

COMPONENTES DE CONTROLE DE LUZ NATURAL EM SALAS DE AULA E SEU DESEMPENHO CONFORME A ORIENTAÇÃO SOLAR DO EDIFÍCIO

Amanda Fontes A. Dias (1); Vívian Accioly Gomes (2); Ricardo C. Cabús (3)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação DEHA-UFAL,
amafaradias@yahoo.com.br

(2) Arquiteta, Bolsista FAPEAL, Mestranda do Programa de Pós-Graduação DEHA-UFAL,
viviangomes.arq@gmail.com

(3) PhD em Arquitetura, Professor do Centro de Tecnologia UFAL,
r.cabus@gmail.com

Universidade Federal de Alagoas, CTEC/GRILU, Campos A C Simões, Cidade Universitária,
Maceió – AL. CEP 57072-970. Fone (82) 3214-1314

RESUMO

Em cidades tropicais, a quantidade de luz natural disponível é suficiente para que os edifícios não sejam dependentes da luz artificial durante grande parte do dia. Contudo, é imprescindível existir um controle da luz solar, seja ela direta ou difusa, para evitar ganhos térmicos e conseguir mais uniformidade nos níveis de iluminação proporcionando resultados satisfatórios de conforto visual no ambiente, e pode ser obtido através de alguns componentes arquitetônicos projetados de acordo com a função do ambiente, seu período de ocupação e a orientação solar. Este estudo se concentra na análise do desempenho luminoso de uma sala de aula no que diz respeito à eficiência dos componentes de controle de luz natural na distribuição das iluminâncias nas carteiras dos alunos. A sala de aula insere-se numa tipologia característica de várias escolas estaduais de Aracaju (SE), que possui o conjunto cobogó/beiral como componente de controle da luz natural. Foi utilizado o programa TropLux 3.0 para a modelagem e caracterização físicas e locais do ambiente e para simulações das diferentes situações conforme a orientação da sala de aula. Os resultados ressaltam a relevância da orientação solar na utilização de componentes de controle da luz natural.

Palavras-chave: conforto visual; iluminação natural; orientação solar; Troplux.

ABSTRACT

In tropical cities, the daylight availability is enough to ensure that buildings are not dependent on artificial light during a significant part of the day. However, it is essential there is a control of sunlight, whether direct or diffuse, to prevent heat gain and reach more uniformity of lighting's levels offering satisfactory results of visual comfort in interior spaces, and it can be achieved through architectural components designed according to the function of the building, its period of occupation and solar orientation. This study focuses on analyzing the light performance of a classroom in relation to the efficiency of the components of daylight control in distributing the illuminances on the student's desks. The classroom is part of a typology characteristic of many state schools in Aracaju (SE), which has set cobogó/overhang as a component to control the daylight. It was used the program TropLux 3.0 for the modeling and characterization of physical and local environment and for simulations of different situations depending on the direction of the classroom. The results underscore the relevance of solar orientation in the use of components for control of natural light.

Keywords: visual comfort; daylighting; solar orientation; Troplux.

1. INTRODUÇÃO

Arquitetura e luz estão intimamente ligadas, sendo a visão o principal sentido pelo qual vivenciamos a arquitetura. Entretanto, a luz não está somente relacionada à experiência visual da forma e espaço, mas está fortemente conectada à qualidade térmica (BAKER e STEEMERS, 2002), pois direta ou difusa, a luz natural é apenas uma parcela da radiação solar que também fornece calor. O aproveitamento da luz natural, que nos trópicos normalmente excede a quantidade de luz requerida pelas tarefas, traz diversos benefícios como a redução no consumo de energia elétrica. Apesar disso e a depender da função do ambiente, a luz solar direta deve ser controlada através de mecanismos de difusão e redirecionamento para que sejam evitados ganhos de carga térmica, problemas de ofuscamento e variações de luz acentuadas e imprevisíveis. Assim, a configuração, o dimensionamento e a orientação das aberturas e dos dispositivos de controle solar têm significativa importância na distribuição e nos níveis iluminação natural em um ambiente.

