceito de museografia e como o projeto museográfico organiza a exposição cuidando para que ele seja bem dimensionado e comunique de maneira adequada o tema, construindo uma narrativa diante da maneira como as peças são expostas.

No segundo capítulo é trabalhado o conceito de iluminação e os tipos existentes, exemplificando projetos luminotécnicos em que se trabalha a questão de iluminação x conservação. E no último capítulo, apresenta o idoso como um novo público para os museus e a necessidade de adaptação dos projetos luminotécnicos diante de maior necessidade de acuidade visual dos visitantes.

1. Museografia e a linguagem do museu

A palavra museu vem do latim ‘museum’ derivado do grego ‘mouseion’ em que o significado é “templo ou morada das musas”. Museu, portanto, é um local de inspiração divina já que as musas eram divindades da mitologia grega que inspiravam qualquer forma de arte.

Museografia, portanto, é um termo derivado de museu e que se trata de um conjunto de técnicas necessárias para a apresentação e boa conservação das obras de um museu. Ela também é considerada como a linguagem dos museus e a forma como eles se comunicam com os visitantes. Esta é uma linguagem não verbal relacionada com a apresentação e exposição das peças do acervo e da percepção da realidade pelos indivíduos que fazem a visita.

A museografia trata de toda a descrição do museu, os estudos das coleções onde há uma preocupação em criar uma narrativa conceitual para apresentação ao público.

Assim, a museografia é responsável pela decisão da maneira como as peças serão expostas, em qual contexto estará relacionada e ainda irá utilizar ordenações lógicas e equilibradas a fim de recriar uma narrativa harmônica e visual de um fato, um fenômeno ou mesmo uma ideia de um conceito a ser demonstrado com as peças que farão parte daquela exposição.

É responsável pelos aspectos técnicos e de instalação das coleções, preocupando-se basicamente com o clima, arquitetura do edifício e das salas onde os objetos não estarão apenas expostos, mas estarão inseridos num ambiente por intermédio de um discurso coerente e que haja uma verdadeira comunicação com o visitante.

Segundo Judite Santos Primo¹, um museu deve se distinguir de outros instrumentos culturais, pois é nele que se tem uma elaboração pública do ato expositivo e onde a exposição assume o centro das atividades museológicas. A museografia se assume como um recurso de comunicação. E assim, tratar a exposição como uma experiência sensorial que torne a interação entre o acervo exposto e o público muito mais dinâmico.

Embora o museu seja um espaço que atua na construção de memórias, é importante delimitar e contextualizar a criação do espaço e forma como as peças serão expostas.

¹ Judite Santos Primo - Doutora em Educação pela Universidade Portucalense Infante D. Henrique (2007), Mestre em Museologia pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (2000), graduada em Museologia pela Universidade Federal da Bahia (1996). Diretora do Doutorado e Mestrado em Museologia na ULHT, docente em Museologia e Patrimônio e membra do Conselho de Redação dos Cadernos de Sociomuseologia.

A exposição museológica é muito mais do que a exposição de peças antigas e históricas. É importante entender o contexto do tempo e tratar a exposição como um discurso onde se conta uma história.

Segundo Cunha (1999), a exposição museológica é caracterizada como um discurso, uma estratégia informacional em um contexto de comunicação, onde as exposições são realizadas por instituições e indivíduos com o objetivo de reforçarem uma ideia e uma proposta conceitual, ao mesmo tempo em que participam de um projeto de preservação de referências patrimoniais.

A exposição deve revelar e evidenciar elementos onde há a importância de deixar explícito o momento histórico. A exposição deveria ser tratada como uma obra que deveria ser alimentada e realimentada permanentemente onde deveriam ser articuladas as referências culturais e elementos de conhecimento esperando abordar novas visões de mundo e propor novas ideias.

Os objetos dos acervos do museu devem ser tratados como espaços de memória, tanto objetos concretos a itens abstratos e simbólicos é muito mais do que montar um depósito de arquivos e objetos. É necessário investir na significação simbólica como um lembrete temporal.

Cada objeto possui uma cristalização de lembrança caracterizada por um acontecimento ou uma experiência vivida onde aconteça uma reconstrução intelectual da história. Pierre Nora (1993) deixou claro que memória e história não são palavras sinônimas, pois os termos se opõem entre si:

“(...) Sendo que a memória é a vida, sempre alcançada pelos grupos viventes, ela está em evolução permanente e inconsciente das suas deformações sucessivas”. (...) a história é a reconstrução sempre problemática e incompleta daquilo que não é mais².

De acordo com os propósitos da museografia, os museus deixam de ser apenas locais de conhecimentos que preservam e recriam memórias para se tornarem espaços vivos e presentes nas dimensões das realidades sociais fazendo com que o museu e as exposições criadas nele, transformem em um lugar provocador, instigante, fascinante e que seja utilizado por diferentes setores da sociedade.

² NORA, Pierre. Entre história e memória: a problemática dos lugares. *Revista Projeto História*. São Paulo, v. 10, p. 9, 1993.

Dessa forma, aquela imagem de “museu” que guarda “coisas antigas e velhas” está superada, o museu não pode limitar-se ao ato de recolher, restaurar e expor objetos que compreendem seu acervo.

Se dentro da história dos museus, seu início trata da legitimação da monarquia e educação da população, com a passagem dos séculos e conforme a história da sociedade se formava, tornava-se importante uma construção político-social, geográfica e econômica onde fosse reestruturado todo o simbolismo onde novos intelectuais, artistas e produtores culturais construíssem as nações através da arquitetura, pintura, escultura, música e literatura tornando mais do que importante à criação de espaços que acompanhassem as mudanças do mundo.

Assim, o museu do século XXI não deve se permitir ser um local onde a única preocupação seja a preservação e se torne um local com preocupação de fomentar a pesquisa e a produção artística se afastando do modelo de templo de objetos consagrados dirigindo-se ao grande público.

Uma vez que novo museu deva emocionar e seduzir o visitante e despertar nele uma curiosidade científica para os mistérios e entendimento da realidade, é importante que haja utilização de novas tecnologias que falem a linguagem do homem de nosso século e entretendam o público, colocando a sociedade em contato com suas origens e apresentando uma nova produção cultural.

1.1 Projetos Museográficos

Todo projeto deve levar em consideração não apenas os espaços do museu como a melhor forma de utilizar o espaço criando um local harmonioso de acordo com a finalidade do museu. O projeto museográfico deve planejar não apenas as áreas expositivas como também as áreas administrativas e técnicas.

Desta forma, criar um projeto museográfico é articular um estudo sobre o museu, onde seja dado o enfoque à história do museu e para tanto, sejam utilizadas tecnologias necessárias para organizar, conservar e apresentar o acervo, tratando de todas as atividades técnicas necessárias para que as atividades sejam desempenhadas de forma adequada ao funcionamento do museu tanto em relação à gestão como da comunicação com o público.

Todo museu deve pensar na planta do edifício e como irá alocar os itens em cada espaço. É importante pensar na finalidade de cada ambiente onde seja criada uma experiência cognitiva entre o visitante e a peça do acervo. Por isso, é tão importante explorar as técnicas

da apresentação onde seja possível conceituar cada objeto de forma que enriqueça a exibição e a apresentação dos temas.

Cuidar de um projeto museográfico é tratar de um dos itens mais essenciais de um museu e delimitar muito mais que apenas os espaços expositivos. Trata-se de se encarregar dos demais espaços que serão destinados à área administrativa e a reserva técnica, que são ambientes vitais para o bom funcionamento o museu.

Um dos itens importantes do projeto museográfico é a exposição museológica onde se tenta fazer uma comunicação da ideia englobando ações inerentes às práticas museológicas já que é na exposição que o museu se empenha em interpretar as peças que expõe criando um relato que serve como objeto de educação e cultura.

A concepção e montagem de uma exposição são resultantes de um processo que envolve atividades técnicas e científicas e que resultam numa pauta museográfica, a qual, quando apresentada de modo sensível, permite diversas experiências estéticas que levam o público a um prazer mais que estético. (ENNES, 2008, p.14-15)

Dessa forma, a exposição deve se preocupar em construir um espaço onde o processo de concepção e montagem estejam intrinsecamente ligados criando uma composição única.

A museografia e o projeto museográfico dedicam-se à maneira como os museus criam novas maneiras de contar histórias, onde os visitantes tenham uma experiência imersiva e enriquecedora.

Portanto o museu deve proporcionar uma experiência sensorial onde seja criada uma compreensão da maneira como o espaço físico é vivenciado conforme os objetos são expostos e as experiências físicas são potencializadas oferecendo novas experiências imersivas.

O museu, ao estabelecer o diálogo com o público, esforça-se em apresentar o seu acervo por meio da sua exposição. Sua construção pode ser compreendida como diretamente relacionada a uma série de fatores que a antecedem e a condicionam, marcando profundamente as diversas formas de abordagens e de se trabalhar o acervo que se expõe, na tentativa de explicitá-los e inseri-los sistematicamente no discurso institucional. (CUNHA, 2005, p.2)

Assim, o projeto museográfico deverá se preocupar em criar um conceito expositivo caracterizando-se como uma estratégia de comunicação em que seja reforçada a ideia da proposta conceitual.

Criam-se conceitos e processos onde a imersão dentro da exposição é explicitada nas experiências sensoriais dos usuários do museu focando em ambientes temáticos para criação de experiências memoráveis de aprendizagem.

1.2 Conservação do acervo

As últimas décadas do século XIX marcam momentos em que o homem se dedicou a invenções ligadas às transformações sociais de cada época. E graças ao volume de informação produzido pela sociedade, há uma necessidade constante e permanente de criação de novos meios técnicos de reprodução e de conservação.

Conforme a memória tradicional desaparece, a sociedade é forçada a acumular sinais do que fomos um dia, recriando ambientes artificiais, que abrigariam vestígios relacionados à recriação da memória e desta maneira os arquivos, bibliotecas e museus se fizeram cada vez mais necessários mostrando a grande necessidade de lhe consagrar espaços de produção e divulgação que se enraízam no concreto, no gesto, na imagem, no objeto, materializando-a.

Nossa sociedade necessita de referências tangíveis que pudessem parar o tempo, bloqueando a ação do esquecimento e immortalizando a morte. A conservação da memória oficial, digna dos templos e sacralizações de objetos das bibliotecas e museus, deverá criar ações e concepções focadas na salvaguarda dos objetos ali guardados.

Desta forma, é importante entender o processo de conservação de acervos museológicos a fim de pensar no aprimoramento de técnicas e metodologias a fim de assegurar a escolha adequada para preservação.

De acordo com Maria Cecília de Paula Drummond³ (2006) “a preservação de documentos e objetos adota um conjunto de passos para combater o processo de deterioração e prolongar a vida útil das obras que constituem um acervo”.

A grande preocupação do museu é de preservar e conservar seu acervo propondo-se a cuidar do combate a deterioração compreendendo o emprego de aspectos administrativos e financeiros e até mesmo investigações científicas sobre a constituição dos materiais e medidas de higienização.

³ Maria Cecília de Paula Drummond: Arquiteta especialista em Conservação e Restauração pela UFMG, Ex-Diretora e Restauradora de Conservação e Restauração da Superintendência de Museus da Secretaria de Estado de Cultura de MG.

Ao levantar os fatos relacionados à conservação do acervo, é importante diferenciar os conceitos de preservação, conservação e restauração.

A preservação trata basicamente de um conjunto de medidas e estratégias administrativas onde o emprego de políticas que visam cuidar do acervo e garantir a integridade dos materiais através de atividades que orientem no cuidado dele.

Conforme orienta Cassares (2000): A conservação é o conjunto de ações estabilizadoras que se propõe a desacelerar o processo de degradação de documentos ou objetos por meio de controle ambiental e tratamentos específicos como higienização, reparos e acondicionamento implicando, portanto em técnicas e práticas específicas para proteção de materiais de diferentes formatos contra danos, deterioração e decomposição.

A restauração é o conjunto de medidas que tencionam estabilizar ou reverter danos físicos ou químicos adquiridos referentes ao longo do tempo e do uso de modo a não comprometer sua integridade e caráter histórico compreendendo intervenções técnicas sobre os componentes materiais de um objeto já deteriorado, muitas das vezes praticado por especialistas.

A preservação e conservação são técnicas de suma importância para os museus, pois além dos benefícios que a mesma pode proporcionar para o bem do acervo em geral também contribui para consulta e manuseio das gerações futuras.

A fim de entender a importância do tema conservação é preciso relacionar a conservação com a iluminação de acervos, que é o foco deste trabalho. Deve-se, portanto questionar a conservação diante da restauração destacando conhecimentos sobre os fatores que alteram as características básicas dos bens culturais e os métodos de prevenção contínua sobre a ação dos mesmos, evitando assim, a necessidade de restauração. Conforme explicações de Oliveira (2003) existem prioridades que não podem ser invertidas:

É comum ter-se um Projeto de Instalações Elétricas definido e somente posteriormente pensar-se na iluminação – tipo de lâmpada, luminária, etc. Agindo desta maneira, estamos invertendo o processo, primeiro se pensa na iluminação e o projeto de instalações elétricas vem a reboque dessa preocupação inicial com a introdução da luz. (OLIVEIRA, 2003)

A conservação preventiva deve ser um dos princípios fundamentais preocupando-se basicamente com os cuidados especiais do trabalho diário daqueles que lidam diretamente com o acervo além dos danos eventuais causados por agentes externos. O Novo Dicionário

Aurélio de Língua Portuguesa⁴ define conservação como um conjunto de medidas de caráter operacional que visam conter as deteriorações em seu início e que se fazem necessárias com relação às partes da edificação que carecem de renovação periódica. Portanto, conforme orientação de Maria Cecília de Paula Drumond (2006):

A conservação preventiva enfoca todas as medidas que devem ser tomadas para se aumentar a vida útil do objeto ou retardar seu envelhecimento. Para isto, deve-se, em primeiro lugar, conhecer a estrutura física da peça, ou seja, a matéria e a técnica empregadas na sua confecção, as quais, conjuntamente, irão definir os procedimentos básicos de conservação. (DRUMOND, 2006 p.108)

Compreender a necessidade de recriação de ambientes ideais para a conservação preventiva de maneira economicamente viável além de politicamente correta já que os museus estão em constante crescimento.

