



ESTUDO DE CASO: PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO SUPLEMENTAR EM SALA DE AULA PADRÃO DA REDE MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS

Silvia R. Morel Corrêa (1); Aline Cesa de S. Lopes(1)

(1)Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

e-mail : silcorrea@yahoo.com.br
alinecesa@yahoo.com.br

RESUMO

Proposta: O sistema de iluminação artificial empregado em salas de aulas das escolas brasileiras tem se apresentado de maneira padrão para toda edificação escolar, não considerando parâmetros importantes como: orientação, dimensões e atividades visuais a serem executadas. Em geral, a meta é apenas atingir os níveis de iluminação mínimos (normas), com o menor custo possível; utilizando luminárias simples e lâmpadas fluorescentes comuns, empregadas em série para todas as salas da edificação. Apesar da aparente preocupação com os custos das instalações e dos componentes de iluminação empregados, a falta de um sistema de iluminação devidamente integrado e o melhor aproveitamento da luz natural, acarreta em desperdício e/ou falta de qualidade nos espaços internos. A proposta sugere alternativa de integração do sistema de iluminação artificial ao natural em sala de aula através do emprego de novas luminárias. **Método de pesquisa/Abordagens:** Levantamento de sala de aula padrão do município de Florianópolis; determinação de zonas de iluminação e simulações computacionais da iluminação natural e artificial. **Resultados:** Determinação de novo desenho da iluminação artificial proposta. **Contribuições/Originalidade:** Proposta de um sistema de iluminação artificial suplementar através de luminárias assimétricas para sala de aula objetivando melhor qualidade de iluminação para complementar a iluminação natural existente.

Palavras-chave: Iluminação natural, iluminação artificial suplementar, sala de aula.

ABSTRACT

Propose: The lighting used in Brazilian schools is presented in a standardized form way for all the building, not considering important parameters such as: orientation, dimensions and visual activities. In general, the goal is to achieve the minimum levels of lighting with low cost as possible; using simple fixtures and common fluorescent lights, used in series for all the classrooms of the building. Despite the apparent concern with the instalation costs and the light components used, the lack of a lighting properly integrated and the best use of daylighting, results in waste or lack of quality into internal spaces. The proposal suggests the lighting integration to the daylighting through the right use of the existing daylighting. **Methods:** survey of standard classroom of the city of Florianópolis, determination of light zones and simulations of the existent lighting and the new propose. **Findings:** The determination of lights zones made possible the analysis of the distribution of daylighting in classrooms with lateral illumination and determined the new design of the lighting proposal. **Originality/value:** Proposal of a suplemental light system through anti-symmetrical fixtures for classroom objectifying better quality of illumination to complement the existing daylighting.

Keywords: supplementary lighting, daylighting and classroom

1 INTRODUÇÃO

O emprego da iluminação natural na edificação escolar é importante tanto para atender questões econômicas (economia de energia), como pelo fator estético e psicológico, visto que a luz natural é preferida pelo ser humano. Apesar da grande disponibilidade da luz natural, e de suas qualidades, ela pode ser insuficiente em certas ocasiões devido sua variabilidade. Esta decorre da posição solar, das condições de céu e das obstruções nas aberturas causadas pelas edificações vizinhas, ou nas horas iniciais e finais do dia, nas quais o nível de iluminação fornecido pelo sol e pelo céu é menor. Faz-se então necessária a complementação com o uso da iluminação artificial suplementar para atingir os níveis de iluminação suficientes.

Nos projetos das escolas, a luz natural nem sempre vêm sendo empregada de forma coerente para atender os níveis de iluminação das atividades específicas. Devido à padronização e a otimização do tempo na etapa de projeto, muitas escolas são implantadas sem o correto planejamento, em relação à orientação de salas, à localização e às dimensões de aberturas, ao desenvolvimento das atividades escolares, ao emprego dos materiais dos revestimentos e outros parâmetros importantes. O que resulta em muitas salas deficientes em relação ao conforto visual e térmico. Segundo ATANASIO et al (2004), este resultado pode ser explicado também pela dificuldade que muitos projetistas têm em manipular a luz natural e realizar uma correta avaliação de seu desempenho na edificação.

