

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 (DAmáx) 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).

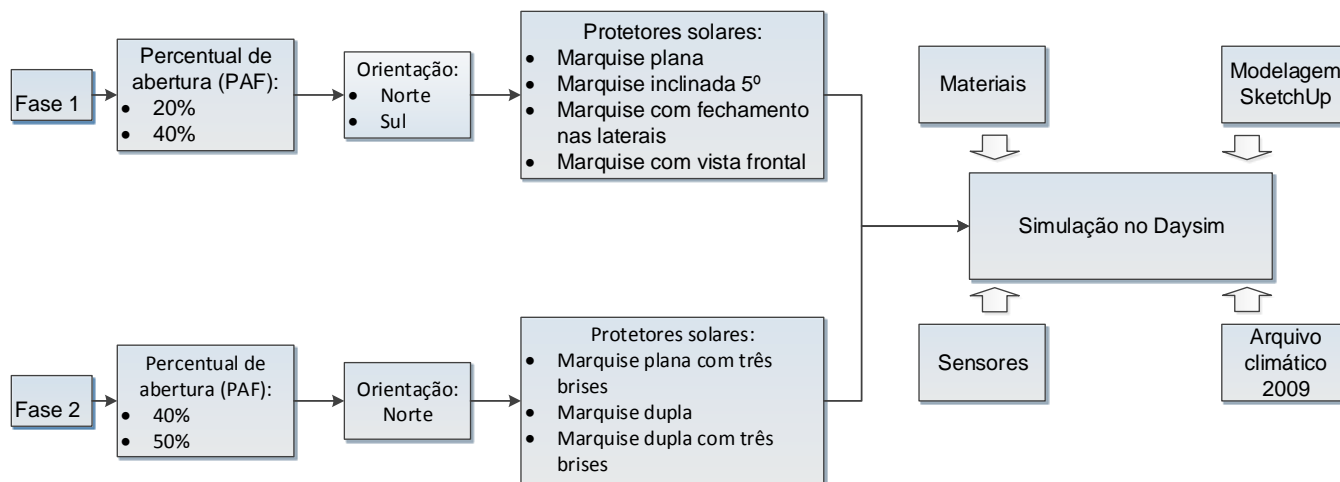


Figura 2: Etapa II Simulação.

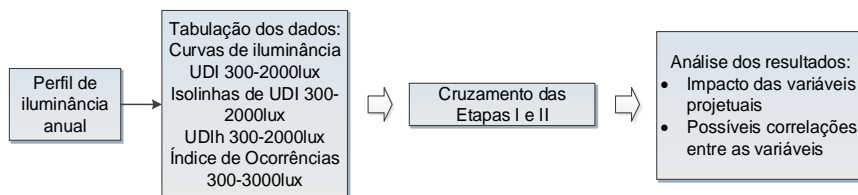


Figura 3: Etapa III Comparação dos resultados.

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).

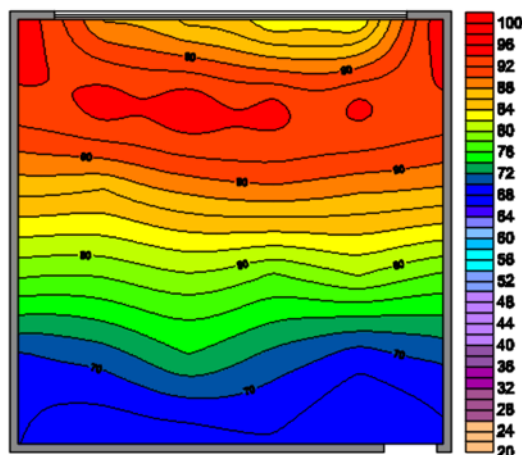


Figura 4: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise orientação Norte, PAF 20%.

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).