⁴ O Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa é um dicionário do idioma português, editado no Brasil cuja versão original resultou do trabalho de mais de três décadas do lexicógrafo e imortal Aurélio Buarque de Holanda Ferreira.

1.3 Fatores de Degradação

Ao identificar a estrutura física e a constituição de um objeto a ser preservado, entendem-se quais as possíveis causas de sua degradação. Como o acervo de um museu está sempre crescendo e dificilmente diminuindo, deve-se lembrar de que a missão é preservar os itens do acervo para o cumprimento da primeira missão do museu que é se colocar a serviço da população em geral, providenciando a exposição do seu acervo.

No entanto, para que a exibição das peças seja feita, partimos do pressuposto que há um espaço reservado para este fim e que o mesmo contenha condições que vão garantir a segurança e a integridade do acervo.

Devem-se levar em consideração os aspectos físicos das condições em que as coleções estão armazenadas e expostas conforme orienta Barboza (2011):

A conservação preventiva passou a adotar uma linha multidisciplinar, trabalhando de forma integrada com as diversas instâncias da ciência e tecnologia. Entretanto, era necessário saber se os museus possuíam infraestrutura e condições financeiras para realizar e manter as alterações propostas. (BARBOZA, 2011 p.5)

Desta forma, conclui-se que o grande desafio para o conservador responsável do museu é conseguir fazer um bom projeto de gerenciamento e gestão de riscos que estabeleça procedimentos que poderão conciliar a exposição e a conservação.

Na década de 90, foi apresentado um modelo de proposta de diagnóstico de conservação desenvolvido através de cooperação do Instituto de Conservação Gent⁵ (GCI) e o Instituto Nacional de Conservation⁶ (NIC).

O resultado deste projeto foi publicado em 1990, sob a forma de diretrizes intitulado “Diagnóstico de Conservação: uma ferramenta para planejar, programar e arrecadar fundos”, com o objetivo de ajudar as instituições museológicas a avaliar as condições ambientais, identificar e priorizar os possíveis danos provocados pelas ações climáticas e programar soluções técnicas adequadas e sustentáveis. Estas diretrizes foram revistas e ampliadas e, atualmente, se encontram disponíveis no site do patrimônio cultural.

⁵ GCI: Getty Conservation Institute é uma instituição privada, sem fins lucrativos, que trabalha internacionalmente para promover práticas de conservação por meio de pesquisa, educação, trabalho de campo aplicado e disseminação de conhecimento e está instalado no Getty Center, em Los Angeles, junto com outros programas do Getty Trust.

⁶ O Instituto Nacional de Conservação (NIC) tem sua sede em Washington, DC e atualmente trabalha com a AAM, AIC, IMS e NMSB em um projeto conjunto para examinar a manutenção de coleções, o gerenciamento de coleções e a conservação.

A conservação dos acervos museológicos brasileiros conta desde a década de 1990 com importantes ferramentas para identificação dos fatores que caracterizam a vulnerabilidade dos materiais a agentes de degradação.

Para atingir condições o mais perto de um ideal de preservação, o profissional deve ser qualificado e estar consciente de todos os possíveis riscos que o acervo se encontra sujeito à degradação por estar vulnerável à ação de agentes físicos, biológicos, químicos e mecânicos.

Cada um dos tipos de agentes causa uma degradação diferente que deve ser pensada e prevenida.

Agentes Físicos

Os agentes físicos que causam degradação ao objeto exposto são a luz, a temperatura e a umidade.

A luz apresenta uma ação extremamente prejudicial sobre obras de suporte frágil, como tela e papel, que têm celulose como um dos componentes. O objeto recebe um processo fotoquímico após a absorção da radiação ultravioleta que está evidente na luz natural e na luz fluorescente. Esta reação pode acontecer de duas maneiras diferentes:

- i. Através da oxidação de grupos hidroxílicos cujo resultado é a mudança de cor solubilidade e capacidade de absorção e eliminação de água, o que pode tornar o material passível de variações da umidade relativa. Este tipo de oxidação tem ação clareadora, que causa o desbotamento de alguns papéis e tintas.
- ii. Através da ruptura das ligações moleculares, que pode influenciar nas propriedades mecânicas e causar enfraquecimento do suporte, deixando-o quebradiço. E no caso de acervos sobre papel, a luz é um dos fatores mais agravantes no processo de degradação. Tanto a luz natural (solar) como as artificiais (lâmpadas incandescentes ou fluorescentes) emitem raios infravermelhos (IV) e ultravioletas (UV), danificando o papel. A foto-oxidação da celulose é irreversível e permanente, ocorrendo mesmo que o material não esteja exposto à radiação ultravioleta.

Conforme orientado por Maria Cecília de Paula Drumond:

Portanto, experiências sobre a incidência de luz solar revelam que o papel tem sua resistência à dobra diminuída após exposição solar e no

caso das pinturas a óleo e aquarelas, a ação da luz sobre os pigmentos altera as cores. (DRUMOND, 2006 p.112)

O potencial de deterioração de uma fonte de luz se expressa através de uma medição com os fatores conforme determina a tabela 1 abaixo:

Tipo de Fonte	Fator de Deterioração
Luz Natural	0.43 a 6.6
Incandescência	0.15
Halógena Fechada	0.10
Sódio Branco	0.10
Halógena Metálica Fechada	0.25
Fluorescência	0.07 a 0.24

Tabela 1 – Gradação de Fatores de Deterioração de Iluminação (Fonte: Mundo da Educação)

É importante lembrar que a luz não causa apenas mudanças de cor, mas mudanças na resistência dos materiais, como o enfraquecimento do tecido, destruição das pinturas e o amarelecimento dos vernizes. Em se tratando de acervo fotográfico, a incidência de luz tem também efeito prejudicial. Os danos podem ser minimizados se houver controle da intensidade da radiação e da duração da exposição do objeto à luz, que poderá ser feito por meio de providências básicas como:

- i. Manter as cortinas fechadas;
- ii. Cobrir as vitrines;
- iii. Reduzir a iluminação artificial nos locais onde os acervos estarão armazenados e/ou expostos;
- iv. Apagar as luzes das salas, quando não houver visitantes;
- v. Utilizar persianas externas e filtros especiais aderidos aos vidros para barrar a entrada de radiação ultravioleta, de forma a reduzir os efeitos fotoquímicos;
- vi. Substituir periodicamente os filtros, em razão da deterioração progressiva;
- vii. Evitar a utilização de “flashes”, ricos em raios UV e IV.

O fluxo luminoso recomendado pela UNESCO⁷ para objetos de suporte sensível, medido em lumens⁸ não deve ultrapassar os seguintes limites:

- i. Objetos têxteis, aquarelas, manuscritos, objetos de história natural como animais empalhados, plantas e insetos: 05 (cinco) lumens;
- ii. Madeiras pintadas, pinturas a óleo, laca, objetos de marfim e similares: 15 (quinze) lumens.

Adotando-se o lux como unidade que corresponde à incidência de um lúmen por metro quadrado, os limites de iluminação recomendados são:

- i. 150 (cento e cinquenta) lux para pinturas a óleo, couros, lacas;
- ii. 50 (cinquenta) lux para têxteis, aquarelas, tapeçarias, desenhos e todos os espécimes botânicos.

Para medição da iluminação do ambiente, deve-se utilizar um instrumento adequado como o luxímetro⁹ conforme ilustra a figura 1, que possui um fotômetro que mede a iluminação de qualquer fonte de luz.



Figura 1 - **Luxímetro digital** YK-10 LX (Fonte: Impac Comercial e Tecnologia Ltda.)

Outros fatores de degradação física são a temperatura e a umidade. Suas ações devem ser observadas com cuidado, pois podem provocar alterações irreversíveis nos objetos causadas pela movimentação das moléculas da matéria através do inchaço ou retração da

⁷ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura: agência especializada das Nações Unidas com sede em Paris.

⁸ Lumens: unidade de fluxo luminoso ou da luz que emana de uma fonte.

⁹ O luxímetro, também chamado de medidor de luz, tem a função de medir a intensidade da iluminação de forma precisa, visto que seria praticamente impossível ter a exatidão da intensidade de luz apenas com a percepção do olho humano.

madeira ou tela. Essa movimentação pode causar o deslocamento da camada de policromia ou craquelês na pintura e rachaduras na madeira.

Em se tratando de temperaturas altas, as mesmas podem causar alteração de cores e aceleração de agressivos processos químicos. Quando acontece aumento da temperatura 10° C aumenta em duas vezes a velocidade das reações químicas, o que pode aumentar muito a degradação do objeto. Quanto maior a temperatura, mais umidade a atmosfera irá reter. Deverá ser tomada atenção especial também com a queda de temperatura de forma brusca, pois ela pode condensar a umidade do ar e formar gotículas de água. Desta forma quando se trata de ambientes cujo acervo tem papel, a falta de controle da temperatura e da umidade poderão provocar manchas e diminuir a resistência do papel, contribuindo para que ele rasgue com facilidade. Quanto menor a temperatura, maior a durabilidade do papel, pois quanto mais secos também são mais difíceis de serem atacados por cupins.

O excesso de umidade do ar é mais prejudicial do que um ambiente seco, já que o papel tem a tendência de absorção do máximo da umidade do local onde está guardado. Quando é atingido pelo excesso de umidade, os documentos podem ter seu estado de conservação comprometido seja pela borra das tintas, adesivos que se desprendem ou manchas causadas pela oxidação das substâncias metálicas contidas no papel e na tinta. No caso de objetos em metal, os índices de temperatura e umidade inadequados também provocam oxidação que logo é seguida pela corrosão, e no caso de peças de couro, a oxidação da gordura e perda de umidade causa pigmentação das peças.

Todos e quaisquer fatores podem ser evitados desde que sejam tomados cuidados básicos na escolha dos espaços de exposição, acondicionamento e temperatura e iluminação do acervo. Vale lembrar que para controlar a umidade é necessário um cuidadoso e preparação de processo com bastante delicadeza e cuidado já que até mesmo o vapor de água lançado no ar pela respiração dos visitantes ou trazido nas roupas e calçados molhados e úmidos pode gerar sutis mudanças nas condições climáticas no interior do museu, criando um microclima favorável às formações microbiológicas sobre o acervo.

É necessário um primoroso trabalho de fazer valer regras básicas:

- i. A localização das janelas em relação às obras, inclusive em relação à insolação da sala e condições gerais das paredes externas do prédio do museu, verificando se há rachaduras, plantas, goteiras e infiltrações que possam causar umidade;

- ii. Os objetos do acervo deverão ser colocados longe de correntes de ar, portas, janelas, plantas ornamentais;
- iii. O objeto deverá ser afastado das paredes, buscando circulação de ar;
- iv. Deverá ser limitada a quantidade de visitantes no local e principalmente verificar se as pessoas estão com roupas ou calçados molhados;
- v. A equipe de limpeza não deverá utilizar panos úmidos ou molhados na limpeza do chão das salas de exposição ou da reserva técnica;
- vi. Os espaços deverão ser inspecionados periodicamente a fim de verificar as condições de e telhados para verificação minuciosa se há qualquer tipo de infiltração, rachadura ou goteira que possa causar algum dano ao acervo;
- vii. Nenhum dos funcionários ou usuários do museu poderão se alimentar nas salas de exposição ou reserva técnica. (DRUMOND, 2006 p.135)

É importante que haja uma verificação constante para que seja mantida a temperatura do ambiente entre 20 e 23°C, e mantida a umidade relativa do ar¹⁰ entre 50 e 60%. É de suma importância esclarecer que estes parâmetros são relativos e deve-se ponderar sobre as condições ambientais às quais o acervo está adaptado. Toda oscilação brusca da temperatura e da umidade relativa torna-se um dos maiores perigos para a conservação do acervo, podendo provocar desprendimento da policromia, craquelês, empenamento e rachaduras, por isso a recomendação de que estes índices não ultrapassem a variação de temperatura em 5°C e 10% de umidade do ar no período de vinte e quatro horas.

As obras conservadas em igrejas durante dezenas ou centenas de anos permaneceram preservadas devido às condições de temperatura e de umidade que não variaram naquele ambiente ao longo do tempo. Por outro lado, arqueólogos puderam presenciar degradação quase instantânea de descobertas preciosas e intactas que foram expostas repentinamente à atmosfera e tiveram danos imediatos e irreversíveis.

Conforme figura 2 abaixo é possível verificar e entender o dano causado pela umidade do ar e também de infiltrações advindas do telhado aos documentos arquivados na sala.

¹⁰ A umidade relativa do ar refere-se à quantidade de vapor de água contido na atmosfera em relação a uma determinada temperatura.



Figura 2 – Documentos danificados pela umidade (Museu do Café, Ribeirão Preto – Foto: Maurício Glauco¹¹).

O tratamento preventivo contra a deterioração do acervo não pode ser feito sem acompanhamento dos índices de variação da umidade relativa e da temperatura.

Desta maneira são recomendadas utilização de equipamentos de medição adequados tais como o higrômetro, que mede a umidade relativa do ar ou o higrógrafo, que faz a medição e registro contínuo da umidade relativa do ar do local. Ou ainda a utilização de um termo higrógrafo que faz a medição e registro tanto da umidade relativa do ar como da temperatura, ambos ao mesmo tempo.