Desta forma a luz elétrica passa a ser a fonte principal de iluminação, geralmente inserida quando o projeto já está quase finalizado, para atender os níveis de iluminação que poderiam ser alcançados pela iluminação natural, pelo menos em maior parte do dia.

O sistema de iluminação artificial existente em salas de aulas, principalmente na rede pública de ensino, tem se apresentado de maneira padrão para todas as salas de aula, sem a integração com o sistema de luz natural existente. A luz penetra no ambiente de sala de aula obliquamente, em virtude das aberturas laterais predominantes, ou seja, nunca teremos uma iluminação 100% uniforme se estivermos munidos apenas da luz natural. O efeito causado por esta variação é talvez um grande atrativo da presença desta luz em ambientes escolares. Esta variação pode ser empregada também no sistema de iluminação artificial, gerando ambientes mais agradáveis, menos monótonos e estimulando o aprendizado.

Estudos realizados por HESCHONG MAHONE GROUP (1999) comprovam que uma boa qualidade de iluminação no ambiente escolar promove um melhor aprendizado. As escolas deveriam fornecer um ambiente estimulante para que os alunos aprendam melhor. A qualidade da iluminação influenciará no comportamento, concentração e consequentemente em todo processo de aprendizagem.

1.1 Padronização dos projetos de salas de aula.

Na rede pública de ensino a utilização de projetos padrões é bastante comum; empregados em diferentes regiões; sem alterações necessárias para cada uma delas, justificados na premência de tempo e de verbas para elaboração de estudos diferenciados.

Concorda-se que a padronização das edificações se faz necessária para viabilizar construções, por questões financeiras e para a otimização de todo o processo. Esta padronização não precisa necessariamente ser sinônima de inflexibilidade. A padronização pode abranger alguns pontos comuns como: o número de salas de aula, materiais empregados, tipos de esquadrias, pisos e acabamentos; sempre buscando a melhor solução para cada edificação escolar.

Neste contexto, o projeto de iluminação artificial das escolas também se tornou padrão para todos as salas, sem uma adequação a cada caso específico, desconsiderando a contribuição da iluminação natural durante o dia, além de apresentar-se de maneira monótona, devido a homogeneidade na distribuição de luminárias e uniformidade de iluminâncias. Em sua maioria, atendem os níveis mínimos exigidos pela norma brasileira (NBR 5413), mas sempre objetivando a

minimização dos custos, empregando luminárias simples e lâmpadas fluorescentes comuns de maneira padrão.



(a)



(b)

Figura 1 - Exemplos de luminárias fluorescentes padrão (a) e (b) Florianópolis- SC

1.2 Critérios de projeto

Durante o processo projetual deve-se abordar aspectos do desempenho visual (necessidades visuais do ser humano para a realização da tarefa); o conforto emocional e estética do ambientes (necessidades psicológicas em relação ao ambiente, critério não mensurável) e a eficiência do sistema (adequação econômica, integração com outros sistemas e viabilidade).

De acordo com CORREA (1995), para atender aos critérios visuais de um bom projeto de iluminação, deve-se considerar o conforto visual para tornar o interior em um lugar agradável; o dinamismo como fator de estímulo a nossos sentidos; a adequação às necessidades dos usuários e das atividades desenvolvidas; a flexibilidade em função da adaptação e da multiplicidade de atividades ou mudanças de funções e a minimização do consumo de energia elétrica.

Apesar das atividades visuais desenvolvidas em nas salas de aulas serem bastante diversificadas, as normas existentes estabelecem níveis de iluminância mínimos, atribuindo a leitura como atividade principal nestes espaços.

Tabela 1 – Normas com valores de iluminâncias para escolas

Área	Atividade	NORMAS (VALORES EM LUX)				
		Brasileira ¹	Norte-Americana ²	Inglesa ³	Francesa ⁴	Alemã ⁵
Escolas	Salas de aula	250-500 lux	700 lux	300 lux	320 lux	250 lux
	Laboratórios	250-500 lux	1000 lux	500 lux	320 lux	500 lux
	Bibliotecas	250-500 lux	300-700 lux	300 lux	400 lux	500 lux

Legenda:

- 1- NB-5413 da ABNT, Iluminamentos de interiores;
- 2- IENA, Illuminating Engeneering Society, New York
- 3- IES, Code for interior lighting, Inglaterra
- 4- Association Française de L'éclairage (AFE). Recomendations relatives à l'éclairage interieur, 1971
- 5- DIN 5035, Innenraumbeleuchtung Mit Kunstlichem Licht, 1971

No Brasil a norma de iluminância de interiores NBR- 5413 , determina como valores médios para atividades em sala de aulas 300 lux no plano horizontal e de 500 lux para a área do quadro negro, no plano vertical. Os valores de iluminâncias podem variar bastante com as normas técnicas de cada país.

