

“AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DINÂMICOS E ESTÁTICOS DO CONFORTO LUMÍNICO EM SALAS DE AULA DO CENTRO DE TECNOLOGIA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA”

LUCENA, Mariana C. Melo Lucena (1);

NOME, Carlos Alejandro Nome (2)

1) Universidade Federal da Paraíba, Mestre em Arquitetura e Urbanismo

e-mail: marianacmlucena@gmail.com

(2) Universidade Federal da Paraíba, PhD

e-mail: carlos.nome@gmail.com

RESUMO

Este estudo tem como objetivo geral caracterizar o desempenho da iluminação natural e artificial como complemento da natural, visando identificar fatores que determinem ou contribuam para ocorrência de níveis inadequados de iluminância no interior das salas de aula. Para tal diagnóstico foram feitas simulações computacionais, onde os parâmetros dinâmicos foram extraídos a partir da utilização do software Daysim. Já os parâmetros estáticos ligados a luz artificial foram simulados a partir do software Apolux. Com isto concluiu-se que o rendimento da luz natural encontrado a partir das simulações se dá pelo fato da profundidade das salas de aula analisadas comprovando a necessidade de complementação com sistema de iluminação artificial.

Palavras-chave: iluminação natural, iluminação artificial, simulação computacional.

ABSTRACT

This study has the general objective to characterize the performance of natural and artificial lighting to complement the natural, to identify factors that determine or contribute to the occurrence of inadequate levels of illuminance inside the classrooms. For such a diagnosis computer simulations were made, where the dynamical parameters have been extracted from the use of Daysim software. Already the static parameters linked to artificial light were simulated from Apolux software. With this it was concluded that the efficiency of natural light found from the simulations is partly because of the depth of the classrooms analyzed to show the need to supplement with artificial lighting.

Keywords: daylight, artificial light, illuminance, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa estuda o conforto visual, objetivando identificar condições básicas de desempenho da iluminação natural e artificial complementar nas salas de aula do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

Kowaltowski (2013) afirma em seu livro que o ambiente físico dos espaços educacionais é, por essência, o local de desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, onde 20% da população passa grande parte do dia. Sendo assim, torna-se pertinente levantar a discussão sobre o impacto dos elementos que compõem a arquitetura responsáveis por criar condições ambientais adequadas de forma que sejam facilitadoras do processo de ensino e aprendizagem.

As condições ambientais mencionadas por Kowaltowski, de acordo com a organização EFL (Educational Facilities Laboratories) são: qualidade do ar, temperatura, umidade, ventilação,

iluminação e acústica de salas de aula (GROSS; MURPHY, 1986). Nesta pesquisa serão abordadas as questões relacionadas à iluminação – essencial na concepção projetual, partindo do pressuposto de que a grande maioria das atividades produtivas são tarefas visuais que necessitam de quantidade e qualidade de luz, podendo ser natural, artificial ou a combinação das duas. Tendo como objeto de estudo as salas de aula localizadas no Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Partindo-se da hipótese de que os orientação solar janelas, layout interno e entorno favorecem baixos níveis de conforto luminoso nas salas de aula do CT da UFPB.

Em se tratando de ambientes educacionais em estudos feitos na década de 70, já se diagnosticou que ao elevar o nível de iluminação de um local de trabalho de 90 para 500 lux, ocorreu um aumento médio de 15,9% na memória, 9,4% no raciocínio lógico e de 5% na eficiência e rapidez para a realização de cálculos matemáticos (VERDUSSEN, 1978). Isto se dá pelo fato dos olhos serem órgãos receptores de ondas de luz que e as convertem em impulso nervoso até chegar ao cérebro (KROMER; GRANDJEAN, 2005). O sistema visual completo controla cerca de 90% de todas as nossas atividades da vida diária, e é especialmente importante em muitos trabalhos, dentre os quais enquadra-se as atividades exercidas dentro da sala de aula.

A iluminação dos ambientes educacionais devem possuir sistemas que proporcionem um ambiente visual confortável e adequado de acordo com uma variedade de atividades que serão desenvolvidas em cada uma das unidades que compõem o estabelecimento de ensino (IDAE, 2001).

De modo geral, existem, de acordo com as normas NBR ISO 8995-1:2013 e IESNA (2000), três fatores básicos de desempenho que devem ser levados em consideração em relação às condições de iluminação em ambientes educacionais, satisfazendo os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos:

- **Níveis adequados de iluminância:** O valor recomendado pela NBR ISO 8995-1:2013 é de 500 lux no plano de trabalho e 300 lux no entorno imediato, sendo observado pela norma que a iluminação seja controlável. A IESNA (2000) recomenda de 300-500 lux as iluminâncias das salas de aula.