Agentes Biológicos

Os agentes biológicos que podem afetar os acervos são insetos xilófagos, fungos, bactérias, traças, baratas e roedores.

Como explicado anteriormente, a temperatura e umidade do ar influencia diretamente no fator de degradação de peças, mas também proporcionam ambientes adequados para que agentes biológicos se desenvolvam causando um problema a mais. Uma das maiores ameaças biológicas aos acervos, são os cupins (insetos xilófagos). Cada vez mais eles se tornam resistentes à utilização de inseticidas.

O Museu do Café apresentou graves problemas causados por deterioração e falta de manutenção. O repórter cinematográfico Maurício Glauco da EP TV Ribeirão Preto/Campinas fez um registro fotográfico conforme podemos examinar figura 3 abaixo o forro do teto do museu danificado por cupins.

¹¹ Maurício Glauco, Repórter cinematográfico EPTV Ribeirão/Campinas



Figura 3 – Forro danificado por cupins (Museu do Café, Ribeirão Preto – Foto: Maurício Glauco12).

O ataque destes insetos pode ocorrer de diversas formas:

- Através da contaminação do solo, onde cupins subterrâneos se deslocam através dos pilares, dutos, paredes, muros podendo contaminar toda edificação;
- Através de materiais contaminados, embalagens, bases de madeiras, acervo emprestado ou antigo infestado que se expande para os demais;
- Através da umidade acentuada em objetos de madeira e celulose;
- Através de árvores e arbustos externos na proximidade das janelas e portas servindo de passagem dos insetos para o interior das construções;
- Através da revoada de cupins nos meses de agosto a setembro quando os insetos se apresentam na forma alada procurando seus pares para acasalamento e ao perderem suas asas se instalam na madeira e papel causando grande destruição;

Os insetos além de causar danos estruturais ao museu, também pode comprometer o acervo conforme podemos observar as páginas de um livro figura 4 abaixo, parcialmente destruído pelos cupins:

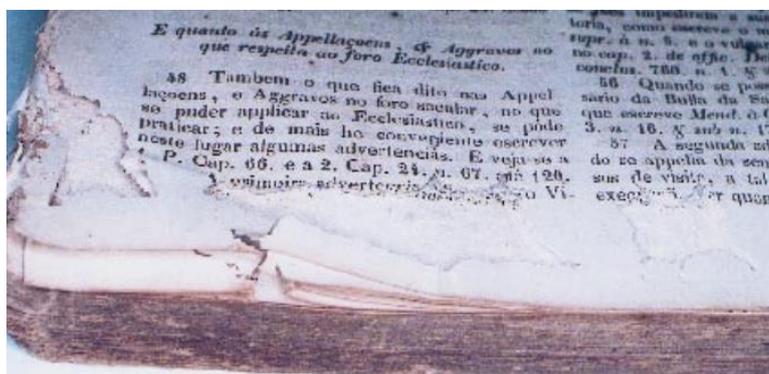


Figura 4 – Livro danificado por cupim (Fonte: Acervo Museu Mineiro)

¹² Maurício Glauco, Repórter cinematográfico EPTV Ribeirão/Campinas.

Outros agentes biológicos que são considerados ameaças são os fungos e bactérias que permanecem em suspensão de partículas de poeira e ao encontrar calor e umidade instalam-se na superfície das obras e começam a se desenvolver causando manchas e/ou apodrecimento das peças. Essa degradação também é irreversível, por isso a grande necessidade de trabalhar no processo de prevenção.

Para evitar a deterioração do acervo, é importante manter o ambiente seco, ventilado e fresco, focando no controle da umidade do ar e da temperatura do local. Para a ventilação, basta a instalação de ventiladores de teto no ambiente.

Traças e baratas são agentes biológicos combatidos através de vistoria periódica, dedetização e limpeza mecânica. Utilização de sachês de ervas aromáticas tais como cravo, orégano e canela podem manter esses agentes longe do acervo. Como estes insetos precisam de ambientes úmidos e escuros e buscam resíduos de alimentos, mantendo o ambiente limpo e seco, já é suficiente para a prevenção.

Os roedores oferecem risco de transmissão de doenças para os homens além de causar danos ao acervo. Observando as regras anteriores de limpeza e ventilação e uma ação profilática de dedetização do local é suficiente para a conservação.

Agentes Químicos

Tratam-se de agentes químicos principalmente os poluentes e a poeira. A poeira causa grande risco ao acervo, pois seu acúmulo pode reter umidade criando condições propícias para o aparecimento de outros agentes biológicos facilitando a infestação de insetos e poluentes proporcionando manchas e deterioração do acervo.

Como poluentes entendemos como a contaminação do ar pela fumaça de cigarros e automóveis. Para evitar que este problema se alastre há a necessidade de instalação de filtros ou telas nas janelas ou mantendo fechadas aquelas que têm saída para vias públicas.

Agentes Mecânicos

Além de todos os agentes externos, também devemos levar em consideração a ação direta do homem, seja por formas inadequadas de manuseio, seja por vandalismo. Para que este seja evitado, é importante afixação de placas e quadros com instruções, barreiras e cordões de isolamento, grades, fitas sinalizadoras no assoalho e vigilância das salas em que os visitantes estão circulando.

Na figura 5 abaixo podemos verificar uma maneira de proteger o acervo de vandalismo, criando barreiras de proteção a fim de controlar o acesso das pessoas às obras expostas.



Figura 5 – Barreira de Proteção para Controle de Acesso ao Acervo (Fonte: ArchiExpo)

2. Iluminação em museus

Até o início do século XX, a única fonte de luz utilizada era a natural, com o passar dos séculos, os espaços de exposição passaram por várias transformações e durante o século XX, a relação entre luz natural x luz artificial passou por muitos conflitos onde o movimento conservacionista do início do século visava à conservação das obras de arte em detrimento de qualquer outro aspecto.

A partir da segunda metade do século XX, o movimento se tornou tão acentuado que alguns museus eliminaram quase totalmente a iluminação natural para preservação do acervo. Nesta época, os preços de energia elétrica eram bastante acessíveis e acreditava-se que era de fonte inesgotável. E mesmo com a crise do Petróleo na década de 1970, havia a justificativa do uso da luz artificial por ser possível controlar melhor os efeitos sobre o acervo.

Então, pensar na maneira como os museus são iluminados deixou de ser um exercício de trazer luz às salas de exposições ou corredores. Como visto no capítulo anterior, a luz também pode ser um dos grandes fatores de degradação, portanto, é importante criar um projeto de iluminação que não esteja apenas envolvido com as normas técnicas, mas que reflita sobre o conceito de iluminação destacando os itens do acervo sem prejudica-los.

Portanto, a iluminação pode e deve ser usada como uma ferramenta de comunicação visual, tornando-a aliada da percepção humana e das reações diante do realce da beleza de determinada peça, conforme podemos verificar na figura 6:



Figura 6 – Iluminação destacada - Sala Orígenes – Museu da Inconfidência (Foto: Divulgação)

A qualidade da iluminação deve ser levada em consideração a fim de que seja feito um projeto luminotécnico avaliando e classificando a qualidade de luz e a forma como ela é projetada, seja direta ou indiretamente. Combinar os fatores das salas de exposição pensando no desafio de permitir que a luminosidade seja aplicada de forma eficaz causando o impacto dramático que cada peça exige.

É importante cuidar das prioridades do projeto de modo que os níveis de comunicação sejam contidos e a haja um equilíbrio constante entre a conservação das peças e o tipo de iluminação utilizado oferecendo luminosidade o suficiente para que se obtenham melhores níveis de visão.

Para alcançar um projeto de iluminação ideal nos museus é necessário que se alcance um equilíbrio entre as prioridades e sejam escolhidos equipamentos específicos levando em consideração todos os aspectos de luz dentro da área de exposição.

O cuidado com a iluminação não deve ser meramente um expectador em segundo plano, mas uma forma de reforçar as mensagens propostas pela forma de exposição do acervo.

A luz é um dos principais fatores de valorização dos espaços, pois é responsável por cerca de 80% de nossa percepção ambiental. Por isso a necessidade de que o projeto luminotécnico esteja integrado ao arquitetônico, tanto para realçar características do espaço de exposição quanto para orientar os usuários nos seus diferentes percursos, ou valorizar o que está exposto. Na Figura 7 podemos observar o projeto luminotécnico integrado ao projeto arquitetônico:



Figura 7 – Projeto luminotécnico integrado ao arquitetônico - Sala Manoel da Costa Athaide – Museu da Inconfidência
(Foto: Divulgação)

Portanto, quando estiver tratando de trabalho museológico, a iluminação deve estruturada de acordo com a natureza da classe do museu, o tipo do acervo e a característica dos espaços onde tudo deverá ser avaliado de acordo com a finalidade de conservação e intencionando uma experiência visual de qualidade para o visitante. Os projetos de iluminação são criados por meio da aplicação bem sucedida de projetos de iluminação com a experiência compartilhada entre técnicos, designers e museólogos.

Dessa forma, a iluminação deve ser pensada e constituída a partir de uma estrutura de normas técnicas, qualidade da luz, características dos acervos, conceitos de iluminação natural e artificial, controle de iluminação, tecnologia e sustentabilidade.

Assim, para atingir um resultado coerente, deve considerar que questões ligadas à luminosidade e equipamentos estejam dentro das prioridades do compromisso de gestão dos museus onde sejam utilizados recursos especializados e também estimule a indústria para que sejam desenvolvidas tecnologias mais eficazes que contribuam para o desafio de criar uma aura de magia luminosa sem degradar o acervo conforme exemplificado na figura 8.



Figura 8 – Aura de Magia – Autos da Devassa – Museu da Inconfidência (Foto: museus.gov.br)

É recomendada uma quantidade de luz necessária a fim de permitir conforto visual numa experiência com o público além de serem levados em consideração os possíveis danos em decorrência da exposição exagerada à luz. Portanto, estas recomendações estão baseadas em vários documentos publicados, onde os valores recomendados mais citados variam de 50 lux para materiais mais sensíveis à luz, a 200 lux para materiais moderadamente sensíveis (ROCHA, 2002).

Segundo a NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013), o nível de iluminância máximo em museus é de 300 lux, sendo este valor adequado, segundo a norma para atender aos requisitos de

exibição e ao mesmo tempo em que as obras estão protegidas quanto aos efeitos de radiação. Em contrapartida, a seguir na tabela 2 estão demonstrados alguns estudos mais específicos realizados no exterior sobre o nível de iluminância ideais para museus pelo ICOM:

Tipos de Material	Iluminância	Exposição (anual)¹³
Extremamente Sensíveis: Pinturas (guaxe, aquarela e similares), desenhos, manuscritos, e impressos, selos, papéis em geral, fibras naturais, algodão, seda, renda, lã, tapeçarias, couro tingido e peles, além de peças de história natural.	50 lux	120.000 lux.horas.ano
Moderadamente Sensíveis: Pinturas, (óleo e têmpera), couros naturais, tecidos com tinturas estáveis, chifre, osso, marfim, madeiras finas e lacas.	150 lux	360.000 lux.horas.ano
Pouco Sensíveis: Metal, pedra, vidro, cerâmica, joias e peças esmaltadas.	Sem limite (geralmente 300 lux porém ajustados ao calor radiante).	---
Restauração e Exames Técnicos	Até 1000 lux (curto período)	---

Tabela 2 – Limites de Iluminação em Museus - ICOM/França (Fonte: Barbosa, 2002)

Os principais parâmetros na composição de padrões, onde qualquer nível de luz que excedesse o valor mínimo necessário para a visualização de um objeto em exposição provocaria danos irreversíveis aos materiais que o compõem (CASSARES & PETRELLA, 2003 p. 174).

Os museus tem a preocupação de exibir os objetos com qualidade de visualização do público e ao mesmo tempo precisam se preocupar com a iluminação de uma sala com difícil controle de luz. Entender a importância da redução do nível de luz ou tentar um nível de iluminação que apenas garanta uma luminosidade mínima a fim de visualização de um objeto de forma adequada com tempo de exposição reduzido, conforme Cassales & Petrella, 2003 p. 177 explicam:

Alguns indícios de degradação causada pela radiação de luz são identificados visualmente com certa facilidade, como é o caso do desbotamento ou mudança de cor dos materiais. Porém este sintoma é apenas uma indicação superficial de deterioração. Na realidade, ela atinge a estrutura química e física da matéria, e

¹³ Exposição Anual: Considerados valores de 8h x 300 dias x iluminância

apesar de sua ação ser silenciosa, as consequências são desastrosas na conservação das obras.

Os museus históricos e de arte questionam a iluminação, no entanto, não há ninguém que queira iluminar um museu colocando em risco a conservação de seu acervo ou nem mesmo providenciar o mínimo de conforto visual de modo que não seja possível enxergar adequadamente as obras.

Os curadores são responsáveis pelo compromisso de conservar adequadamente o acervo e o desempenho da luminosidade deve ser abordado pensando em ambas as questões. No projeto de iluminação deve-se preocupar-se com a iluminação do ambiente em geral com todas as peças em exposição e considerar o tempo de exposição durante o tempo de visitação e quando não há visitantes apenas para depois entender como montar uma iluminação específica de cada objeto definindo o valor de exposição máxima de cada material. Os danos causados pela luz são cumulativos e irreversíveis (CASSARES & PETRELLA, 2003 p.179), por isso não é a quantidade de luz de um momento que importa, e sim a quantidade total de luz ao longo de todo o período de exposição.

Desta maneira, deve-se valorizar o período total em que os objetos estão expostos à luz e os museus que possuem acervos sensíveis devem controlar de forma cuidadosa o tempo de exposição. Para museus com baixa frequência de visitação deve-se utilizar como estratégia, a de redução da iluminação sobre os objetos mais sensíveis quando não estiverem sendo vistos.