O conforto visual dos alunos deve ser o objetivo principal do projeto de iluminação para salas de aula. Sabe-se que para alcançá-lo, além de suprir as normais de valores médios de iluminâncias é importante controlar os riscos de ofuscamento, principalmente no plano do quadro e das carteiras escolares.

1.3 Atividades Visuais em Salas de Aula

Nas salas de aula, as diferentes atividades visuais desenvolvidas requerem um tipo ou níveis de iluminação diferenciados que devem suprir as expectativas dos usuários em relação a esta iluminação. Estas atividades podem ser relacionadas e analisadas de acordo com suas prioridades e freqüências podendo ocorrer de forma simultânea em diferentes planos de trabalho.

Tabela 2 – Atividades desenvolvidas em sala de aula

Atividades	Leitura na mesa	Leitura no quadro	Escrita na mesa	Desenho	Atividades com eq. Áudio visuais	Conferências
Plano de Trabalho	Horizontal	Vertical	Horizontal	Horizontal	Vertical	Horizontal/Vertical
Tipo de iluminação	Geral / localizada	Local / direcional	Geral / Localizada	Direcional/ localizada	localizada	Geral / local
Direção	Perpendicular / obliqua	obliqua	Perpendicular/ obliqua	Obliqua / Perpendicular	Obliqua/ indireta	Perpendicular/ Obliqua/ indireta

1.4 Sistema de iluminação artificial suplementar

A iluminação artificial pode ser determinante para o desenvolvimento da qualidade da iluminação interna das edificações, principalmente nos períodos de não disponibilidade de incidência da luz natural, como a noite, período no qual ela passa a ser a fonte principal de iluminação. Durante o dia, pode funcionar como fonte suplementar a luz natural, gerando maior economia de energia e auxiliando na complementação dos níveis de iluminação. Segundo Vianna & Gonçalves (2001), na maioria dos casos, um edifício é incapaz de suprir os níveis de iluminação somente com a luz natural. Utiliza-se então, da iluminação artificial que se empregada com critério, torna-se um apoio fundamental para a iluminação natural.

Em ambientes com janelas, a luz do dia muitas vezes não é suficiente para proporcionar uma iluminação adequada para o interior. A iluminação natural deverá ser complementada pela luz artificial. Segundo HOPKINSON (1975) a iluminação suplementar deve ter um nível suficientemente alto para estabelecer um equilíbrio de adaptação entre as partes mais iluminadas do ambiente perto da janela e as artificialmente iluminadas nas partes mais distantes daquela. Esse nível é determinado não necessariamente somente pela tarefa visual a ser desenvolvida na região remota do ambiente, mas pela sensação subjetiva de ajuste de contrastes.

Um projeto de iluminação artificial que vise a integração com a iluminação natural pode gerar menor desperdício de energia e maior qualidade visual aos seus usuários. O levantamento dos níveis de iluminação exigidos para o desenvolvimento das atividades a serem executadas no ambiente

deve ser feito, além da pertinente escolha dos componentes do sistema artificial, como tipos de lâmpadas, luminárias, posicionamento, sistema de acionamento e outros que influenciarão na integração com o sistema de iluminação natural.

2 OBJETIVO

Proposta de um sistema de iluminação artificial suplementar para sala de aula padrão da rede municipal de Florianópolis, através do emprego de luminárias dispostas de acordo com as zonas de iluminação estimadas e mais próximas do efeito da distribuição da luz natural no ambiente.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu em realizar levantamentos da sala de aula padrão da rede de ensino municipal de Florianópolis com o intuito de caracterizar a iluminação natural e artificial existente para posteriormente desenvolver nova proposta de iluminação artificial suplementar através de simulações computacionais, realizadas pelo programa Lightscape 3.2. A proposta foi baseada nas normas vigentes para atingir níveis de iluminâncias para a realização das atividades visuais de sala de aula.

