

A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA A AVALIAÇÃO DA LUZ NATURAL EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

THIAGO GONÇALVES¹; ROBERTO CARLOS PEREIRA²

¹Universidade Federal do Rio Grande – Thiagogon.lino@live.com

²Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Rio Grande – roberto.pereira@riogrande.ifrs.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Na parceria entre o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Rio Grande (IFRS Rio Grande) e com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FURG), foi criado o curso de ensino superior em Tecnologia em Construção de Edifícios, um curso voltado para a execução de obras, elaboração de projetos em equipes multiprofissionais e que traz uma ênfase na construção eficiente e sustentável.

Com a necessidade de um espaço próprio para a realização das atividades práticas do curso, em 2014, iniciaram-se as obras para um pavilhão dedicado a essa finalidade. Esta edificação que começou a suas obras em 2014, teve um estudo feito por GALENO (2013), analisando o projeto final em relação ao Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, o RTQ-C, analisando assim suas características e sugerindo novas intervenções para que a sua eficiência em termos de utilização de recursos naturais fosse melhorada. Entretanto a etiquetagem pelo método descritivo não aborda a iluminação natural como meio avaliativo das edificações. Assim se percebeu a necessidade de um estudo da luz natural visto que, como constata AMORIM (2012) a disponibilidade desta nos trópicos é grande e a mesma deve ser usada de forma criteriosa, ainda prevendo formas de a direcionar e de regular sua intensidade para que quem vá usufruir do ambiente tenha o seu conforto visual resguardado. Portanto, conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à visão e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 1997).

A norma que regulamenta aos níveis de iluminância é a NBR/ISO 8995-1 (ABNT, 2013). Ela regulamenta qual o nível de iluminância para a realização de atividades em ambientes, para que o mesmo transcorra de uma forma segura, confortável e eficiente. A NBR 15215 – Parte 2 (ABNT, 2013) apresenta os algoritmos para determinação da disponibilidade de luz natural que levam a saber a intensidade de luz nos diferentes tipos de céu. Já a NBR 15215 – Parte 3 (ABNT, 2013) aborda que a magnitude e distribuição da luz no ambiente interno depende de um conjunto de variáveis.

Para GARROCHO (2005), nem toda a iluminação natural deve incidir dentro da edificação, isto é, a iluminação excessiva causa fenômenos como o ofuscamento e deve ser evitada. Para isso, existem elementos de controle, os quais bloqueiam parte da incidência solar. Segundo os estudos de BORMANN (2003) e SILVA (2011) os elementos de controle, como a prateleira de luz e os *brises*, são elementos de controle que visam regular e até estender a entrada excessiva da luz.

Entre as técnicas utilizadas para se avaliar a entrada de luz natural é a simulação computacional. Pode-se avaliar previamente as condições de conforto visual, computando os diversos níveis de iluminação em diferentes pontos do ambiente, possibilitando que se façam os ajustes necessários (CHRISTAKOU, 2004). A simulação computacional trabalha com a modelagem e definição do ambiente, entrada de dados do espaço e a saída de dados da incidência da luz natural, gráficos ou numéricos para que se realizem as mudanças no projeto.

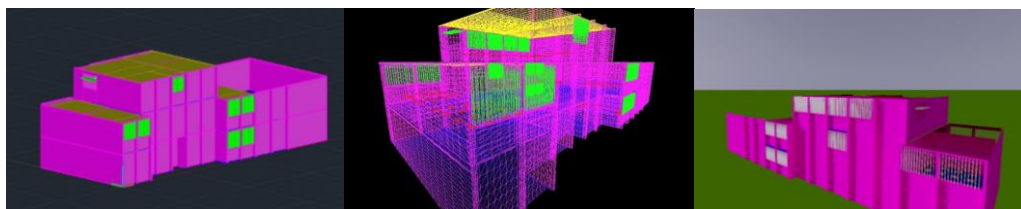


Figura 1: Modelagem da edificação, fracionamento da edificação para simulação e imagem gerada pelo *software* de simulação da iluminação natural.

Para este projeto foi escolhido o *software* Apolux, desenvolvido por CLARO (2005), para auxiliar profissionais a projetar o espaço levando em conta a iluminação natural.

2. METODOLOGIA

O projeto em questão, foi definido pela infraestrutura do Campus do IFRS-Rio Grande, elaborado para atender as demandas do curso. O projeto possui 24 salas distribuídas em 3 pavimentos, das quais 9 foram escolhidas para serem simuladas devido a serem salas onde a permanência docente e discente é prolongada e levando em conta que existem aberturas em todos os ambientes estudados e que possuem tamanhos diferentes.

Conforme a NBR 15215 – 4 define, para a criação da malha de pontos, as dimensões das salas são utilizadas, definindo um índice de ambiente para a definição da quantidade de pontos a serem estudados.

Definida a malha, é utilizado um *software* CAD para a criação do modelo computacional que será utilizado. O modelo em si deve seguir a elaboração do projeto o mais fielmente possível para que a simulação gere dados o mais próximo da realidade.

No *software* Apolux, é necessária a definição de cada material, para que seja levada em conta a parcela de luz natural que vai ser refletida pelo entorno externo e interno, e que incidirá no ponto que é o plano de trabalho, estipulado anteriormente pela definição da malha de pontos. Essas superfícies, foram definidas de acordo com o trabalho de STEFFY (1990), que procura estabelecer refletâncias, em relação à superfície e ao material, próximas ao real. Vista a definição das superfícies, as entradas de dados para as simulações foram as coordenadas da cidade de Rio Grande (longitude 52°05' - Oeste; latitude 32°02' – Sul; e altitude de 2m), com a fachada posterior orientada para o Nordeste (azimute 26°). Para as datas e horários simulados foram definidas as datas: 21 de março, 21 de junho, 23 de setembro e 22 de dezembro, já que, estas são datas de solstícios e equinócios. Os horários de simulação foram definidos em 8h, 10h 12h, 14h 16h por serem alguns horários de funcionamento acadêmico durante o período diurno.