Embora a iluminação artificial seja danosa, é possível trabalhar num conjunto de aspectos que mitiguem o problema, mas é importante lembrar que a luz natural também causa preocupação. Poucos se preocupam com a seriedade dos danos causados, pois a maioria dos projetos não contempla utilização de luz natural. No entanto, é de suma importância pensar no contexto econômico para incorporação de parte de luz natural em conjunto com a artificial.

Para aproveitamento da iluminação natural, é necessário cuidado extra, já que apesar de ser uma ferramenta eficiente na economia de energia para obtenção de bons resultados, é imprescindível uma integração inteligente no planejamento de utilização das mesmas.

Existe uma série de informações que devem ser levadas em consideração a fim de que a iluminação seja pensada de forma eficaz.

O sistema de iluminação deve ser na verdade apenas um complemento de luz natural, mas para isso, é importante analisar a disponibilidade de luz, tipo de edifício onde as aberturas, janelas, vitrais, cores das paredes além de profundidade, pé direito e elementos do entorno. Contudo, é de fundamental importância ao projetar o sistema de iluminação híbrido, considerar o dimensionamento de aberturas já que a incidência direta da luz pode causar

ganho térmico e toda economia energética seria desperdiçada na utilização de ar condicionado.

Tratar da integração entre luz natural e artificial é rara na maioria dos projetos de arquitetura e iluminação em museus por isso, deve-se utilizar com cautela. A maioria dos museus utiliza-se dela nos espaços de convivência e livre circulação, já que a presença de luz natural é desejada devido à necessidade básica do ser humano de sentir a luz do sol, trazendo satisfação e bem estar e influenciando positivamente o estado mental.

Entretanto, há ambientes em que a luz natural deve ser evitada na maior parte do tempo, ou até totalmente em tarefas em que haja necessidade de iluminação como as reservas técnicas e coleções científicas, que guardam peças e espécimes sensíveis à luz natural e às radiações Ultravioleta (UV) e Infravermelho (IR) que emite.

As salas de exposição devem ser analisadas com cuidado e os objetos que possivelmente necessitem receber incidência de luz natural devem recebê-la indiretamente, através de luz difusa refletida, para evitar a deterioração do material, ganho de calor e desconforto visual do público por conta de ofuscamento.

Portanto, o grande desafio da iluminação dos museus passou a ser a compreensão da dicotomia entre esses dois universos da luz, para tentar conciliar a luz requerida na percepção dos visitantes assegurando uma visualização satisfatória e agradável dos espaços e objetos e a luz associada à conservação como uma luz que não danifique as peças.

Assim, os edifícios destinados aos museus passaram a ser tratados como duas partes separadamente: os espaços expositivos, onde se prioriza os aspectos da conservação e os outros espaços, onde a luz natural pode ser usada de uma maneira mais livre e criativa.

2.1 O que é luz - Espectro eletromagnético

Do latim lux, a luz é um agente físico que permite que os objetos se tornem visíveis. A luz é uma energia eletromagnética radiante¹⁴ que pode ser captada pelo sentido da visão e se propaga em diversas velocidades dependendo do meio que se encontra.

Para falar sobre a natureza da luz e como ela age sobre os materiais expostos a ela, precisaremos de informações básicas e indispensáveis de física e óptica. A definição mais simples de luz trata como uma forma de energia eletromagnética chamada radiação e que tem

¹⁴ Energia radiante é aquela que se propaga na forma de ondas eletromagnéticas, dentre as quais se pode destacar as ondas de rádio, TV, micro-ondas, raios X, raios gama, radar, raios infravermelho, radiação ultravioleta e luz visível.

origem a partir de uma fonte energética como a luz natural ou a luz artificial. Chama-se radiação todo o processo de propagação de calor no qual a energia se apresenta na forma de ondas eletromagnéticas.

Desde a elaboração das leis de Maxwell¹⁵ até os dias atuais têm ocorrido grandes evoluções no ramo de estudo das ondas eletromagnéticas. Atualmente temos conhecimento de vários tipos de ondas eletromagnéticas, todas pertencentes à mesma natureza de constituição de campos elétricos e campos magnéticos. O espectro eletromagnético é o intervalo completo da radiação eletromagnética que contém as ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, raios X, radiação gama, raios violeta e a luz visível ao olho humano, conforme expressa figura 9.

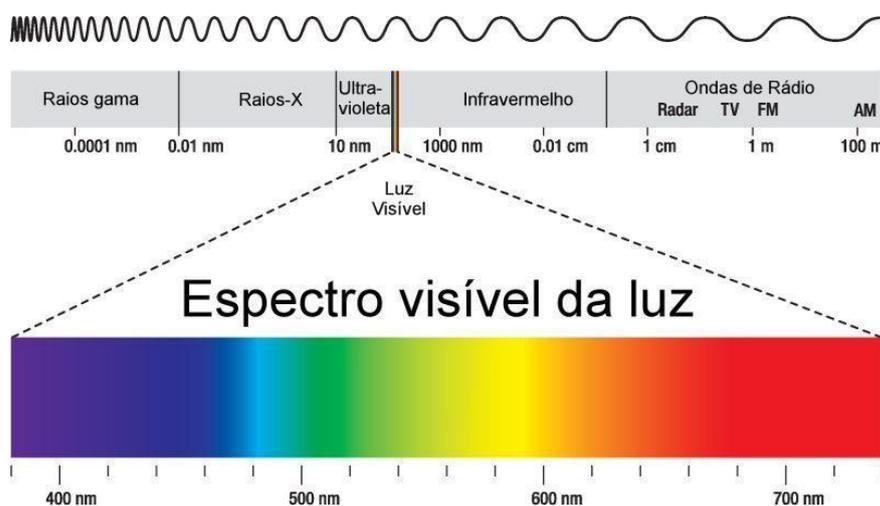


Figura 9 – Espectro Visível de Luz (Fonte: Mundo da Educação)

De forma geral, os vários tipos de ondas eletromagnéticas diferem quanto ao comprimento de onda, fato esse que modifica o valor da frequência, e também da forma com que elas são produzidas e captadas, ou seja, de qual fonte elas originam e quais instrumentos são utilizados para que se possa captá-las. No entanto, todas elas possuem a mesma velocidade, ou seja, $v = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e podem ser originadas a partir da aceleração de cargas elétricas.

A radiação luminosa é periódica por isso os padrões de picos ou depressões repetem-se em intervalos regulares. A distância entre dois picos ou duas depressões é chamada de comprimento de onda, o tempo em que a radiação emite um comprimento de onda é chamado de período da onda eletromagnética e a quantidade de períodos que são emitidos por segundo é chamado de frequência.

¹⁵ James Clerk Maxwell foi um físico e matemático escocês conhecido por ter dado forma final à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica.

O comprimento de onda está diretamente relacionado com a frequência. Se o comprimento de onda é longo, existirão menos ciclos da onda passando por um ponto por segundo (baixa frequência). Se há mais ciclos da onda passando por um ponto por segundo, o comprimento de onda será menor, conforme demonstra figura 10 os tamanhos de ondas.

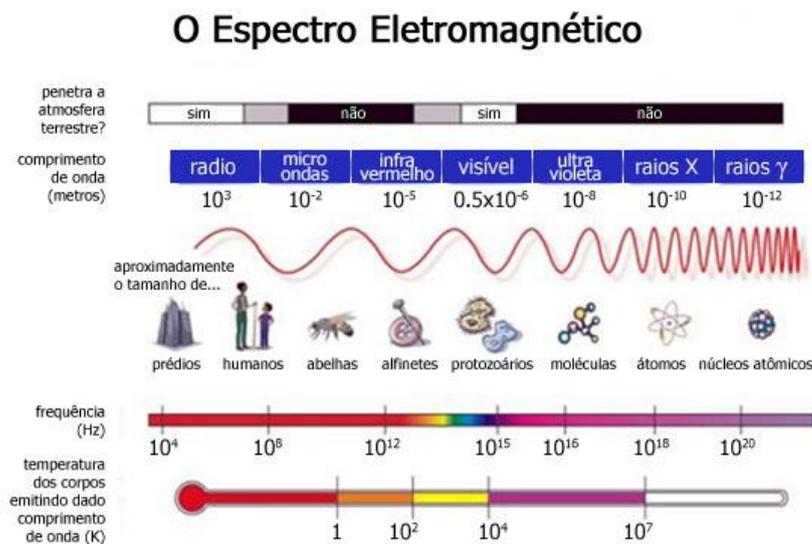


Figura 10 – O Espectro Eletromagnético (Fonte: Wikipédia)

O espectro visível é a porção do espectro eletromagnético cuja radiação é composta por fótons capazes de sensibilizar o olho humano de uma pessoa normal e esta faixa de radiação é chamada de luz visível ou apenas luz.

A faixa visível do espectro eletromagnético é delimitada junto a mais baixa frequência opticamente estimulante - percebida como vermelha - pela sugestivamente nomeada faixa de radiação infravermelha, e pelo lado da mais alta frequência perceptível - entendida como violeta - pela nomeada de forma igualmente sugestiva faixa de radiação ultravioleta.

Para cada comprimento de onda pertencente à faixa de luz visível encontra-se associada à percepção de uma cor onde ela é a percepção visual provocada pela ação de um feixe de fótons sobre células especializadas da retina, que transmitem, através de informação pré-processada ao nervo óptico, impressões para o sistema nervoso.

Tudo o que pode ser detectado por nossos olhos, e por outros instrumentos de fixação de imagens como câmeras fotográficas, é a luz de corpos luminosos que é refletida de forma difusa pelos corpos que nos cercam, logo, todas as cores observadas no mundo são uma combinação de nossa capacidade ótica com o efeito que a luz produz sobre os objetos. Cada

objeto existente participa das ondas de luz que reflete sobre as outras sendo captado pela visão que envia os sinais ao cérebro para serem interpretados.

Portanto, a luz é uma onda eletromagnética visível, formada pela propagação em conjunto de um campo elétrico e um magnético, cujo comprimento de onda está relacionado a uma radiação eletromagnética situada entre a radiação infravermelha e a ultravioleta.

Como é característica da radiação eletromagnética, a luz pode propagar-se através de diversos meios e sofrer alterações de velocidade ao passar de um meio de propagação para outro e afetar ou não a maneira como percebemos os objetos ao nosso redor.

As cores que percebemos são produzidas pela luz em uma banda estreita de comprimentos de ondas (luz monocromática) e chamada de cores espectrais puras. Os vários alcances de cores que estão indicadas no diagrama são algumas aproximações: o espectro é contínuo sem limites bem determinados entre uma cor e outra.

O termo luz, por convenção, indica a região de ondas eletromagnéticas que se encontram entre as frequências de ondas de 400 a 770 nm (nanômetros) conforme figuras 11 e 12, indo da cor ultravioleta à infravermelha, passando pela azul, verde, amarela e roxa. Esta é a região do espectro óptico ou luz visível, capaz de reproduzir a sensação visual. Estas cores (cor luz), quando somadas em quantidades iguais, definem o aspecto da luz branca ou luz do Sol.



Cor	Frequência	Comprimento de onda
violeta	668–789 THz	380–450 nm
azul	606–668 THz	450–495 nm
verde	526–606 THz	495–570 nm
amarelo	508–526 THz	570–590 nm
Laranja	484–508 THz	590–620 nm
vermelho	400–484 THz	620–750 nm

Figura 11 – Cores do Espectro (Fonte: Wikipédia)

O olho humano só é capaz de discernir uma pequena parcela de todas as radiações eletromagnéticas existentes. O intervalo que pode ser percebido pelo sistema visual humano é denominado de espectro eletromagnético visível. O espectro visível inicia-se na frequência que corresponde à luz vermelha e termina na frequência da luz violeta. A sequência das cores no espectro visível é: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

Qualquer radiação que possui frequência menor que a da luz vermelha é denominada de infravermelho. Quando as frequências são superiores à da luz violeta, as radiações são classificadas como ultravioletas.

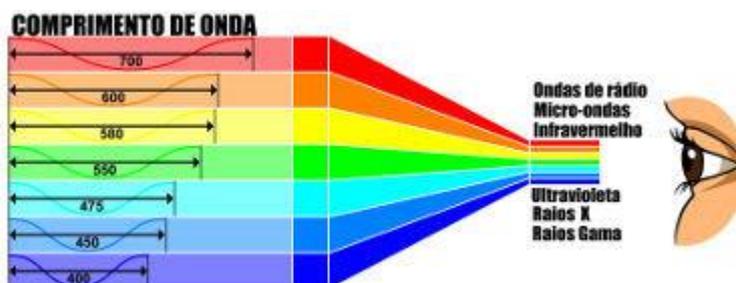


Figura 12 – Comprimento de Onda RES do Espectro – Fonte: Brasil Escola

As interações eletromagnéticas interagem com a matéria de diferentes formas ao longo do espectro. Os tipos de interações podem ser tão diferentes que se pode referir a elas como diferentes tipos de radiações. Ao mesmo tempo há uma continuidade entre as diferentes radiações. Por este motivo, dividimos o espectro baseado em suas diferentes interações com a matéria.

O espectro eletromagnético representa as faixas de frequências ou comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas, como a luz visível, as micro-ondas, as ondas de rádio, radiação infravermelha, radiação ultravioleta, raios x e raios gama.

As frequências da radiação ultravioleta são superiores às da região visível ao olho humano e são emitidas pelos átomos quando excitados como em lâmpadas de vapor mercúrio (Hg), acompanhando a emissão de luz. Por não serem visíveis, os raios ultravioletas podem causar sérios danos à visão humana.