Para avaliar a distribuição da luz natural pela aberturas laterais, foram determinadas zonas de iluminação. Estas zonas, agrupadas por valores próximos de iluminância, representaram áreas de análise que posteriormente influenciaram no desenho da iluminação artificial.

Em relação aos ambientes escolares, a definição destas zonas está quase sempre relacionada com a geometria e localização das aberturas. No estudo de caso observa-se que as janelas são unilaterais, permitindo a ocorrência de iluminâncias mais elevadas nas áreas adjacentes, e zonas mais sombrias próximas à parede oposta.

3.1 Zonas de iluminação

A iluminação artificial deve ser projetada para complementar a iluminação natural e não somente para substituí-la. Para o melhor desempenho da iluminação artificial, o ambiente poderá ser dividido em zonas de iluminação com nível de iluminâncias próximos, para que a iluminação artificial atenda a cada uma das zonas com acionamento independentes. Segundo Robbins (1986), a delimitação de zonas de iluminação diferenciadas, num mesmo ambiente interno, as quais são demarcadas de acordo com os níveis de iluminamento, podem representar áreas de análise que posteriormente influenciarão no desenho da iluminação artificial. Dentro de uma zona de iluminação, a razão entre a iluminância máxima e a iluminância mínima deverá ser sempre menor ou igual a 3:1, isto garantirá uma relação de contraste razoável. Esta recomendação poderá variar de acordo com a atividade visual que será desenvolvida na zona, nunca sendo superior a 9:1.

A definição das zonas está relacionada principalmente com a localização das aberturas, que determinarão a distribuição da luz natural no ambiente interno. No caso das salas de aulas, as aberturas unilaterais são mais comuns, empregadas com orientações variáveis. Este tipo de abertura fornece uma iluminação com índices maiores de iluminâncias nas áreas próximas à janela e valores menores nas áreas próximas à parede oposta. De acordo com os modelos de salas simulados por Souza (2003) com iluminação unilateral, há a ocorrência de quatro zonas de iluminação paralelas à parede que contém a janela. (ver figura 2). Para este tipo de iluminação, a orientação da fachada principal terá pequena influência sobre o tamanho das zonas (variação máxima de 5% da profundidade).

O procedimento para a determinação das zonas englobava a determinação das iluminâncias a cada hora (no período das 8:00 às 18:00hs) para cada parcela do plano de exame (75cm do piso). Identificou-se a iluminância mínima (Emin). As zonas da cada hora simulada tiveram os seguintes limites: Emin; 3xEmin., 9xEmin.; 27xEmin., 81xEmin e assim sucessivamente até atingirem a iluminância máxima do ambiente.

Tomando como exemplo um modelo de 6m x 8m, as zonas de iluminação ficariam segundo

a figura 2 de acordo com a distribuição proposta por SOUZA (2003):

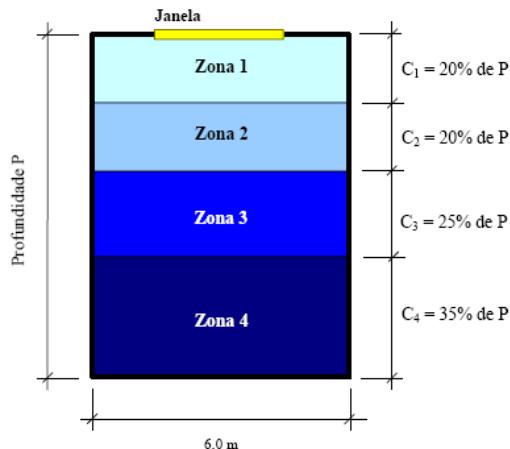


Figura 2 – Zonas de iluminação para modelo com abertura lateral (dados de SOUZA 2003)

Neste modelo a variação de iluminância estaria entre 4050lx a 50 lux. Neste caso, a divisão das zonas se daria da seguinte forma:

Zona 1 : de 1351 a 4050 lux; **Zona 2** : de 451 a 1350 lux; **Zona 3** : de 151 a 450 lux; **Zona 4** : de 50 a 150 lux.

