

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-221-0
DOI 10.22533/at.ed.210192803

1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 690

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia civil.

A constante evolução na engenharia civil é movida pelo uso de novas tecnologias, que surgem a cada dia. Novos materiais, novas metodologias vão surgindo, viabilizando construções mais complexas e ocasionando uma maior produtividade nos canteiros de obras, trazendo impactos sociais relevantes.

O estudo de novas tecnologias na área de saneamento por exemplo, traz benefícios a diversas comunidades, impactando na área de saúde e consequente melhoria na qualidade de vida das pessoas atingidas.

A inovação no desenvolvimento de produtos se deve a necessidade de criação de materiais mais resistentes, proporcionando maior qualidade e segurança às obras. O desenvolvimento de materiais a partir de matéria prima reaproveitada ou de materiais que simplesmente eram descartados, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, proporciona benefícios ao meio ambiente e resultados econômicos satisfatórios. Nessa mesma linha de pensamento, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis.

O uso de tecnologias no controle e planejamento de obras permite a antecipação de diversas situações que poderiam impactar negativamente na execução das obras ou seu uso final, oportunizando seus gestores a tomada de decisões antes mesmo que elas ocorram.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, de modo que haja uma reflexão sobre os impactos que o uso de novas tecnologias proporciona à engenharia e que seu uso possa proporcionar melhorias de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA SOCIAL NO SERTÃO DO PAJEÚ: UM GANHO NA QUALIDADE DE VIDA COM A UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTORES	
<i>Lizelda Maria de Mendonça Souto</i>	
<i>Rafael Lucian</i>	
<i>Alexandre Nunes da Silva</i>	
<i>Avelino Cardoso</i>	
<i>Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani</i>	
<i>Sérgio Peres</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928031	
CAPÍTULO 2	7
CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Décio Leandro Amaral Miranda</i>	
<i>Renato da Silva Couto</i>	
<i>Ronildo Alcântara Pereira</i>	
<i>Siumara Rodrigues Alcântara</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928032	
CAPÍTULO 3	23
MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS COM A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	
<i>Humberto Mycael Mota Santos</i>	
<i>Bruno Balbino da Silva</i>	
<i>Anderson Ferreira de Oliveira</i>	
<i>Daniel Oliveira Procorio</i>	
<i>Gabriel Marcelo Bortolai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928033	
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISE DE ESTABILIDADE MARSHALL EM MISTURAS ASFÁLTICAS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA	
<i>Rodolfo Rodrigo Ferreira Severino</i>	
<i>Yane Coutinho Lira</i>	
<i>Rodrigo Mendes Patrício Chagas</i>	
<i>Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça</i>	
<i>Milton Bezerra das Chagas Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928034	
CAPÍTULO 5	41
MÉTODOS DE ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS CONFORME A NBR 15575-1/2013	
<i>Aniéli Thais de Souza</i>	
<i>Maria das Graças Monteiro Almeida de Melo</i>	
<i>Maryane Gislayne Cordeiro de Queiroz</i>	
<i>Geovani Almeida da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928035	

CAPÍTULO 6	53
OS SELOS DE CERTIFICAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	
<i>Marco Antonio Campos</i>	
<i>André Munhoz de Argollo Ferrão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928036	
CAPÍTULO 7	64
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
<i>Daniel Marcos de Lima e Silva</i>	
<i>Maísa de Castro Silva</i>	
<i>Marcelo Ferreira Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928037	
CAPÍTULO 8	80
PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DE VIGA E PILAR METÁLICO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
<i>Marcus da Silva Camargo</i>	
<i>Cleverson Cardoso</i>	
<i>José Raimundo Serra Pacha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928038	
CAPÍTULO 9	99
ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREDIAL APOIADA EM BIM: ESTUDO DE CASO EM COBERTURAS	
<i>Bárbara Lepca Maia</i>	
<i>Sérgio Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2101928039	
CAPÍTULO 10	118
INDICADORES DE PROJETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL NO PIAUÍ	
<i>Ailton Soares Freire</i>	
<i>Terciana Nayala Feitosa de Carvalho</i>	
<i>Carlos René Gomes Ferreira</i>	
<i>Araci de Oliveira Parente Sousa</i>	
<i>Ronildo Brandão da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280310	
CAPÍTULO 11	127
UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA MENSURAÇÃO DE DESPERDÍCIO EM OBRAS CIVIS	
<i>Evanielle Barbosa Ferreira</i>	
<i>Samuel Jônatas de Castro Lopes</i>	
<i>Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280311	

