

## **MÉTODO SIMPLIFICADO PARA A AVALIAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL EM ANTEPROJETOS DE ESCOLAS DE ENSINO ESTADUAL DE SÃO PAULO**

**Valéria A.C. da Graça (1); Paulo Scarazzato (2); Doris C.C.K. Kowaltowski (3)**

(1) UNICAMP – Fac. de Engenharia Civil.

R. Leonardo da Vinci 230, Cotia, S.P. Fone (11)9757 7953

e-mail: [valeria\\_collet@uol.com.br](mailto:valeria_collet@uol.com.br)

(2 e 3) UNICAMP – Departamento de Construção Civil.

Caixa Postal 6021, CEP 13083-970, Campinas, S.P.

### **RESUMO**

Este trabalho visou a compreensão de alguns métodos de avaliação de iluminação natural verificando-se a possibilidade da utilização destes para qualificar e avaliar os projetos arquitetônicos de escolas de ensino fundamental e médio do estado de São Paulo. Foi feito um quadro comparativo dos principais métodos de avaliação o que possibilitou o entendimento dos parâmetros necessários para aplicação de cada modelo, bem como a pertinência destes parâmetros na fase de anteprojeto. Através desta análise foi constatado a necessidade de desenvolvimento de método simplificado de avaliação para a iluminação natural das salas de aula considerando-se especificamente os dados existentes no anteprojeto.

### **ABSTRACT**

This work analyses some natural lighting evaluation methods considering their utility to qualify and assess typical school designs used in the public state system. It was made a comparative table of these methods and was possible to understand the necessary parameters taking into account their application to these models and to preliminary design. Therefore, the necessity of a simplified natural lighting evaluation method development, was verified, considering the preliminary design and its characteristics.

### **1. INTRODUÇÃO**

Existem diversos métodos de avaliação de iluminação natural nas edificações, estes métodos podem ser considerados como modelos que podem prever o comportamento da luz natural no interior da edificação. Como a maioria dos modelos, são realizadas simplificações e abstrações da realidade para a formulação matemática do problema. Pode-se dizer que os modelos são abstrações da realidade que possuem certas limitações e que podem fornecer dados quantitativos e qualitativos da iluminação natural no interior das edificações, podendo auxiliar o projetista a tomar decisões.

De acordo com OLIVEIRA(1994), o planejamento do projeto visando a luz natural deve partir da identificação das atividades desenvolvidas e das características dos objetos considerados importantes dentro dos ambientes. A qualidade funcional é aquela exigida pelas atividades a serem abrigadas por um ambiente, determinada em função do correto desenvolvimento de tarefas visuais específicas. Se relaciona as definições do espaço arquitetônico, distribuição e direção de luz e ausência de ofuscamento. Na utilização de métodos de avaliação procura-se garantir a qualidade funcional do ambiente projetado, ou aferir as condições reais existentes.

Vários métodos foram propostos a partir da década de 20, sendo que com a crise de petróleo na década de 70, aumenta a necessidade de se criar ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de projetos e na avaliação quantitativa sobre a suficiência ou não da luz natural (SCARAZZATO,1999). Estes métodos podem ser divididos em três metodologias distintas: métodos gráficos simplificados, simulações com modelos em escala reduzida e modelagem matemática através de simulações computacionais. Além destes, pode-se incluir a Avaliação Pós-Ocupação que embora seja realizada após a execução do ambiente, proporciona um *feedback* ao projeto que pode formar um banco de dados quantitativo e qualitativo do ambiente construído.

Os métodos gráficos são de fácil aplicação, porém nota-se que a análise é feita de uma situação por vez, como por exemplo, um determinado horário em um determinado dia. As simulações computacionais geralmente exigem uma série de dados de entrada o que nem sempre é possível além de possuir limitações teóricas que são frutos de suposições que nem sempre são conhecidas pelos usuários do programa e os modelos em escala reduzida mostram-se efetivos para os cálculos de iluminação mas demandam tempo para a confecção de maquetes. (PEREIRA, 1997).

A distribuição da luz no ambiente interno depende de um conjunto de variáveis, tais como: disponibilidade da luz natural, obstruções externas, tamanho, orientação, posição e detalhes de projeto das aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho e geometria do ambiente e refletividade das superfícies internas (PEREIRA, 1997). A eficiência da luz natural depende da iluminação da abóbada celeste, do ângulo de incidência da luz, da cor empregada no ambiente e da cor e natureza dos vidros por onde penetra a luz (PIZOTTO,1980).

