



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

O POTENCIAL DE USO DA LUZ NATURAL EM EDIFÍCIO ESCOLAR PARA A SITUAÇÃO DE VITÓRIA – ES

**Laila Souza Santos⁽¹⁾; Ana Dieuzeide Santos Souza⁽²⁾; Cristina Engel de Alvarez⁽³⁾;
Cláudia Naves David Amorim⁽⁴⁾**

- (1) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP/UFES), Centro de Artes, Universidade Federal do Espírito Santo - e-mail: lailasantos@hotmail.com
- (2) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP/UFES), Centro de Artes, Universidade Federal do Espírito Santo - e-mail: anadieuzeide@gmail.com
- (3) Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP/UFES), Centro de Artes, Universidade Federal do Espírito Santo - e-mail: cristinaengel@pq.cnpq.br
- (4) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/ UnB) - e-mail: clamorim@unb.br

RESUMO

A necessidade de se oferecer ambientes escolares mais adaptados ao clima, com o adequado conforto visual nas salas de aula, assim como o grande potencial de eficiência energética representado pelo uso de luz natural nas edificações, são questões que nortearam esta pesquisa. O principal **objetivo** foi avaliar a importância da luz natural em salas de aula sendo adotado como objeto de estudo um edifício escolar em Vitória-ES, cujo diagnóstico orientou as propostas de alterações no projeto visando conferir melhorias para o conforto visual dos usuários e a efetiva redução do uso de iluminação artificial no período diurno. A **metodologia** consistiu em realizar avaliações do desempenho da luz natural em salas de aula previamente selecionadas, na Escola Irmã Maria Horta, sendo adotados critérios e níveis de classificação alicerçados em normas e referenciais pertinentes - considerando ser uma edificação escolar -, destacando-se que os dados para a análise foram obtidos por meio de simulações computacionais com o software Dialux 4.7. Os **resultados** levaram a uma proposta de redução dos efeitos indesejáveis da luz natural por meio de intervenções arquitetônicas pontuais, e permitiram concluir que, sob as mesmas condições das simulações realizadas - orientação solar, condição de céu, nível de poluição, tipo de aberturas, índice de refletância das superfícies internas, etc. -, o sistema de iluminação artificial de salas de aula em Vitória-ES poderá permanecer desligado entre 90% e 100% dos momentos simulados.

Palavras-chave: luz natural, conforto visual, edifícios escolares, simulação computacional, eficiência energética.

1 INTRODUÇÃO

Conforto visual pode ser entendido como a existência de uma série de condições, na qual o homem pode “desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004). Tem-se visto, entretanto, que diversos edifícios escolares apresentam salas de aula deficientes em relação ao conforto visual, devido especialmente à padronização e à redução do tempo dedicado às etapas de projeto (LOPES, 2006). Para Vianna & Gonçalves (2007), o conforto visual é um dos aspectos indispensáveis para o bom aprendizado e rendimento dos alunos já que o grau de concentração, o comportamento, a produção e a qualidade de aprendizado de um aluno é função, dentre outros, do nível de conforto visual conferido pelo espaço (KRÜGER, 2006).

Por outro lado, alguns princípios, como os da arquitetura bioclimática - que objetiva minimizar a quantidade de energia consumida por um edifício ao se investigar as relações entre os seres humanos e as características climáticas de um local (ADAM, 2001) -, são adotados como estratégias para aproximar as edificações do que seria denominado como “arquitetura sustentável”. Um exemplo é a utilização racional da luz natural e sua complementação com a luz artificial apenas nos momentos em que a primeira for insuficiente. Segundo Vianna e Gonçalves (2007), os sistemas de iluminação artificial são responsáveis por uma considerável parcela do consumo de energia e a utilização da luz natural pode alcançar uma economia da ordem de 30% a 70% em edificações não-residenciais. Assim, os benefícios oferecidos pelo uso da luz natural em edificações representam redução do gasto energético e dos conseqüentes impactos ambientais, como também aumento da qualidade de vida de seus ocupantes.