Cada fonte de luz tem um espectro de radiação próprio, com comprimentos de onda distintos e com características e qualidades específicas. As radiações de infravermelho e de ultravioleta não são perceptíveis ao olho humano, mas podem ser detectadas por meio de película fotográfica ou equipamentos. Analisando as frequências de ondas do espectro, concluímos que partindo do ultravioleta para o infravermelho, o comprimento de onda vai do mais curto, que é a radiação mais energética, para o mais longo, menos energética. De onde concluímos que a radiação ultravioleta é a mais nociva dentro do espectro óptico, mas que não significa que é a única.

Os suportes como telas, tecidos, papel, como outras substâncias orgânicas, se oxidam sob a ação da radiação como o rompimento de fibras de papel, tecido, por exemplo. Outros materiais suscetíveis à ação da luz contidos numa pintura se danificam de formas diferenciadas. Os pigmentos e colorantes desbotam. Os vernizes tornam-se amarelados ou esbranquiçados, enquanto os aglutinantes das colas utilizadas na base de preparação podem se ressecar e contrair. A camada sobre a base também é igualmente sensível à ação do infravermelho, que provoca a elevação de temperatura que, somada à umidade relativa acabam por produzir dilatação e contração desses materiais, surgindo assim os craquelados.

Os danos causados pelos efeitos da radiação são mais graves quando o tempo de exposição for mais longo, a intensidade da radiação de luz incidente no objeto for maior, quando a luz contém mais radiações azuis, violeta e ultravioleta, e quando a temperatura e a umidade relativa são mais altas.

A elevação dos níveis de iluminação numa exposição para pôr em maior evidência o valor de uma obra, ou pela justificativa da estética da exposição, é totalmente equivocada e tem consequências nefastas para a conservação das mesmas.

Portanto, as ondas de infravermelho e ultravioleta afetam diretamente a deterioração do acervo.

2.2 Tipos de luz

Não é sempre que a luz natural é suficiente, principalmente quando se trata de ambientes fechados, portanto, é necessária a utilização de equipamentos de iluminação.

As formas para iluminar os ambientes vêm sendo desenvolvidas desde os primórdios. A principal forma é através das lâmpadas. Elas são capazes de produzir diversos efeitos de iluminação de acordo com o tipo de iluminação desejada

A primeira forma de iluminação utilizada pelo homem foi o fogo. O homem primitivo usava as chamas para iluminar o interior de cavernas e também em rituais e lendas. A tocha foi o primeiro instrumento utilizado para transportar ou suspender o fogo. Mais tarde foram inventadas as velas, com as quais foi possível construir o primeiro objeto com uma função semelhante à das luminárias modernas: os castiçais a eletricidade e revolução industrial vieram as primeiras lâmpadas.

2.2.1 Tipos de Fontes Luminosas

Incandescente

Uma das características da lâmpada aprimorada por Thomas Edison que se mantém até hoje é o elevado aquecimento. Seu filamento opera em temperaturas superiores a 2.000 °C e apenas 10% da eletricidade consumida pela incandescente é convertida em luz, o restante se transforma em calor, tornando a lâmpada hoje uma das menos eficientes do mercado. Seu rendimento é de aproximadamente 2,5 lúmens por watt nas lâmpadas de filamento de carbono, e 25 lúmens por watt nas de filamento de tungstênio.

Estas desvantagens têm provocado o banimento dela em muitos países, no entanto, seu Índice de Reprodução de Cor (IRC) é de 100, ou seja, é a incandescente quem mais se aproxima da cor da luz emitida pelo Sol, um patamar difícil de ser alcançado por outras lâmpadas. No Brasil, as incandescentes ainda são muito populares no uso residencial por seu baixo custo e em projetos em que o conforto proporcionado por sua luz é requisitado.

Halógena

As lâmpadas halógenas foram criadas logo após a incandescente, no início do século XX, com o “ciclo do halogênio”, em que partes do filamento composto de tungstênio que evaporam durante o processo são capturadas por gases inertes e halogênio contidos no bulbo e reconduzidas ao filamento quando a halógena é desligada.

Isto evita que a lâmpada escureça e que haja depreciação de sua vida útil ou de seu fluxo luminoso como ocorre na incandescente, permitindo, ainda, que as halógenas tenham tamanho reduzido. Ele permite que o filamento da lâmpada trabalhe com temperatura mais alta que as incandescentes e por isso produz mais luz e maior temperatura de cor, alcançando cerca de 3.000 K contra 2.700 K da incandescente comum. Para suportar a temperatura de funcionamento elevada, o tubo que envolve o filamento é feito de quartzo, enquanto as incandescentes utilizam vidro comum.

A halógena possui IRC de 100 e sua vida útil média varia entre 2.000 a 5.000 horas. São comumente aplicadas em projetos de iluminação residencial, comercial, arquitetural e de interiores.

Fluorescente

Da mesma forma que os pesquisadores da lâmpada incandescente buscaram inspiração no Sol para desenvolver um mecanismo de acendimento, podemos dizer que a fluorescente foi

inspirada nos raios. Isto porque seu funcionamento consiste em uma descarga elétrica em dois filamentos que lançam elétrons que, ao se chocarem, vaporizam o mercúrio contido no bulbo, produzindo um espectro luminoso pobre, formado por radiação ultravioleta, que é invisível ao olho humano. Porém, ao entrar em contato com a tinta de fósforo que reveste o bulbo de vidro das fluorescentes, a radiação se transforma em luz visível. Aliás, este é o motivo pelo qual por muito tempo ela foi chamada de lâmpada fosforescente.

A vantagem dessa tecnologia era seu acendimento instantâneo e a maior vida útil comparada com as fluorescentes de catodo quente da época. Reconhecidas mundialmente por sua eficiência energética – cerca de 60 lúmens por watt – as lâmpadas fluorescentes duram, em média, 7.500 horas, com temperaturas de cor que variam de 2.700 K (mais amareladas) até 8.000 K (mais azuladas), entretanto, as mais utilizadas têm de 4.000 K a 5.200 K.

Sua maior desvantagem ainda é o IRC que pode variar de 70 a 90, de acordo com o modelo. Entretanto, sua miniaturização e formas variadas permitiram sua ampla disseminação e atualmente são utilizadas em residências, comércios e indústrias, sendo aplicada, inclusive, em algumas vias públicas.

Vapor de mercúrio sob alta pressão

As lâmpadas a vapor de mercúrio foram criadas também na década de 1930, utilizando a mesma técnica da fluorescente com gases sob alta pressão dentro de um tubo de descarga de quartzo. Há eletrodos nas extremidades do tubo (nas fluorescentes são chamados de filamentos) envoltos por argônio e mercúrio que, ao receber a partida por meio de um reator, liberam elétrons que se chocam com os átomos de mercúrio, provocando sua vaporização e a consequente emissão de raios ultravioletas.

Foi aplicada na iluminação pública principalmente durante a década de 1980, mas perdeu espaço para as lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, especialmente por sua baixa eficiência energética: de 40 a 60 lúmens por watt. Seu IRC também não é dos melhores, alcançando apenas índice de 22 ou, no máximo, 70 com o uso da pintura com fósforo especial. Sua vida útil média é de 10 mil a 15 mil horas e possui temperatura de cor de 4.000 K.

Mista

A lâmpada mista é uma fonte de luz híbrida, cuja partida é dada por um filamento incandescente instalado dentro de um tubo de descarga com mercúrio como o da lâmpada sob alta pressão com esse mesmo gás. Daí em diante, seu mecanismo é o mesmo das lâmpadas

fluorescentes e de mercúrio, com a vaporização do gás com radiação ultravioleta convertida em luz visível.

Ela é desvantajosa em todos os aspectos se comparada a qualquer outro tipo de lâmpada de descarga, pois o IRC deste tipo de lâmpada não ultrapassa 70 e sua vida útil média é de 10 mil horas. A temperatura de cor varia de acordo com os diferentes fabricantes, mas gira em torno de 3.800 K.

Vapor de sódio

Desenvolvida também em meados de 1930, nasceu com o objetivo de superar o rendimento das lâmpadas conhecidas e melhorar a iluminação pública. A ideia deu certo, pois hoje este é o tipo de lâmpada mais utilizado nas ruas do país.

Sua luz mais amarelada que nos modelos de alta pressão levava até dez minutos para acender completamente, mas seu rendimento de 180 lúmens por watt, temperatura de cor de 2.000 K, mas seu IRC é menor que 30. Tem de 18 mil a 32 mil horas de vida mediana, mas o modelo stand by pode chegar ao dobro desse tempo.

Multivapores metálicos

As lâmpadas de vapor metálico podem ser encontradas em vários formatos e costumam ser aplicadas em locais que necessitam de grande fluxo luminoso, com boa reprodução de cores – possui IRC acima de 90 – e eficiência energética (rendimento de 100 lúmens por watt), como shoppings, indústrias e lojas. Tem vida útil média de 12 mil horas e temperatura de cor entre 3.000 K e 5.200 K.

Leds

Os diodos emissores de luz, conhecidos como Leds por sua nomenclatura em inglês (Light Emitting Diode), foram inicialmente usados como luz de sinalização em aparelhos eletroeletrônicos, pois não tinham fluxo luminoso suficiente para iluminar ambientes.

De sua invenção até os tempos atuais, o maior marco de sua evolução foi a descoberta do Led de luz branca que converte a luz ultravioleta em luz branca, como ocorre na fluorescente. Sua temperatura de cor pode variar entre 2.700 K e 6.500 K.

O rendimento dos diodos em geral é de cerca de 90 lúmens por watt e duram até 50 mil horas, de acordo com o tipo de Led e a qualidade de sua fabricação. A maior parte dos diodos comercializados tem 5 W, mas há tipos de 300 W no mercado.

É possível dimerizar alguns módulos de Leds com o uso de fontes especiais e podem ser aplicados em qualquer tipo de ambiente, inclusive alguns testes em iluminação pública já têm sido feitos com resultados satisfatórios, apesar do custo elevado comparado com qualquer outra tecnologia.

2.2.2 Índice de Reprodução de Cor

O Índice de Reprodução de Cor (IRC) é calculado comparando-se a luz artificial com a luz natural do Sol. O índice é obtido calculando a curva espectral e definindo o IRC de cada produto em laboratórios de fabricantes ou de órgãos especializados.

Seus valores variam de 0 a 100, sendo que, quanto mais próximo de 100, melhor o IRC. Uma lâmpada com IRC de 60 a 70, por exemplo, é considerada boa e indicada para áreas de circulação, por exemplo. As lâmpadas com IRC acima de 80 são consideradas ótimas e principalmente destinadas a locais em que a distinção de cores é importante, como lojas, entre outros.

As lâmpadas que apresentar melhores IRC são aquelas que possuem filamento, tanto incandescentes comuns como halógenas, justamente porque esses tipos de lâmpadas imitam em seu processo de funcionamento a luz do Sol, por incandescência.

2.2.3 Temperatura de cor

É a unidade de medida que define as tonalidades de cor da luz emitida pela lâmpada e também pode ser chamada de cor correlata.

É calculada comparando-se o aumento de calor com a cor da luz emitida pela lâmpada e transformando a temperatura medida em graus Celsius em Kelvin. Conforme simplificação de SILVA (2004):

Aquecendo-se um corpo negro no fogo ele vai tomando cor avermelhada e quanto mais calor se colocar nele, este avermelhando vai alaranjando, amarelando, branqueando até ficar no branco azulado, quando o corpo negro de metal estiver em ponto de fusão, ou seja, em altíssima temperatura.

Portanto a cor branca (fria) possui alta temperatura de cor e a amarelada ou avermelhada (quente) apresentam baixa temperatura de cor, conforme mostra figura 15.



Figura 15 – Temperatura de Cor - Fonte: Pinterest Valgussoojus

2.2.4 Ofuscamento e Reflexão

É bastante comum ao observar o ambiente, encontrar fontes de luz que podem incomodar os olhos. Esse incômodo acontece devido à visão direta da fonte de luz. Esse desconforto é chamado de ofuscamento.

Este brilho indesejado no campo da visão pode acontecer de forma direta ou indireto (reflexivo) como acontece no momento em que a fonte de luz é refletida sobre alguma superfície ou objeto o que pode reduzir o desempenho visual. É importante lembrar que nem todo brilho ofusca e nem toda superfície reflete a luz.

Desta forma, o projeto luminotécnico deve contemplar as informações de iluminância do ambiente para aplicação correta da uniformidade de iluminação local.

Na figura 13 abaixo, a Casa Fiat em Belo Horizonte expôs em 2012 obras do pintor italiano barroco Caravaggio e é possível verificar que a luz que incide diretamente no texto explicativo das obras, há o ofuscamento onde o excesso de iluminação causado pela abertura de luz criou um reflexo indesejável.



Figura 13 – Reflexo da iluminação no texto (Fonte: Casa Fiat/BH – Exposição Caravaggio 2012)

2.2.5 Luminância e Iluminância

A luminância (L) tem como unidade de medida CD/m² (candela por metro quadrado) e refere-se à intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície aparente.

A iluminância (E) é a quantidade de luz emitida por uma lâmpada em determinada área. Da fonte de luz sai o fluxo luminoso (medido em lumens) que é dirigido para uma área que, quando refletida nela e iluminando-a, torna-se lux (lx) que, por sua vez, é lumens por metro quadrado. Na verdade, a iluminância é a quantidade de luz medida em um ambiente e daí vem o nome do aparelho que faz a medição, o luxímetro.

As lâmpadas são fontes elementares de luz elétrica que podemos proteger, refletir, refratar, filtrar e dimerizar. As fontes de luz podem emitir luz de aparência de cor entre quente e fria onde as cores quentes possuem uma aparência avermelhada ou amarelada e as cores frias são azuladas. A temperatura de cor correlata é expressa em kelvin (K).

