**SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO LUMINOSO PARA SALAS DE AULA EM NATAL-RN**

Juliana Carvalho

Contato: juliportela@gmail.com

Linha de pesquisa: Tecnologia e Conforto no Ambiente Construído

**INTRODUÇÃO**

A luz natural é um recurso abundante e pouco empregado pelos projetistas na cidade de Natal/RN. O seu aproveitamento pode proporcionar maior eficiência energética, humanização do espaço, conforto, e um melhor desempenho da tarefa visual.

Ao avaliar uma instituição escolar é importante verificar os seguintes aspectos: “funcionalidade da sala de aula” e de “outros espaços internos”, “adequação dos espaços externos”, “detalhamento construtivo da edificação”, “acessibilidade”, “entorno” e conforto “térmico”, “visual” e “lumínico” (KOWALTOWSKI, 2011, p.37, 119 e 120).

Os critérios dinâmicos são medidas empregadas para fazer as análises durante o período de um ano climático. São exemplos dessas métricas: Autonomia de Iluminação Natural (DA), Autonomia de Iluminação Natural Contínua (DAcon), Autonomia de Iluminação Natural Máxima (DAmax) e Iluminância Natural Útil (em três faixas UDI<100Lux, UDI100-2000Lux, UDI>2000Lux).

**OBJETIVOS**

1. Analisar a influência das áreas de abertura e da presença de aberturas no desempenho luminoso da luz natural em ambientes de salas de aula.
2. Compreender a distribuição da luz natural no ambiente construído considerando o sombreamento das aberturas, uma das principais estratégias bioclimáticas para o clima de Natal-RN;
3. Analisar relações geométricas otimizadas para uso de luz natural em salas de aula;
4. Adaptação de parâmetros de avaliação de iluminação natural para situação de alta disponibilidade de iluminação natural externa.

**METODO**

O método de pesquisa consiste na quantificação dos impactos das características arquitetônicas no desempenho luminoso em sala de aula, conforme Figura 1 a Figura 3)

1. Etapa I Fator de céu visível (FCV): cálculo executado com a finalidade de quantificar o céu visível para cada sistema de proteção.
2. Etapa II Simulação: procedimento realizado para determinação do potencial de iluminação natural nos modelos.
3. Etapa III Comparação dos resultados: consiste no tratamento dos dados simulados na etapa II e cruzamento com as informações obtidas na etapa I.



Figura 1: Etapa I Fator de Céu Visível (FCV).



Figura 2: Etapa II Simulação.



Figura 3: Etapa III Comparação dos resultados.

**DESENVOLVIMENTO**

Os dados de iluminância foram tabulados e convertidos em UDI, gerando isolinhas de UDI.

**Análise da Iluminância Natural Útil (UDI) entre 300 e 2000lux**

Fase 1

Os modelos com PAF de 20% não tiveram ofuscamento no ambiente. A UDI300-2000lux de 80% decaiu a partir da profundidade de 3m de sala (*Figura 4*).

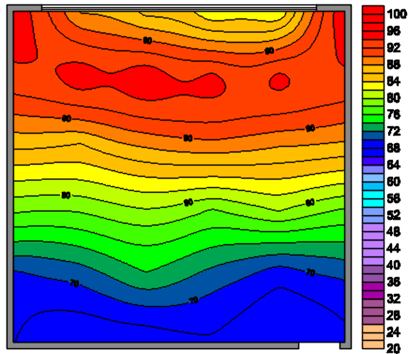


Figura 4: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise orientação Norte, PAF 20%.

Os modelos com PAF de 40% sem o uso de prateleira de luz tiveram incidência de ofuscamento na primeira fileira de sensores do ambiente. (*Figura 5*).

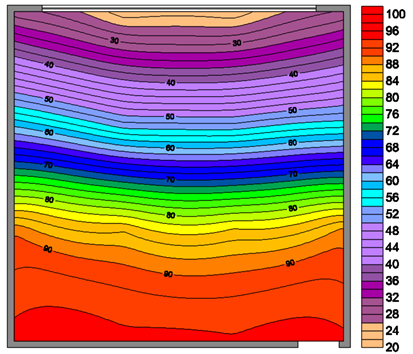


Figura 5: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise sem prateleira de luz orientação Norte, PAF 40%.