CAPÍTULO 12	139
O NÍVEL DE SERVIÇO E ÍNDICE DE QUALIDADE DA CALÇADA: ESTUDO DE CASO EST-UEA	
<i>Angra Ferreira Gomes</i>	
<i>Valdete Santos de Araújo</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280312	
CAPÍTULO 13	146
UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA	
<i>Diogo Wanderson Borges Lisboa</i>	
<i>Ana Beatriz Sena da Silva</i>	
<i>Anna Beatriz Aguiar de Souza</i>	
<i>Eliete Santana Chaves Barroso</i>	
<i>Márcio Murilo Ferreira de Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280313	
CAPÍTULO 14	156
CAUSAS E EFEITOS DA RESSONÂNCIA EM EDIFICAÇÕES URBANAS	
<i>Beth Luna Monteiro Moreira</i>	
<i>Biatriz Vitória da Conceição Moraes Custodio</i>	
<i>Juliana Silva de Oliveira</i>	
<i>Larissa Medeiros de Almeida</i>	
<i>Lucian Araújo da Silva</i>	
<i>Luciana de Oliveira Guimarães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280314	
CAPÍTULO 15	161
SISTEMA MINI TARP: UMA PROPOSTA PARA A ELIMINAÇÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELAS ENCHENTES E CONTAMINAÇÃO DO RIBEIRÃO ARRUDAS	
<i>João Carlos Teixeira da Costa</i>	
<i>Raíssa Ávila Nascimento</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280315	
CAPÍTULO 16	182
LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS NA ÁREA URBANA CENTRAL DE PATOS DE MINAS - MG	
<i>Roni Alisson Silva</i>	
<i>Douglas Ribeiro Oliveira</i>	
<i>Rogério Borges Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280316	
CAPÍTULO 17	189
NOVOS PARADIGMAS E DESAFIOS NO ENSINO DE DISCIPLINAS PROFISSIONALIZANTES DE ENGENHARIA CIVIL COM BASE NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	
<i>Henrique Clementino de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.21019280317	

CAPÍTULO 18 201

**INICIANDO A VIDA ACADÊMICA POR MEIO DO ESTUDO DAS SECÇÕES CÔNICAS
E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL**

Raimundo Nonato de Oliveira Sobrinho

Gabriel Alves de Abreu

Paulo Henrique Teixeira da Silva

Paulo Rafael de Lima e Souza

DOI 10.22533/at.ed.21019280318

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

MÉTODOS DE ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS CONFORME A NBR 15575-1/2013

Aniéli Thais de Souza

Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Vale do Ipojuca, UNIFAVIPIWYDEN
Caruaru-PE

Maria das Graças Monteiro Almeida de Melo

Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Vale do Ipojuca, UNIFAVIPIWYDEN
Caruaru-PE

Maryane Gislayne Cordeiro de Queiroz

Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Vale do Ipojuca, UNIFAVIPIWYDEN
Caruaru-PE

Geovani Almeida da Silva

Engenheiro Civil pela Universidade Católica de Pernambuco. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco e Doutorando pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

RESUMO: O desempenho das edificações é uma exigência utilizada para melhorar a qualidade das edificações, visando o conforto dos usuários. O desempenho lumínico entre outros fatores, almeja garantir a saúde e segurança destes, bem como diminuir o gasto de energia elétrica. Este desempenho deve ser analisado em dois segmentos de iluminação: a iluminação natural que deve ser garantida em ambientes como salas, dormitórios, copa/cozinha e áreas de serviço no período diurno;

já a iluminação artificial deve ser eficiente para seu uso no período noturno. Sobre a norma de desempenho, NBR 15575/2013, esta trata de diferentes fatores como desempenho acústico, térmico, lumínico e entre outros, sendo ela separada em partes. A parte a qual convém a este estudo é da NBR 15575-1/2013 que se referênciam também nas NBRs 15215-3/2004 e a 5382/1985, que explanam o método de medição da iluminação natural e da artificial, respectivamente. Objetivando abordar os métodos especificados por norma e as habituais simulações computacionais, utilizou-se do software DIALux e o Daylight Visualizer para exemplificar a saída gráfica de dados dos programas, bem como as tabelas geradas para as simulações de iluminação artificial. Pode-se concluir que pela agilidade, custo, possibilidade de análise prévia e outros fatores as simulações computacionais se reafirmam no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho. Iluminação. Simulação.

