XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ILUMINAÇÃO NATURAL NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES ESCOLARES[1]

MAPELLI-BASILIO, Yulli (1); LARANJA, Andréa (2)

(1) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), yullirmapelli@gmail.com
(2) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), andrea.laranja@ufes.br

RESUMO

Esta pesquisa é parte de uma dissertação de mestrado que apresenta uma discussão a acerca da inserção da iluminação natural no processo de projeto. Dentre as questões investigadas nesta dissertação, esta pesquisa se limita à discussão da qualidade dos ambientes de ensino, dentre eles, especificamente a respeito da abordagem da iluminação natural nos projetos arquitetônicos. O objetivo é estabelecer critérios para inserção da iluminação natural no processo de projeto de espaços educacionais. Para tanto a metodologia foi desenvolvida em duas partes. A primeira parte compreende pesquisa de referências que apontam a necessidade da inserção da iluminação no processo projetual, sendo identificados "termos chaves" denominados como "categorias", que pudessem ser utilizadas como matriz para a confecção de critérios, relacionados à iluminação natural, e desta forma aplicados no processo projetual. Como conclusão foram detectadas quatro categorias a serem consideradas no processo de projeto ao se fazer uso da iluminação natural, sendo elas, desempenho luminoso da edificação, eficiência energética da edificação, integração de ambiente interno e externo, e por fim estética e dinâmica da luz natural. Estas categorias permitiram a criação de um checklist, o qual sugere critérios que devem ser contemplados no processo de projeto de espaços educacionais.

Palavras-chave: *Iluminação Natural. Escolas. Processo de Projeto. Dinâmica da Luz.*

ABSTRACT

This research is part of a master's thesis that presents a discussion about the insertion of natural lighting in the design process. Among the issues investigated in this dissertation, this research is limited to discussing the quality of teaching environments, among them, specifically regarding the approach to natural lighting in architectural projects. The objective is to establish criteria for the insertion of natural lighting in the process of designing educational spaces. For this, the methodology was developed in two parts. The first part comprises a search for references that point to the need for the insertion of lighting in the design process, identifying "key terms" called "categories", which could be used as a matrix for the elaboration of criteria, related to natural lighting, and of this applied in the design process. As a conclusion, four categories were detected to be considered in the design process when using natural lighting, namely, building's luminous performance, energy efficiency of the building, integration of internal and external environment, and finally, aesthetics and dynamics of natural light. These categories allowed

[1] MAPELLI-BASILIO, Yulli; LARANJA, Andréa. Iluminação natural no processo de projeto de edificações escolares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

the creation of a checklist, which suggests criteria that should be considered in the process of designing educational spaces.

***Keywords**: Natural lighting. Schools. Design Process. Dynamics of Light.*

1 INTRODUÇÃO

Pesquisas apontam que compreender a relação entre a iluminação e o espaço favorece no aprimoramento da concepção arquitetônica, o desempenho da edificação e a produtividade de seus usuários (NIKO, 2015; ZAPATA GONZÁLEZ et al, 2016; MATOS e SCARAZZATO, 2017). Barnabé (2008) cita que a luz natural deve ser usada como diretriz de projeto, qualificando os espaços e as formas. Matos e Scarazzato (2017) complementam que as ferramentas e metodologias de projeto referentes à iluminação natural, são muito relevantes para a tomada de decisões projetuais. Os autores alertam que é indispensável que a iluminação natural seja inserida nas primeiras fases do processo de projeto de arquitetura, quando são determinados parâmetros de muita relevância de um edifício, como: orientação, volumetria, leiaute dos ambientes, sombreamento e aberturas.