Os modelos com PAF de 40% com o uso de prateleira de luz tiveram redução do índice de iluminância que estava acima de 2000lux no início da sala. (*Figura 6*).

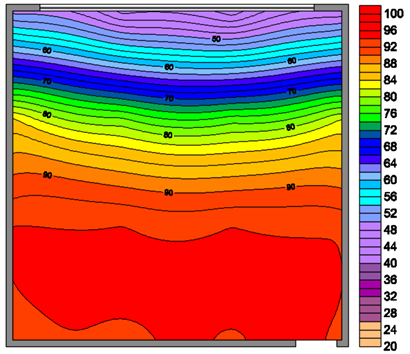


Figura 6: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise orientação Norte, PAF 40%, com prateleira de luz.

Fase 2

O modelo com PAF 40% sem o uso de prateleira de luz atendeu ao nível de iluminância mínimo requerido, tendo menores ocorrências de ofuscamento na 1ª fileira de sensores. (*Figura 7*).

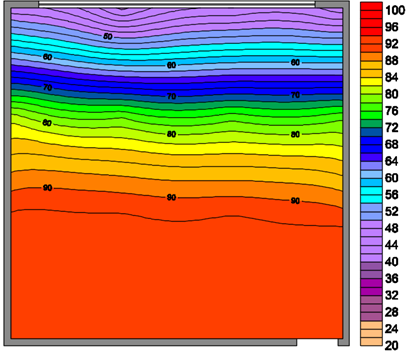


Figura 7: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 40%, sem prateleira de luz.

O modelo com PAF 40% com o uso de prateleira de luz atendeu a UDI300-2000lux de 80% para os modelos de marquise com três brises horizontais e marquise dupla com três brises horizontais (*Figura 8*).

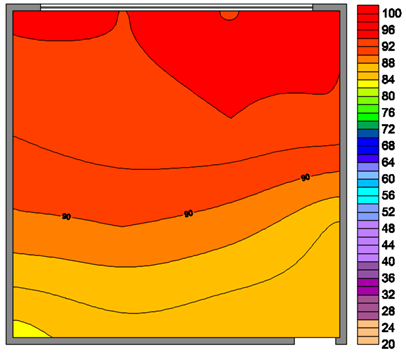


Figura 8: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 40%, com prateleira de luz.

O modelo com PAF 50% sem o uso de prateleira de luz apresentou índices de iluminância acima de 2000lux na 1ª e 2ª fileiras de sensores. (*Figura 9*).

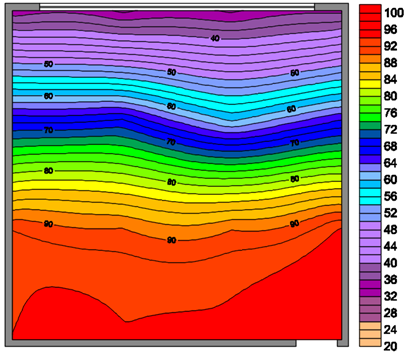


Figura 9: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 50%, sem prateleira de luz.

O modelo com PAF 50% com o uso de prateleira de luz atendeu a UDI300-2000lux de 80% para o modelo marquise com três brises horizontais. (*Figura 10*).

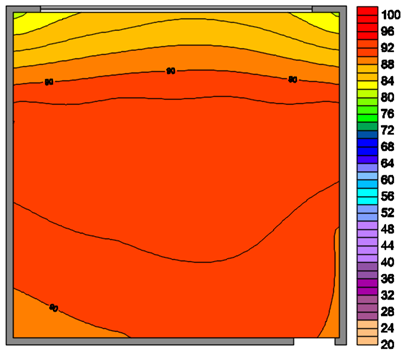


Figura 10: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 50%, com prateleira de luz.