Neste trabalho foram verificados quatro métodos de avaliação: 1-Fluxo dividido (PEREIRA,1997), 2- Modelos em escala reduzida, 3- Área relativa das janelas (SÁ, 1948), 4- Avaliação pós-ocupação. Observou-se quais os conjuntos de variáveis utilizados para a implementação destes modelos, quais as simplificações realizadas e comparou-se com as decisões realizadas pelo projetista na fase de anteprojeto.

Percebe-se que os métodos de avaliação de iluminação natural se utilizam de um conjunto de variáveis que muitas vezes ainda não estão formuladas na fase de anteprojeto. Portanto a tomada de decisão nesta fase geralmente é realizada de forma empírica confiando-se na experiência do projetista, sendo proposto o desenvolvimento de método de avaliação específico para esta fase do processo projetivo.

## 2. MÉTODOS ANALISADOS

### 2.1 Método de Fluxo Dividido

O método de fluxo dividido considera que o fluxo luminoso que chega a um certo ponto da edificação pode ser dividido em três componentes: componente do Céu (CC), Componente Refletida Externa (CRE) e Componente Refletida Interna (CRI) conforme fig. 1 (SCARAZZATO, 1999).

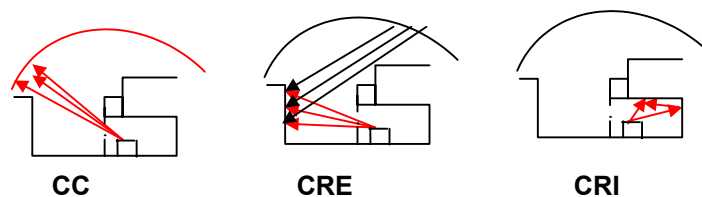


Figura 1- Componentes do Fluxo Luminoso (Pereira,1997)

O cálculo do nível de iluminação natural num ponto do ambiente considera a redução da soma destes componentes pela ocorrência de fatores relativos ao fechamento tais como a transmissividade do vidro ( $K_t$ ), sua manutenção ( $K_m$ ) e os componentes de caixilho ( $K_c$ ). Conforme equação 1:

$$E_p = (CC+CRE+CRI)*K_t*K_m*K_c \quad [eq.1]$$

Para o cálculo da componente de céu (CC), são necessários a escolha de pontos no ambiente interno, considerando-se os ângulos em planta e em corte destes em relação, a abertura da janela e a escolha do dia e da hora que se pretende verificar, considerando-se o azimute e a altura angular do sol. Recomenda-se trabalhar, no mínimo com os dias luminosos típicos de verão e inverno. O valor

encontrado dividido por 100, representa a porcentagem de luz natural difusa proveniente diretamente da abóbada celeste que alcança o ponto considerado.

Para o cálculo da Componente Refletida Externa (CRE), é necessário verificar o tipo de obstrução: não iluminada pelo sol ou uma obstrução iluminada pelo sol. No primeiro caso, calcula-se a componente celeste da área obstruída e aplica-se um coeficiente de reflexão da obstrução que varia de acordo com o tipo de material e com a cor da obstrução. No segundo caso considera-se que a obstrução visível estará mais clara que a porção do céu que ela obstrui, sendo necessário o conhecimento da iluminância resultante da radiação direta do sol no plano vertical de obstrução.

Para o cálculo da componente de reflexão interna (CRI), calcula-se a área projetada das superfícies internas através da sobreposição no Diagrama de Fatores de Forma e aplica-se a componente celeste e a refletância média das superfícies internas.

Observa-se que este método gráfico permite quantificar o nível de iluminação natural que chega em um ponto interno do ambiente através do “conceito proporcional de iluminação natural, possibilitando a sua predição para qualquer condição de céu não uniforme conhecida” (PEREIRA, 1997).

