

Avaliação dos Aspectos Relacionados à Iluminação Natural no Conforto Visual de Salas de Aula para Surdos: Estudo de Caso Campus Bilingue do Instituto Federal de Santa Catarina em Palhoça-SC ⁽¹⁾.

Ana Lígia Papst de Abreu ⁽²⁾; Douglas Felipe Marangon ⁽³⁾.

Resumo Expandido

(1) Trabalho executado com recursos do Edital de Pesquisa PIBIC EM nº28/2011, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação.

(2) Professora; Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis; Florianópolis, Santa Catarina; ana.abreu@ifsc.edu.br;

(3) Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis; Florianópolis, Santa Catarina; douglaslipem@hotmail.

RESUMO: No Campus Palhoça Bilingue do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC o aprendizado faz-se principalmente através da linguagem brasileira de sinais - Libras. O objetivo desta pesquisa é avaliar os aspectos relacionados à iluminação natural no conforto visual de salas de aula para alunos surdos. A avaliação da iluminação nas salas de aula foi feita: (a) através de medições reais do nível de iluminação em um dia de céu encoberto; e (b) através de simulação computacional. O conceito de Fator de luz Diurna (F.L.D.) foi utilizado para avaliação dos resultados encontrados nas medições. O F.L.D. é uma proporção da relação entre a quantidade de luz natural num ponto interno e a quantidade de luz natural no espaço exterior desobstruído. Para evitar desconforto visual, as salas de aula devem ter um F.L.D. médio de 5%. Nas medições encontrou-se valores próximos a 10%. Outro aspecto considerado foi que o F.L.D. médio na metade frontal da sala não deve exceder três vezes o F.L.D. médio na metade posterior da sala, mas encontrou-se uma variabilidade na ordem 5 a 7 vezes, o que indica possíveis problemas de ofuscamento. Com a simulação computacional se verificou que a topografia barra no fim da tarde dos seis meses mais quentes do ano a entrada dos raios solares diretamente no campo de visão dos usuários das salas norte e oeste, mas o mesmo não acontece nos outros seis meses. Conclui-se que existe a necessidade de se projetar proteções solares diferenciadas em função da orientação e da topografia.

Palavra Chave: conforto visual, salas de aula para surdos, iluminação natural.

INTRODUÇÃO

Existem diversas razões para se utilizar iluminação natural em ambientes internos, que vão desde benefícios fisiológicos e psicológicos dos ocupantes até redução do consumo energético da edificação. Mesmo em uma edificação com um mesmo uso, caso de uma edificação escolar, as necessidades de iluminação natural para um bom desempenho de tarefas visuais são diferenciadas em ambientes administrativos, salas de aula, cantina, etc. O enfoque deste trabalho está na avaliação do conforto visual de alunos surdos em salas de aula naturalmente iluminadas. A comunicação com pessoas surdas é feita quase que exclusivamente de forma visual. Numa sala de aula com alunos sem problemas de audição, quando existe desconforto visual, o aluno pode desviar o olhar do que lhe causa desconforto e pode potencializar o aprendizado pela audição, prestando atenção no que o professor está

falando. Já o desconforto visual limita a comunicação e o aprendizado de alunos surdos.

No Campus Palhoça Bilingue do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, o sistema educacional é adaptado às necessidades especiais dos surdos, onde o aprendizado faz-se principalmente de forma visual. Para um bom desempenho de tarefas visuais é necessário um bom nível de iluminação e bem distribuído no ambiente. É claro que não basta garantir iluminação suficiente, é preciso, entre outras coisas, evitar ofuscamento e garantir contrastes adequados no ambiente e na tarefa visual. (LAMBERTS et al., 2004; VIANNA; GONÇALVES, 2001). O Conforto Visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão, com menor esforço, com menor risco de prejuízos à visão e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS et al., 2004). Já o ofuscamento pode ser conceituado como um contraste excessivo de

brilhos devido a grande diferença de nível de luz (VIANNA e GONÇALVES, 2001). Este efeito que é capaz de causar fadiga aos olhos humanos pode ser corrigido ou amenizado quando ocorre a redução do brilho da fonte de luz, quando são colocados elementos de controle na fonte de luz, quando a posição da fonte de luz fica fora do campo visual do observador, quando evitamos reflexões indesejáveis, entre outros.

Robbins (1986) recomenda a não incidência direta de sol sobre a execução de uma tarefa visual, para evitar contrastes excessivos e problemas de ofuscamento.

Resumidamente, em dias de céu claro, o ofuscamento pode ser causado pelo excesso de brilho devido à radiação solar direta dentro da sala de aula. Nos dias de céu encoberto, a iluminação natural pode não ser suficiente ou não estar bem distribuída no ambiente.

