

## **Estratégias para obtenção de adequada iluminação natural em escolas: Uma análise de sistemas de aberturas para Natal/RN.**

Vany Patrick Cortez Moreno<sup>1</sup>  
Contato: [cortezarqui@gmail.com](mailto:cortezarqui@gmail.com)

Linha de pesquisa: Tecnologia e Conforto no Ambiente Construído

### **INTRODUÇÃO**

A cidade de Natal/RN tem grande disponibilidade de luz natural, contudo ela é pouca aproveitada. Existem poucas prescrições que auxiliam os projetistas a projetar com a luz natural. As normas existentes na maioria das vezes não consideram variáveis que mais influenciam na qualidade da luz natural no interior da edificação e que são decididas nas primeiras fases do projeto.

Embora haja muita luz natural localmente, faltam recomendações arquitetônicas que relacionam o comportamento do céu, as dimensões das aberturas, o sombreamento, a fração de céu visível (FCV), as iluminâncias requeridas, o ofuscamento, o período de ocupação e profundidade de área iluminada.

Existem prescrições internacionais que recomendam manter a profundidade do ambiente a 2,5 vezes a altura da janela, porém são simplificadas e não consideram as variáveis mencionadas.

### **OBJETIVO**

Analisar diferentes sistemas de aberturas em salas de aula para a cidade de Natal/RN através da simulação computacional explorando o potencial de uso da luz natural e propor recomendações.

### **MÉTODO**

O método da pesquisa encontra-se estruturado em três etapas: 1- Modelagem, 2- Simulação e 3- Análise dos resultados. A Modelagem consiste na construção tridimensional das variações a partir do modelo base recomendado por Kowaltowski (2011). Após

encontradas as variações, na segunda etapa é feita a simulação computacional por meio do software Daysim e, por fim, os resultados das simulações são avaliados por meio de planilhas eletrônicas que oferecem as curvas de iluminâncias nos solstícios de verão e inverno e a métrica de iluminância natural útil ( $UDI_{300-3000lux}$ ) com os critérios de desempenho: Uniformidade da distribuição da luz, ocorrência de ofuscamento, atendimento ao nível mínimo de iluminância com base em Carvalho (2014).

### **CARACTERÍSTICAS COMUNS DOS MODELOS**

Todos os modelos possuem dimensões de 7,20m x 7,20m com pé-direito mínimo de 3m. As salas de aulas foram modeladas com a abertura principal para a orientação Norte, por ter maior período de insolação ao longo do dia e ano. O dimensionamento dos sistemas de proteção foi feito no software Ecotect Analysis 2011 onde todas as aberturas foram sombreadas com elementos fixos, visando o sombreamento integral no horário de ocupação das 08:00 horas às 16:00 horas.

### **DETERMINAÇÃO DE VARIAÇÕES**

As variações do modelo base abrangem as principais características que mais influenciam o desempenho luminoso conforme os autores, Reinhart (2006), O'Connor (1997) e Kowaltowski (2011) e que são decididas pelo projetista nas primeiras fases de projeção. Foram determinados três grupos:

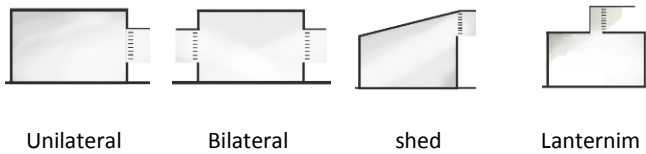
- Tipo de sistemas de abertura: unilateral, bilateral, Shed e lanternim



- Paf: 20%, 40%, 60% e 80%
- Fração de céu visível: baixa, média e alta

No total foram construídos 48 modelos, sendo 12 para cada sistema.

### Sistemas escolhidos para a análise



Unilateral

Bilateral

shed

Lanternim

Fonte: Elaborado pelo autor

## DESENVOLVIMENTO

A apresentação dos resultados e discussões, foca modelos cujas configurações apresentam melhores desempenhos.