Os dados que foram gerados a partir dessas informações, foram tratados com o *software* Excel, para a análise posterior dos resultados.

Para que a classificação das iluminâncias fosse colocada em faixas de qualificação, foi utilizado o estudo de KREMER (2002), que com as devidas

alterações para atender as iluminâncias dos tipos de ambientes simuladas no projeto.

$E < 0,5 E_p$	Ruim (falta)	5
$0,5 E_p < E \leq 0,75 E_p$	Regular	4
$0,75 E_p < E \leq 1,25 E_p$	Satisfatório (ideal)	3
$1,25 E_p < E \leq 5 E_p$	Bom	2
$E > 5 E_p$	Ruim (excesso)	1

Quadro 1: Classificação de faixas de iluminância

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a metodologia utilizada neste trabalho, foi apenas utilizado o céu encoberto para a utilização das simulações, devido ao fato de que os outros tipos de céu são instáveis quanto a constância das suas iluminações.

Foi modelado e simulado o projeto com e sem as estratégias de controle, verificando assim, se as aberturas necessitam ou não dos *brises* e da prateleira de luz definidos em planta.

Dos resultados obtidos pelas simulações, 3 salas obtiveram melhores resultados com a utilização das estratégias de controle como em projeto, 5 obtiveram resultados melhores sem os elementos de controle, e uma sala obteve resultados muito próximos, ficando assim, a critério do projetista, decisão esta que pode levar em conta o gasto com material ou a uniformidade arquitetônica.

Na comparação geral da edificação, somando os pontos analisados das 9 salas, percebe-se que a entrada de luz, na faixa que abrange a classificação satisfatória é maior quando não se tem os elementos de controle.

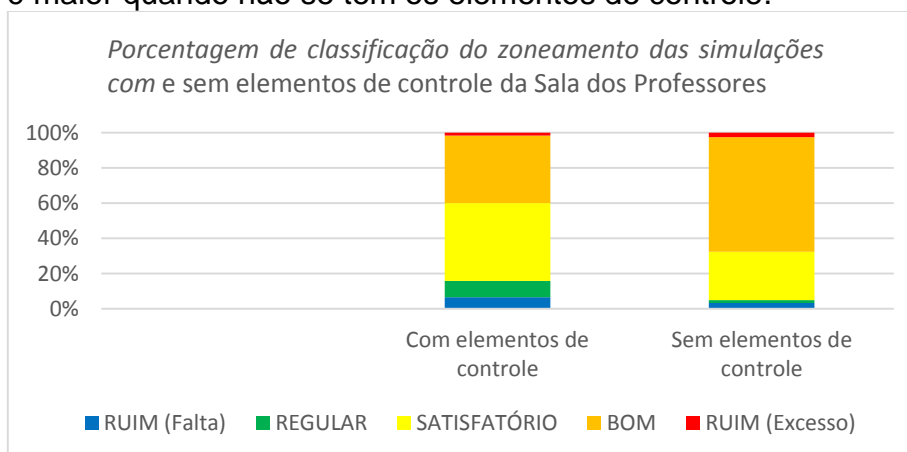


Gráfico 1: Porcentagem de classificação do zoneamento das simulações com e sem elementos de controle da Sala dos Professores

4. CONCLUSÕES

A simulação computacional da iluminação natural apresenta um tipo de projeto complementar com o enfoque na qualidade e conforto lúminico do usuário para com a luz natural. Entre as simulações, a computacional consegue utilizar de ferramentas que são elaboradas por uma maquete virtual, não permitindo erros físicos e podendo ser mais fidedigna quanto aos resultados para que seja entregue uma edificação com um maior controle das normas climatológicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, C. N. D. **Iluminação natural e eficiência energética** – parte 1 - estratégias de projeto para uma arquitetura sustentável. Paranoá, Artigo, Distrito Federal (UnB). Brasília, 2002.

BORMANN, Oto Roberto. **Iluminação natural em salas de aula e escritórios com uso de prateleiras de luz**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Desenvolvimento – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (UTFPR). Curitiba, 2003.

CHRISTAKOU, Evangelos D. **A simulação computacional da luz natural aplicada ao projeto de arquitetura**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Brasília. UnB. Brasília 2004.

CLARO, Anderson; PEREIRA, Fernando O. R.; LEDO, Rafael Z. **APOLUX** – An Innovative Computer Code for Daylight Design and Analysis in Architecture and Urbanism. In: Building Simulation, Aug. 2005, Montréal. Ninth International IBPSA Conference. Montréal: Canada, p. 199-206, 2005.

GARROCHO, Juliana S. **Luz natural e projeto de arquitetura**: estratégias para iluminação zenital em centros de compras. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2005.

KREMER, Adriano. **A influência de Elementos de Obstrução Solar no Nível e na Distribuição Interna da Iluminação** – Estudo de Caso em Protótipo Escolar de Florianópolis. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis – Brasil 2002.

LAMBERTS, R., DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

NBR 15215-2: Iluminação natural- parte 2: procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005. Página 53 de 64.

NBR 15215-3: Iluminação natural- parte 3: procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação em Locais de Trabalho. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2013.

SILVA, Aline Cristina Jara da. **Avaliação do desempenho termolumínico de uma edificação com brises de soleis**: estudo de caso. Dissertação de mestrado do programa de Pós-Graduação em engenharia de edificações e Ambiental da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMG). Cuiabá, 2011.

STEFFY, G. R. **Architectural lighting design**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1990, 202p.