O objetivo desta pesquisa é a avaliação dos aspectos relacionados à iluminação natural no conforto visual de salas de aula para alunos surdos no Campus Bilíngue do IFSC.

METODOLOGIA

A avaliação da iluminação nas salas de aula do Campus Bilíngue da Pedra Branca foi feita de duas formas: (a) através de medições reais do nível de iluminação em um dia de céu encoberto; e (b) através de simulação computacional.

Na utilização da iluminação natural, normalmente não se define valores absolutos, mas um percentual da iluminação interna em um dado local em relação à iluminação externa, Fator de Luz Diurna (F.L.D). Este valor percentual representa a relação de proporção entre a quantidade de luz natural num certo ponto de um ambiente interno e a quantidade de luz natural no espaço exterior desobstruído.

Para evitar ter a aparência de contraste excessivo, o F.L.D. médio (ou iluminância média) na metade frontal da sala de aula não deve exceder três vezes o F.L.D. médio (ou iluminância média) na metade posterior da sala. Segundo a CIBSE (apud LITTLEFAIR, 1996), as salas de aula devem ter um F.L.D. médio de 5% e um F.L.D. mínimo de 2%. Se considerar que em Florianópolis no inverno, existe a probabilidade de 60% do nível de iluminação difusa externa ultrapassar 10.000 lux entre 8h e 17h (PEREIRA, sem data), e que a NBR 5413 (ABNT, 1992) recomenda níveis de iluminação no caso de salas de aula entre 200 a 500 lux, o F.L.D. mínimo fica ser entre 2% a 5%, fechando com o mínimo de 2% recomendado pela CIBSE.

Medições reais dos níveis de iluminação

A NBR 15.215-4 (ABNT, 2007) prescreve os métodos para a verificação experimental dos

níveis de iluminação de ambientes internos. Utilizando a norma, estimou-se a medição dos níveis de iluminação (lux) em 25 pontos na sala. Os equipamentos utilizados para medição dos níveis de iluminância foram luxímetros digitais modelo LD-200 da Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda, com foto detector de Diodo de Silicógeno com Filtro, precisão de 3%, e visor digital. Antes das medições foi feita uma aferição dos equipamentos, e utilizado três equipamentos que apresentaram os mesmos valores de iluminância durante uma avaliação inicial. A medição desta pesquisa ocorreu no dia 22 de junho de 2012 (próximo ao solstício de inverno) no período matutino. Durante as medições o céu permaneceu encoberto. Foi feita a medição do nível de luz natural exterior para poder se estimar o F.L.D. dos 25 pontos internos.

Simulação Computacional

A simulação computacional permite avaliar durante todo o ano a possibilidade de ofuscamento nas salas de aula: (a) em dias de céu claro devido à incidência solar direta nas fachadas; (b) devido à incidência solar direta dentro das salas de aula.

Para a avaliação da incidência solar direta nas fachadas foi feita uma maquete volumétrica para simulação computacional no Sketch Up. As análises foram feitas de 2 em 2 horas para os dias 21 de dezembro (solstício de verão), 21 de junho (solstício de inverno) e 21 de março (equinócio).

O software Ecotect foi usado para a quantificação e posterior avaliação do comportamento da distribuição da incidência solar dentro das salas de aula, também de 2 em 2 horas para solstício de verão, solstício de inverno e equinócio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões foram organizadas em dois tópicos, seguindo os estudos feitos.

Resultados das medições reais dos níveis de iluminação

As medições feitas no dia de céu encoberto permitiram avaliar as piores condições dos níveis de iluminação que se pode ter dentro da sala de aula do Campus Bilíngue do IFSC. A Figura 1 a seguir mostra a distribuição dos valores de F.L.D. na sala do térreo voltada para orientação norte.

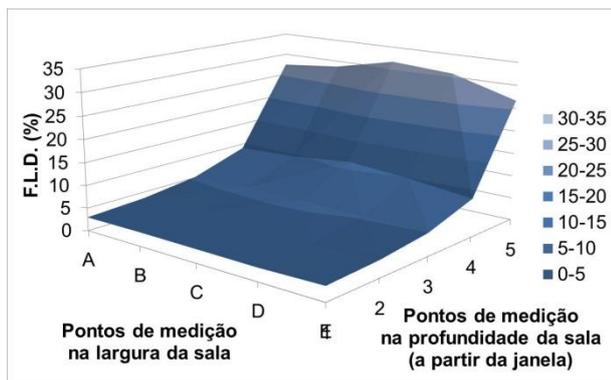


Figura 1 – Distribuição de F.L.D. na sala norte térreo.

A partir a Figura 1 observa-se o rápido decaimento da iluminação a partir do distanciamento da janela, e que os valores de F.L.D. são uniformes na largura da sala. Este tipo de tendência se observou também nas outras salas que tiveram a iluminação medida. A Figura 2 apresenta um gráfico dos valores de F.L.D. medidos no centro das quatro salas.