Em alguns tipos de edificações os requisitos funcionais e a relação entre os espaços sugerem um critério luminoso e térmico que implicará no planejamento interno e na disposição do mobiliário. No ambiente de uma escola o bom desempenho da construção e o conforto dos usuários são um fator chave para o consumo energético e o rendimento escolar dos alunos. A visão que o aluno tem do quadro, do educador e das atividades didáticas alteram a atenção, o comportamento e o desenvolvimento do educando, interferindo na sua formação e na sua qualificação para o trabalho (DORIGO e KRÜGER, 2007).

2. OBJETIVO

Este trabalho pretende analisar a influência da orientação solar do edifício no desempenho luminoso de uma sala de aula que possui componentes de controle e proteção solares e de que forma estes componentes favorecem ou não a distribuição das iluminâncias nas carteiras dos alunos.

3. MÉTODO

A análise do desempenho luminoso da sala de aula em estudo de acordo com as diferentes orientações solares foi realizada a partir dos resultados da simulação computacional com o programa TropiLux 3.0 (CABÚS, 2006) que simula o desempenho da luz natural em um ambiente, permitindo variar os parâmetros de acordo com as necessidades específicas para a região e baseia-se nos conceitos do Método Monte Carlo, raio traçado e coeficientes de luz natural.

A partir do projeto arquitetônico disponibilizado em arquivo digital pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) de Sergipe, foi desenvolvido um modelo tridimensional para simulações das características de iluminância do ambiente, conforme Figura 1. O desenho tridimensional da sala reproduz as carteiras dos alunos, a mesa do professor e quadro dispostos conforme a situação real.

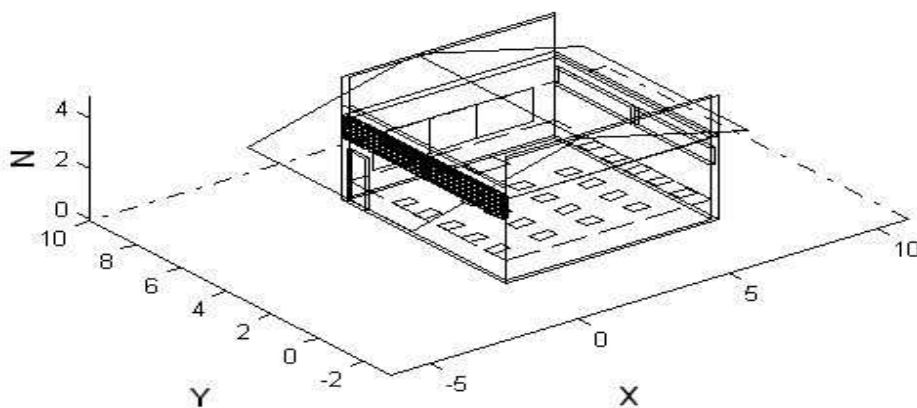


Figura 1 – Representação Tridimensional da sala em estudo, gerada no TropiLux

A tipologia em estudo corresponde a um padrão de edificação existente nas escolas estaduais de Aracaju (SE), que foi aplicado em diferentes situações sem considerar a qualidade e quantidade de luz natural variável nas salas de aulas de acordo com a sua orientação.

Tal tipologia corresponde a blocos de salas construídos paralelamente com um ou dois pavimentos, compostos por módulos de ambientes – com usos que variam desde secretaria, diretoria, biblioteca,

laboratórios e sanitários a salas de aulas – e circulações horizontais e verticais (Figura 2). Os ambientes possuem basculantes em alumínio e vidro numa das paredes da sala, voltados, em geral, para uma área livre e protegidos por um beiral de 1.00m. Na parede oposta existem cobogós pintados de branco, voltados para a circulação horizontal interna protegida por um beiral de 2.00m.