Quanto maior o número de zonas, melhor será o controle da iluminação e maior a economia de energia. Porém os custos iniciais com a aplicação do projeto de iluminação artificial para todas as zonas torna-se maior, por isso é necessário estabelecer um equilíbrio entre custos aplicação e manutenção, desempenho e redução de energia para executar o projeto de iluminação artificial.

Baseado na divisão determinada por Souza (2003), foi estipulada a junção de duas zonas reduzindo o número de zonas de 4 para 2, obedecendo a proporção do autor. A primeira zona, junto à janela que corresponderia as Zonas 1 e 2 da distribuição feita por Souza (2003) e a segunda, englobando a área menos iluminada, equivalente as zonas 3 e 4. Resultando na proporção de 40% e 60% da profundidade da sala (P), conforme a figura 3.3.

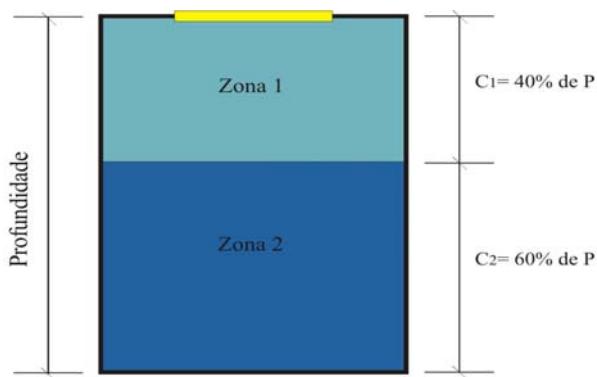


Figura 3 – Zonas de iluminação para sala de aula padrão com abertura lateral baseado no modelo de SOUZA (2003)

A redução do número de zonas para o estudo foi estipulada considerando os custos iniciais para a aplicação de iluminação artificial diferenciada para cada zona, visto que quanto maior o número de zonas, eleva-se os gastos com circuitos, acionamentos e manutenção.

Além disso, visualmente o usuário observa facilmente a diferença entre duas zonas principais, a da área mais clara próxima à janela e da mais escura na direção oposta, enquanto que a divisão entre as Zonas 1 e 2 e as zonas 3 e 4 pode passar despercebido ao olhar do usuário. A proposta é estabelecer uma iluminação artificial que não seja necessariamente uniforme, que poderia acompanhar a divisão destas duas zonas, considerando que a luz está distribuída de forma gradativa.

3.2 Iluminação Artificial Proposta

O modelo utilizado para realizar as simulações da iluminação proposta seguirá o padrão das escolas municipais da cidade de Florianópolis, com dimensões de 6,95 x 6,95m. A sala padrão escolhida localiza-se sempre no andar térreo das escolas, munidas de aberturas laterais, tipo de iluminação empregado também na rede estadual e em muitas escolas privadas.

O sistema de iluminação artificial proposto busca fornecer uma iluminação menos uniforme e mais próxima aos efeitos atingidos pela luz natural. Por isso foram feitas simulações com luminárias assimétricas, as quais fornecem uma iluminação obliqua ao plano de trabalho, assim com a iluminação fornecida pelas aberturas laterais durante o dia. (ver figura 4b).

A localização das luminárias segue a distribuição das zonas de iluminação, com circuitos independentes para cada fileira de luminárias, seguindo paralelamente a parede que abriga as janelas.