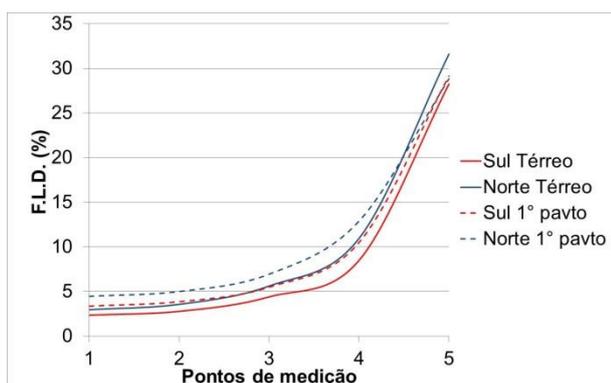


Figura 2 – Distribuição de F.L.D. na parte central das quatro salas medidas.

Pela Figura 2 fica claro o decaimento exponencial da iluminação à medida que se distancia da janela. Também se observa que as salas orientadas a sul (térreo e 1º pavimento) apresentaram valores inferiores às salas voltadas a norte. Isto porque no lado sul da edificação escolar existe um prédio industrial, barrando em parte a visualização da abóbada celeste.

Com os dados calculados de F.L.D. das quatro salas medidas, observou-se que nenhuma apresentou valor inferior a 2%. Mas o valor F.L.D. médio das quatro salas variou entre 9,5% e 10,9%, sendo em torno de 5 pontos percentuais acima do recomendado pela CIBSE (apud LITTLEFAIR, 1996), que é um F.L.D. médio para salas de aula de 5%.

Na avaliação de aparência de contraste excessivo, relaciona-se o F.L.D. médio na metade frontal da sala de aula com o F.L.D. médio na metade posterior da sala. Nas salas do térreo

encontrou-se uma relação de 7 vezes mais na sala a sul, e 6 vezes mais na sala a norte. Esta relação para as salas do 1º pavto foi em torno de 5 vezes maior. Como o valor recomendado é de no máximo três vezes mais (F.L.D. médio na metade frontal x F.L.D. médio na metade posterior da sala), as salas de aula sem nenhum tipo de proteção, mesmo em dia de céu encoberto, vão apresentar contrastes que podem ocasionar ofuscamento.

Resultados da Simulação Computacional

Com o software SketchUp avaliou-se a incidência solar nas fachadas durante o ano, e com o software ECOTECT avaliou-se a incidência solar dentro da sala durante o ano.

Com as imagens geradas pelo SketchUp (exemplo de dois momentos Figura 3) verificou-se que o volume do morro da Pedra Branca bloqueia parte da radiação solar incidente nas salas a oeste no fim da tarde no período entre setembro e março. Desta forma, o fim da tarde dos seis meses mais quentes do ano, o problema da entrada dos raios solares diretamente no campo de visão dos usuários é minimizado pela topografia, mas o mesmo não acontece nos outros seis meses. Foi verificado possíveis problemas também no período de inverno nas salas orientadas a norte.

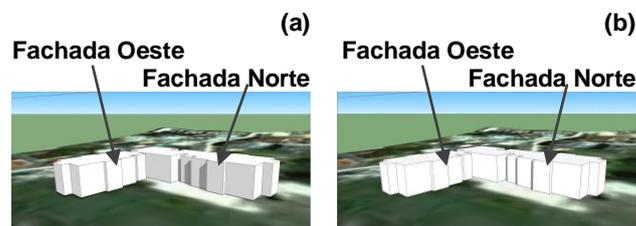


Figura 3 – Exemplo das Imagens da maquete eletrônica desenvolvida no SketchUp para avaliação da incidência solar nas fachadas oeste e norte as 15h no Campus Bilingue da Pedra Branca. Datas: (a) 21 de março; (b) 21 de junho.

Assim, para uma melhor aferição, simulou-se com o software ECOTECT a incidência solar dentro das três salas orientadas a oeste e a três orientadas a norte. A Figura 4 mostra a planta baixa de três salas orientadas a oeste com incidência solar dentro das salas no período vespertino do dia do equinócio (21 de março ou 21 de setembro).