Por outro lado, prever a iluminação natural se faz ainda mais relevante quando se trata de edificações escolares. Wei Wu e Edward Ng (2003) em pesquisas relacionadas com iluminação natural em edificações escolares apontam a necessidade de as salas de aula proporcionarem condições favoráveis para a saúde, conforto e ensino eficaz aos indivíduos. Michael e Heracleous (2017) ressaltam que o conforto visual no ambiente interno tem sido relatado como um fator muito importante para a aprendizagem e é reconhecido por melhorar o processo educacional. Vásquez *et al.* (2018) acrescentam que o interesse de alguns pesquisadores sobre a influência das características dos ambientes escolares no comportamento humano se dá devido à relação direta destas características com o processo de aprendizado.

Desta forma levando em consideração a importância da iluminação natural no processo de projeto arquitetônico bem como a sua relevância nos espaços educacionais, esta pesquisa tem como objetivo estabelecer critérios para inserção da iluminação natural no processo de projeto de espaços educacionais.

2 Metodologia

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa têm como base estudos bibliográficos a fim de promover uma contextualização a respeito da inserção da iluminação natural no processo de projeto.

Para tanto a metodologia foi desenvolvida em duas partes, onde a primeira parte compreende uma revisão bibliográfica acerca de autores que apontam a necessidade e os benefícios da inserção da iluminação natural no processo projetual. A segunda parte compreende a construção de um checklist para ser empregado no processo projetual de espaços escolares, na escala urbana, escala do edifício e do ambiente.

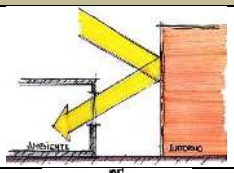
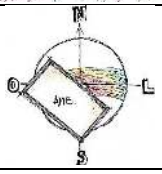
A partir da revisão bibliográfica foram elencadas e agrupadas questões relativas à iluminação natural, sendo identificados "termos chaves", aqui denominados como

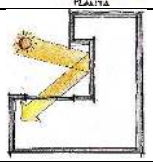
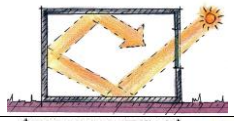
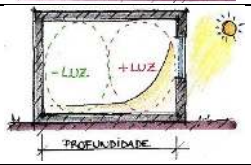
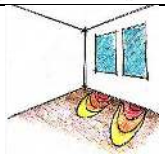
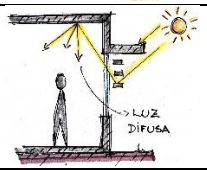
"categorias" para a construção do checklist. Essas categorias serviram como base para elaboração de critérios mais específicos que devem de ser observados durante o processo de projeto.

3 Revisão Bibliográfica e construção do checklist

É consenso que a iluminação natural deve fazer parte do processo de projeto arquitetônico. Porém observa-se que a abordagem no que diz respeito à iluminação é inúmeras vezes somente no sentido quantitativo, ainda que as atuais regulamentações tenham apresentado avanços com relação a outros critérios. Como exemplo a norma NBR ISO/CIE 8995-1(ABNT, 2013), que veio para substituir a NBR 5413 (ABNT, 1992), apresenta de maneira mais expressiva critérios que vão além dos quantitativos, como estabelecia de maneira predominante a antiga norma. A norma em vigor utiliza como referência padrões internacionais de iluminação, dando ênfase para as questões relacionadas à uniformidade e ausência de ofuscamentos. O fato ressalta a relevância de se considerar também estes outros critérios quando se pretende garantir de maneira eficiente qualidade luminosa no ambiente interno.
Assim, levanta-se um primeiro termo chave (categoria) a ser analisado no processo de projeto com relação à iluminação natural, o **desempenho luminoso do ambiente interno**. Autores como Amorim (2007) citam que a iluminação natural nas edificações tem fundamental importância nas exigências funcionais e ambientais dos espaços arquitetônicos. Oliveira (2007) descreve a luz de maneira funcional como aquela que garante iluminância necessária para a realização de determinada tarefa, ou seja, um desempenho luminoso adequado. Entretanto o autor completa citando que não se trata apenas de maior incidência de iluminação, e sim um contraste entre o que deve ser visto e seu entorno imediato, um equilíbrio de luminâncias e ausência de ofuscamento (OLIVEIRA, 2007). Outras pesquisas complementam esta afirmativa quando exploram variadas possibilidades de sistemas de sombreamento que auxiliam no equilíbrio desses contrastes luminosos, sejam elas por meio de prateleiras de luz, brises, elementos refletores, entre outros (FASSINA e LARANJA, 2016; MANGKUTO, ROHMAH e ASRI, 2018; RIBEIRO; CABÚS, 2015. Oliveira (2007) ressalta ainda a importância de se estabelecer adequados níveis de iluminância no ambiente interno de acordo com a atividade a ser exercida. Desta forma, é possível observar que deve haver um equilíbrio de luminâncias, iluminâncias adequadas e ausência de ofuscamento para que se possa garantir a execução das atividades internas. O QUADRO 1 apresenta uma síntese dos critérios a serem compreendidos no processo de projeto de ambiente educacional de forma a atender a categoria "Desempenho luminoso do ambiente interno".