O conceito proporcional de iluminação natural não trata de valores absolutos, mas uma medida de iluminação natural interna num dado local como uma porcentagem da iluminação externa. Este conceito, Chamado de Fator de Luz Natural (FLN) ou Daylight Factor (DF) foi desenvolvido na década de 20 pelos ingleses e é definido como a razão entre iluminância EP, num ponto interno no plano horizontal e a iluminância simultânea EE num plano externo horizontal devido à uma abóbada celeste desobstruída conforme eq.2.

$$DF = (EP/EE) * 100 \quad [eq.2]$$

Calculando-se o EP pelo método do fluxo dividido, determina-se o DF, uma vez que o EE é conhecido. Tendo o DF e utilizando-se os níveis de iluminância estabelecidos pela NBR 5413 pode-se determinar a eficiência luminosa da abertura, isto é, qual a porcentagem dos dias do ano em que cada um dos pontos poderá dispensar a iluminação artificial (ALLUCI, 2000).

## 2.2 Modelos Em Escala Reduzida

Nos modelos em escala reduzida o comportamento dos fenômenos físicos relacionados à iluminação não sofrem distorções pelo efeito da escala, isto significa que a iluminação do modelo será idêntica à iluminação da edificação, desde que as luminâncias corretas possam ser reproduzidas. As cores e texturas devem ser precisas. A escala do modelo sofre influência do tamanho da fotocélula a ser utilizada, se a fotocélula for excessivamente grande em relação ao modelo, apenas se pode obter uma generalização aproximada da distribuição da luz natural. Na prática isso se reflete no uso de modelos em escala 1:10 e 1:20. (HOPKINSON ET AL,1966).

Podem ocorrer erros de medição devido a: 1- tamanho da fotocélula uma vez que no modelo em escala um sensor de dado tamanho apresenta uma vista diferente da porção do céu se comparado com o espaço em escala real, podendo ocorrer erros significativos onde a iluminância muda rapidamente. 2- erros de nivelamento do sensor e 3- erros de colocação do sensor .

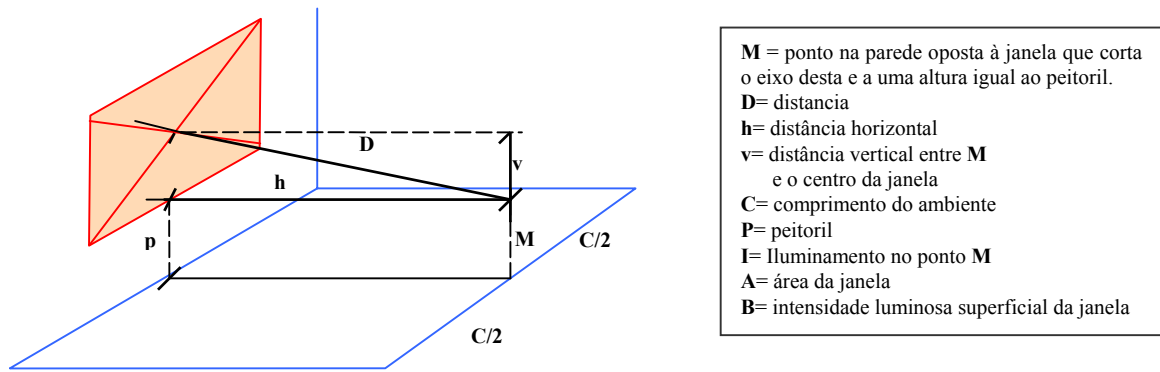
De um modo geral, a observação direta do modelo fornece dados interessantes ao projetista e a maioria dos efeitos de escala são secundários para as avaliações qualitativas (HOPKINSON ET AL,1966).

## 2.3 Área Relativa Das Janelas

Método desenvolvido por SÁ (1948), onde considera-se um método simples de cálculo de iluminação natural em um determinado ponto do ambiente e uma área relativa das janelas. Neste método determina-se a área das janelas em relação à área do ambiente.

Considera-se que a janela funciona como uma “Lampada plana vertical de determinada intensidade luminosa” (B) e aplica-se as leis do quadrado da distância (propagação da luz) e do co-seno do ângulo de incidência para determinar o iluminamento (I) no ponto M:

$$I = (AB/D^2) \times (\cos \theta / DD) = (AB \cos \theta / D^2) \rightarrow A = (I/B) \times (D^2 / \cos \theta) \text{ ou, simplificando, } A = i \times l^2 \quad [eq.3]$$



**Fig. 2 Geometria aplicada ao modelo**

Pode-se determinar a área da janela em função das dimensões  $D$  e  $v$  uma vez que se fixe o iluminamento mínimo  $I$  no ponto  $M$ , e que se conheça a intensidade luminosa superficial da janela  $B$ . O iluminamento mínimo no caso da sala de aula segundo padrões da Fundação para o Desenvolvimento Escolar é de 300 lux para luz artificial e a intensidade luminosa superficial da janela foi medida nos meses menos luminosos do ano no Rio de Janeiro, considerando-se janelas orientadas para os quatro pontos cardeais.