### SISTEMA UNILATERAL

No sistema unilateral percebeu-se que os melhores resultados foram atingidos por modelos com Paf de 60% com baixa e média fração de céu visível que apresentaram uma distribuição uniforme da luz pelo ambiente atendendo a iluminância mínima requerida durante os horários de ocupação das 8h às 16 horas, sem a ocorrência do ofuscamento. Os sistemas apresentaram UDI na faixa de 300 a 3000lx em quase 100% da área do plano de tarefa. Para o mesmo sistema e tamanho de abertura observou-se que com o aumento da fração de céu visível o ambiente fica sujeito a pequenas ocorrências de ofuscamento nas zonas próximas da janela, diminuindo a área com o UDI<sub>300-3000lux</sub> de 100% para apenas 70% da área do plano de tarefa.

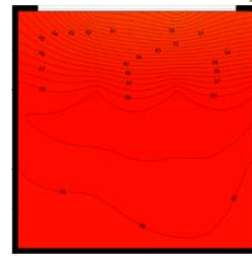


Figura 1: Média FCV

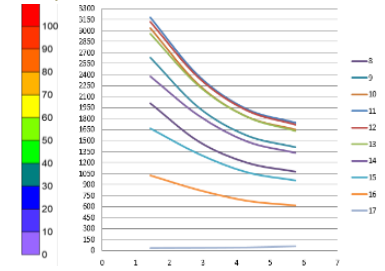


Gráfico 1: Iluminância - dezembro

### SISTEMA BILATERAL

O sistema de iluminação bilateral apresentou melhor uniformidade da distribuição da luz pela sala devido ao posicionamento das aberturas (janelas opostas). Os melhores resultados foram atingidos por modelos com as configurações Paf de 40% com baixa e média FCV. Os modelos mencionados apresentaram distribuição uniforme da luz pelo ambiente atendendo a iluminância mínima requerida durante os horários de ocupação das 8h às 16 horas, sem ofuscamento. Os sistemas atenderam a faixa do UDI<sub>300-3000lux</sub> em 100% da área do plano de tarefa em 97% das horas do ano nos modelos com média FCV já com baixa FCV tal percentagem diminuiu para 94% das horas do ano. Para o mesmo percentual de abertura, 40%, observou-se que com alta fração de céu visível ocorre ofuscamento nas zonas próximas das janelas, diminuindo o atendimento ao UDI<sub>300-3000lux</sub> para apenas 40% das horas do ano em toda sala.

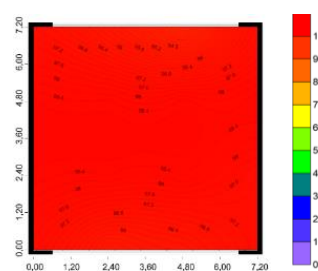


Figura 2: Média FCV

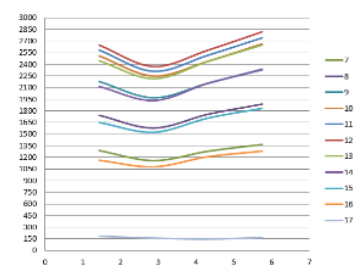


Gráfico 2: Iluminância - dezembro



### 3º SIMPÓSIO DE PESQUISA DO PPGAU-UFRN – DOUTORADO, MESTRADO ACADÊMICO e MESTRADO PROFISSIONAL

#### SISTEMA ZENITAL COM SHED

O sistema de iluminação zenital com shed apresentou melhor potencial para o aproveitamento da luz natural em sala de aula para a cidade de Natal/RN. Os melhores resultados foram atingidos por modelos com as configurações Paf de 40% com alta FCV por atenderem o nível mínimo de iluminância requerida nos horários de ocupação sem apresentar ocorrências de ofuscamento nem falta de luz no plano de tarefa. Com alta FCV o sistema atendeu ao UDI<sub>300-3000lux</sub> em 97% das horas do ano em toda sala, já com média FCV a percentagem anual de atendimento ao UDI<sub>300-3000lux</sub> reduziu para 92% das horas do ano. Com baixa FCV os modelos atenderam a faixa do UDI<sub>300-3000lux</sub> apenas em 60% das horas do ano pela falta de luz no plano de tarefa.