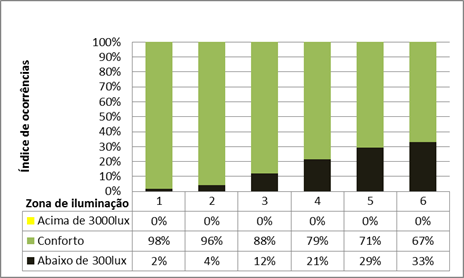
**Análise da Iluminância Natural Útil (UDI) 300-3000lux**

A alteração do limite superior da Iluminância Natural Útil300-3000lux permitiu uma melhor adaptação desta faixa à disponibilidade luminosa local.

Fase 1

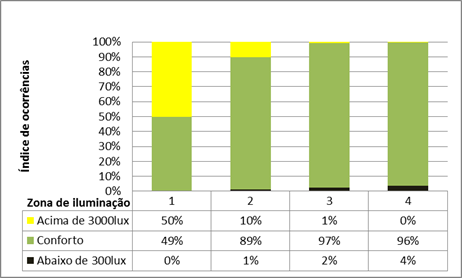
Para o PAF de 20%, orientação Norte em todas as proteções (Tabela 1) foi visto que à medida que a profundidade aumenta há um maior decaimento da luz natural no ambiente.

Tabela 1: Modelo com orientação Norte com marquise, sem prateleira de luz e PAF de 20%.



Para o PAF de 40% foi evidenciado níveis de iluminância superiores a 2000lux na 1ª fileira de sensores, de 5% a 15% para os sistemas com prateleira de luz (*Tabela 2*) e de 36% a 50% para os sistemas sem prateleira de luz.

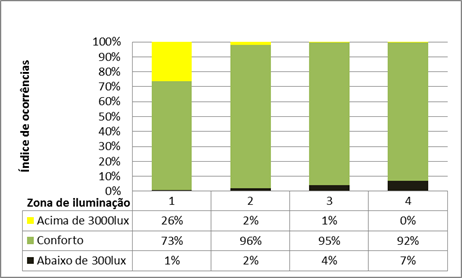
Tabela 2: Modelo com orientação Norte com marquise, sem prateleira de luz e PAF de 40%.



#### Fase 2

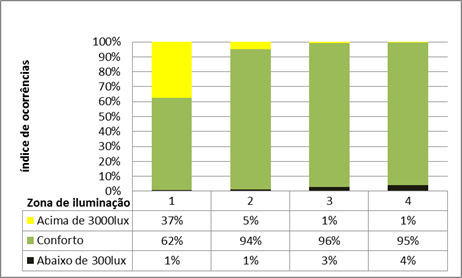
Para o PAF de 40% foi evidenciado que houve níveis de iluminância acima de 2000lux na 1ª fileira de sensores, de até 3% para os sistemas com prateleira de luz (*Tabela 3*) e de 3% a 26% para os sistemas sem prateleira de luz.

Tabela 3: Modelo com marquise com 03 brises horizontais, sem prateleira de luz, e PAF 40%,Norte.



Para o PAF de 50% foi evidenciado que houve níveis de iluminância superiores a 2000lux na 1ª fileira de sensores, de 1% a 17% para os sistemas com prateleira de luz (*Tabela 4*) e de 7% a 40% para os sistemas sem prateleira de luz.

Tabela 4: Marquise com 03 brises horizontais, sem prateleira de luz e PAF 50%, Norte.



A inserção da prateleira de luz reduziu ou eliminou o ofuscamento e uniformizou os índices de UDI entre 300lux e 3000lux.

**Análise do Fator de Céu Visível (FCV)**

Cada modelo teve a sua máscara de sombra mapeada com a finalidade de quantificar o FCV.

O FCV variou de 35% a 64% (*Quadro 1*).

Quadro 1: Fator de Céu Visível para os modelos simulados.



A profundidade da zona variou de 3,01m a 7,20m para todos os modelos. As aberturas com PAF de 20% tiveram variações de profundidade de zona passiva entre 3,01m e 4,33m. As aberturas com PAF de 40% e 50% tiveram variações de profundidade de zona passiva de 7,20m (*Gráfico 1*).