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

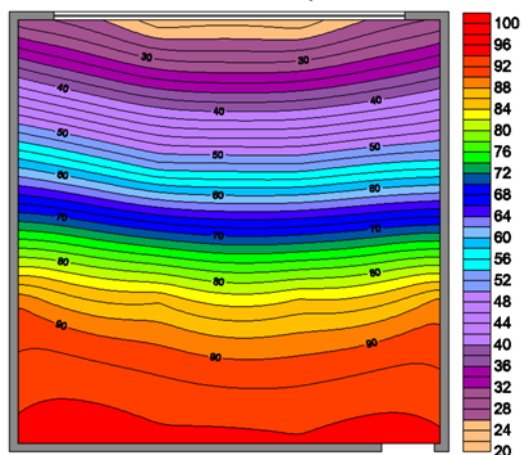


Figura 5: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise sem prateleira de luz orientação Norte, PAF 40%.

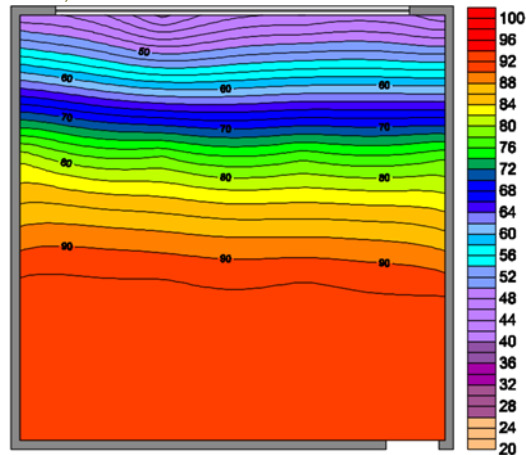


Figura 7: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 40%, sem prateleira de luz.

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).

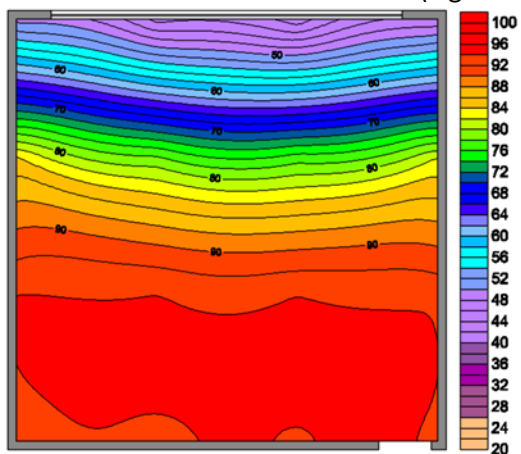


Figura 6: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo marquise orientação Norte, PAF 40%, com prateleira de luz.

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).

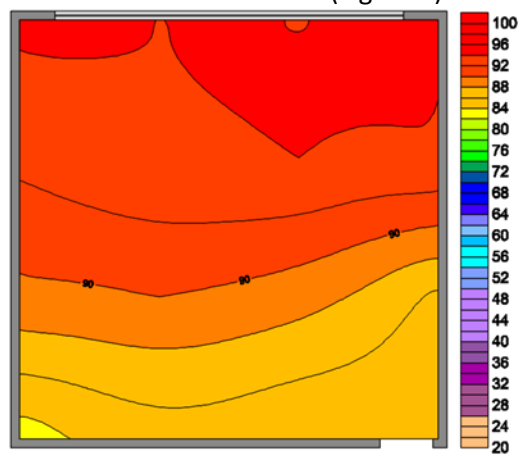


Figura 8: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 40%, com prateleira de luz.

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).

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).

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

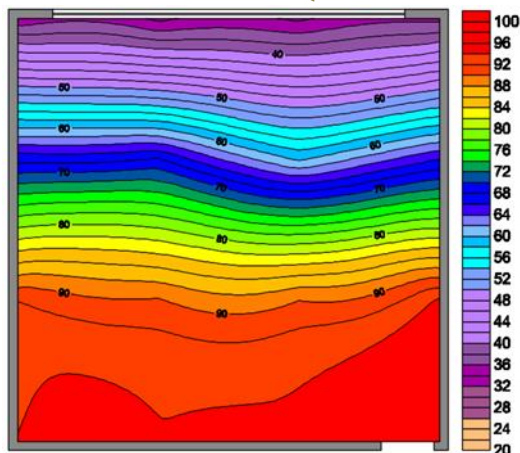


Figura 9: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 50%, sem prateleira de luz.