ABSTRACT: The performance of buildings is a requirement used to improve the quality of buildings, aiming at the comfort of users. The luminous performance among other factors, aims to guarantee the health and safety of these, as well as to reduce the expense of electric energy. This performance should be

analyzed in two segments of lighting: the natural lighting that should be guaranteed in environments such as rooms, dormitories, kitchen and service areas in the daytime; since artificial lighting should be efficient for use at night time. About the performance standard, NBR 15575/2013, this deals with different factors like acoustic, thermal, light and among others, being separated in parts. The part that is appropriate for this study is from NBR 15575-1 / 2013 which is also referenced in NBRs 15215-3 / 2004 and 5382/1985, which explain the method of measurement of natural and artificial lighting, respectively. Aiming to approach the methods specified by standard and the usual computational simulations, DIALux software and Daylight Visualizer were used to exemplify the graphical output of the programs as well as the tables generated for the artificial lighting simulations. It can be concluded that by the agility, cost, possibility of previous analysis and other factors the computational simulations are reaffirmed in the market.

KEYWORDS: Performance. Lighting. Simulation

1 | INTRODUÇÃO

O projeto arquitetônico desempenha uma importante função, pois é ele que visa melhorar diferentes aspectos da edificação, buscando oferecer conforto aos usuários, reduzir o gasto energético a partir da utilização de fontes naturais, como a ventilação, iluminação, dentre outras medidas. Desta maneira a análise prévia, ainda na fase de projeto, tem total importância, como na decisão do posicionamento da edificação, escolha das locais fontes de iluminação natural e ventilação, buscando minimizar o uso de iluminação artificial durante o dia, bem como o uso de ventiladores e ar-condicionado. Sendo necessário que as fontes de iluminação natural sejam controladas em função da intensidade, o que também ocorre no projeto de iluminação artificial.

Segundo Vilar (1996), para se ter um conforto visual a iluminação deve ser adequada à tarefa, onde os parâmetros de iluminação, tais como iluminância, luminância, uniformidade, contraste, cor, etc., contribuirão para determinar as condições de visibilidade.

Para os projetos de iluminação natural devem ser analisadas as posições de aberturas, dos cômodos, posicionamento geográfico, cores e rugosidade das superfícies, interferências externas, além do tipo de envidraçamento da janela, bem como as suas dimensões. Segundo Claro e Fiuza (2009), os sistemas de iluminação natural interferem no comportamento ambiental, admitindo ou evitando não só a entrada de luz, como também alterando as trocas de ar, calor e som no ambiente. O monitoramento destes fenômenos pode colaborar para se obter tanto o conforto ambiental como também evitar gastos de energia. Sendo assim, entra em questão também, quanto a iluminação natural, a problematização da crise energética e a busca por edificações certificadas por normas quanto a sua eficiência, assim busca-

se adequar as construções aos parâmetros normativos, também como forma de se tornar um diferencial no mercado, uma vez que ocorre uma crescente procura por empreendimentos sustentáveis.

Já a iluminação artificial é utilizada como iluminação principal no período noturno de modo a garantir a segurança e conforto das pessoas na ocupação e circulação de recintos. Esta é disposta pelas luminárias. As luminárias são elementos cujo o objetivo é suportar a lâmpada e distribuir o fluxo luminoso. Têm também a função de ocultar a fonte de luz da visão direta do observador, evitando o encandeamento (NETO, 1980).

A iluminação inadequada pode levar a fadiga visual, provocada dentre outros fatores pelo excesso de luz, a visão turva, provocada pelo posicionamento inadequado das telas do computador, em relação às fontes de luz, bem como as condições de iluminação do campo visual, irritabilidade visual, dores de cabeça, dores musculares, *stress* e dificuldade de concentração.

Decorrente da relevância de uma eficiente iluminação para os ambientes, tem-se na Norma de Desempenho, NBR 15575-1/2013, Edificações Habitacionais — Desempenho/ Parte 1: Requisitos gerais, os parâmetros e requisitos de desempenho lumínico. Sendo um fator que influencia no conforto e na saúde visual ao longo prazo dos usuários, influi também no desenvolvimento de diferentes tipos de atividades, referente ao risco à acidentes decorrentes de iluminação inadequada. Para se obter uma iluminação adequada devem ser feitos projetos lumínicos que analisem tanto a iluminação natural quanto a iluminação artificial, chegando as recomendações mínimas estabelecidas.

A fim de se evitar que algumas empresas negligenciem a qualidade das edificações pela visão econômica do lucro adquirido, a norma de desempenho brasileira, aborda os níveis de desempenho (mínimo, intermediário ou superior) para atender o conforto dos usuário nas variadas questões, como conforto térmico, acústico e lumínico, Decorrente disto, vem a exigir o uso de materiais de melhor qualidade, levando ao desenvolvimento mais acelerado em questões de qualidade e tecnologia, frente a concorrência no mercado.