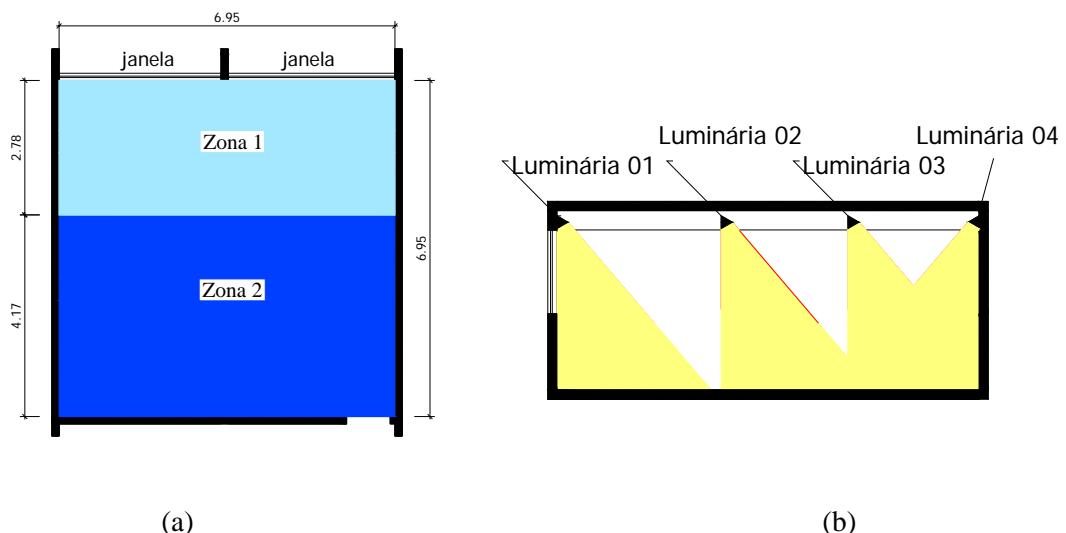


Figura 4 - (a) Planta baixa sala de aula padrão com divisão de zonas de iluminação. (b) Corte – posicionamento as iluminação artificial proposta.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Iluminação Artificial Existente

O sistema de iluminação artificial do modelo adotado é composto por luminárias fluorescentes simples(4x40W para cada luminária), de iluminação direta, sem a presença de aletas para reduzir a reflexão direta e distribuída em três circuitos com duas luminárias cada. A localização das luminárias e o acionamento dos circuitos não acompanha a distribuição da luz natural, ou seja não considera a maneira com que luz natural penetra no ambiente, funcionando de maneira independente a esta.

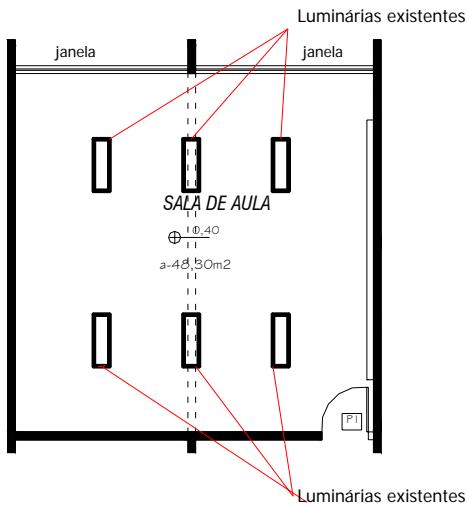


Figura 5 – Planta baixa com localização das luminárias existentes

A análise do sistema de iluminação artificial existente levantou os tipos de luminárias, de lâmpadas, sua localização e sistema de acionamento. Através das simulações, verificou-se que o sistema atendia os índices exigidos pela norma (entre 250 a 300lux para o plano horizontal), apresentando valores de iluminâncias mais elevados nos trechos 1,9 m e 4,00 m(ver gráfico 1),devido a localização das luminárias. Em geral fornecem uma iluminação entre 640 a 740 lux.