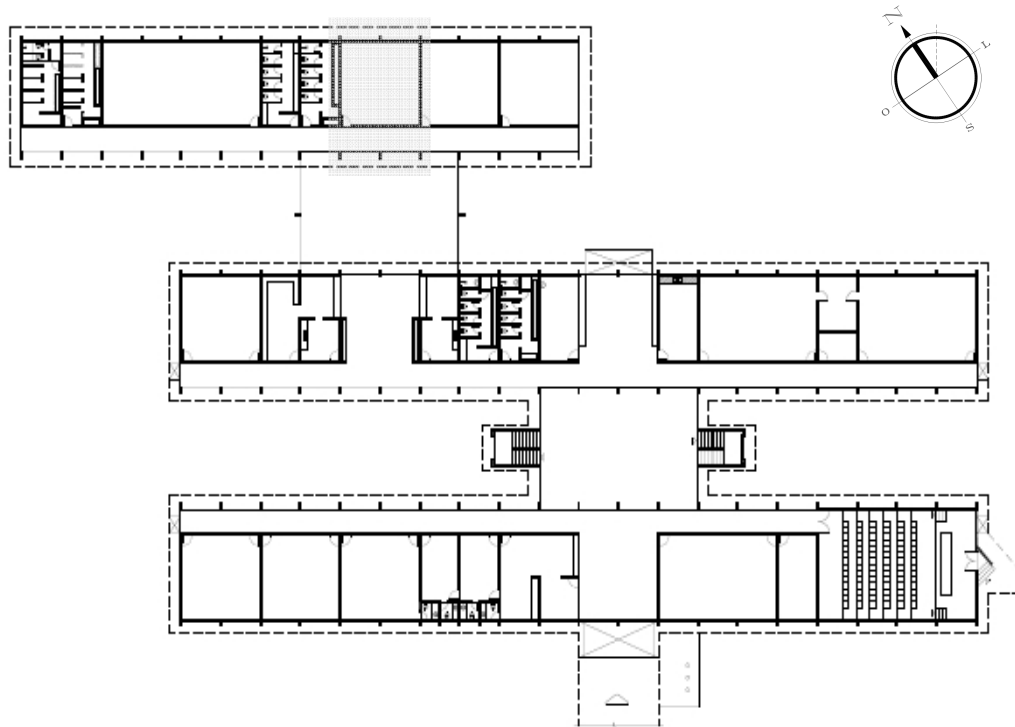


Figura 2 – Planta Baixa/Pavimento Térreo

3.1. Sala em Estudo

Foi escolhida a Escola Estadual Governador João Alves Filho, localizada em Aracaju-SE (Latitude 10°54'S, Longitude 37°07'O), que apresenta a tipologia descrita acima, com três blocos paralelos, sendo que apenas um deles possui apenas o pavimento térreo. Cada módulo referente às salas de aula possui uma configuração regular de 6,85m x 6,85m, pé direito menor de 3,18m de altura e pé direito maior de 3,72 m. A sala escolhida para estudo e análise está situada no pavimento térreo e possui piso de alta resistência, paredes pintadas na cor verde claro e estrutura de telhado em madeira e telha cerâmica aparentes. As carteiras dos alunos são de madeira com tampo na cor bege claro e o quadro de giz é verde escuro com quadro branco de pincel no centro (Figura 3).