Quadro 1 – Categoria I a ser observada no processo de projeto com relação a iluminação natural e seus critérios correspondentes

CATEGORIA			CRITÉRIOS
Desempenho luminoso do ambiente interno	Urbano		1.1 Características de reflexão do entorno urbano
	Edifício		1.2 Orientação de fachadas e aberturas do ambiente interno

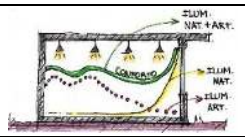
			1.3 Sombreamentos provenientes de volumetria da própria edificação
			1.4 Características de reflexão da volumetria da própria edificação
	Ambiente		1.5 Características de reflexão das superfícies internas
			1.6 A profundidade do ambiente e localização da abertura
			1.7 Distribuição das aberturas
			1.8 Dispositivos sombreadores

Fonte: As autoras.

A segunda categoria é a abordagem no que diz respeito à **eficiência energética das edificações,** que deve conduzir para a redução dos gastos com iluminação artificial. Carlo, Pereira e Lamberts (2004) complementam esta questão quando afirmam que uma edificação energeticamente eficiente deve proporcionar um nível ideal de iluminação, permitindo a redução ou a substituição do uso da iluminação artificial. Amorim (2007), em seu Diagrama Morfológico (Parte I) também destaca a necessidade de integração da luz natural com a artificial, a fim de proporcionar maior conforto ambiental e eficiência energética dos projetos. Carvalho e Cabús (2020) completam que o conhecimento mais aprofundado sobre o comportamento da luz natural possibilita que sejam repensados o acesso e a quantificação da luz natural nos ambientes internos, contribuindo para ambientes mais confortáveis e eficientes energeticamente. Desta forma, é possível observar que deve haver uma integração da luz natural com a artificial no ambiente interno de forma a reduzir gastos com iluminação artificial, bem como garantir iluminâncias adequadas para as atividades. O QUADRO 2 apresenta uma síntese dos critérios a serem compreendidos no processo de projeto de ambiente educacional de forma a atender a categoria "Eficiência energética da Edificação".

Quadro 2 – Categoria II a ser observada no processo de projeto com relação a iluminação natural e seus critérios correspondentes

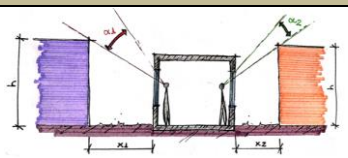
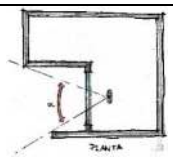
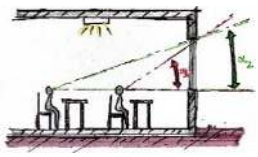
CATEGORIA			CRITÉRIOS

Eficiência Energética da edificação	Ambiente		2.1 Disposição de luminárias conciliadas com ganho de luz natural das aberturas
			2.2 Setorização/Circuitos de acionamento das luminárias de acordo com a entrada de luz natural no ambiente interno

Fonte: As autoras.