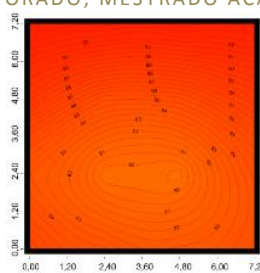


Figura 4: Alta FCV

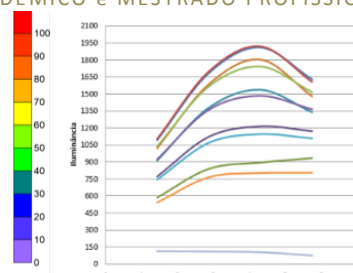


Gráfico 4: Iluminância - dezembro

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou, analisar diferentes sistemas de aberturas em salas de aula para a cidade de Natal/RN por meio da simulação computacional através do software Daysim, explorando o potencial de uso da luz natural e propor recomendações. Foi possível analisar o impacto das variáveis como o percentual de abertura e a fração de céu visível em ambientes de salas de aula através da métrica dinâmica Iluminância Natural útil (UDI) dos diversos modelos de salas no horário de ocupação (HO) das 8 horas às 16 horas. Os resultados apontam que a cidade de Natal/RN tem enorme potencial para fazer o uso adequado da iluminação difusa sem ocorrência de ofuscamento e ganho térmico em ambientes escolares. Através dos diferentes sistemas de iluminação e diferentes configurações de aberturas e quantidades fração de céu visível, foi possível chegar a recomendações para o uso da luz natural em edificações escolares de forma simplificada já que a ferramenta da simulação é complexa e pouco utilizada pelos projetistas: No que se refere às grandes aberturas recomenda-se reduzir a visão da abobada celeste e evitar grandes quantidades de fração de céu por causar ofuscamento e falta de uniformidade na distribuição da luz pelo ambiente. Para pequenas aberturas recomenda-se aumentar a visão da abobada celeste permitindo maior entrada da luz difusa no ambiente e evitar obstruções que diminuem a quantidade de luz.

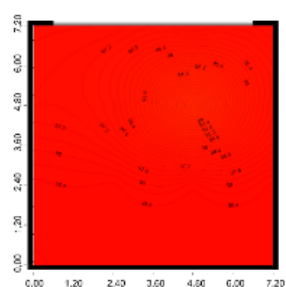


Figura 3: Alta FCV

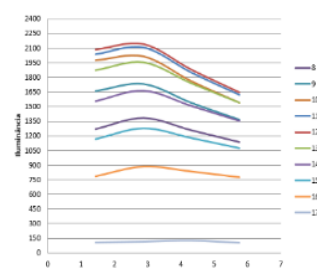


Gráfico 3: Iluminância - dezembro

#### SISTEMA ZENITAL COM LANTERNIM

Dentre todos os sistemas simulados os sistemas zenitais com lanternim apresentaram no geral o pior desempenho lumínico. Os melhores resultados foram atingidos por modelos com as configurações :Paf de 60% com alta e média FCV que apresentaram uma distribuição uniforme da luz pelo ambiente atendendo a iluminância mínima requerida durante os horários de ocupação das 8h às 16 horas, sem a ocorrência do ofuscamento. Os sistemas atenderam o UDI<sub>300-3000lux</sub> em 90% das horas do ano para FCV alta e 80% das horas do ano com média FCV. Observou-se que com o aumento da fração de céu visível o ambiente fica sujeito a grandes variações na distribuição da luz pelo ambiente e ofuscamento nas áreas do plano de tarefa localizadas no meio da sala.



## AGRADECIMENTOS

Aos professores Marcelo Tinoco e Aldomar Pedrini, orientador e coorientador do trabalho desenvolvido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Cláudia Naves David. Iluminação Natural e Eficiência Energética – Parte I: Estratégias de Projeto para uma Arquitetura Sustentável. Periódico eletrônico em Arquitetura e Urbanismo Paranoá, Brasília, v.4,2002

ARAUJO, JULIANA de Sa, Uma janela tropical: Análise do desempenho luminoso de ambientes com aberturas sombreadas para o clima de Natal/RN,2012

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. Daylighting in Architecture. A European Reference Book. James and James Editors, London, 1993.

CHIPS: Best Practices Manual: Planning, 2006

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Arquitetura escolar o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 2ª. São Paulo: Pro Livros, 1997

O'CONNOR, J. et al. Tips for daylighting - with windows - the integrated approach. Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory: The Regents of the University of California 1997

REINHART, C. F. Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design. Institute for research in Construction National Research Council Canada, Canada. 2006.