A refletância das superfícies podem afetar significativamente a quantidade de iluminação necessária para trazer os níveis de iluminação exigidos em um espaço interior.

A IESNA (2000) recomenda que as refletâncias das:

- **Paredes**, incluindo quadros e lousas, devem ter superfícies não especulares e luminância de pelo menos metade das do teto: 40 a 60% (30-80%, NBR ISO 8995-1:2013);
- **Teto** deve ser reflexivo (branco) e não especular. Elemento mais importante na reflexão de luz para baixo em direção ao plano de trabalho: 70-90% (60-90%, NBR ISO 8995-1:2013);
- **Pisos** também devem ser não especulares: 30-50% (10-50%, NBR ISO 8995-1:2013);
- **Plano de trabalho:** 20-60% (NBR ISO 8995-1:2013).
- **Ausência de ofuscamento:** Para IESNA (2000), o brilho das várias superfícies no campo normal da visão deve ser mantido dentro dos limites aceitáveis para um bom desempenho visual e conforto, ou seja, em uma sala de aula as luminâncias das superfícies não deverão ser muito diferentes daqueles da tarefa visual. A luminosidade de qualquer plano normalmente visto diretamente não deve ser maior do que cinco vezes a luminosidade da tarefa (IESNA, 2000). De forma que a mudança do olhar para o livro e para o quadro aconteça de modo que o tempo de adaptação da visão seja reduzido, ou seja, é necessário um período de tempo para o olho ajustar-se à nova situação (IESNA, 2000).

A partir disto as salas de aula do Centro de Tecnologia da UFPB serão analisadas quanto aos fatores básicos de desempenho da luz que abordam tanto aspectos quantitativos (níveis de iluminância) quanto qualitativos (refletância dos materiais, uniformidade e ofuscamento).



Os aspectos quantitativos estão relacionados as medidas de desempenho dinâmica da luz natural as quais, de acordo com Albuquerque e Amorim (2012), baseiam-se em dados de radiação solar anual para um local específico, provenientes de um arquivo climático gerado por meio de simulação computacional. São elas: Fator de luz do dia (FLD)/ Daylight Factor; Autonomia da luz natural (ALN)/ Daylight Autonomy; Iluminância natural útil (INU)/ Useful Daylight Illuminance. Para esta pesquisa serão utilizados o FLD que de acordo com Reinhart e Weissman (2012) é a mais antiga métrica de disponibilidade da luz do dia, definida em porcentagem, como a relação entre a iluminância dentro do espaço e a iluminância do meio externo, nos termos do padrão CIE de céu encoberto; e a ALN é uma medida baseada em um clima definido que corresponde à porcentagem de horas (do ambiente ocupado) em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor estipulado como padrão para as atividades do ambiente, possibilitando autonomia da iluminação natural em relação à luz artificial (NABIL; MARDALJEVIC, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar o desempenho da iluminação natural e artificial complementar, visando identificar fatores que contribuam ou não para o conforto lumínico, nas salas de aula do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

2.2. Objetivos Específicos

- Descrever o objeto de estudo quanto à orientação solar, revestimentos internos utilizados, entorno e layout interno;
- Avaliar os aspectos quantitativos da luz natural e artificial complementar: autonomia da luz natural (natural), fator de luz do dia (natural) e luminância estática (artificial);
- Avaliar os aspectos qualitativos da luz natural e artificial complementar: uniformidade, ofuscamento, contrastes e eficiência luminosa;

3. MÉTODO

O presente estudo classifica-se do ponto de vista da sua natureza, de acordo Silva e Menezes (2000), como uma pesquisa aplicada, pois “objetiva gerar conhecimento para aplicação prática e dirigido a soluções de problemas específicos” (SILVA; MENEZES, 2000, p. 20).

Primeiramente, foi feita a definição da situação de trabalho, ou seja, a caracterização do objeto de estudo através de observações feitas *in loco* das salas de aula dos blocos J e M do CT da UFPB onde foram levantadas informações referentes à caracterização do entorno, à dimensão da sala de aula, orientação solar, tamanho das aberturas, materiais utilizados nas paredes, piso, teto, esquadrias, carteiras e quadro, tipo de luminária e lâmpada utilizada, bem como sua distribuição.