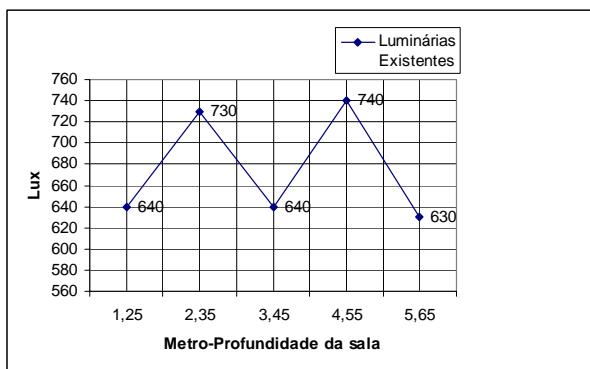


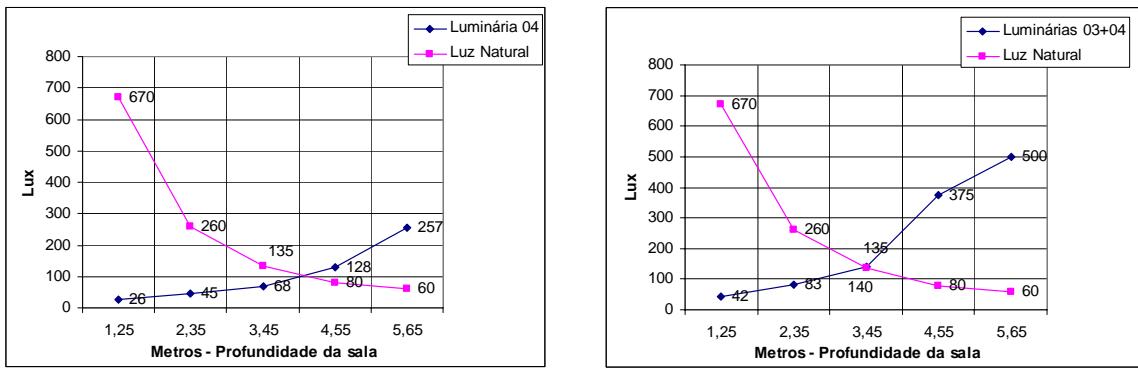
Gráfico 1 – Variação dos níveis de iluminação com luminárias existentes

4.2 Iluminação artificial Proposta

A proposta é complementar a iluminação fornecida pela luz natural, acionando primeiramente os pontos de luz da zona mais sombria e à medida que a iluminação natural diminuisse de intensidade os demais circuitos seriam acionados até que todos estivessem ligados, no período da noite.

Utilizando as luminárias com fotometria assimétricas, divididas em quatro circuitos, compostas por 2 lâmpadas fluorescentes de 32 w para cada luminária, foram realizadas simulações computacionais para analisar os índices de iluminâncias obtidos pelas luminárias.

Como o desenho da distribuição da luz natural é comum para todas as fachadas, apenas variando os valores de iluminâncias, optou-se por empregar a fachada Norte nas simulações, recomendada para salas de aula; com céu encoberto. O horário da simulação é de 10:00 hs da manhã visto que para esta fachada não há grande variação para o horário equivalente no período da tarde.



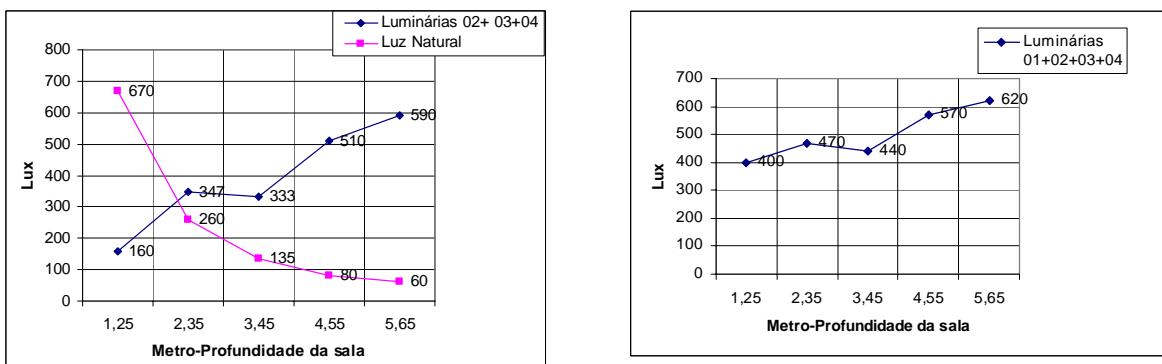
(a)

(b)

Gráfico 2 – Variação dos níveis de iluminação com luminárias 04 (a) Variação dos níveis de iluminação com luminárias 03 + 04 ligadas (b), ambas apresentam valores de iluminâncias da luz natural no horário das 10:00hs para a fachada Norte com céu encoberto.

De acordo com o gráfico 2a, onde somente as luminárias 04 estão acionadas, verifica-se que os índices de iluminâncias da iluminação artificial complementam ao da natural sendo inversamente proporcionais de acordo com a distância das aberturas. Observa-se também que mesmo somando os valores da iluminação artificial + natural entre as distâncias 2,60 a 5,00 metros os índices ficam abaixo de 300 lux, não satisfazendo a norma.

Com as luminárias 03 + 04 ligadas (gráfico 2b) os índices demonstram que em praticamente em todas as distâncias a iluminação da luz artificial + natural atendem ao nível desejado. O que comprova que para o plano horizontal os circuitos 03 e 04 fornecem uma iluminação complementar suficiente para o horário simulado.