Apesar desses benefícios, a introdução da luz natural nos edifícios deve ser feita cautelosamente, visto que toda energia, natural ou artificial, empregada para iluminar se transforma em energia térmica ao final do processo, e por isso seu uso indiscriminado pode gerar um indesejável incremento de carga térmica nas edificações (CORBELLA; YANNAS, 2003). Observa-se que com a primeira grande crise do petróleo – e a conseqüente preocupação com o consumo energético – a busca por soluções eficientes para a redução no consumo sem perda da qualidade no interior das edificações torna-se intensificada. Nesse contexto, Poler (apud WEBER, 2005) realiza vários estudos visando comparar os resultados de diversificadas soluções de *brises*, afirmando o que hoje pode ser considerada uma conclusão óbvia, ou seja, que os elementos de proteção solar devem ser colocados na parte externa da edificação, já que assim o calor absorvido pelos mesmos é emitido para a atmosfera, e não para o interior do ambiente. Para a situação de clima quente e úmido, essa obviedade torna-se um elemento de grande importância na concepção das edificações. Além da questão térmica, ressalta-se que a entrada excessiva de iluminação pode aumentar a sensação de desconforto visual, pelos ofuscamentos e contrastes produzidos no campo visual (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Em relação a esses aspectos específicos, vários autores sugerem a utilização da luz difusa, em detrimento da luz direta, a fim de minimizar os efeitos indesejáveis da luz natural nos interiores arquitetônicos. Como estratégias para o uso da luz natural difusa, Vianna e Gonçalves (2007) recomendam pátios internos, átrios, bandejas de luz, *sheds*, *brises*, dentre outros. Brown e Dekay (2004) acrescentam que muitas das edificações que precisam de elementos sombreadores, também precisam reduzir a iluminação artificial e que, embora muitas dessas estratégias reduzam significativamente a quantidade de iluminação natural nos ambientes, a instalação de *brises* bem projetados permite “[...] um melhor nível de iluminação natural do recinto” (BROWN; DEKAY, 2004, p. 283), favorecendo inclusive a distribuição da luz em seu interior (figura 1).

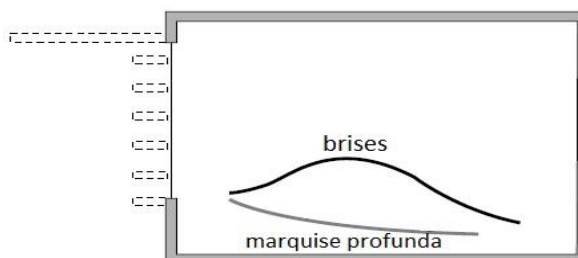


Figura 1 – Esquema de distribuição da luz natural com o uso de marquises e *brises*. Fonte: O’CONNOR et al, 1997 [tradução nossa].

Assim, parte-se do pressuposto que para se obter conforto visual, é fundamental oferecer adequados níveis de iluminância e certa uniformidade na distribuição da luz (VIANNA; GONÇALVES, 2007), requisitos que trariam benefícios também para o conforto térmico em regiões de clima quente e úmido, como Vitória-ES. Baseando-se nos estudos de Kremer (2002) e em normas específicas de iluminação nacionais e internacionais, Lopes (2006) estabeleceu uma classificação dos intervalos de iluminância para os planos de trabalho em salas de aula, conforme o Quadro 1.

Intervalo de Iluminância (lux)	Classificação
<250	Não recomendada
250 a 300	Regular
301 a 650	Bom
651 a 1000	Regular
>1000	Não recomendada

Quadro 1 - Classificação dos intervalos dos níveis de iluminância para avaliação do conforto visual em salas de aula. Fonte: adaptado de Lopes, 2006.

Contudo, a uniformidade da luz afeta a percepção de claridade e, por isso, os usuários localizados em zonas mais obscurecidas num mesmo ambiente tendem a acionar a iluminação artificial, ainda que os níveis de iluminância nessas zonas sejam adequados (ERG et al, 2008). Segundo Souza (2006), o índice de diversidade - razão entre a iluminância máxima e mínima - fornece uma idéia da assimetria da distribuição da luz nos planos de trabalho de um ambiente interno e pode ser usado como um critério para avaliação geral qualitativa da iluminação, conforme proposto no Quadro 2.