Os métodos indicados para a análise da iluminação natural, na norma, são o método de avaliação que utiliza o algoritmo abordado na NBR 15215-3/2004, que estabelece o procedimento de cálculo para a verificação da disponibilidade de iluminação natural em interiores para um ponto horizontal, utilizando a metodologia *Daylight Factor*. Também aborda o procedimento de medição in loco do fator de luz diurna utilizando o aparelho luxímetro portátil. Já os métodos para a análise de iluminação artificial consistem na medição in loco no período noturno, com a utilização de luxímetro e o método de cálculo conforme a NBR 5382/1985.

Este artigo tem como objetivo analisar a NBR 15575-1/2013, quanto ao desempenho lumínico e os métodos de análise certificados por ela, bem como os métodos mais utilizados na prática, referentes a simulações computacionais.

2 | MÉTODO

Os métodos citados na norma desempenho devem ser executados conforme recomendações e comparados com os dados tabelados, que veem a abordar os parâmetros mínimos de desempenho.

O nível de iluminância natural pode ser obtido por simulação do plano horizontal no horário de 9:30hs e 15:30hs, nos dias 23 de abril e 23 de outubro, através do procedimento explanado na NBR 15215-3/2004, sujeitando-se as seguintes recomendações: deve-se considerar a latitude e longitude da localidade específica; supor o nível de nebulosidade média, igual a 50% de nuvens no céu; supor desabilitado a iluminação artificial, sem a presença de obstruções opacas à incidência de luz nas janelas e portas, ou seja, considera-las abertas e sem a presença de fontes que impeçam a passagem da luz solar; para o centro dos ambientes, considerar a altura do plano como a 0,75m acima do nível do piso, bem como para pontos centrais de corredores; já para as escadas, considerar os pontos centrais dos patamares e a meia-largura do degrau central de cada lance, a 0,75m acima do nível do piso; considerar também quaisquer sombreamento provenientes de edificações vizinhas, taludes, muros, etc.

Os dados obtidos por esse método devem satisfazer as condições seguintes, apresentadas no Quadro 1.

Dependência	Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 60
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme método de avaliação 13.2.2.</p> <p>NOTA: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p> <p>NOTA 3: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.</p>	

Quadro 1- Níveis de iluminância geral para iluminação natural

Fonte: ABNT NBR 15575-1/2013

Para a obtenção do Fator de Luz Diurna (FLD), a norma declara que as medições devem ser feitas com a utilização de um luxímetro portátil em hora compreendida entre as 09:00hs e as 15:00hs, em dias com nebulosidade média de 50%, sem ocorrência de chuva, sendo a iluminação artificial desativada e sem a presença de elementos obstrutores da passagem de luz; determina-se que as medições devem ser efetuadas a 0,75m acima do nível do piso; nos pontos centrais de corredores; já para as escadas considerar os pontos centrais dos patamares e a meia-largura do degrau central de cada lance; ressalta-se a importância de que o luxímetro não receba a incidência direta de luz solar. Daí o FLD pode ser obtido mediante o emprego da Equação (1) abaixo:

$$FLD = 100 \times \frac{E_i}{E_e} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde, E_i é a iluminância interior do ambiente e E_e é iluminância externa à sombra.

Os dados obtidos devem estar adequados as exigências da norma exposta no Quadro 2, seguinte.

Dependência	FLD (%) para o nível mínimo de desempenho M
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 0,50%
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme método de avaliação 13.2.4.</p> <p>NOTA 1: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima.</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p>	

Quadro 2- Fator de luz diurna para os diferentes ambientes da habitação

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Segundo a norma a presença de elementos externos não podem prejudicar os níveis mínimos de iluminância. A norma recomenda ainda que as janelas de salas de estar e dormitórios devem estar posicionadas a no máximo 1,00m acima do piso interno, tendo a cota da testeira do vão o máximo de 2,20m a partir do piso interno, como apresentado na Figura 1.