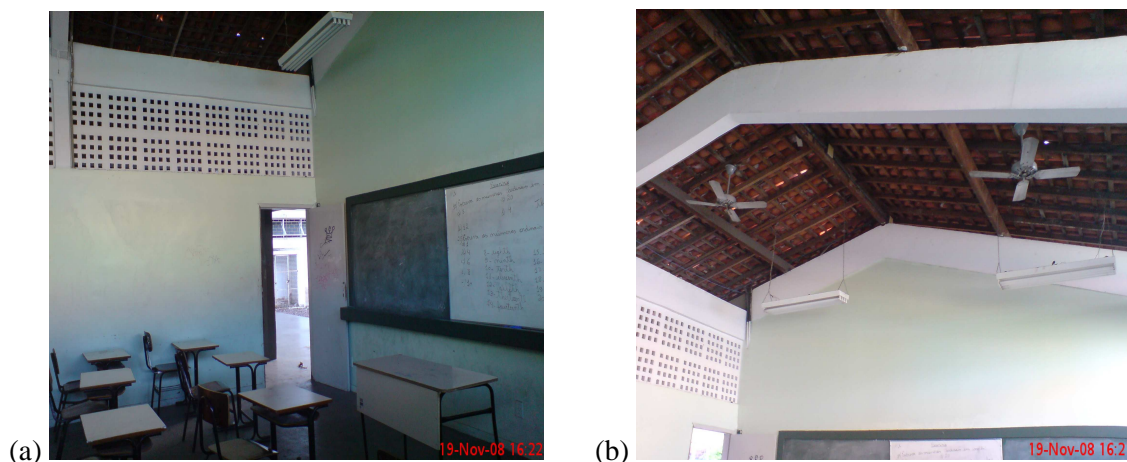


Figura 3 – Vistas internas da sala de aula
Fotos: Amanda Fontes, 2008.

As refletâncias das superfícies internas da sala de aula foram adotadas de acordo com o tipo de

material e cores utilizados, baseando-se na tabela Typical Reflectances under Diffuse Daylight (TREGENZA&LOE, 1998): paredes internas 0,52; planos inclinados do telhado 0,2; piso 0,2 e cobogós 0,85. A refletividade do teto foi considerada igual a 1 (100%) pelo fato de não existir forro ou laje na sala. Os conjuntos de cobogós medem $3,35 \times 0,86 \text{ m}^2$ e estão a 2,46 m de altura do piso; já os basculantes em alumínio e vidro situados na parede oposta medem $3,35 \times 0,65 \text{ m}^2$ e estão a 2,10 m de altura do piso. As paredes têm espessura de 0,15 m. Na situação real da sala, o azimute do eixo X é de 34° .

Existem atualmente na sala em questão vinte e duas carteiras medindo $0,60 \times 0,40 \text{ m}$ com 0,75 m de altura e refletividade 0,81 (ver Figuras 4 e 5). Para a análise dos resultados, foram considerados os vinte e dois pontos no centro de cada carteira, separados em dois grupos: os onze pontos mais próximos aos cobogós e os outros onze pontos mais próximos as janelas do tipo basculante. Esses pontos foram estabelecidos para analisar não só o desempenho luminoso do ambiente de acordo com a sua orientação solar, como também a uniformidade dos níveis de iluminação e as ocorrências de desconforto visual através do ofuscamento ou da presença de altos contrastes.

Foram utilizados nas simulações o azimute real 34° (NE) e suas variações de eixo a cada 90° , 124° (SE), 214° (SO), 304° (NO) simulados no dia 22 de todos os meses do ano, no horário das 10 horas com o céu CIE tipo 10, parcialmente nublado, com região solar mais brilhante (a variação de tipo de céu não foi objeto desta pesquisa). Para análise, os meses de maio, junho e julho foram considerados como período de inverno e o restante dos meses como período de verão. Considerou-se a média dos resultados da componente global das iluminâncias nas 22 carteiras nos períodos de verão e inverno.