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).

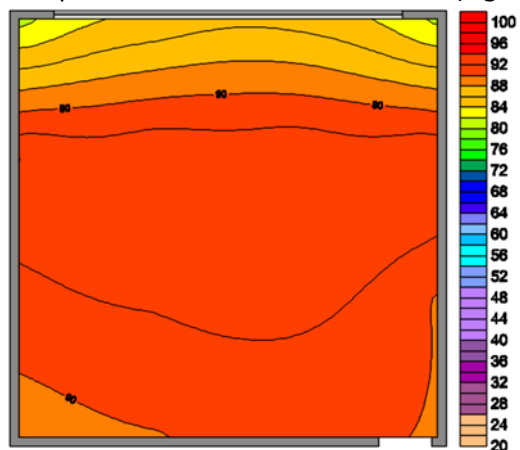


Figura 10: Isolinhas de UDI300-2000lux modelo orientação Norte com marquise com três brises horizontais, PAF 50%, com prateleira de luz.

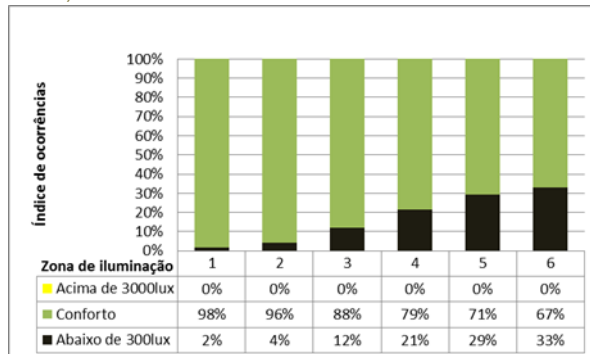
Análise da Iluminância Natural Útil (UDI) 300-3000lux

A alteração do limite superior da Iluminância Natural Útil 300-3000lux permitiu uma melhor adaptação desta faixa à disponibilidade luminosa local.

Fase 1

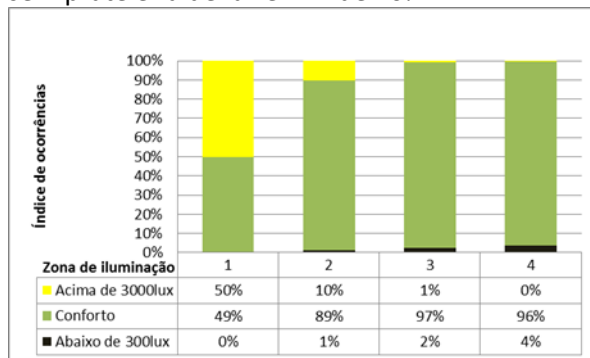
Para o PAF de 20%, orientação Norte em todas as proteções (Tabela 1) foi visto que à medida que a profundidade aumenta há um maior decaimento da luz natural no ambiente.

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.

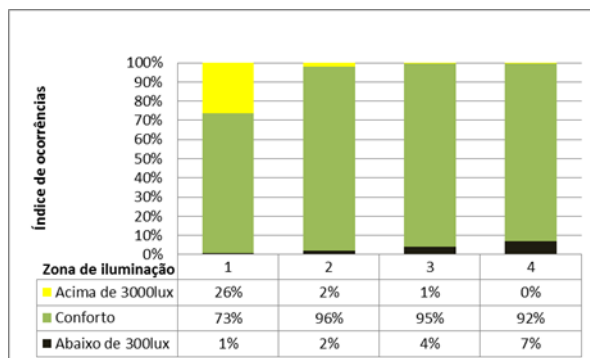
Tabela 2: Modelo com orientação Norte com marquise, sem prateleira de luz e PAF de 40%.



a) 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.