## 2.4 Avaliação Pós-Ocupação

O objetivo da avaliação pós-ocupação (APO) é verificar, a partir da realidade apresentada ao ser humano, a influência do espaço no comportamento, sua utilização, as adaptações feitas, os pontos positivos e negativos do ambiente construído. Os resultados podem ser utilizados como novos insumos e diretrizes para futuro projeto com características semelhantes e sobretudo, podem, ser utilizados para adaptações, reformas e reorganizações dos ambientes estudados (ORNSTEIN, 1995)

Para a coleta de dados e informação é preciso a utilização de três métodos combinados. As avaliações geralmente são realizadas através de levantamento de dados técnicos através de medições com aparelhos e levantamento de dados subjetivos (qualitativos) através de questionários aos usuários. (BECHTEL ET AL 1987)

Os questionários podem ser realizados através de perguntas abertas ou utilizando-se uma escala semântica. O diferencial semântico foi um artifício proposto por Osgood, com a intenção de medir o significado conotativo. Consiste numa escala bipolar de adjetivos com sete espaços entre eles. Desta forma se verifica o quanto um objeto se encontra próximo de um adjetivo (OSGOOD, SUCI AND TANNENBAUM 1957 CITADOS EM BECHTEL, 1987)

O diferencial semântico é um instrumento muito utilizado no estudo das respostas aos estímulos arquitetônicos. Alguns exemplos são Craik (1968), Hershberger (1972), Collins (1972) e Seaton e Collins (1972)(CITADOS EM BECHTEL, 1987). Devido à sua popularidade o instrumento ganhou aceitação no que resultou em sua utilização para fins não pretendidos.

No estudo ambiental onde o estímulo não é verbal e as respostas nem sempre se baseiam na linguagem, existem alguns problemas tais como: as respostas podem ser prejudicadas pela forma de apresentação do ambiente, as respostas podem ser induzidas pelo adjetivo, pouca representatividade da população a ser estudada, pouca representatividade do ambiente arquitetônico a ser estudado (BECHTEL, 1987).

Na pesquisa realizada em 15 escolas na cidade de Campinas, foram feitas avaliações técnicas (medições e observações) e questionários aos usuários com o objetivo de investigar as condições de conforto ambiental (funcional, térmico, acústico e visual) dos prédios e elaboração de intervenções simples para a melhoria destas condições. (KOWALTOWSKI ET AL, 1999)

No conforto visual foi verificado: a distribuição não uniforme da iluminação na maioria das salas, nível de iluminação fora das recomendações, incoerência das respostas dos usuários quando

verificados os índices de iluminação recomendados, manutenção precária das lâmpadas e utilização padronizada de número de lâmpadas independente do tamanho da sala.

### 3- QUADRO COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os métodos que fazem parte desta análise podem ser comparados em termos dos dados necessários para a sua realização.

**Tab.2- Variáveis necessárias para a utilização dos métodos de iluminação.**

Métodos	Variáveis necessárias para o cálculo										
	PD	Tamanho da janela		Posição da janela	Orient. da janela	Tam. ambiente	Tipo de caixilho	Acab. interno	Entorno	hora	Dia
		h	L								
Fluxo dividido	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Modelos em escala reduzida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Área das janelas		X			X	X					
APO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Observou-se que os métodos de fluxo dividido e modelos em escala reduzida podem ser realizados quando o projeto está quase todo definido, sendo que os modelos em escala reduzida podem ser realizados sem um grande detalhamento de caixilho. A avaliação pós-ocupação, como o próprio nome diz é realizada após a implementação do projeto, podendo ser considerada como um método de avaliação e diagnóstico do ambiente real. O método de cálculo de áreas de janelas possui menos dados de entrada para sua realização o que sugere ser um método pertinente para a fase de anteprojeto. Tendo-se que verificar se as simplificações realizadas fornecem resultados coerentes.