(a)

(b)

Gráfico 3 – Variação dos níveis de iluminação com luminárias 02+03+04 (a) Variação dos níveis de iluminação com luminárias 01+ 02+ 03 + 04 (b), apenas o gráfico 2a apresenta valores de iluminâncias da luz natural no horário das 10:00hs para a fachada Norte com céu encoberto.

De acordo com o gráfico 3a , quando as luminárias 02 + 03+ 04 estão acesas, os índices de iluminâncias são elevados, sendo superiores ao de 300lux, a partir de 1,70 metros. Se considerarmos a luz natural conjuntamente com estas luminárias acesas se obtêm índices de iluminância elevados, suficientes para o desenvolvimento das atividades de sala de aula.

Quando a iluminação natural não estiver disponível, todas as luminárias estariam ligadas como demonstra o gráfico 3b, cuja curva de iluminância é semelhante a da luz natural, mas inversamente proporcional, fornecendo valores mais elevados na área mais distante das aberturas. Neste caso, considera-se a iluminação natural ausente, sendo o período noturno, já que todas as luminárias estariam ligadas.

De acordo com as simulações realizadas conclui-se que:

A iluminação natural pode atender os níveis de iluminação exigidos pela norma na área próxima a janela com até 2,20 de profundidade, o que corresponde a Zona 1 de iluminação, sem a necessidade de acionar a luz artificial para esta região. Os valores de iluminâncias decaem à medida que aumenta a profundidade da sala, o que evidencia a necessidade de uma iluminação suplementar.

Com o acionamento das luminárias 03 + 04 o nível de iluminância chega a 300lux na maioria dos pontos, ficando apenas abaixo na distância 2,9 m, considerando a incidência da luz natural.

Com as luminárias 02+03+04 ligadas todos os pontos recebem iluminâncias acima de 300lux, em todos os pontos, fornecendo uma iluminação obliqua ao plano de trabalho e complementando a iluminação natural.

Quando a luz natural não está disponível, a iluminação artificial proposta, com todas as luminárias ligadas atinge os índices superiores aos da norma, apresentando uma distribuição de iluminâncias parecida com o efeito de quando a luz natural penetra no ambiente, de maneira gradativa.

O emprego de luminárias com fotometria assimétrica pode reproduzir a distribuição de iluminação da luz natural, para aberturas laterais, e permitir a iluminação suplementar nas áreas mais afastadas das aberturas.

Recomenda-se para estudos posteriores a utilização de iluminação indireta com emprego de luminárias com diferentes fotometrias que possam oferecer, quando acionadas separadamente, uma iluminação indireta para a realização de atividades diferenciadas como a utilização de equipamentos áudio visuais.

5 REFERÊNCIAS

ABNT: Iluminância de interiores, NBR 5413. Associação Brasileira de Normas técnicas: Rio de Janeiro, 1991

ATANASIO, Veridiana.; FONSECA, Raphaela W.; LOPES, Aline C. de S. Estruturação do estágio de docência: Uma abordagem visual do fenômeno da Iluminação Natural. 2004. Trabalho apresentado na Disciplina Tópicos especiais em ensino de Conforto Ambiental, Curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CORREA, Sílvia R. M.. Luz Natural y Luz Artificial. Integración de sistemas y su aplicación en proyectos de escuelas. Tese de Doutorado, Universidade Politécnica da Catalunya. Espanha ,1998.

HESCHONG MAHONE GROUP. Daylighting in Schools: An Investigation Into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. San Francisco, Calif.: Pacific Gas and Electric Company, 1999.

HOPKINSON,R.G.;PETHERBRIGE,P. & LONGMORE, J. Iluminação Natural. Fundação Calouse Gulbenkin, Lisboa, 1975.

IES. Iluminating Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook- References and Applications, 8th edition, IESNA, New York, 1995.

IESNA Lingting Education, Intermediate Level, Iluminating Engineering Society of America, New York, 1993.

SOUZA, Marcos Barros de. Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica.Tese - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2003.

VIANNA, Nelson Solano & GONÇALVES, Joana Carla Soares. Iluminação e Arquitetura. Geros s/c LTDA, São Paulo, SP, 2001, 2^a ed.