De posse dessas informações, partiu-se para a avaliação do conforto visual, realizada em duas etapas: primeiramente, foram feitas simulações computacionais dinâmicas junto ao software Daysim, para obtenção das disponibilidades do FLD e ALN no interior das salas de aula. As simulações foram realizadas com base em um arquivo de pontos feito de acordo com as recomendações da NBR 15:215-4:2005. Partiu-se do princípio de que a sala de aula é ocupada de segunda à sexta-feira, das 8h:00min às 18h:00min, (horário este em que se tem disponibilidade de luz natural na cidade de João Pessoa, PB), resultando em um total anual de 8764.1h de ocupação. Para a execução da tarefa foi considerada a iluminância mínima recomendada pela norma nacional (NBR ISO 8995-1:2013) de 500 lux. Utilizou-se como base o arquivo climático da cidade de João Pessoa, formatado pelo professor

Maurício Roriz é disponível no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (LABEEE – UFSC).

Em seguida, a partir do FLD foram definidas as zonas de iluminação, de acordo com a técnica utilizada para integrar a iluminação artificial com a natural denominada Iluminação Artificial Suplementar Permanente para Interiores – IASPI que propõe a divisão do ambiente em zonas de diferentes níveis de iluminância (iluminação natural), mostrando onde há necessidade do uso da iluminação artificial suplementar à luz natural para a execução de determinada tarefa (MOORE, 1993). Foi utilizada a recomendação para divisão da zonas apresentada por Robbins (1986) a partir da proporção de 3:1, ou seja, dentro de uma zona não deve haver diferença entre os valores mínimos e máximos de 3 vezes o valor mínimo, com isso garante-se um razoável e confortável raio de contraste para o olho humano (ROBBINS, 1986).

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização do objeto de estudo

O objeto de estudo desta pesquisa são as salas de aula do bloco J e M do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Dentre os centros existentes no Campus I, o centro de tecnologia é composto por um total de 22 blocos (Figura 03), dentre os quais, 10 deles possuem 68 salas de aula padrão, compostas por carteiras e quadro.

Figura 01 - Implantação Centro de Tecnologia UFPB



FONTE: Prefeitura da UFPB, editado pela autora.

Os blocos J e M são de tipologia térrea mais dois pavimentos (Figura 02), dentre os quais são compostos por um total de dezesseis salas de aulas de 7,00m x 8,00m de dimensão, com abertura bilateral de 1,60cm de altura e largura de 7,00cm, recuada 1,90cm da fachada sul e protegidas por brises horizontais e abertura com cobogós com 0,40cm de altura e largura de 6,00cm orientadas para norte. As aberturas (por sala) totalizam 60% de aproveitamento de fachada, sendo as mesmas tipo basculante em alumínio e vidro com película fumê (Figura 03).



Figura 02 - Vista fachada sul blocos em análise



FONTE: Acervo pessoal, 2014.

Figura 03 - Esquadria sala de aula bloco J e vista dos brises horizontais.



FONTE: Acervo pessoal, 2014.

Na porção interna das salas de aula as paredes são emassadas e pintadas na cor branca, o piso é do tipo granilite, na cor cinza e o teto é na cor branca (Figura 04). O quadro é em vidro, com acabamento jateado e está fixado na parede paralela à janela (Figura 06). As carteiras possuem encosto, assento e prancheta em polipropileno azul (Figura 04). Ver tabela 01 com as refletâncias, absorvências e transmitâncias dos materiais mencionados acima.

Tabela 01 – Caracterização das superfícies.

Superfície	Refletância	Absortância	Transmitância	Fonte
Vidro	0,06 - 0,08	0,04 - 0,02	0,8 - 0,9	PEREIRA e SOUSA, 2005
Gesso	0,8 - 0,9	0,2 - 0,1	-	PEREIRA e SOUSA, 2005
Concreto	0,4 - 0,5	0,6 - 0,5	-	PEREIRA e SOUSA, 2005
Madeira	0,15 - 0,50	0,85 - 0,50	-	PEREIRA e SOUSA, 2005
Pintura branca	0,8	0,2	-	PEREIRA e SOUSA, 2005
Piso interno	0,30	-	-	REINHART, 2010
Teto interno	0,84	-	-	REINHART, 2010
Azul royal	0,32	0,68	-	CASTRO, et al, 2003



Figura 04 - Foto Interna Sala de Aula. Parede em assada e pintada na cor branca e piso em granilite



Fonte: Acervo pessoal, 2014.

No que diz respeito ao sistema de iluminação artificial, em todas as salas estão instaladas fluorescentes tubulares T8 de 40W, em luminária de sobrepor sem refletor, distribuídas em 2 circuitos de ascendimento conforme.

Em termos construtivos, os blocos analisados não apresentam nenhuma diferença, sendo apenas o entorno o fator de alteração. O entorno do bloco J é composto a sul por outra edificação de mesma tipologia (Figura 05) e o entorno do bloco M, possui a sul edificação de tipologia térreo mais um pavimento (Figura 05).