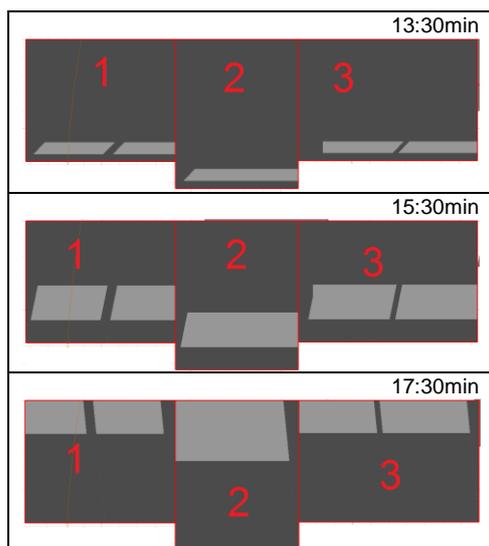


Figura 4 – Exemplo das imagens em planta da maquete eletrônica desenvolvida no Ecotect para avaliação da incidência solar nas salas a oeste no período de 21 março (ou 21 de setembro) em três horários vespertinos.

Na Figura 4, as partes em cinza claro representam a incidência solar no piso das salas. Na orientação oeste a incidência solar durante todo o ano ocorre no período vespertino.

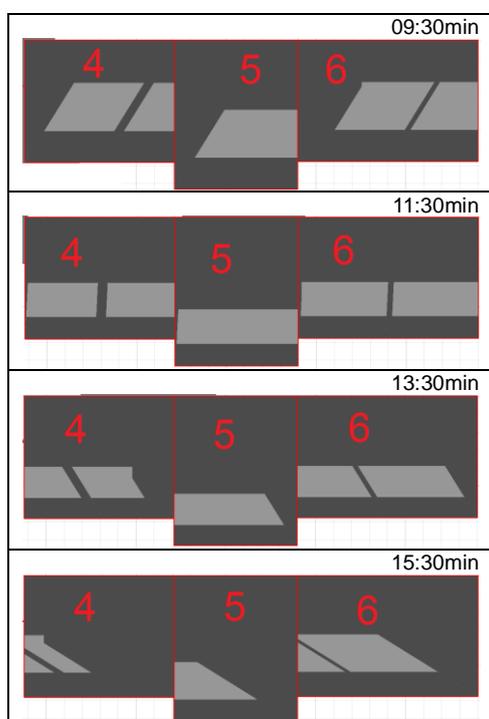


Figura 5 – Exemplo das imagens em planta da maquete eletrônica desenvolvida no Ecotect para avaliação da incidência solar nas salas a norte no período de 21 dezembro em quatro horários.

Para esta orientação solar, proteções solares para evitar a incidência solar precisam ser verticais e quase cobrir a abertura. Recomenda-

se brises móveis, para que em dias nublados possa se ter o ganho da luz difusa da abóbada celeste (Figura .4).

Na Figura 5 apresenta-se três salas orientadas a norte com incidência solar dentro das salas em quatro horários no solstício de inverno (21 de junho).

As salas orientadas a norte apresentam incidência solar dentro das salas principalmente no período de inverno, quando o sol passa mais baixo na abóbada celeste. As imagens da Figura 5 demonstram as piores situações de incidência solar dentro das salas pelo horário demonstrado. Nesta fachada, uma proteção horizontal seria o suficiente para minimizar a incidência solar dentro da sala.

CONCLUSÕES

Na pesquisa realizada nas salas de aula do Campus Bilingue Pedra Branca mediu-se os níveis de iluminação natural num dia de céu encoberto e estimou-se o a incidência solar na edificação através de simulação computacional.

Com as medições reais dos níveis de iluminação dentro das salas de aula, conseguiu-se verificar que existe possibilidade de problemas de ofuscamento sobre as mesas.

Com as simulações computacionais conclui-se que são necessários brises diferenciados em função da orientação solar. As salas orientadas a norte podem ter problemas de ofuscamento no período de inverno, quando o sol passa mais baixo e se põe antes do morro. O uso de cortinas nas salas a norte pode minimizar o impacto do sol neste período. Recomenda-se a utilização de proteções solares horizontais, tipo prateleiras de luz, para melhorar a iluminação interna e evitar a incidência solar dentro das salas. Nas salas a oeste faz-se necessário a colocação de brises verticais associados a cortinas para evitar possível ofuscamento tanto nas mesas quanto no campo de visão.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15215-4**: Iluminação natural - Parte 4 - Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição. Rio de Janeiro, 2007.

LAMBERTS, R., Dutra, L., Pereira, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: ProLivros, 2004.

LITTLEFAIR, P. J. **Designing with innovative daylighting**. Londres: Building Reserch Establishment Report, 1996.

PEREIRA, F.O.R. **Histograma de frequência de ocorrência de iluminâncias difusas**. Disponível em http://www.labcon.ufsc.br/ofedisciplinag_resumo.php?id=3. Acesso em 15 de março de 2013. Sem data.

ROBBINS, Claude L. **Daylighting Design and Analysis**. Van Nostrand Reinhold Company. Nova Iorque: 1986.

VIANNA, N. S., GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus S/C Ltda, 2001.