Índice de diversidade (E _{max} /E _{min})	Conceito
1 a 3	Ótimo
3,1 a 5,0	Bom
5,1 a 10,0	Aceitável
>10,1	Inadequado

Quadro 2 - Recomendações para distribuição da Luz Natural. Fonte: adaptado de Souza, 2006.

Uma das maneiras de se prever o desempenho da luz natural de edifícios é a simulação computacional de edificações (BROWN; DEKAY, 2004). As simulações são feitas por meio de softwares específicos, nos quais são introduzidas as condicionantes locais e as variáveis arquitetônicas. Sua utilização é uma importante ferramenta quando, por exemplo, não se dispõe de recursos para realizar medições reais do desempenho da luz em um determinado edifício ao longo do ano. Os resultados permitem comparar alternativas de projeto (CARLO, 2008) e, assim, avaliar o desempenho dos sistemas adotados a fim de apontar as soluções mais indicadas em cada contexto, auxiliando o arquiteto na tomada de decisões mais acertadas.

2 OBJETIVOS

O principal objetivo da pesquisa foi avaliar a importância da luz natural em salas de aula, sendo adotado como objeto de estudo a Escola Irmã Maria Horta (EIMH), localizada em Vitória-ES. Considerando que as salas de aula da referida escola possuem dispositivos de proteção solar, o objetivo específico foi avaliar a eficiência de tais dispositivos e, quando necessário, propor modificações visando obter o desejável conforto visual e a consequente efficientização da edificação no que diz respeito à demanda energética para iluminação.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento do estudo estão sintetizados no fluxograma representado pela figura 2.

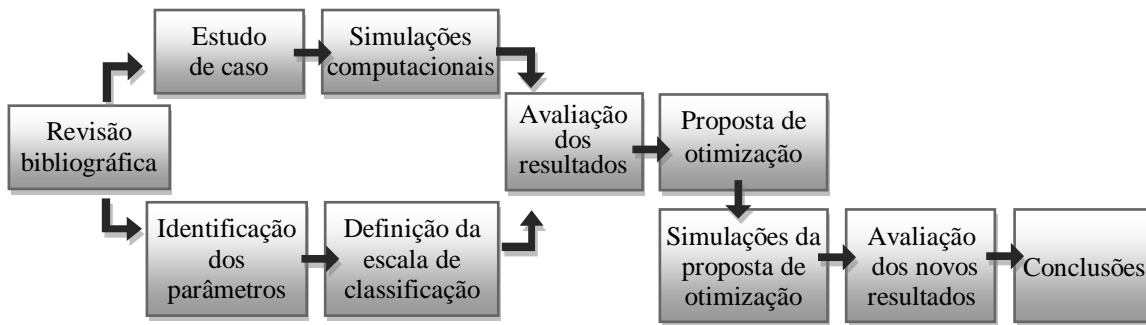


Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados no estudo.

A metodologia do trabalho partiu da revisão bibliográfica acerca da luz natural e dos parâmetros de avaliação do conforto visual. Nessa etapa foram levantados os valores recomendados para a obtenção de conforto visual em salas de aula, sendo adotadas as escalas de avaliação recomendadas por Lopes (2006) para os níveis de iluminância, e Souza (2006) para o índice de diversidade. Considerou-se que, para a obtenção de conforto visual em salas de aula, o índice de diversidade deve estar entre ótimo e/ou bom e que, simultaneamente, a iluminância média do ambiente deve ser adequada e/ou regular. Sendo assim, os momentos em que a sala de aula favorece o conforto visual são identificados por apresentarem apenas as cores amarelo e verde, conforme o estabelecido pela tabela 1.

Tabela 1 - Escala de cores e valores para avaliação do nível de iluminância e índice de diversidade. Fonte: adaptado de Lopes, 2006; Souza, 2006.