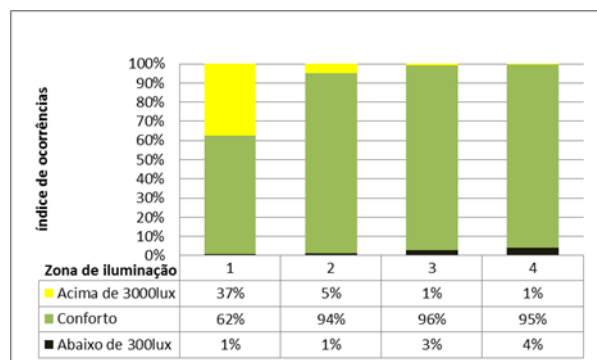
Para o PAF de 50% foi evidenciado que houve níveis de iluminância superiores a 2000lux na 1ª fileira de sensores, de 1% a 17% para os sistemas com prateleira

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

de luz (Tabela 4) e de 7% a 40% para os sistemas sem prateleira de luz.

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

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



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.

Tipo de proteção	PAF (%)	Largura de abertura (m)	Altura de abertura (m)	Altura da Bandeira de luz (m)	Altura da verga de janela (m)	Prateleira de luz	Orientação	Projeção	Percentual
Marquise	40	6	1,3	0,4	2,8	1	Norte	Over shadowing	65%
		6	1,3	0,4	2,8	0		Over shadowing	65%
	20	6	0,9	0	2	0	Sul	Over shadowing	51%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	65%
	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Sul	Over shadowing	65%
		6	0,9	0	2	0		Over shadowing	51%
Marquise inclinada	40	6	1,3	0,4	2,8	1	Norte	Over shadowing	54%
		6	1,3	0,4	2,8	0		Over shadowing	54%
	20	6	0,9	0	2	0	Sul	Over shadowing	46%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	54%
	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Sul	Over shadowing	54%
		6	0,9	0	2	0		Over shadowing	46%
Marquise com proteção lateral	40	6	1,3	0,4	2,8	1	Norte	Over shadowing	51%
		6	1,3	0,4	2,8	0		Over shadowing	51%
	20	6	0,9	0	2	0	Sul	Over shadowing	35%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	51%
	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Sul	Over shadowing	51%
		6	0,9	0	2	0		Over shadowing	35%
Marquise com vista frontal	40	6	1,3	0,4	2,8	1	Norte	Over shadowing	56%
		6	1,3	0,4	2,8	0		Over shadowing	56%
	20	6	0,9	0	2	0	Sul	Over shadowing	38%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	56%
	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Sul	Over shadowing	56%
		6	0,9	0	2	0		Over shadowing	38%
Marquise com 3 brises	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	53%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	53%
	50	7	1,38	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	57%
		7	1,38	0,4	2,8	1		Over shadowing	57%
	50	7	1,38	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	55%
		7	1,38	0,4	2,8	1		Over shadowing	55%
Marquise dupla	40	6	1,3	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	45%
		6	1,3	0,4	2,8	1		Over shadowing	45%
	50	7	1,38	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	49%
		7	1,38	0,4	2,8	1		Over shadowing	49%
	50	7	1,38	0,4	2,8	0	Norte	Over shadowing	49%
		7	1,38	0,4	2,8	1		Over shadowing	49%

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

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).

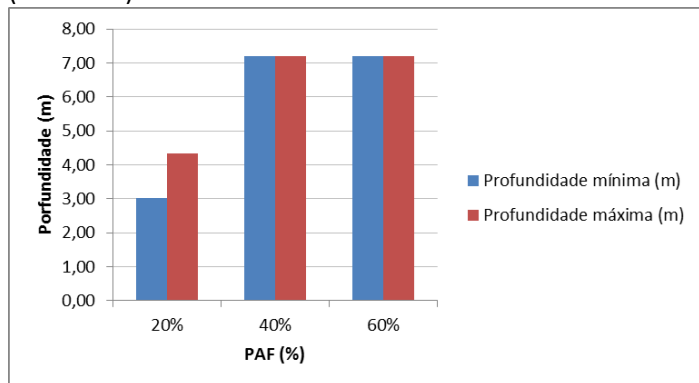


Gráfico 1: Valores máximos e mínimos de zona passiva para todas as simulações.

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.

PAF	Relação projetual
20%	1,51-2,17
40%	2,57
50%	2,57

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.