Ainda pôde-se analisar os métodos em relação as simplificações e considerações relevantes:

**Tab. 3 Considerações e simplificações dos métodos de avaliação de projeto**

Métodos	Simplificações/considerações
Fluxo dividido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No cálculo da CRI (componente de reflexão interna) considera-se que toda a luz que alcança o ponto considerado é distribuída de forma uniforme e refletida pelas superfícies internas, acima do plano em que se localiza o ponto.</li> <li>- No cálculo da CRI, não se considera a orientação do ambiente.</li> <li>- Parte do princípio de que o início do projeto de iluminação natural, talvez não seja um conjunto de valores absolutos, mas uma medida de iluminação interna num dado local como uma porcentagem da iluminação externa</li> <li>- Exclui os efeitos da luz direta do sol.</li> </ul>
Modelos em escala reduzida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- necessidade de aparelhos específicos</li> <li>- cuidados na proporção entre aparelhos e modelos</li> </ul>
Área das janelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- considera a intensidade luminosa da janela como uma constante, medida através de instrumentos nos meses menos luminosos do ano.</li> <li>- considera a quantidade de luz que chega num ponto da sala como indicativo de um bom tamanho de janela</li> </ul>
APO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pode utilizar o usuário para avaliar qualitativamente o ambiente</li> <li>- método para projetos futuros ou para diagnóstico da realidade</li> </ul>

Os modelos em escala reduzida não possuem simplificações porém o tempo para a confecção dos modelos e a utilização de equipamentos específicos podem ser impeditivos para a fase de anteprojeto. Os métodos de fluxo dividido e de área das janelas possuem simplificações. A avaliação qualitativa da iluminação natural como o ofuscamento no plano de trabalho não são objeto destes métodos.

A Avaliação pós-ocupação pode ser utilizada para diagnóstico da realidade e indicação da melhoria da mesma. Pode possibilitar formação de banco de dados com os problemas encontrados para a utilização nos projetos futuros similares através de *checklist*.

#### 4- MODELO SIMPLIFICADO PARA AVALIAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL PARA ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Na fase de anteprojeto o projetista trabalha principalmente com conceitos que geram a forma do edifício, embora já exista nesta fase a preocupação com materiais de vedação e acabamento, uma metodologia de avaliação de conforto visual para esta fase deve considerar como prioridade os parâmetros de conforto relacionados à concepção da forma do edifício.




A intenção de qualificar parâmetros de conforto que ao mesmo tempo geram formas e sofrem influência da forma, é possibilitar que o projeto já na fase de anteprojeto seja otimizado uma vez que os problemas ambientais decorrentes de falhas deste tipo acarretam recursos financeiros maiores para sua solução, geram soluções paliativas que podem gerar outros tipos de problemas ou podem gerar problemas as vezes impossíveis de serem corrigidos como por exemplo a implantação errada de um prédio.

Ambientes idênticos possuem iluminação diferenciada de acordo com a orientação das fachadas (SCARAZZATO ET AL,1996). Assim sendo, pode-se dizer que um dos fatores que contribuem para conforto luminoso e que modifica a forma do projeto, portanto de relevância na fase de anteprojeto, se refere ao azimute de implantação dos ambientes. Outro parâmetro que também pode influenciar o conforto luminoso e que é definido na fase de anteprojeto é a forma de cada ambiente e a possibilidade de aberturas.


A complexidade da iluminação natural nos ambientes e os diversos parâmetros que compõem sua avaliação, permitem considerar, na fase de anteprojeto, o uso de instrumentos de avaliação que se baseiam no método de índices de confiabilidade, ou seja no julgamento de especialistas quanto a orientação e formato dos ambientes para qualificar o potencial do anteprojeto referente a iluminação natural.