Níveis de Iluminância (lux)	
<250	Insuficiente
250 a 300	Regular
301 a 650	Adequado
651 a 1000	Regular
>1000	Excessivo
Índice de Diversidade (E _{max} /E _{min})	
1 a 3	Ótimo
3,1 a 5,0	Bom
5,1 a 10,0	Aceitável
>10,1	Inadequado

Com os parâmetros e escalas de avaliação definidos, foi selecionado o edifício da Escola Estadual Irmã Maria Horta (EIMH), em Vitória – ES (latitude 20°S) como estudo de caso. Sendo assim, realizou-se um levantamento documental do edifício, que incluiu projeto arquitetônico e levantamento fotográfico feito por meio de visitas ao local. A edificação de dois pavimentos apresenta tipologia de pátio central, cujas salas do pavimento térreo (01 a 06) apresentam aberturas correspondentes a 32% da parede orientada a sudeste, com janelas de correr de madeira e vidro incolor liso. As salas do pavimento superior (07 a 12) apresentam aberturas do mesmo tipo, com áreas correspondentes a 24% da parede orientada para o corredor (noroeste) e, na parede oposta, apresentam janelas de madeira pivotantes próximas ao teto, com áreas correspondentes a 21% da parede orientada a sudeste. As salas 13 e 14 são destinadas a laboratórios iluminados e condicionados artificialmente e, por isso, não foram incluídas no estudo. Dessa forma, considerando as características de tipicidade, as salas de aula 06 e 09 foram selecionadas como as mais representativas para se proceder a avaliação. Na figura 3 encontram-se representadas as plantas-baixa do edifício, com a localização das salas selecionadas em destaque.

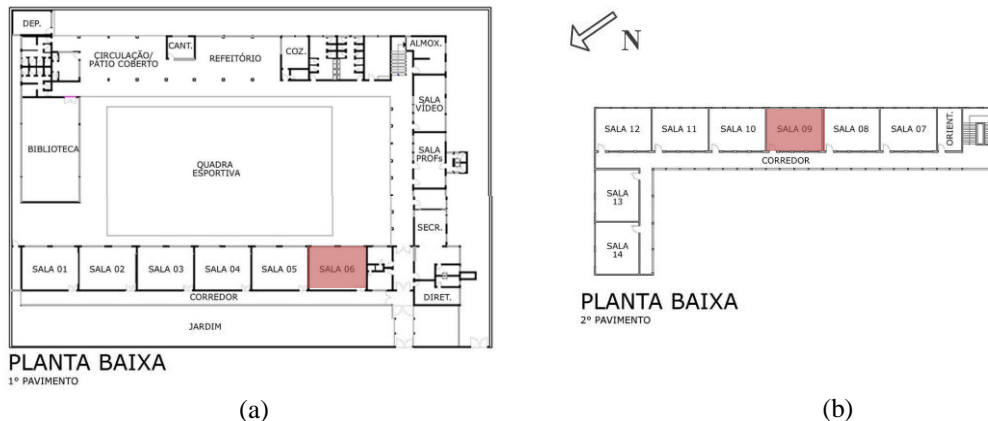


Figura 3 – Planta baixa do pavimento térreo (a) com destaque para a sala 06, e planta baixa do pavimento superior (b), com destaque para a sala 09.

As salas selecionadas possuem dimensões de 8,0x6,0m e pé-direito correspondente a 3,5m, dimensões padrão para todas as salas dessa escola. Para os pisos, paredes e tetos, foram adotados os índices de reflexão padrão do *software*, que correspondem a 30%, 50% e 70%, respectivamente, e que se aproximam dos valores das refletâncias das superfícies das salas de aula dessa escola.

A escolha pelo *software* Dialux 4.7 foi realizada em função de este ser um produto disponibilizado para uso público, de fácil entendimento e simples utilização, sendo considerado adequado ao nível de precisão exigido para o estudo. Dessa forma, foram feitas simulações do comportamento da luz natural sobre os planos de trabalho (superfície paralela ao piso à altura de 75 cm) sob condições de céu claro e de céu parcialmente encoberto (ocorrências mais frequentes na cidade de Vitória-ES), em dois dias do ano (solstício de verão – 21 de dezembro, o dia mais longo do ano – e solstício de inverno – 21 de junho, o dia mais curto) e em três diferentes horários solares (9h, 12h, 15h), garantindo-se que os momentos simulados apresentariam uma ampla variação na disponibilidade de luz quanto à condição do céu, período do ano e hora do dia.