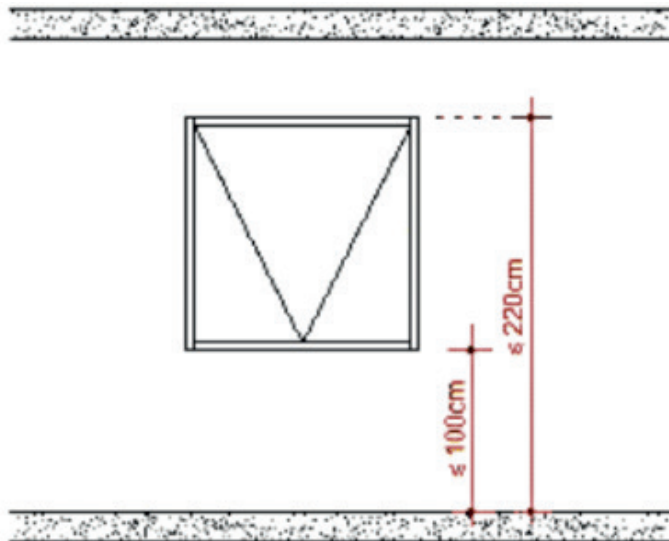


Figura 1- Posicionamento das janelas para salas de estar e dormitórios.

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Para realização da análise da iluminação artificial a norma aborda tópico sobre a medição in loco, medidas no período noturno, no plano horizontal acima 0,80m do nível do piso, com a utilização de luxímetro portátil. Não podendo haver a interferência de nenhuma iluminação externa (trabalhar com portas, janelas e demais fontes de entrada de iluminação fechadas); trabalhar com a operação total do sistema de iluminação artificial do ambiente; medições no centro dos ambientes; medições efetuadas nos pontos centrais de corredores; para escadarias, medições nos pontos centrais dos patamares e a meia largura do degrau central de cada lance.

A metodologia de cálculo empregada é apresentada na NBR 5382/1985, e deve obedecer alguns parâmetros já citados para a medição in loco. São eles: cálculos sem nenhuma entrada de luz externa, cálculos realizados com a iluminação artificial totalmente ativada, cálculos no centro dos ambientes; cálculos nos pontos centrais de corredores; para escadarias, cálculos nos pontos centrais dos patamares e a meia largura do degrau central de cada lance.

Os dados obtidos devem obedecer ao nível de desempenho demonstrado no Quadro 3.

Dependência	Iluminamento geral para o nível mínimo de desempenho lux
Sala de estar Dormitório Banheiro Área de serviço	≥ 100
Copa/cozinha	≥ 200*
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios)	≥ 75*
Garagens/estacionamentos internos e cobertos Garagens/estacionamentos descobertos	≥ 20*
* Valores retirados da NBR 5413	
NOTA: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.	

A norma não aborda situações de desenvolvimento computacional, como simulações, para se obter os fatores necessários para determinar se a edificação tem seu desempenho apto por norma. No entanto na prática o que ocorre com maior frequência é o uso de softwares que determinem o valor desses parâmetros, onde são inseridos os dados como dimensões do ambiente, tipo de luminárias e lâmpadas, bem como suas quantidades, espaçamento e entre outros, para o estudo da iluminação artificial.

Dentre os *softwares* que desenvolvem esta análise tem-se o *Lumen Micro*, *Lumen Designer*, *Simply Lighting*, *Agi32*, *Calculux*, *Dialux*, *DIALux Evo*, *Relux Pro*, *Visual*, *Rayfront*, *Lightscape*, *Energyplus*, *Domus*, *Daylight Visualizer* e entre outros, que dão ao projetista melhores condições para a escolha de medidas que atendam as especificações de norma, antes mesmo de empregá-las de fato na execução da edificação.

Geralmente softwares como estes já retornam ao final da simulação um relatório com os dados calculados e gráficos, que facilitam no agrupamento dos documentos, pois não necessita que o mesmo seja redigido por algum colaborador, ou empresa responsável pelo projeto lumínico.

Os dados de entrada são geralmente comuns a todos os *softwares* e são as dimensões do ambiente ou da edificação como um todo, os materiais empregados e suas características de coloração e refletância, bem como a localização e direção da edificação para análise da iluminação natural.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a inserção dos dados de entrada a simulação é concluída com os resultados expostos no relatório e podem ser exemplificados como os da Figura 2, Figura 3 e o Quadro 4 seguintes, simulados no DIALux, para a iluminação artificial.