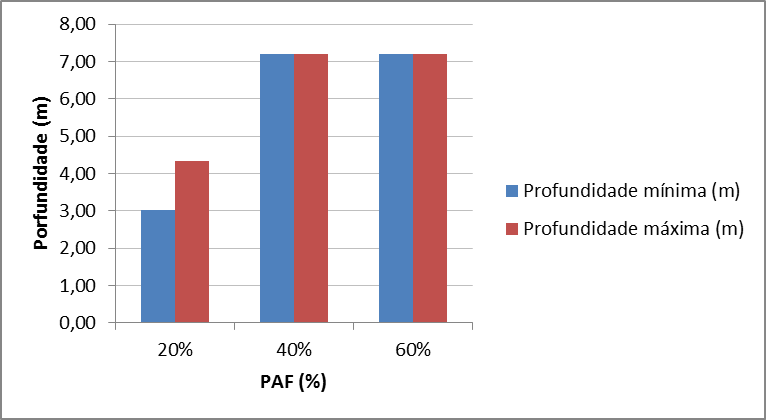


Gráfico 1: Valores máximos e mínimos de zona passiva para todas as simulações.

**Cruzamento dos dados de Fator de Céu Visível e Profundidade de vão iluminado**

* Janelas pequenas (PAF 20%):

Com FCV mais alto: para aumentar o potencial de iluminação natural do ambiente.

Com FCV mais baixo: reduz o desempenho luminoso do ambiente.

* Janelas médias (PAF 40%):

Com FCV mais alto: aumenta o potencial de iluminação natural e a incidência de radiação solar direta.

Com FCV mais baixo: com um melhor desempenho luminoso, com uma iluminação mais uniforme.

* Janelas grandes (PAF 50%):

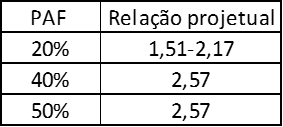
Com FCV mais alto: vão ter incidência um maior potencial de iluminação natural e de radiação solar direta.

Com FCV mais baixo: terão um melhor desempenho luminoso.

**Relação altura de verga de janela e profundidade de vão iluminado**

Os valores das relações variaram de 1,51 a 2,57 para o PAF de 20% e de 40% respectivamente. O PAF de 40% e 50% atingiram a mesma profundidade de vão iluminado de 7,20m (*Quadro 2*).

Quadro 2: Relação projetual entre PAF e Zona Passiva.



**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A simulação de elementos de sombreamento demonstrou que:

Sombreamento parcial não é suficiente para a determinação de um desempenho luminoso de qualidade dentro da faixa prevista pelo UDI 300-2000.

Sombreamento total requer mais cuidados no dimensionamento e geometria do protetor solar.

É importante conciliar a disponibilidade de luz natural com o FCV, de modo a garantir o sombrear e iluminar dentro do ambiente.

**Limitações do trabalho** **e sugestão para trabalhos futuros**

Restrição do recorte, que se baseou em características específicas de refletâncias internas e externas, fator de transmissão de luz visível do vidro, dentre outras.

As limitações identificadas nas análises são:

Dimensionamento dos sistemas de proteção da Fase I para PAF de 40%;

Poucas variações de Fator de Céu Visível;

Profundidade de sala insuficiente para identificar zona passiva em PAF acima de 40% e 50%;

Uso de materiais de altas refletâncias para piso (79%), parede (88%) e teto (88%).

Emprego de uma única transmissividade (90%) e refletância (88%) para o vidro da abertura;

Desconsideração da obstrução do entorno.

**As sugestões para futuros trabalhos são:**

Realização de simulações com outras estratégias de proteção solar.

Análise da influência de diferentes refletâncias de materiais.

Análise da influência do entorno no FCV e desempenho luminoso de cada abertura;

Desenvolvimentos de uma relação projetual entre profundidade de vão iluminado, altura de verga de janela e tamanho de abertura e FCV.

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço a bolsa de estudos de mestrado concedida pelo CNPQ. Ao professor Aldomar Pedrini, orientador do trabalho desenvolvido.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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