Tanto a qualidade como a quantidade de iluminação evidencia sua importância no projeto de iluminação museológico. Apesar de inúmeras tentativas na criação de medidas numéricas, para sua avaliação e classificação, resta a qualidade da luz observar algumas grandezas físicas, combinadas e colocadas numa ordenação particular, observando os numerosos fatores que envolvem espaços, acabamentos e atividades exercidas.

O atual desafio dos pesquisadores e interessados nesta área, e prover de forma mais objetiva medidas para mensurar a qualidade da iluminação e assim, possibilitar o grande

sucesso dos projetos que a observam, permitindo seu desenvolvimento, análise e crítica com maior clareza e objetividade.

Os critérios utilizados para a elaboração das “DIRETRIZES AVANÇADAS PARA ILUMINAÇÃO”, baseados no “IESNA Lighting Handbook”, podem ser divididos em três categorias básicas que são:

- i. Distribuição da Luz: relacionada à iluminação de tarefas e do ambiente; integração com a iluminação natural e poluição luminosa e luz abusiva;
- ii. Considerações sobre o ambiente e local de tarefa que trata da flexibilidade, aparência do local e das luminárias, aparência da cor, luminância das superfícies do local, tremulação da luz, ofuscamento direto e refletido;
- iii. Iluminação sobre as pessoas e objetos: onde se preocupa com a modelagem de feições e objetos, características das superfícies, pontos de destaque e interesse e cintilamento.

Além da escolha das lâmpadas, a construção dos sistemas de iluminação também pode passar pela definição de sensores de presença, temporizadores, disposição e altura de interruptores e luminárias, sensores de iluminação ou aproveitamento de luz natural. Além disso, se pensarmos no impacto que a iluminação adequada tem, os projetos personalizados de luminotécnica tornam-se ainda mais importantes.

Ou seja, a complexidade do projeto precisa se adaptar às necessidades do ambiente e além do aspecto econômico também depende da integração de processos.

2.3 Iluminação como ferramenta de comunicação

A maneira como o olho humano interpreta os objetos é chamado de percepção visual e ela é única para cada pessoa devendo, portanto se apresentar de forma diferenciada e individual. A presença da luz e sua extração de significados pelos elementos reconhecidos, suas superfícies, formas e cores, onde a luz é transformada em imagem pelo cérebro humano possibilitando a percepção do que existe à sua volta por isso é que consideramos a sensação e a percepção fundamental para o desenvolvimento da interpretação de espaço.

A percepção é uma experiência corporal atrelada aos movimentos e à sensação e de nossa racionalidade levando o ser humano a desaprender a sentir com o corpo. Aprender a ver as coisas é adquirir certo estilo de visão, um novo uso do corpo próprio.

O estudo das cores sobre iluminação nas exposições é imprescindível, pois a cor não existe sem que haja luz. A cor é a sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz sobre o órgão da visão e seu aparecimento está condicionado à existência de dois elementos: luz como estímulo e olho como decifrador do fluxo luminoso. O caminho da luz até o cérebro percorre um caminho que começa na íris/pupila/cristalino e segue pela retina que é formada por células responsáveis pela percepção da luz até passar pelo nervo óptico até o cérebro que decodifica as imagens, conforme mostra abaixo a figura 14.

Assim, para que as imagens sejam processadas pelo ser humano, dependemos do sistema óptico e o sistema neurológico para a criação da imagem e suas cores. Neste processo de percepção os estímulos recebidos serão influenciados pelas expectativas e emoções e a atmosfera de um ambiente afeta o estado de humor e psicológico dos indivíduos, podendo provocar reações diversas, por isso as cores e luzes do ambiente justificam a influência na percepção do visitante no caso das exposições.

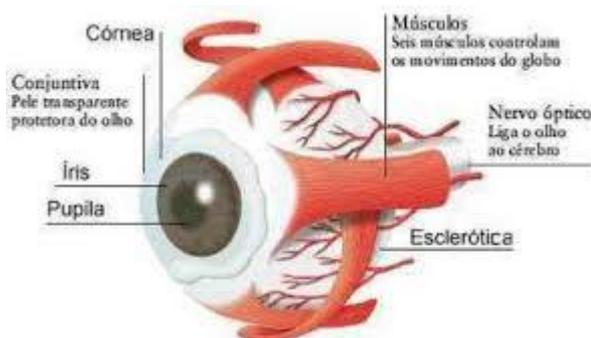


Figura 14 – Partes do Olho (Fonte: E-Disciplinas USP)

Todo objeto só possui conteúdo a partir daquilo que ele representa devido aos inúmeros simbolismos ligados a ele. Portanto, torna-se papel do museu explorar os significados ocultos através da contextualização dentro da exposição e é neste momento que percebemos a importância da boa utilização de técnicas que possibilitam maior apreensão desses conteúdos dos objetos.

A expografia é a área da museografia que se ocupa da definição da linguagem e do design da exposição museológica, englobando a criação de circuitos, suportes expositivos, recursos multimeios e projeto gráfico, incluindo programação visual, diagramação de textos explicativos, imagens, legendas, além de outros recursos comunicacionais (FRANCO, 2008).

A experiência vivida pelo visitante está ligada na interpretação dos elementos existentes no espaço, desta forma, a identificação do conteúdo percebido está ligada a experiências e vivências tendendo a sua própria interpretação envolvendo a associação e a projeção de lembranças. SILVA (2004) explica que a base das associações de eventos anteriores que ocorreram ao longo da vida e da memória afeta a percepção:

O que conseguimos perceber à nossa volta hoje é o resultado de tudo o que vimos anteriormente; de todas as experiências tidas com aquela(s) imagem(ens) ao longo da nossa vida. (SILVA, 2004)

Os museus também devem se preparar e se preocupar com o público que possui necessidades especiais, não devendo ser apenas através de 100% da visão que seu conteúdo se coloque disponível para ser apreciado.

Desta forma, a iluminação deve proporcionar boa visibilidade das peças sem deturpação de suas cores e suas funções devem se estender e atender aos diversos aspectos relativos à concepção de exposição, auxiliando na criação da atmosfera do ambiente servindo como orientação para o público.

A luz também deve dar destaque àquilo que é desejado, podendo levantar inúmeras formas de percepção para um mesmo espaço proporcionando a imersão do visitante na exposição. A iluminação possibilita a visualização do museu e sua importância se afirma tendo em vista que a exposição é uma experiência basicamente visual.

Apesar de já ter sua importância na construção de ambientes teatrais, a iluminação de um museu nas salas de exposição deve ser levada em conta no momento inicial do processo de criação a fim de extrair elementos a serem apresentados ao público cuidando tanto do conforto do visitante como na preservação do acervo.

A iluminação também atua na percepção das cores e seu uso será definido de acordo com o tema da exposição, contribuindo para a criação de uma atmosfera fazendo a escolha das cores de forma coerente e harmônica, considerando que cada cor está impregnada de informações e significados simbólicos sendo importante uma atenção especial ao equilíbrio do uso das cores.

O uso da luz pode objetivar a busca do conforto e visibilidade, a criação de atmosferas, servir como orientação de percurso, projetar imagens, compor o ambiente, dentre outros diversos possíveis usos. Entretanto, no caso da iluminação em museus, devem-se tomar alguns cuidados específicos, como: - buscar utilizar os níveis mínimos de iluminação, - buscar a boa reprodução/aparência da cor, controlar o ofuscamento e mudanças bruscas de

quantidade de luz, equilibrar e avaliar a relação no uso de luz natural e artificial e buscar o máximo de economia de energia.

Para ver as peças do acervo através da iluminação, a luz é fator imprescindível por atuar na percepção do visitante, pois o olhar marca o início do conhecimento. A luz permite uma experiência estética criando atmosferas especiais, circundando as coisas, refletindo por superfícies brilhantes e incidindo sobre os objetos que possuem sua própria claridade ou obscuridade relativas.

O projeto de iluminação em exposições não deve ser visto apenas como aquele que irá possibilitar a visão dentro de determinado espaço também deve ser entendido e considerado como ferramenta de comunicação da exposição.

A iluminação principal do ambiente não destaca nenhuma parte ou objeto da exposição, apenas distribui a luz de forma uniforme buscando visibilidade do espaço como todo. Já a iluminação indireta não incide diretamente sobre nenhuma parte do ambiente, é apenas através da reflexão da luz nos espaços iluminados, tornando-se uma boa saída para evitar o ofuscamento da visão.

Portanto, a iluminação de destaque busca ressaltar algo através de uma luz mais forte focada sobre aquilo que se deseja destacar atraindo a vista do visitante para os pontos mais iluminados de um ambiente. Quando existe na exposição algum objeto que se deseja destacar, pode-se projetar uma luz sobre ele para que o olhar do visitante seja atraído e o destaque do objeto deve-se focar a luz, direcionando-a através de projetores e controlando com filtros os índices de iluminância. Quanto mais aberto o ângulo da luz, mais difusa; quanto mais fechado o ângulo, mais direcionada.

A iluminação de destaque também pode ser aplicada de baixo para cima a fim de criar um ar monumental.

Estes efeitos especiais se enquadram nas tecnologias usadas nas exposições, as quais facilitam a veiculação da informação e favorecem a imersão do visitante proporcionando um apelo emocional e despertando o interesse e curiosidade tornando-se uma ferramenta importante na comunicação da exposição.

Através da iluminação o visitante pode compreender melhor a informação que o museu intenciona passar, identificando os pontos de destaque que auxiliam a comunicação e proporcionam uma experiência mais completa e agradável.

Assim, a iluminação possui função de exposição em conjunto com a peça destacando e evidenciando objetos, suportes e técnicas, contribuindo para a criação de um ambiente que pode ser percebido e interpretado pelo visitante.

3. Idoso como o novo público dos museus

Sob a perspectiva de mercado potencial, os idosos representam uma grande possibilidade de empregos e lucros. Sob este aspecto, trata-se, portanto, de um foco de atenção positivo para a descoberta de nichos de mercado.

Os progressos da área médica e farmacêutica são constantes e estão presentes na vida cotidiana do idoso.

A partir de 60 anos, a pessoa é considerada idosa na legislação brasileira pelas Leis 10.741 – Estatuto do Idoso e Lei 8.842 – Política Nacional do Idoso. No entanto, alguns idosos preferem assumir outras expressões como terceira idade, ou até mesmo serem chamados de “melhor idade”. E é neste momento que nascem algumas preocupações para os idosos como a aposentadoria, prolongamento da qualidade de vida ou até mesmo a transferência do patrimônio para os filhos. O que interessa é perceber que nesta fase, o idoso começa com algumas preparações bem específicas.

Mas o que ele mais se importa mesmo é com a qualidade de vida e se questiona sobre sua vida e sobre o passado. Esse processo de redescoberta pode também ser estendido aos museus. Por isso, trabalhar o ambiente a fim de conquistar o idoso, é pensar tanto em inclusão como em aumento do público do museu, figura 16 expressa visitação do público idoso.



Figura 16 – Ministro Galba Veloso em visita ao Museu da Inconfidência representa a imagem de um público idoso.

Ambiente mais claro para melhor imersão na exposição (Fonte: Museu da Inconfidência)

Embora a partir dos 60 anos o olho humano comece a apresentar diferenças importantes, o ser humano, tem equipamentos que podem ajudar a chegar com saúde física e mental aos 90

anos. Em recente Simpósio¹⁶ promovido pela FIOCRUZ¹⁷ ficou evidenciado que, seguindo a tendência atual populacional, num período de 30 anos o número de idosos superará o de jovens e isto já pode ser observado hoje, a partir do deslocamento da curva logística populacional.

Representa um mercado descoberto ou a descobrir. Representa também oportunidades de emprego, tão necessários nos tempos atuais, principalmente para os jovens. É preciso apenas entender o panorama e seguir na perspectiva de preparação de um futuro pensado também no idoso.

3.1 Caracterização do público idoso nos museus

Não existe museu, sem que haja um público para visitação. E para o museu, estar sem seu público o deixa incompleto. Mas para conhecer quem são os visitantes,   importante estudar vários aspectos de sua composi o, tanto se ele   formado por turistas, moradores do entorno, estudantes, idosos... Entender se o número   volumoso ou pequeno são observa es importantes para caracterizar o público que o visita.

O IBRAM¹⁸ apresenta um relatório de visita o chamado Formulário Anual de Visita o também conhecido como FVA¹⁹. Segundo os resultados do FVA 2017, o público dos museus ainda   pequeno diante do tamanho da popula o e de tantas op es de museus no Brasil.

Não existem dados concretos que envolvam as propor es de visitantes por faixa etária, o que dificulta a caracteriza o do público visitante, por isso, o museu segue a linha relacionada ao envelhecimento da popula o²⁰, tentando entender na prática como a museologia pode abordar o público idoso embasado em políticas de inclusão em programas socioculturais desenvolvidos para eles.

¹⁶ *Simpósio Nacional sobre Saúde, Envelhecimento e estado de Bem-estar*, 18 e 19 de abril de 2018, no Museu da Vida, da Fiocruz.

¹⁷ FIOCRUZ - Funda o Instituto Oswaldo Cruz, institui o de pesquisa e desenvolvimento em ciências biológicas localizada no Rio de Janeiro, Brasil e considerada uma das principais institui es mundiais de pesquisa em saúde pública.

¹⁸ IBRAM – Instituto Brasileiro de Museus, autarquia vinculada ao Ministério da Cultura, que   o órgão gestor da política dos museus.

¹⁹ O Formulário de Visita o Anual foi um instrumento criado pelo Ibram para cumprimento do Decreto n  8.124/2013, art. 4 , inciso VIII que determina a obriga o dos museus em enviar dados e informa es relativas às visita es anuais.