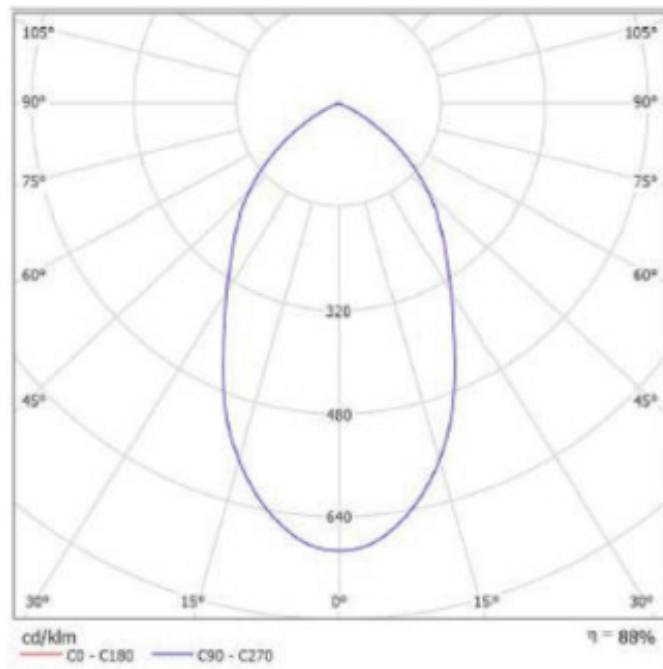


Figura 2- Emissão Luminosa

Fonte: Autor

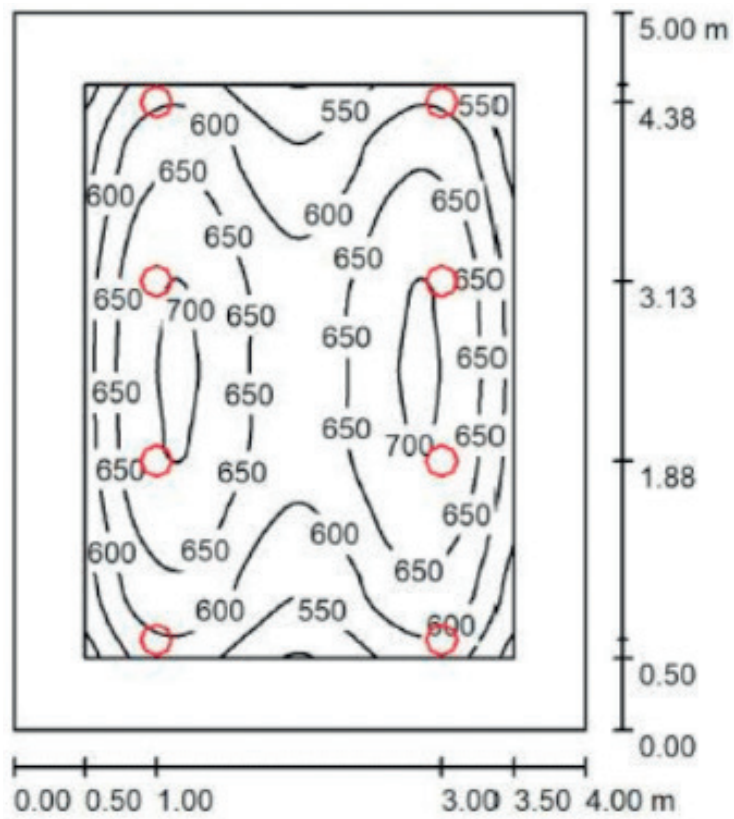


Figura 3: Emissão Luminosa

Fonte: Autor

Avaliação de ofuscamento seg. UGR											
ρ Tecto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Solo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamanho da sala X Y	Direcção transversal do olhar em relação ao eixo da lâmpada					Direcção longitudinal do olhar em relação ao eixo da lâmpada					
2H	2H	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4
	3H	22.9	23.8	23.2	24.0	24.2	22.9	23.8	23.2	24.0	24.2
	4H	22.8	23.6	23.1	23.9	24.2	22.8	23.6	23.1	23.9	24.2
	6H	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1
	8H	22.7	23.4	23.1	23.7	24.0	22.7	23.4	23.1	23.7	24.0
4H	12H	22.7	23.4	23.0	23.7	24.0	22.7	23.4	23.0	23.7	24.0
	2H	22.9	23.7	23.2	24.0	24.2	22.9	23.7	23.2	24.0	24.2
	3H	22.8	23.5	23.1	23.8	24.1	22.8	23.5	23.1	23.8	24.1
	4H	22.7	23.3	23.1	23.6	24.0	22.7	23.3	23.1	23.6	24.0
	6H	22.7	23.2	23.1	23.5	23.9	22.7	23.2	23.1	23.5	23.9
8H	8H	22.6	23.1	23.1	23.5	23.9	22.6	23.1	23.1	23.5	23.9
	12H	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8
	4H	22.6	23.1	23.0	23.5	23.9	22.6	23.1	23.0	23.5	23.9
	6H	22.5	22.9	23.0	23.3	23.8	22.5	22.9	23.0	23.3	23.8
	8H	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7
12H	12H	22.5	22.7	23.0	23.2	23.7	22.5	22.7	23.0	23.2	23.7
	4H	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8	22.6	23.0	23.0	23.4	23.8
	6H	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7	22.5	22.8	23.0	23.3	23.7
	8H	22.5	22.7	23.0	23.2	23.7	22.5	22.7	23.0	23.2	23.7
Variação da posição do observador para as distâncias de luminária S											
S = 1.0H	+0.7 / -1.4					+0.7 / -1.4					
S = 1.5H	+1.7 / -5.3					+1.7 / -5.3					
S = 2.0H	+3.4 / -13.1					+3.4 / -13.1					
Tabel padrão	BK00					BK00					
Adicional de correcção	3.0					3.0					
Índices de ofuscamento corrigidos com referência a 2400lm Corrente luminosa total											