Uma terceira categoria é o que diz respeito à **integração entre ambiente interno e externo**. As aberturas, no caso específico a abertura lateral (janela), proporcionam além da entrada de luz, uma relação dos usuários com o ambiente externo, permitindo a visualização do entorno edificado e natural. Mingrone (1984) constatou que a preferência das pessoas pela iluminação natural em um ambiente tem pouca relação com as condições reais de iluminação, mas sim com a possibilidade de visualizar o ambiente externo. Toledo (2008) completa ainda que as pessoas não gostam quando são privadas da visualização para o meio externo e da percepção das mudanças das horas do dia. Já dizia Hopkinson (1980) que as aberturas laterais têm como uma de suas principais funções, proporcionar a visão para o ambiente externo. Wei Wu e Edward Ng (2003) acrescentam a relevância de proporcionar aos usuários visão para o meio externo a fim de garantir o conforto necessário para o aprendizado (WEI WU; EDWARD NG, 2003). Graça et. al. (2007), Dias (2011) e Meresi (2016) confirmam que a integração do ambiente interno com o exterior é um fator primordial a ser considerado em ambientes que são voltados para o ensino e aprendizagem. Desta forma, vale ressaltar a relevância de a abertura possibilitar a visualização do entorno edificado e natural. O QUADRO 3 apresenta uma síntese dos critérios a serem compreendidos no processo de projeto de ambiente educacional de forma a atender a categoria "Integração ambiente interno e externo".

Quadro 3 – Categoria III a ser observada no processo de projeto com relação a iluminação natural e seus critérios correspondentes

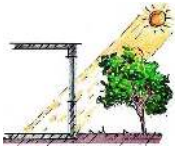
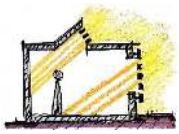
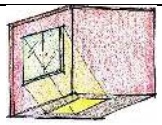
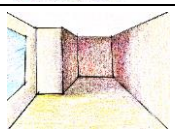
CATEGORIA			CRITÉRIOS
Integração ambiente interno e externo	Urbano		3.1 Ângulo de visão externo em função das características do entorno edificado, distâncias (x) e alturas(h)
	Edifício		3.2 Ângulo de visão externo em função da volumetria da edificação/localização da abertura
	Ambiente		3.3 Ângulo de visão externo em função do leiaute.

Fonte: As autoras.

A quarta e última categoria é a da **dinâmica da iluminação**. BRANDSTON (2010) e NEUMANN, (2010) citam que a arquitetura que leva em consideração a dinâmica da

luz consegue valorizar o ambiente a fim de explorar as possibilidades que a iluminação pode oferecer para revelar o espaço arquitetônico. De acordo com Barnabé (2002) os recursos luminosos podem determinar o caráter dos objetos, dando vida à suas superfícies e volumes, moldando sua forma. Baeza (1996) já há mais de 20 anos argumentava que quando um arquiteto descobre que a luz é o tema central da arquitetura, aí sim este começa a ser um verdadeiro arquiteto. Barnabé (2008) destaca que "Fazer luz" não se trata apenas de revelar o mundo e suas paisagens, mas sim, acrescentar uma nova realidade rica em mistérios e envolvente, podendo evidenciar a arquitetura, modificando a visão da volumetria do ambiente. Outros autores sustentam a ideia de que a luz natural além de atender a uma demanda funcional, ela pode e deve ser tratada como matéria prima na criação da arquitetura, ao invés de ser apenas um resultado acidental desta composição (AMORIM, 2007; OLIVEIRA, 2014; NIKO, 2015; TSIKRAA P. e ANDREO, 2017). Millet (1996) já discorria sobre as inúmeras possibilidades que a luz proporciona podendo revelar ou desmaterializar as formas da arquitetura, criando um jogo de claro e escuro, luz e sombra. Desta forma é possível observar que no processo de projeto deve haver uma preocupação com o jogo de luz no ambiente arquitetônico, com claros e escuros, valorizando superfícies e volumes, moldando formas, com vistas a provocar emoções nos usuários e estimular sua criatividade. O QUADRO 4 apresenta uma síntese dos critérios a serem compreendidos no processo de projeto de ambiente educacional de forma a atender a categoria "Dinâmica da Luz".