²⁰ IBGE - <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> - Proje o do Envelhecimento da Popula o no Brasil

A população brasileira manteve a tendência de envelhecimento dos últimos anos onde ganhou cerca de 4,8 milhões de idosos desde o censo do IBGE de 2010, superando a marca dos 30,2 milhões em 2017, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – Características dos Moradores e Domicílios, divulgada pelo IBGE tornando o grupo mais representativo no país. Esta tendência de envelhecimento da população tem acontecido em todo o mundo tanto pelo aumento de expectativa de vida como pela melhoria das condições de saúde.

Portanto, o processo de envelhecimento pode estabelecer relações de comunicação e interação sociocultural, proporcionando aprendizagens ao longo da vida em que as necessidades de atividades da vida diária e de lazer, as vivências, interesses e motivações sejam contempladas de forma adaptativa para a vida destes indivíduos.

É estratégico pensar num museu que possa trabalhar e atender as necessidades do grupo da população que não apenas precisa de cuidados especiais por ser o grupo de maior crescimento populacional.

É um desafio para a museologia destacar a necessidade de conhecer melhor os idosos e os considerar um público potencial de museus, explorando as instituições museológicas e apontando as escolhas museógrafas possíveis que se condicionem a propostas relevantes de comunicação e relacionamento direto com o público tendo em vista o futuro impacto positivo dos idosos nos museus.

3.2 A visão do idoso e as mudanças fisiológicas

O envelhecimento produz normalmente uma diminuição de nossa visão ou acuidade visual. Em geral essa perda é bastante discreta. Sente-se apenas a necessidade de uma luz mais forte para ler, cozinhar e dirigir. Na leitura é preferível o tipo de luz incandescente à luz fluorescente.

Conforme as pessoas passam dos 60 anos, a prevalência da deficiência visual aumenta e esta diminuição da acuidade visual tem repercussões importantes na função visual e na capacidade funcional dos idosos.

A visão, várias alterações orgânicas comumente manifestadas durante o envelhecer que levam à diminuição da acuidade visual, a qual pode ser ou não restabelecida. A acuidade visual diminuída tem repercussões importantes na função visual e na capacidade funcional dos idosos.

Assim, a perda da acuidade visual é bastante comum à população de idosos pois muitas doenças oculares estão ligadas ao envelhecimento e é um dos problemas mais crônicos dos idosos. Muitas das doenças associadas à visão não podem ser corrigidas cirurgicamente devendo manter tratamento clínico ou uso de lentes corretivas.

Existe uma relação entre a sensação e percepção. A sensação corresponde ao campo visual; enquanto a percepção corresponde ao mundo visual que é elaborada no córtex cerebral. Sendo o cérebro o órgão que recebe e trata as informações no nível consciente e inconsciente, este é estimulado por sensações e percepções, que por sua vez se originam dos órgãos sensitivos e da cognição respectivamente. (GIBSON, 1979, p.158)

Com a perda da visão, muitos idosos acabam por perder dignidade e podem correr muito mais riscos com relação a quedas e medicamentos errados. Perdem qualidade de vida e com isso, a vontade de viver.

Assim sendo, para pensar no idoso como um público de museus, é necessário refletir que a iluminação para os ambientes em que eles circulem, deve exigir cuidados especiais para que eles desfrutem não apenas de conforto e segurança como também entender o ambiente da mesma maneira que as demais pessoas.

Tendo em vista a necessidade deste cuidado, é de grande interesse dos responsáveis pelo museu, que o ambiente seja preparado de forma a entender as alterações e necessidades dos idosos e tratar com prudência a questão da iluminação do acervo de modo que não haja degradação do mesmo.

Para que a adaptação visual seja completa, o olho humano começa um processo de redução da sua capacidade visual. Como se sabe o olho adulto é uma esfera de aproximadamente 2,5cm de diâmetro que como todo o ser vivo, vai envelhecendo ao longo de sua existência. Em particular antes dos 60 anos, em muitos casos, há necessidade de correção da acuidade visual com utilização de óculos. Posteriormente, os líquidos presentes no interior do globo ocular, bem como o cristalino e a córnea, começam a alterar os índices de refração e a sua coloração e como consequência, o idoso dos 70 anos é uma pessoa que enxerga de forma amarelada devido ao cristalino ficar mais denso fazendo como que absorva mais cores azuis, resultando daí uma necessidade de mais luz para ver semelhante ao jovem.

A acuidade dos idosos passa por uma série de mudanças significativas que devem ser levadas em consideração quando o projeto luminotécnico for aprovado. Para os idosos, a visão fica mais turva e a capacidade de captar as informações e transmiti-las diminui em quase $\frac{3}{4}$ da visão aos 25 anos, pois a pupila fica menor e a distância focal aumenta. Segundo

Em linguagem técnica da comunicação, os olhos não se constituem apenas em canais para a transmissão de informação, mas em verdadeiros órgãos codificadores e decodificadores das informações emitidas e recebidas, de modo que parte da tarefa que seria de responsabilidade do cérebro já começaria a ser realizada dentro desses órgãos, para ser completada no cérebro. (...) a visão que seria mais propriamente parte constitutiva do próprio cérebro. (SANTAELLA, 1998 p.13).

O olho dos idosos também fica menos tolerante ao brilho, aumentando a sensibilidade ao ofuscamento. E por estes motivos, os idosos precisam do dobro de luz que as pessoas precisam normalmente. Além disso, é importante que a luz seja mais branco-azulada e com temperatura de cor mais elevada.

Quando se tratar de corredores, os pisos devem ser foscos e deverá ser utilizada uma luz indireta com mais força e menos brilho, providenciando inclusive sinalização e placas no chão e áreas inferiores devido ao fato do idoso caminhar olhando para baixo.

Logo, fica clara a necessidade de aumento de luz para o idoso. Também é importante trabalhar com o projeto de maneira que a iluminação seja de transição suave entre os ambientes, pois a diferença alta de iluminância pode provocar um ofuscamento direto, perturbando a visão do idoso que necessita de um tempo maior para adaptação dela.

A baixa iluminação dos ambientes pode alterar o relógio biológico provocando distúrbios como tristeza, irritabilidade, ansiedade, sendo necessário, portanto, que o trabalho luminotécnico seja muito bem feito para que a iluminação seja satisfatória, indireta e que não danifique as obras para que as respostas visuais dos idosos sejam coerentes com um trabalho preocupado em não distorcer a iluminação, sem ofuscamento direto, nem reflexão especular de materiais.

Em geral, os idosos não percebem que a iluminação local pode atrapalhar sua acuidade visual encara os problemas de inadequação do sistema de iluminação de maneira passiva, associando-os às dificuldades e limitações inerentes à idade mais avançada.

3.3 Importância e projeção da iluminação artificial

A iluminação de peças específicas do acervo retira a atenção do espaço enfatizando apenas os componentes individuais e a iluminação artificial deve ser capaz de diferenciar a iluminação nas zonas funcionais dividindo as áreas e melhorando a experiência visual. Para isso, é possível trabalhar com luminárias tanto de áreas laterais como por iluminação vinda do

chão a fim de enfatizar objetos e conectar espaços. A iluminação direcional permite ao espectador a noção de profundidade espacial.

Trabalhar no *layout* luminotécnico, com a especificação correta de lâmpadas e luminárias para o uso no ambiente permite trabalhar as diferentes temperaturas de cor proporcionando sensações e efeitos nos espaços e esta característica é essencial para a qualidade da luz do ambiente.

Embora as luzes avermelhadas ou amareladas sejam mais acolhedoras e aconchegantes torna-se claro após todas as informações trabalhadas que são completamente inadequadas para a iluminação dos museus, por isso a cor utilizada deverá ser de luzes brancas ou azuladas que além de serem mais enérgicas e estimulantes são melhores para o acervo e a acuidade visual dos visitantes, principalmente dos idosos.

O uso da iluminação dimerizável é fundamental para diminuir o consumo de energia e transformar o ambiente com a iluminação trabalhando na dramatização da iluminação do acervo e permitindo uma melhor experiência museológica.

É fato que o acesso à luz natural aumenta a sensação de bem-estar psicológico, no entanto, esta luz não é suficiente devido a grande variação em sua intensidade e mesmo que haja bastante luz natural, o tipo de luz nem sempre é o adequado para o ambiente, fazendo sombras e causando fadiga ocular, favorecendo a complementação com luz artificial, conforme mostra figura 17.

Portanto, como seria a projeção de uma iluminação ideal ao museu? Depende de como os responsáveis querem expor o acervo tratando as condições de iluminação na expectativa de que qualidade dela depende da utilização que necessita dar a cada espaço além do tipo de acervo que será exposto naquele ambiente.

Uma questão importante é a definição de ponto de equilíbrio criando uma iluminação inclusiva tratando o projeto de design de iluminação como um exercício de obtenção de iluminação suficiente artificial a fim de complementar a utilização da iluminação natural, caso a mesma seja utilizada em conjunto, a fim de permitir satisfação e conforto para apreciação das obras do acervo.



Figura 17 – Complementação de Iluminação Natural com Iluminação Artificial (The Crocker Art Museum²¹ in Sacramento - Fonte: Divulgação)

A iluminação planejada deve proporcionar a produção de um melhor desempenho visual, focando na luz, no espectro e na distribuição espacial da luz e a tecnologia da iluminação não deve ser apenas quantitativa, deve possuir como base valores de quantidade de luz permitindo um input sensorial percebido no ambiente físico.

Caracterizar o sistema luminoso influencia diretamente na maneira como o ambiente interno devera ter seus elementos colocados não permitindo uma posterior alteração do local das luminárias.

Caso o projeto não seja bem calculado e executado, os níveis de iluminação e luminância, podem reduzir drasticamente a percepção da informação visual do ambiente.

O design de iluminação é uma série de experiências planejadas que envolvem não só os espaços como a projeção das pessoas que estarão no ambiente.

Dessa forma, a projeção da iluminação artificial deve ser pensada com a dimensão do ambiente, a necessidade dos usuários, cores, mobília e, revestimentos das paredes e pisos. Todos os detalhes deverão ser levados em consideração como um elemento construtivo e necessário dentro do ambiente.

Desta forma, a iluminação é, sem a menor sombra de dúvida, o principal elemento do projeto do museu porque é ela quem vai tornar aquele ambiente vivo transformando o mesmo.

A busca por um sistema de iluminação artificial compreende o entendimento das particularidades locais através da influência da composição da distribuição da luz transformando o ambiente conforme sua utilização criando cenas e efeitos distintos.

²¹ O Crocker Art Museum está localizado na 216 O Street, no centro de Sacramento. Para mais informações sobre o Crocker, visite www.crockerartmuseum.org.

A escolha da lâmpada é tão importante quanto à luminária, os diversos tipos de lâmpadas disponíveis devem ser trabalhados no conjunto da obra juntamente com a temperatura da cor, a intensidade e o efeito, proporcionando o conforto visual ao visitante e destaque das obras do acervo.

A iluminação artificial deve ser diferente em cada sala trabalhando no conceito de que o ambiente precisará traduzir a necessidade de exibição daquele espaço.

O projeto não pode considerar apenas a iluminação artificial, exceto se as salas de exposições forem completamente fechadas, sem qualquer possibilidade de luz natural. E mesmo que a entrada de luz natural não esteja disponível, é preciso trabalhar a área externa com mecanismos de sombreamento agregados aos projeto reduzindo o calor na área interna.

Portanto, tendo em vista a importância da projeção de iluminação, o clareamento deve ser satisfatório sem quantidade excessiva de lâmpadas, mas de forma que o projeto contemple a luminância necessária do ambiente.

3.4 Adaptação Visual e distribuição progressiva de iluminância

Para tratar a adaptação visual em um ambiente, é necessário atentar ao controle de perturbações visuais causadas pela visão direta das lâmpadas e por grandes áreas de aberturas de luz natural e reflexos indesejáveis pois é um dos principais requisitos do ponto de vista do conforto visual. Algumas estratégias para resolver isso é escolher um sistema zenital²² ao invés da utilização da iluminação lateral concomitando com rebatedores, difusores ou sistema indireto.

No caso da iluminação artificial, a adoção de luminárias que atendam ao critério de controle de ofuscamento permite que a luz indireta seja trabalhada de forma estratégica posicionando as fontes de luz em relação ao item do acervo a ser iluminado.

Não é fácil controlar todos estes fatores, pensando na flexibilidade do sistema de iluminação de maneira em que o acervo seja afetado o menos possível e em paralelo, os idosos possuam o conforto visual necessário para admirar as obras na criação de diferentes atmosferas de luz. Uma das opções seria trabalhar com sistema de controle de dimerização onde a intensidade da luz é controlada de acordo com programação prévia para aquele ambiente.

²² A iluminação por sistema zenital é uma técnica em que a luz natural penetre o ambiente através de aberturas superiores na cobertura da edificação.

Além de ser primordial um trabalho impecável de iluminação, controlar a reprodução de cor é condição indispensável na grande maioria dos espaços interiores. A tecnologia das lâmpadas independente do tipo utilizado, já resolveu o problema da boa ou excelente reprodução de cor aliada à economia de energia. A única preocupação talvez seja com relação à economia de energia elétrica e custo das lâmpadas, pois os tipos halógenos, vapor metálico e fluorescentes proporcionam elevada reprodução de cor. Apenas as LEDS oferecem certa restrição, mas que não significa que não possam ser utilizadas em várias aplicações em um museu.

Outra preocupação importante e que se faz necessária no projeto luminotécnico é relacionada à maneira como o idoso pode aproveitar melhor a experiência do museu e atenção especial com a boa aparência de cor, pois não existe uma recomendação específica sobre este assunto. Os projetos não podem ser reaproveitados e deve haver uma projeção especial para cada tipo de museu, considerando tanto o acervo como as salas de exposição, disposição dos elementos e características das cores do ambiente e objetos, além da presença ou não de luz natural. Neste aspecto, vale a recomendação clássica sobre conforto visual, diminuindo parte da iluminância para atingir a temperatura de cor necessária no local.