Quadro 4- Avaliação do ofuscamento

Fonte: Autor

Na norma o tipo de atividade é generalizado de acordo com o ambiente o que leva ao desperdício de energia ou insuficiência da iluminação, uma vez que traz valores específicos para cada ambiente, mas não leva em consideração se a atividade a ser desenvolvida em questão é uma leitura, ou o descanso, por exemplo, nos casos de ambientes do tipo dormitório. Podendo ser esses casos facilmente revertidos pelo uso de iluminação auxiliar como os *abajurs*.

Para a iluminação natural os resultados abaixo exemplificados são obtidos pelo *Daylight Visualizer*.

Para o nível de iluminância geral, onde o parâmetro de norma é maior ou igual a 60 lux, no nível mínimo de desempenho, para ambientes do tipo dormitório, sala de estar, copa/cozinha e área de serviço, pode ser exemplificado em simulação pela Figura 4 e Figura 5.

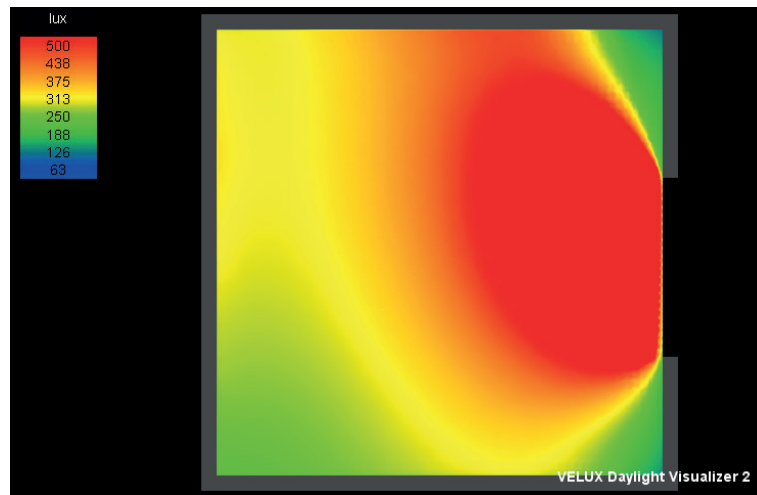


Figura 4: Iluminância Geral (lux)

Fonte: Autor

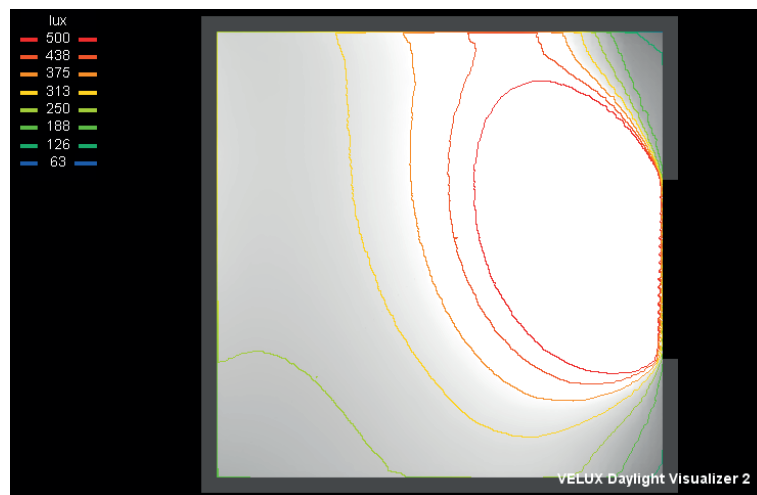


Figura 5: Iluminância Geral (lux)

Fonte: Autor

Já o fator de luz diurna, para os mesmos ambientes já citados, deve ser por norma no mínimo 0,50%. Na Figura 6 e Figura 7 tem-se o Fator de luz diurna (*Daylight Factor*).