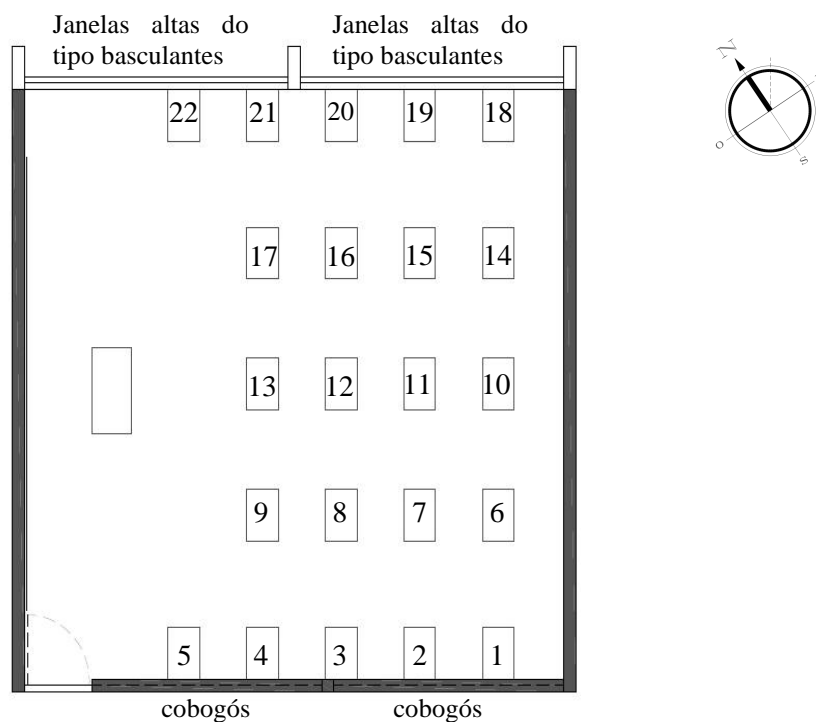


Figura 4 – Planta Baixa da sala de aula em estudo

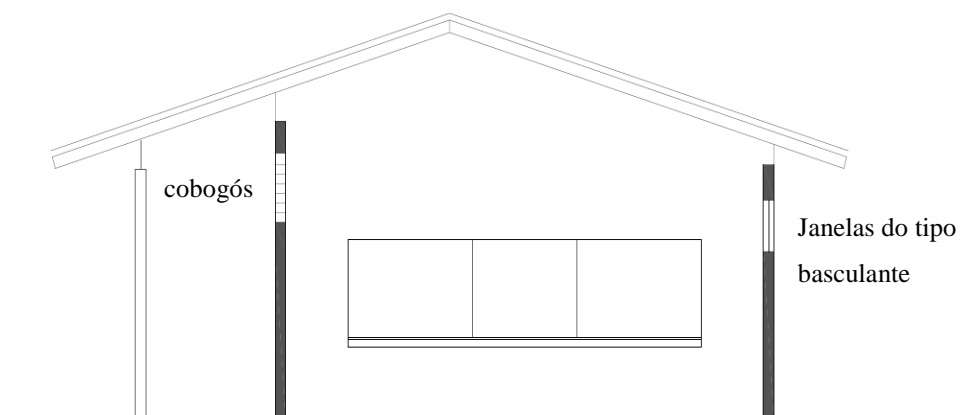


Figura 5 – Corte da sala de aula em estudo

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados obtida com a simulação da sala em estudo nos mostrou altos valores de iluminância, muito além do exigido para salas de aula pela norma NBR 5413 (Figuras 6 e 7), independentemente das mudanças na orientação da sala. De acordo com essa norma que estabelece as iluminâncias recomendadas para algumas atividades, o campo de trabalho das salas de aula deve possuir iluminância de 300 lx, podendo chegar a 500 lx, a depender da tarefa visual e dos usuários.

Percebe-se ainda que ocorre uma distribuição não uniforme de iluminâncias entre os valores obtidos nas carteiras próximas aos cobogós e aqueles obtidos nas carteiras próximas às janelas do tipo basculante. Tal situação, causadora de contrastes desconfortáveis de luz, aliada a presença do ofuscamento direto e refletido, pode acarretar grande desconforto visual e fadiga ocular, além de trazer prejuízos ao desenvolvimento das atividades (Figura 8).