Nas simulações foram consideradas apenas as condicionantes climáticas e arquitetônicas, e assim, os elementos do entorno, como arborização e edificações vizinhas, foram desconsiderados a fim de se avaliar o desempenho da edificação – especialmente dos dispositivos de proteção solar - independente das variáveis urbanísticas, devido à complexidade de suas transformações.

A modelagem da edificação foi realizada inicialmente em duas condições: sem quaisquer dispositivos de proteção solar; e com os dispositivos de proteção solar existentes e o sombreamento proporcionado pelo próprio edifício. Os resultados dessas simulações foram submetidos à classificação pelas escalas de avaliação e, a partir de seus resultados e do estudo das máscaras de sombra, foram feitas propostas de otimização do uso da luz natural para as salas referenciais, considerando que as modificações deveriam: 1. impedir a entrada de luz natural direta nos períodos de ocupação do edifício; 2. potencializar o uso de iluminação natural difusa em profundidade nos ambientes; e 3. pressupor o mínimo de intervenção no edifício. O desempenho da luz natural oferecido por tais propostas foram novamente simulados e submetidos à classificação com o uso das escalas de avaliação, resultando em uma tabela comparativa que permitiu a análise e síntese das informações.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Eficiência dos dispositivos de proteção existentes

A figura 4a mostra a sala 06 pela manhã, quando a cobertura da quadra central resguarda suas aberturas da radiação direta do sol; já a figura 4b apresenta uma vista interna das aberturas da sala 09. Inicialmente, essas possuíam vidros transparentes, porém, com o uso, identificou-se a necessidade de impedir a entrada da radiação solar direta. Assim, os vidros foram pintados de branco e as aberturas passaram a funcionar, quando abertas, como prateleiras de luz.



(a)



(b)

Figura 4 – Em (a), vista a partir do pátio interno para as aberturas da sala 06 orientadas a sudeste; e em (b), vista interna das aberturas da sala 09 voltadas também a sudeste.

Os resultados de iluminância mínima, média e máxima obtidos nas salas 06 e 09 a partir das simulações computacionais são apresentados na Tabela 2. Os índices de diversidade foram calculados a partir desses dados.

Tabela 2 - Resultados das simulações computacionais das salas 06 e 09.

LOCAL/ CONDIÇÃO		PERÍODO		CÉU CLARO				CÉU PARC. ENCOBERTO			
		DIA	HORA	Emin	Emax	Emed	D	Emin	Emax	Emed	D
SALA 06	Sem dispositivos de proteção	21-dez	9h	967	26530	5205	27,44	584	5648	1831	9,67
		21-dez	12h	554	2086	970	3,77	223	2367	595	10,61
		21-dez	15h	335	19090	753	56,99	288	1957	723	6,80
		21-jun	9h	419	7457	944	17,80	291	2463	876	8,46
		21-jun	12h	365	1310	656	3,59	268	2140	747	7,99
		21-jun	15h	219	10702	520	48,87	129	935	347	7,25
	Com dispositivos de proteção existentes	21-dez	9h	1299	26122	4975	20,11	653	4962	1704	7,60
		21-dez	12h	924	1982	1176	2,15	330	1820	594	5,52
		21-dez	15h	660	1324	840	2,01	393	1795	747	4,57
		21-jun	9h	542	1701	834	3,14	360	2158	823	5,99
		21-jun	12h	668	1369	858	2,05	412	1888	762	4,58
		21-jun	15h	466	10154	669	21,79	202	856	364	4,24
SALA 09	Sem dispositivos de proteção	21-dez	9h	1545	25060	4336	16,22	960	2397	1590	2,50
		21-dez	12h	1163	2219	1408	1,91	569	2257	904	3,97
		21-dez	15h	1539	21335	3601	13,86	954	4241	1681	4,45
		21-jun	9h	731	6535	1097	8,94	603	1997	1041	3,31
		21-jun	12h	1394	22707	2997	16,29	880	4361	1658	4,96
		21-jun	15h	1676	12104	5261	7,22	550	2423	1001	4,41
	Com dispositivos de proteção existentes	21-dez	9h	1270	4479	1580	3,53	677	1032	824	1,52
		21-dez	12h	978	1346	1148	1,38	394	678	464	1,72
		21-dez	15h	694	1560	982	2,25	579	1753	894	3,03
		21-jun	9h	733	938	830	1,28	416	906	577	2,18
		21-jun	12h	705	1554	981	2,20	563	1740	879	3,09
		21-jun	15h	1209	10255	3601	8,48	338	1128	563	3,34