Para tal avaliação foram considerados variáveis de 40 projetos escolares sendo que 15 foram objeto de avaliação pós-ocupação e 25 são projetos da década de 90 que são utilizados para ampliar o estudo de casos e verificar a existência de outras tipologias de projeto. Deste estudo foram considerados 10 disposições de aberturas para iluminação em 8 orientações e 3 formatos de sala de aula. Estas variáveis foram qualificadas por especialista utilizando-se uma escala de valores de cinco pontos (péssimo, ruim, bom, muito bom, ótimo). A qualificação feita pelos especialistas das variáveis foram convertidas em valores numéricos, considerando valores de pertinência de 0 até 1, sendo 0 para a qualificação da variável péssima, 0,25 para a ruim, 0,50 para a boa, 0,75 para a muito boa e 1 para a ótima. O especialista ainda pode considerar valores intermediários das variáveis como por exemplo entre muito boa e ótima obtendo-se a o grau de pertinência de 0,87. Alguns exemplos são fornecidos na tabela 4:

**Tab. 4: Grau de pertinência da variável formato da sala de aula**

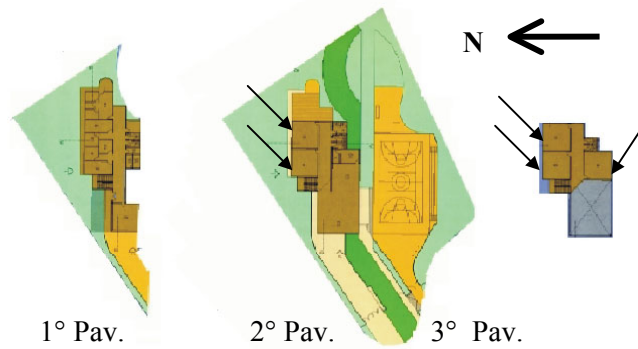
Formato do ambiente		
Sala Quadrada 	Sala retangular com abertura no maior lado 	Sala retangular com abertura no lado menor 
GP 0,37	GP 1,00	GP 0,00

**Tab. 5: Grau de pertinência de algumas variáveis relacionadas à orientação das salas de aula**

Orientação Posição da abertura	N ↑ 1	↓ 2	N ← 3	→ N 4	N ↙ 5	↗ N 6	N ↘ 7	↖ N 8
	 Abertura em parede oposta ao corredor	0,87	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00

Os projetos foram avaliados pela média das variáveis encontradas. Na figura 4, observa-se o seguinte exemplo: no projeto da EMEF Prof. João Sant'Anna possui quatro salas com a segunda orientação, portanto grau de pertinência de 0,25 e uma sala seguindo a primeira orientação ou seja com grau de

pertinência 0,87 , possui grau de pertinencia geral de 0,37. Quanto a variável formato da sala de aula todas são retangulares com grau de pertinência 0,37.



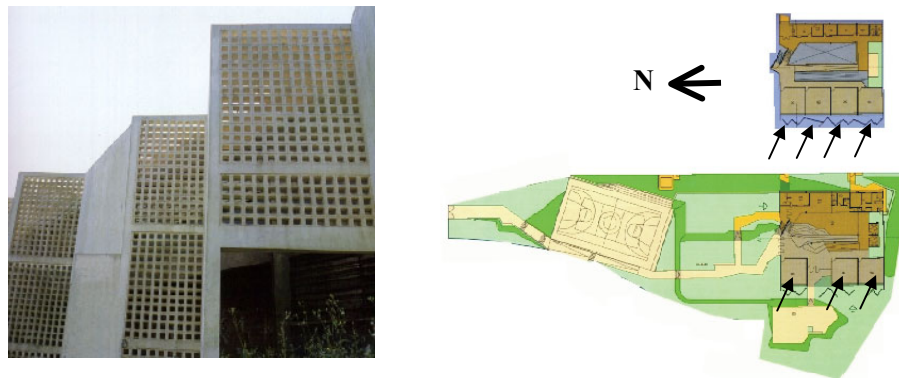
**Fig. 4 Exemplo de avaliação de Projeto**

Analisando-se alguns projetos, foi elaborada a seguinte tabela de avaliação:

**Tab. 6 Análise comparativa de alguns projetos**

escola	Conforto luminoso		escola	Conforto Luminoso	
	orientação	formato		orientação	formato
João Sant'Anna	0.374	0.37	Vila Ayrosa	0.15	0.37
Rairro Rocio	0.25	0.37	Jd. Rodolfo Pirani	0.29	0.37
Chapada Grande	0.25	0.37	Pro. Jesus J. A.	0.25	0.37
<b>B. Senhorinhas</b>	<b>0.56</b>	0.37	Galo Branco	0.54	0.37
<b>Casemiro Poffo</b>	<b>0</b>	0.37	Jardim Tiro	0.25	0.37

Observa-se que considerando-se a variável de projeto orientação, o grau de o pertinência da maioria dos projetos pode ser qualificado como ruim, sendo que pode-se observar pela figura 5, que no pior caso o da EEPG (A) Casemiro Poffo, localizado em Ribeirão Pires, o terreno permitia outro tipo de implantação com o mesmo projeto, e a solução adotada para corrigir os problemas desta orientação foi a instalação de “brises” feitos com elementos vazados.