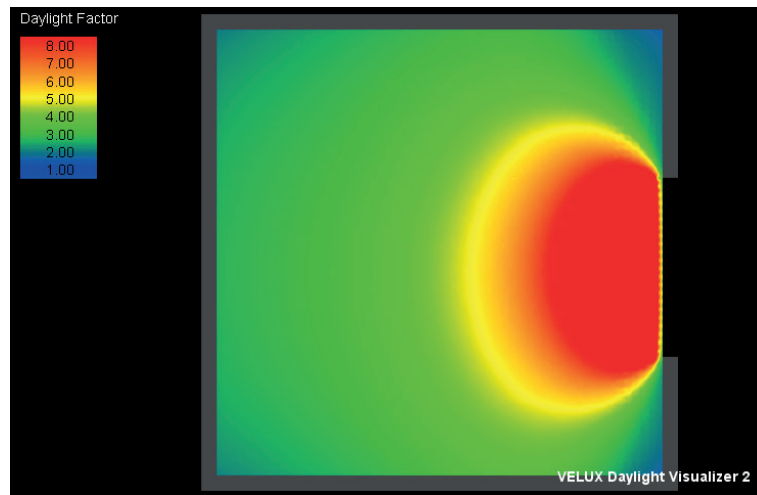


Figura 6- Fator de luz diurna

Fonte: Autor

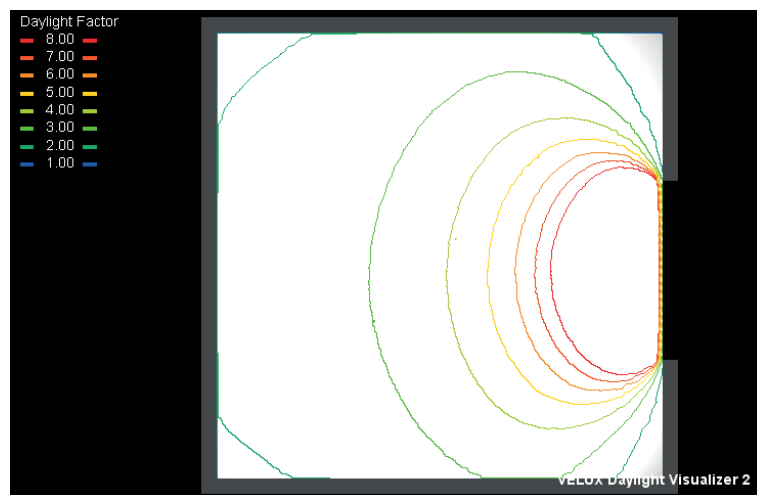


Figura 7- Fator de luz diurna

Fonte: Autor

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se assim que a medida encontrada pelas empresas que desenvolvem o projeto lumínico é trabalhar com as versões de desenvolvimento computacional, dado que os ensaios previstos na norma necessitam de dias e horários específicos, levando a inviabilização do procedimento, uma vez que se analisar antes de executar é uma tarefa importante no ramo da construção civil, pois reduz ou até erradica a necessidades de mudanças no projeto em paralelo à sua execução.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-3**: Iluminação Natural – Parte 3:

Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais — Desempenho/ Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382**: Verificação da iluminância de interiores - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985

DAYLIGHT. Version 2º ed. [S.l.]: VELUX A/S, 2008. Disponível em: <<https://www.velux.com/article/2016/daylight-visualizer>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

DIALUX. Version 4.14. Lüdenscheid: DIAL GmbH, 2014. Disponível em: <<https://www.dial.de/en/software/dialux/download/>>. Acesso em: 20 abr. 2018

FIUZA, J. M; CLARO, A. **Influência de elementos de proteção solar horizontais aplicados a aberturas laterais, na admissão e distribuição da luz natural**. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. 2009, Natal. Anais. Natal: ENCAC-ENLACAC, 2009.

NETO, Egydio Pilotto. **Cor e iluminação nos ambientes de trabalho**. São Paulo, Livraria Ciência e Tecnologia Editora, 1980.

VILAR, J. (1996). XXXVI Curso de Medicina do Trabalho – **Noções Gerais de Higiene do Trabalho**. Lisboa, Escola de Nacional de Saúde pública

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-221-0



9 788572 472210