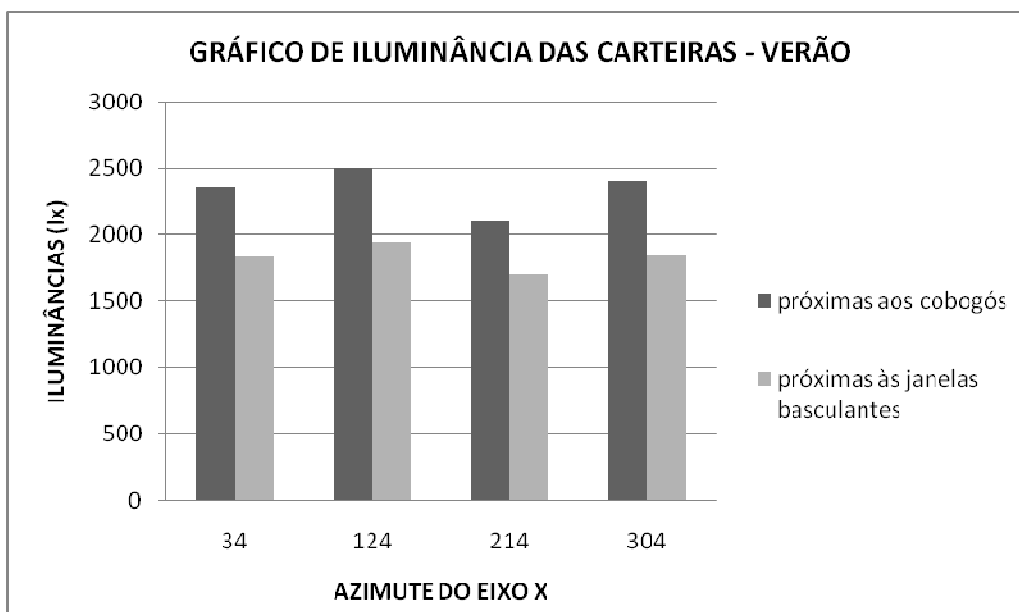


Figura 6 – Gráfico de Iluminância nas carteiras de acordo com a orientação solar – Verão

No período de verão a média de iluminância nas carteiras próximas aos cobogós no horário das 10h durante o ano é de 2.350 lx quando nas carteiras próximas às janelas do tipo basculante essa média não passa dos 1.820 lx. O período de inverno apresenta maiores valores de iluminância em relação ao período de verão e a mudança da orientação causa significativas mudanças de comportamento nos valores das iluminâncias, mas nenhuma delas traz efeitos positivos no que diz respeito à quantidade de luz e à uniformidade das iluminâncias requeridas para salas de aula.

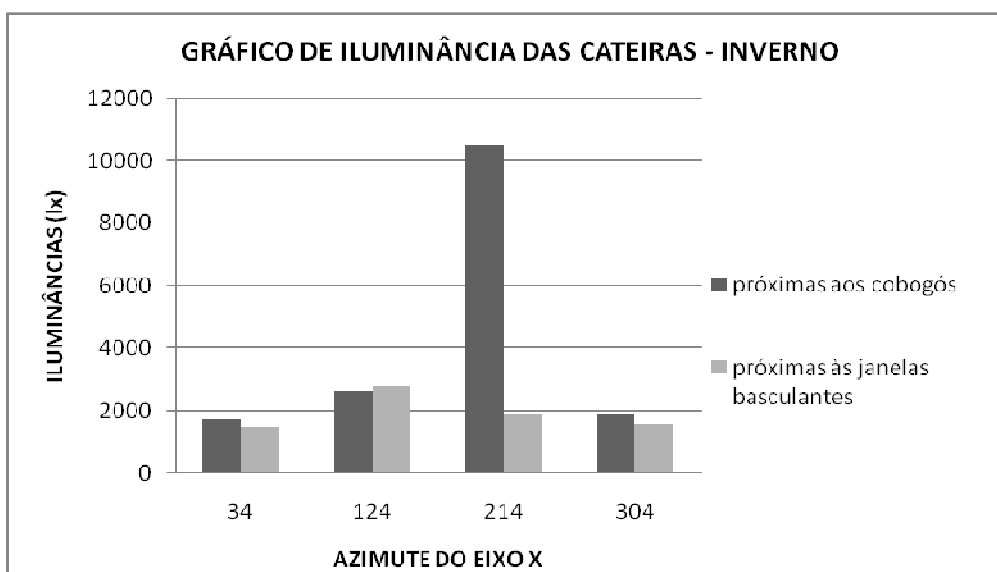


Figura 7 – Gráfico de Iluminância nas carteiras de acordo com a orientação solar – Inverno



Figura 8 – Presença de contraste e ofuscamento na sala de aula em estudo
Fotos: Amanda Fontes, 2008.