Pela análise dos dados observou-se que, não sendo adotados dispositivos de proteção solar, as salas 06 e 09 possibilitariam o conforto visual em menos de 17% e 9% do total de momentos simulados, respectivamente. Os recursos efetivamente utilizados no edifício escolar (bandejas de luz, beirais, corredores cobertos e o sombreamento da cobertura da quadra, localizada no pátio central) favorecem um adequado ambiente visual em 50% dos momentos simulados para as salas 06 e 09 em condições de céu claro. Com o céu parcialmente encoberto, o conforto visual é favorecido em 50% dos momentos na sala 06 e 100% na sala 09, sendo, portanto, os sistemas de iluminação natural existentes nesse

edifício benéficos para o conforto visual em 62,5% do total de momentos simulados. A figura 5 ilustra alguns dos momentos em que a luz direta do sol adentra as salas de aula.

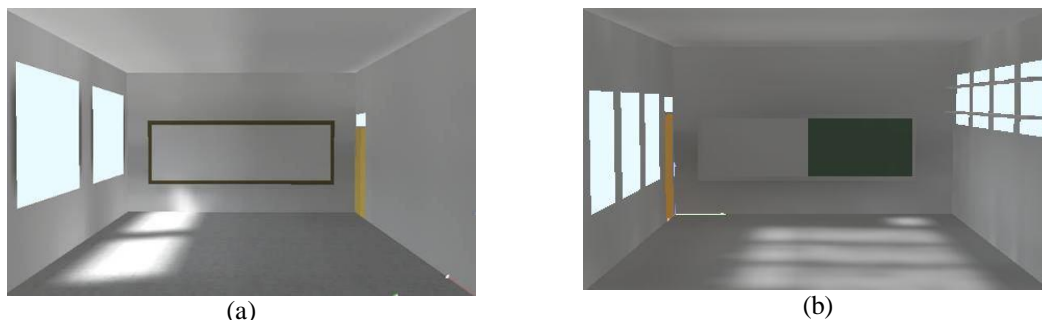


Figura 5 - Simulação da luz natural na sala 06 (a), considerando as condições reais existentes para o dia 21 de dezembro às 9h. Simulação da luz natural na sala 09 (b), considerando as condições reais existentes no dia 21 de junho às 15h.

4.2 Propostas de otimização da luz natural na sala 06

A fim de melhorar a distribuição da luz na sala 06, foi proposta a instalação de *brises* verticais e horizontais de cor clara nas aberturas voltadas a sudeste (pátio interno), cobrindo um ângulo de 45° na horizontal e vertical, além da abertura de um novo vão, horizontal e próximo ao teto na parede oposta às janelas existentes (figura 6). Esse vão é voltado para o corredor de acesso às salas, cuja cobertura funciona como elemento de sombreamento da nova abertura, protegendo-a em todos os momentos simulados.