Quadro 4 – Categoria IV a ser observada no processo de projeto com relação a iluminação natural e seus critérios correspondentes

CATEGORIA			CRITÉRIOS ANALISADOS
Dinâmica da Luz	Urbano		4.1 Efeitos de luz e sombra decorrente da presença de vegetação
	Edifício		4.2 Dispositivos sombreadores que promovem efeitos visuais
	Ambiente		4.3 Contrastes com luz e sombra decorrente da incidência de luz solar direta
			4.4 Luz natural valorizando superfícies, volumes

Fonte: As autoras.

5 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo estabelecer critérios para inserção da iluminação natural no processo de projeto de espaços educacionais. A metodologia foi desenvolvida em duas partes. A primeira parte compreende pesquisa de referências a respeito da inserção da iluminação natural no processo projetual, sendo identificados "termos chaves" denominados como "categorias", que pudessem ser

utilizadas como matriz para a confecção de critérios relacionados à iluminação natural, e desta forma aplicados no processo projetual por meio de um checklist.

No que se refere à categoria **desempenho luminoso** a intenção está em promover uma combinação entre alguns fatores, como a ausência de ofuscamento e um equilíbrio de luminâncias, garantindo índice de iluminância adequado para as atividades internas e consequentemente um maior desempenho luminoso. No que se refere à categoria **eficiência energética** destaca-se sua relevância a fim despertar a atenção dos projetistas para criar espaços educacionais que permitam uma integração da luz natural com a artificial de forma a reduzir gastos com iluminação artificial, bem como garantir iluminâncias adequadas para as atividades. No que diz respeito à **integração de ambiente interno e ambiente externo** comprova-se que a vista para o ambiente externo contribui para o bem-estar, saúde, conforto e consequentemente para o maior rendimento dos usuários do ambiente interno. Com relação à **dinâmica de luz** observa-se que o desenho de luz admitido no ambiente interno pode provocar sensações subjetivas e poéticas nos usuários, podendo estimular o seu lado criativo em função da luz que adentra pelas aberturas, criando efeitos de sombra e luz, emocionando.

Sendo assim, ressalta-se que dar ênfase às categorias apresentadas pode contribuir na garantia de um projeto arquitetônico de ambiente educacional mais eficiente quando se trata da iluminação natural, podendo esta metodologia ser adaptada e aplicada a outras tipologias arquitetônicas. Contudo, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para auxiliar projetistas na tomada de decisões durante o processo de projeto de edificações escolares com relação à integração da iluminação natural no ambiente interno.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento dos Profissionais de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

_____. **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. ABNT, 1992.

_____. **NBR CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AMORIM, Cláudia Naves David. Diagrama morfológico Parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá.** Brasília, n. 3. 2007.

BAEZA, Alberto Campo. LA IDEA CONSTRUIDA, La Arquitectura a la luz de las palabras. **Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)**. 1996.

BARNABÉ, Paulo Marcos Mottos; GASPERINI, Gian Carlo. A luz natural como diretriz de projeto. Pós N.22. São Paulo, 2008.

BARNABÉ, Paulo Marcos. A Poética da Luz Natural na Obra de Oscar Niemeyer. **Semina:** Ciências Humanas e Sociais, Londrina, v. 23, p. 3-14, set. 2002.

BRANDSTON, H. Aprender a ver: a essência do design da iluminação. São Paulo, SP: **De Maio Comunicação e Editora**, 2010.

CARLO, Joyce; PEREIRA, Fernando O. R.; LAMBERTS, Roberto. Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o Código de Obras do Recife. **X ENTAC**. São Paulo. 2004.