**Fig. 5 Implantação com avaliação péssima**

O melhor caso, considerando-se a orientação da sala de aula foi a da EEPG Bairro Senhorinhas em Jujutiba. Observou-se que o terreno também permitiria outras implantações com o mesmo projeto.

Quanto a variável formato das salas de aula, observou-se que a maioria das escolas tiveram qualificação ruim por possuírem salas em formato quadrado, que é o padrão estabelecido conforme o catálogo de ambientes da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE, 1997)

## 5- CONCLUSÕES

Neste trabalho considerou-se como ponto de partida que a utilização correta da iluminação natural nos climas tropicais úmidos reduz de forma significativa a utilização de luz elétrica uma vez que a característica deste clima permite uma iluminação natural durante quase todo o período diurno anual.

Uma iluminação natural correta melhora a satisfação do usuário do ambiente e diminui o consumo de energia (SCARAZZATO ET AL,1996).

Foram verificados alguns métodos de avaliação de iluminação natural e sua pertinência para o anteprojeto, pois considera-se que nesta fase de desenvolvimento do projeto, o projetista toma certas decisões que afetam a utilização de luz natural, tais como o formato geral do ambiente e sua orientação. Observou-se que a avaliação da iluminação natural no anteprojeto nem sempre é possível pelos métodos considerados uma vez que nem todas as variáveis de projeto estão definidas para estas aplicações.

Foi considerado um modelo simplificado baseado na avaliação de variáveis de projeto por especialista na área de conforto luminoso o que mostrou resultados interessantes quando avaliados alguns projetos.

Verificou-se através desta metodologia simplificada que alguns projetos poderiam possibilitar uma melhor iluminação natural ou evitar o uso de soluções alternativas que geram maiores gastos tanto na manutenção como na construção, mudando-se a implantação e mantendo-se o mesmo projeto. Este fato mostra a relevância da avaliação na fase de anteprojeto.

## 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M.P. (2000) Mais iluminação natural, com menor consumo de energia. *Qualidade na construção*, n°24, ano III, Sinduscon, S.P.
- BECHTEL, B.R. et al (1987). *Methods in Environmental and Behavioral Research*. Florida: Robert E. Krieger Publishing Company
- FDE (Fundação para o desenvolvimento da educação) (1997) *Catálogos de Ambientes – especificações da edificação escolar de primeiro grau*, 6ª edição (revisada).
- HOPKINSON, R. et al (1966). *Iluminação natural*. Fund. Calouste Gulkeakian, Lisboa
- KOWALTOWSKI, D. et al (1999) *Relatório científico - projeto de pesquisa: Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares de Campinas, S.P.*, FEC-
- OLIVEIRA, P.M.P. (1994) Modelagem da luz natural na arquitetura aspectos qualitativos e quantitativos.
- ORNSTEIN, S. W., BORELLI, J. N. (1996) *O desempenho dos edifícios da rede estadual de ensino. O caso da Grande São Paulo*. São Paulo FAU-USP
- PEREIRA, F.O.R. coordenador. (1997) *Método de determinação da iluminação natural em ambientes internos. Projeto normalização em conforto ambiental*. UFSC.
- PIZOTTO, E. (1980) *Luz e cor nos ambientes de trabalho*.
- SÁ, P. (1948). *Conforto e iluminação*. Indústria da construção civil. Vol. IV. Rio de Janeiro
- SCARAZZATO, P.S. (1999) Método de cálculo para a determinação da iluminação natural no interior dos edifícios. *Anotações de aula*, USP.
- SCARAZZATO, P.S. et al (1996). The Dynamic of Daylight in Tropical Climates and its influence on Indoor Environment. THE 7<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDOOR AIR QUALITY AND CLIMATE. Nagoya, Japan.