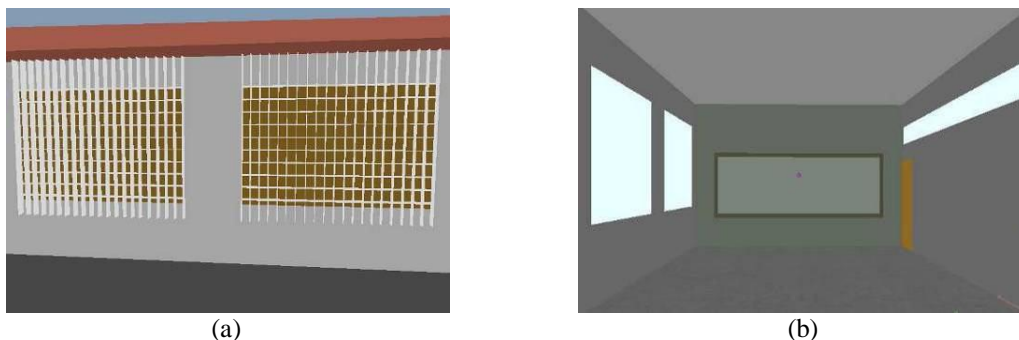


Figura 6 - Esquema dos *brises* horizontais e verticais propostos para as aberturas a sudeste (a) e interior da sala 06 (b) com a nova abertura na porção superior da parede, à direita.

4.3 Proposta de otimização da luz natural na sala 09

No intuito de oferecer melhorias para o conforto visual na sala 09 foi proposta a inclusão de *brises* horizontais claros nas aberturas de ambos os lados, cobrindo um ângulo de 64° (figura 7), além da remoção da pintura dos vidros das aberturas junto ao teto a sudeste, que fora feita pelos usuários ao longo da utilização do edifício.

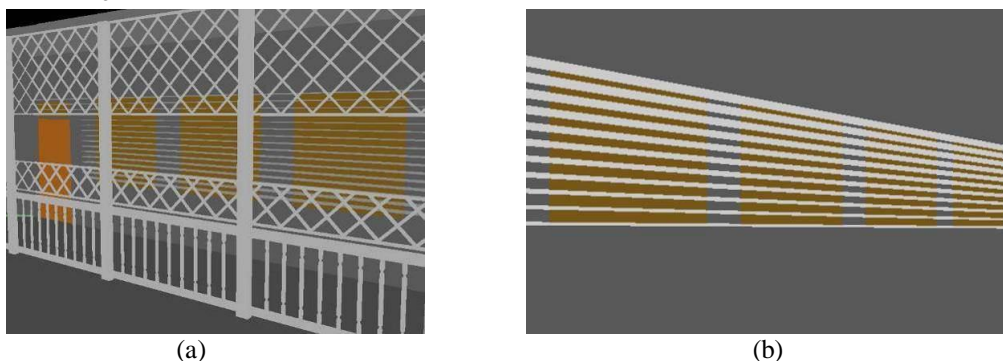


Figura 7 - Esquema dos *brises* horizontais propostos para as aberturas orientadas a noroeste (a) e dos *brises* horizontais propostos para as aberturas orientadas a sudeste (b) na sala 09.

Os resultados obtidos pelas simulações computacionais das propostas de otimização do uso da luz natural para as duas salas são apresentados na

Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das simulações computacionais das propostas para a luz natural nas salas 06 e 09.

LOCAL/ CONDIÇÃO		PERÍODO		CÉU CLARO				CÉU PARC. ENCOBERTO			
		DIA	HORA	Emin	Emax	Emed	D	Emin	Emax	Emed	D
SALA 06	Proposta de otimização da luz	21-dez	9h	818	1006	895	1,23	337	747	487	2,22
		21-dez	12h	610	817	718	1,34	216	349	251	1,62
		21-dez	15h	480	643	564	1,34	283	462	331	1,63
		21-jun	9h	391	502	452	1,28	207	399	275	1,93
		21-jun	12h	494	664	581	1,34	275	464	334	1,69
		21-jun	15h	334	446	397	1,34	150	254	179	1,69
SALA 09	Proposta de otimização da luz	21-dez	9h	901	1076	968	1,19	414	557	462	1,35
		21-dez	12h	597	705	646	1,18	268	311	287	1,16
		21-dez	15h	556	678	611	1,22	393	499	440	1,27
		21-jun	9h	495	603	537	1,22	271	359	302	1,32
		21-jun	12h	524	654	583	1,25	375	496	430	1,32
		21-jun	15h	718	915	915	1,27	225	307	264	1,36

Os dispositivos de proteção solar complementares e as demais alterações projetadas para salas de aula da EIMH favorecem o conforto visual nos interiores das salas 06 e 09 em 100% dos momentos simulados em condições de céu claro. Considerando-se as duas condições de céu simuladas, as propostas de otimização do uso da luz natural foram benéficas para os usuários em aproximadamente 96% dos momentos simulados.