CARVALHO, M. L. S.; CABÚS, R. C. Eficiência da luz solar refletida e desempenho de dispositivos de sombreamento. **Ambiente Construído.** Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 191-209,

abr./jun. 2020.

DIAS, A. F. A. Análise do uso da luz natural em salas de aula: estudo de caso em Aracaju–SE. 142 f. Dissertação. Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

FASSINA, S. P.; LARANJA, A. C. Balcões refletores e a disponibilidade da iluminação natural em salas de aula: o caso do Instituto Federal do Espírito Santo-Campus Colatina. **SBE16 Brazil & Portugal Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment**. ISBN: 978-85-92631-00-0. 2016.

HOPKINSON, R.G. Iluminação Natural. 2 ed. Lisboa. **Fundação C. Gulbenkian.** P. 776. 1980.

MANGKUTO, R.; ROHMAH, M.; ASRI, A. Design optimisation for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: A case study of buildings in the tropics. **Building and Environment**, v. 164, p. 211-219, 2018.

MATOS, Jéssica C. da S. F.; SCARAZZATO, P. S. A iluminação natural no projeto de arquitetura: revisão sistemática da literatura. **PARC**. Campinas, SP, v. 8, n. 4, p. 249-256, dez. 2017.

MERESI, A. Evaluating daylight performance of light shelves combined with external blinds in south-facing classrooms in Athens, Greece. **Energy and Buildings,** v. 116, p.190-205, 2016.

MICHAEL, Aimilios; HERACLEOUS. Assessment of natural lighting performance and visual comfort o educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus. **Energy and Buildings**, 140, p. 443–457. 2017.

MILLET, Marietta S. Lighting Revealing Architecture. New York, John Wiley & Sons, 1996.

MINGRONE, Antônio Carlos. Iluminação - importância e metodologia de aplicação na arquitetura. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1984.

NEUMANN, D. The structure of light: Richard Kelly and the illumination of modern architecture. **New Haven: Yale University Press**. 2010.

NIKO, Gentile. Monitoring protocol to assess the overall performance of lighting and daylighting retrofit projects. **ScienceDirect.** Energy Procedia 78, 2681 – 2686. 2015.

OLIVEIRA, Paulo Marcos Paiva de. Projeto com a Luz Natural. **PARANOÁ - Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.** Ed. 3. 2007.

RIBEIRO, P. V. S.; CABÚS, R. C. Estudo do ângulo de aplicação de painéis prismáticos tipo laser cut em ambiente nos trópicos. In: **ENCONTRO NACIONAL, 13.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 9., Campinas, 2015.Anais [...] Campinas: ANTAC, 2015.

TOLEDO, B. G. Integração de iluminação natural e artificial: métodos e guia prático para projeto luminotécnico. Dissertação. PPGAU, Universidade Federal de Brasília. Brasília. 2008.

TSIKRAA P.; ANDREO, E. Investigation of the Energy Saving Potential in Existing School Buildings in Greece. The role of Shading and Daylight Strategies in Visual Comfort and Energy Saving. International Conference on Sustainable Synergies from Buildings to the Urban Scale, SBE16. **ScienceDirect**, 38, p. 204-211. 2017.

VÁSQUEZ, N. G.; PEREIRA, F. O. R.; KUHNEN, A. Preferências visuais das crianças em salas de aula de educação infantil: uma aproximação experimental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 11-28, jul./set. 2018.

WEI WU B.M., EDWARD N. A review of the development of daylighting in schools. **Lighting Res. Technol.** 35,2 (2003) p.111–125.

ZAPATA GONZÁLEZ, L.J; QUICENO HOYOS, A.; ARTEAGA BOTERO, M.T. Evaluación lumínica de los ambientes pedagógicos de la Universidad Católica de Manizales, Colombia. **Arquetipo.** volumen (13), Julio- Diciembre, p. 157 - 178. 2016.