Trabalhar com a transição da iluminação entre os ambientes, vai ajudar na ambientação da acuidade visual, não apenas para o idoso como para o público em geral. A troca abrupta de iluminação pode causar problemas de adaptação da visão e assim, não conseguir apreciar o acervo da forma planejada. Na iluminação dos ambientes é imprescindível a condução da transição de um local mais claro como os corredores para salas menos iluminadas. Uma solução possível é considerar a colocação de mais luz na entrada dos corredores e inter ambientes para ir reduzindo aos poucos a fim de que a acuidade visual vá se adequando ao novo ambiente.

Ainda com a preocupação da adaptação visual, é de suma importância lembrar que a luz é um dos principais fatores de valorização dos espaços pois segundo Hopkison (1963), o olho é o órgão do sentido que processa cerca de 80% das informações importantes que o corpo humano recebe sendo responsável pela nossa percepção ambiental e aptidão para distinguir os detalhes espaciais nos capacitando a identificar formas e contorno dos objetos.

É imprescindível que o projeto luminotécnico esteja integrado ao arquitetônico, tanto para realçar determinadas características do espaço de exposição quanto para orientar os usuários nos seus diferentes percursos e valorizar o que está exposto.

Assim, luz artificial torna-se o principal componente na ambientação de determinados locais, que irá auxiliar na configuração dos projetos, proporcionando aconchego e bem-estar aos visitantes fazendo como que o usuário perceba a luz no interior dos ambientes ajudando na experiência museológica de observação do acervo. Por isso, este estudo trabalha não apenas com a iluminação como também com os princípios e fundamentos dos canais sensoriais e fisiologia humana da visão.

O uso correto da luz permite trabalhar novas alternativas diferenciando os ambientes que serão visitados gerando ao usuário uma maior satisfação.

Um bom projeto deve aproveitar as oportunidades da arquitetura e decoração para potencializá-las e valorizá-las visualmente, prevendo pontos, cargas, circuitos e controles dedicados a cada solução. Assim, com as informações definidas, inicia-se o desenvolvimento das soluções, elegendo os objetivos visuais, compondo os ambientes, criando efeitos. O projeto deve ser intensamente discutido com os gerenciadores do negócio, que conhecem o tipo de cliente a ser atendido e os objetivos do empreendimento (GODOY, 2000 p.56).

Frank Lloyd Wright²³, um dos arquitetos mais importantes do século XX, pensou na relação entre luz natural e artificial propondo um sistema de gradação dos níveis de iluminância da luz natural conforme a natureza das obras. E no momento em que a luz natural não fosse suficiente, seria complementada pela artificial. Caso a luz natural fosse maior que o necessário, a luz artificial seria regulada por dispositivos de controle, tendo sempre a luz natural como fonte principal de iluminação.

Com isso, o projeto luminotécnico trabalhará a economia de energia ao mesmo tempo em que cuida do acervo e acuidade visual dos visitantes idosos. Para tanto, se faz necessário um controle rígido em relação à economia de energia. Para contemplar esta necessidade, deve-se fazer um melhor uso da tecnologia existente tanto do ponto de vista da escolha das lâmpadas quanto das luminárias e de seus equipamentos complementares. É fato de que esta tecnologia é mais cara, no entanto, torna-se econômica com o passar dos tempos, já que gera, em curto espaço de tempo, a amortização do investimento realizado, com a redução dos gastos com energia.

Para o projetista de iluminação é muito importante verificar que estas alterações na longevidade para se traduzir em projetos específicos de iluminação e já que os idosos precisam de mais luz, de maior iluminância traduzindo pelo dobro da necessidade usual. O

²³ Frank Lloyd Wright Considerado um dos arquitetos mais importantes do século 20, foi um arquiteto, escritor e educador estadunidense que acreditava que o projeto deveria ser individual, de acordo com sua localização e finalidade.

ambiente onde os idosos transitam deve apresentar 200 lux para as áreas de circulação, 400 lux para atividades de cunho geral, tais como direcionadas ao seu lazer ou alimentação e 600 lux para atividades específicas como desempenhar uma tarefa minuciosa que envolva leitura ou trabalhos específicos (tais como costura, crocheteria, marcenaria e etc.).

Trabalhar a iluminação para que as fontes luminosas não sejam ofuscantes revela que o ser humano é mais sensível às fontes de luz identificando basicamente dois tipos de distribuição luminosa caracterizados como iluminação indireta ou semi-indireta.

Ao buscar a eficiência energética para estes dois tipos de iluminação, é oportuno mencionar que todo projeto de iluminação deve iniciar com a tarefa visual própria do ambiente e inserida dentro do contexto da percepção visual e do seu desempenho atendendo dois condicionantes básicos como a quantidade de luz através da iluminância e qualidade da luz que é definida não só pela por luminância como também a temperatura e índice de reprodução de cor.

Os projetistas de iluminação trabalham a luminância através dos catálogos de fabricantes de luminárias e consideram a temperatura de cor tratando em tons mais azuis para contrabalancear a visão mais amarelada dos idosos.

Estes índices de reprodução de cor devem ser trabalhados empregando luminárias modernas indiretas ou semidiretas com alto rendimento onde o projetista de iluminação atenderá aos requisitos da eficácia energética e esta eficácia estará intrinsicamente ligada com a tarefa visual.

Importante trabalhar as áreas de transição entre iluminação externa e interna com uma área intermediária adaptada à visão do idoso.

Não devemos esquecer que a conservação das obras de arte é um item fundamental para a correta iluminação dos objetos o que também depende de outras variáveis como a temperatura do ar, umidade relativa e poluição atmosférica e o efeito do calor radiante é um processo que consiste na absorção de proporção da radiação incidente elevando sua temperatura superficial permitindo aceleração das reações químicas acionadas pelos processos fotoquímicos.

O papel da conservação é fazer com que a faixa de dano seja a menor possível e para isso, o controle do ultravioleta proveniente da radiação solar pode ser feito através da utilização de alguns tipos de vidro e películas assim como tintas especiais para as vidraças e iluminação zenital trazendo ao projeto, uma iluminação indireta e difusa.

Para controlar o ultravioleta das fontes artificiais, temos como opções fontes de luz LED e fibra ótica, que não emitem UV, além de lâminas flexíveis de poliéster ou plástico acetato com absorvedores UV, colocados como envidraçados sobre trabalhos emoldurados ou como materiais para construção de vitrines protegendo o acervo em estojos de acrílico rígido ou policarbonato e aplicando filtros diretamente sobre as lâmpadas tubulares, halógenas com vidro dicróico e filtros gelatinosos.

Já em relação à radiação infravermelha oriunda da radiação solar: o controle pode ser associado ao desenho térmico do edifício, estudos de insolação e adoção de elementos de controle de radiação solar fazendo o devido controle com filtros nos vidros das aberturas. Este controle do infravermelho emitido pelas fontes artificiais permite a escolha da fonte de luz, como LEDs e fibra ótica que não emitem IV e correta projeção da iluminação artificial com posições e distâncias corretas das fontes em relação aos objetos expostos.

Considerações Finais

O grande trabalho de um museu não é apenas ser considerado um espaço de memória ou um depósito de arquivos e objetos. A possibilidade de apresentar ao público o acervo e as peças para as gerações futuras nos ajuda a lembrar de tudo aquilo que foi esquecido, apresentando uma perspectiva do processo civilizatório da história geral da humanidade.

Esta ideia de civilização agrega produtos do desenvolvimento das artes e da técnica com objetos que representam uma cultura refinada e a partir da análise do público em que o estudo se aprofundou, foi necessário problematizar as maneiras como as exposições eram apresentadas a fim de entender que os projetos de iluminação atendessem aos objetivos propostos no estudo.

Os visitantes dos museus devem ser pensados como seres interativos que assumem atitude ativa perante a proposta do museu interpretando a mensagem expositiva e construindo sua própria visão em função das suas expectativas, interesses e competências prévias.

A expectativa do público visitante inicia-se com entusiasmo e interesse, porém, conforme vai se deslocando pelas exposições, esse interesse e emoção tendem a cair proporcionalmente à energia dispendida, por isso, a necessidade de criar projetos em que os estímulos visuais sejam adequados ao público.

Todo museu deseja na verdade, criar um vínculo com o visitante a fim de idealizar uma comunicação apresentando seu acervo através de exposições que se comunicam com o público de forma imersiva.

Muitas exposições apresentam as informações sem a reflexão ou instigação dos usuários em relação ao tema exposto, por isso, a necessidade da criação de um Projeto Museográfico Luminotécnico.

Assim, os assuntos abordados demonstraram a pertinência do tema para que houvesse uma preocupação maior em projetos luminotécnicos que atendessem a necessidade de criação de uma iluminação adequada para o público idoso considerando as exigências de conservação causando o menor impacto ao acervo ao mesmo tempo em que o resultado trouxe maior conforto visual em uma experiência totalmente imersiva.

A exposição deve ser mais do que apenas um espaço construído com peças expostas. Deve-se criar uma preocupação premente em que todo público visitante tenha acesso à experiência de interpretação do acervo.

Para isso, o trabalho apresenta a importância de criar projetos que atendam as necessidades visuais do visitante idoso que necessita de maior iluminação para participar

ativamente da experiência proporcionada pela exposição sem afetar os demais públicos visitantes do museu.

Referências

- ARAUJO, O. S. C. C. e, **Os idosos como público de museus**. Dissertação de Pós-Graduação em Museologia, São Paulo: USP, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- BARBOZA, K. M. **Gestão de Riscos para Acervos Museológicos**. Dissertação (Pós Graduação em Artes Visuais) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza.
- BARROSO, Gustavo. **Introdução á técnicas de museu**. Rio de Janeiro: Gráfica Olímpica, vol. 2, 1953.
- CASSARES, N. C. **Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas**. Projeto Como Fazer. São Paulo, v.5, 2000
- CASSARES, N. C.; PETRELLA, Y. L. M. M. **Influências da radiação de luz sobre acervos museológicos**. Anais do Museu Paulista, ano/vol. 8/9, n° 9, p. 177-192. São Paulo, 2003.
- CULLEN, John. **The Lighting Handbook**. Londres: Pelham, 1986.
- CUNHA, Marcelo Nascimento Bernardo da. **Exposições Museológicas como estratégias de comunicação**. Seminário: Exposições Museológicas como estratégias de comunicação, Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, 2005.
- DARÉ, Ana Cristina Lott, **O design de iluminação voltado aos idosos**, artigo publicado na Revista Reação, anuário 2010/2011, ano 14, n° 14, p.8.
- DRUMOND, M. C. P. **Preservação e Conservação de museus**. In: Caderno de diretrizes museológicas I. Belo Horizonte: 2ª ed., 2006
- ENNES, Elisa Guimarães. **Espaço construído: o museu e suas exposições** / Dissertação de mestrado. MAST/Unirio. 2008.
- FRANCO, Maria Ignez Mantovani. **Processos e métodos de planejamento e gerenciamento de exposições** In: 3º Fórum Nacional de Museus. Planejamento e organização de exposições (Parte II). 2008 [Slides em PowerPoint/ PDF, pp.1-31]. Disponível em: <<http://www.difusaocultural.ufrgs.br/admin/artigos/arquivos/Planejamentoeorganizaodeexposicoes2.pdf>> (Acesso em: 10/11/2018).
- GIBSON, J. J. **The Ecological approach to visual perception**. USA: Houghton Mifflin Company, 1979.
- GODOY, P.; **Técnica, experiência e criatividade interagem no design da iluminação**. 6º Lighting Design - Projeto Design. São Paulo, n.250, 2000.
- HOPKINSON, R. G.; **Architectural Physics: Lighting**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1963.
- NORA, P. **Entre história e memória: a problemática dos lugares**. Revista Projeto História. São Paulo, v. 10, 1993.

- OLIVEIRA, L. B. **Sistema de Controle de Iluminação, projetos luminotécnicos/elétricos destinados a museus**. Artigos e publicações do museu Victor Meirelles. 2003. Disponível em: <<http://museuvictormeirelles.museus.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/Sistema-de-controle-de-iluminacao.pdf>>, acessado em 22/10/18.
- PEREIRA, D. C. L.; MUELLER, C. M. **Especial: Iluminação e Sustentabilidade**. Lume Arquitetura, nº 26, jun./jul. 2007.
- PRIMO, Judite Santos. **O sonho do museólogo. A exposição: desafio para uma nova linguagem museográfica**. In: Cadernos de Sociomuseologia, n. 16, 1999.
- ROCHA, E. B. **A luz natural na concepção arquitetônica de museus**. Tese de doutorado, FAU USP, 2002.
- SANDELL, R. **Museums, Society and Inequality**. London: Routledge, 2002
- SANTAELLA, L. **A percepção: uma teoria semiótica**. 2. ed., São Paulo: Experimento, 1998.
- SILVA, M. L. **Luz, lâmpadas e iluminação**. São Paulo: Ciência Moderna, 2004.
- SILVA, M. L. **Iluminação – Simplificando o projeto**. São Paulo: Ciência Moderna, 2009.
- SILVA, L. G. V. da, **Públicos idosos e museus no Brasil: formas de atuação e perspectivas – estudo exploratório**. Dissertação de Pós Graduação em Museologia, São Paulo: USP, 2016.
- VIANNA, N. S., **Iluminação de Museus - Critérios para o uso da luz natural e iluminação artificial**. Lume Arquitetura, nº 39, set. 2009.
- VIANNA, N. S. & GONÇALVES, J. C. S.; **Iluminação e Arquitetura**. Virtus: São Paulo, 2001.