5 CONCLUSÕES

O estudo mostrou a importância dos dispositivos de controle solar atualmente existentes nas salas de aula Escola Irmã Maria Horta, ao favorecer o conforto visual em 62,5% dos momentos simulados, em comparação com os 12,5% que seriam obtidos caso não houvessem sido aplicados.

Ainda assim, recursos adicionais foram projetados visando maximizar a utilização da luz natural no edifício escolar, sendo possível favorecer o conforto visual em 92% dos momentos simulados para a sala 06 e 100% para a sala 09, sem a exigência de grandes transformações no edifício da EIMH. A proposta permitiu reduzir consideravelmente a necessidade de utilização de energia elétrica para iluminação artificial complementar, atestando o grande potencial de eficiência energética representado pela aplicação de tecnologias existentes de comprovada eficácia.

Em alguns ambientes a abertura de novos vãos traria, além dos benefícios mencionados, a possibilidade de incremento da ventilação, por meio da ventilação cruzada - recurso importante para a aquisição de conforto térmico em regiões de clima quente e úmido como Vitória-ES-, sugerindo que soluções integradas de projeto, que considerem não somente o conforto visual, mas também o conforto térmico, são recomendáveis para a região.

A investigação sobre a eficiência dos dispositivos de controle solar e a proposição de recursos que otimizam o uso da luz natural pode auxiliar as escolas para que obtenham melhor desempenho considerando a necessidade de adaptação de acordo com os condicionantes climáticos da região em que se instalam. Com a melhor qualidade visual no ambiente em que está inserido, há uma tendência de melhoria no desempenho dos usuários e, com o maior aproveitamento da luz natural disponível gratuitamente, tende-se também a maior eficiência energética do edifício através da redução no uso da iluminação artificial.

6 REFERÊNCIAS

ADAM, R. S. **Princípios do ecoedifício**: Interação entre ecologia, consciência e edifício. Ed. Aquariana. São Paulo, 2001.

BROWN, G. Z; DEKAY, M. **Sol, vento e luz**: estratégias para o projeto de arquitetura. Tradução Alexandre Salvaterra. 2ª ed. Bookman: Porto Alegre, 2004.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais**. 2008. 215p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

KRÜGER, E.L; DORIGO, A. L.; SUGA, M. **Avaliação do desempenho luminoso de edificações escolares conforme sua orientação solar**. In: XI Encontro Nacional e Tecnologia no Ambiente Construído. ENTAC 2006, Florianópolis.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L., PEREIRA, F. **Eficiência energética na arquitetura**. UFSC/Procel/Eletróbrás, São Paulo, 1998.

LOPES, A. C. S. **Avaliação de duas propostas de sistema de iluminação artificial suplementar ao sistema de iluminação natural existente em sala de aula padrão**. 2006. 149 p. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

O'CONNOR, J.; LEE, E.; RUBINSTEIN, F.; SELKOWITZ, S. **Tips for daylighting with windows: the integrated approach**. LBNL – Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley 1997. Disponível em: <<http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/designguide.html>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

SOUZA, R.V.G. **Luz natural na arquitetura**. Apostila do curso de Pós-Graduação em Projetos Luminotécnicos, Universidade Castelo Branco, 2006.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e arquitetura**. 3ª ed. Geros s/c Ltda: São Paulo, 2007.

WEBER, C. P. **O uso do brise soleil na arquitetura da região central do Rio Grande do Sul**. 2005. 185p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) por permitir o aprofundamento da monografia de pós-graduação que deu origem à pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro na forma de bolsa de estudos.