5. CONCLUSÕES

O principal objetivo dos componentes de controle de luz natural é reduzir os ganhos térmicos indesejáveis e o ofuscamento em uma determinada orientação, sem reduzir a quantidade e a qualidade de luz necessária ao ambiente. Porém, o uso intuitivo desses componentes sem antes fazer um estudo acerca das suas contribuições para o ambiente, da orientação solar favorável, dos seus materiais e refletividades e dos seus dimensionamentos pode trazer resultados negativos aos ambientes.

Na análise de uma sala de aula proveniente de uma tipologia de escolas bastante comum na rede estadual de ensino de Aracaju-SE, observa-se que os componentes de controle da luz natural utilizados (cobogós e beirais) não exercem suas funções e tampouco apresentam desempenho relevante com a alteração da orientação solar do edifício.

O planejamento correto de ambientes de sala de aula, assim como o desenho adequado das aberturas e dos componentes de controle térmico e luminoso possibilitam a distribuição eficiente de luz natural, favorecem o desempenho energético do edifício e aumentam o nível de conforto dos alunos e professores.

Verificam-se altos valores de iluminância em todas as possibilidades analisadas e que o uso de esquadrias do tipo basculante, de alumínio com vidro, com peitoril de 2.10 metros provoca maiores índices de iluminância no lado oposto da sala, independentemente da orientação analisada. Os cobogós existentes voltados para um corredor que possui 2 metros de beiral pouco ou nada contribuem para o desempenho luminoso da sala e desfavorecem a distribuição adequada de luz nesse ambiente. No período de inverno, mesmo sendo curto, a variação de iluminância que acompanha as diferentes orientações indica o azimute 214° como o mais desconfortável do ponto de vista luminoso, pois apresenta valores de iluminância muito altos.

Sugerem-se estudos complementares que examinem outros tipos de céu, outros horários de análise, o tamanho das aberturas, a refletividade das superfícies e também a proposição de componentes de controle da luz natural mais eficazes.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413.1992**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro.
- BAKER, N. e STEEMERS, K. **Daylight Design of Buildings**. London: James & James, 2002.
- CABÚS, R. **Influência da Luz Refletida no Solo na Iluminação Natural nos Trópicos: Comparando o Desempenho de Protetores Solares**. In: ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Disponível em: < <http://www.infohab.com.br> >. Acesso em 10 out. 2008.
- _____. **Troplux – Manual do Usuário**. Maceió: GRILU, 2005.

- CÂNDIDO, Christina; TORRES, Simone; CABÚS, Ricardo. Análise da Utilização de Prateleiras de Luz em Edifício de Pesquisas da UFAL, Maceió-AL. Maceió, 2005. In: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Maceió, ENCAC-ELACAC 2005, CD-ROM.
- CORBELLA, Oscar. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- DORIGO, A. L.; SUGA, M.; KRÜGER, E. L. Uso de Dispositivos de Sombreamento em Salas de Aula – Avaliação de Método Proposto por Olgay. Ouro Preto, 2007. In: ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Ouro Preto, 2007, CD-ROM.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência energética na arquitetura. 2ª edição, revisada. São Paulo: ProLivros, 2004.
- PEREIRA, Fernando O. R.; LEDER, Solange M. **Análise de Proposta Inovativa para Uso da Iluminação Natural: Estudo de Caso**. In: ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Disponível em: < <http://www.infohab.com.br> >. Acesso em 10 out. 2008.
- TREGENZA&LOE. **The Design of Lighting**. London: Spon Press, 1998.