Figura 05 - Edificação a sul do bloco J (esquerda) e edificação a sul do bloco M (direita).



Fonte: Acervo pessoa, 2014.

4.2. Análise

A princípio, foi feito o diagnóstico de acordo com a situação encontrada in loco. Os resultados obtidos através das simulações computacionais foram analisados em duas partes. Na primeira, é realizada a avaliação quanto ao fator de luz do dia e a autonomia da luz natural, em que falamos sobre porcentagem de horas de uso em que a luz natural atinge aos valores pré-estabelecidos de acordo com a norma vigente para todas as situações encontradas. A partir desse diagnóstico, são propostas zonas de iluminação a partir do método IASPI, que com base no fator de luz do dia mínimo encontrado definiu-se a partir dos limites $3 \times \text{FLD}_{\text{min}}$, $9 \times \text{FLD}_{\text{min}}$ e $27 \times \text{FLD}_{\text{min}}$ a faixa de cada zona de iluminação.

A partir de agora será descrita a análise de bloco, quanto às variáveis FLD e ALN, bem como quantidade de zonas estabelecidas em cada bloco de acordo com os limites mencionados anteriormente.



4.2.1. Atual situação

Pode-se observar que o layout das salas de aula não está posicionado em concordância com as recomendações para ambientes educacionais. Observa-se que o layout existente nas salas de aula dos blocos em análise não aproveita a luz natural que entra no espaço devido ao posicionamento das carteiras em relação à abertura: paralelo a janela – layout este que o próprio usuário ao utilizar gera sombra sobre o plano de trabalho (KOWALTOWSKI, 2011). As tarefas visuais devem ser locadas de modo a evitar ofuscamento, preferencialmente de forma que a iluminação venha lateralmente ou de cima (ALVES, 2011). O segundo fator é o posicionamento do quadro paralelo à janela, que resulta em ofuscamento refletido.

As refletâncias dos materiais utilizados na parede, piso, teto e plano de trabalho encontram-se de acordo com as recomendações para ambientes escolares (Tabela 02). Contudo, indica-se que não haja superfícies especulares – os ambientes estudados não atendem a esse quesito, pois possuem o quadro em vidro (material especular) com película branca, ponto este na sala de aula que gera o ofuscamento refletido, ou seja, quando uma superfície reflete a luz de uma fonte de luz nos olhos do observador (CHING, 2006).

Tabela 02 – Comparativo entre refletância dos materiais na situação atual e os recomendados pela NBR ISO 8995-1:2013.

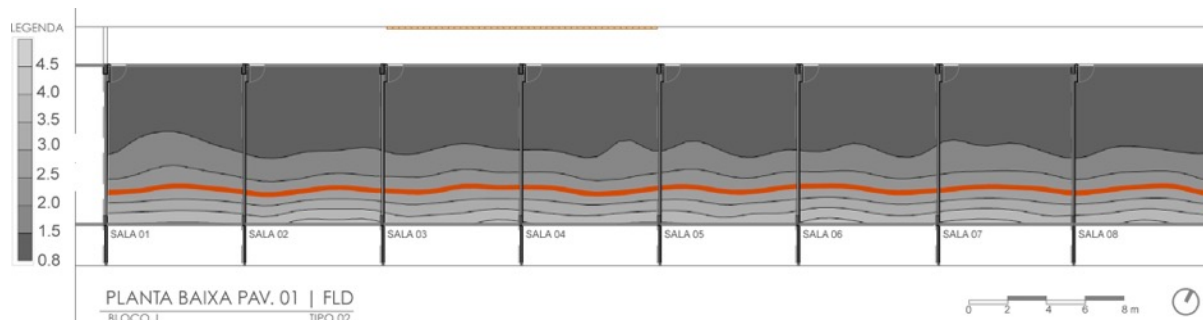
Aplicação	Situação	Recomendado (NBR ISO 8995-1:2013)
Parede	80%	30 - 80%
Piso	30%	30 - 50%
Teto	80%	30 - 50%
Plano de trabalho	32%	20 - 60%
Quadro	8%	Mais que 20%

No primeiro pavimento do bloco J, foram analisadas todas as salas de aula (08 unidades). De acordo com os parâmetros adotados (3xFLDmin), as salas de aula apresentam duas zonas que correspondem ao FLD de 0,8 até 2,5 e aos valores acima de 2,5: a zona 01 está distante 2,00m da abertura; a zona 02 corresponde aos 6,00m restantes da dimensão total da sala (Figura 06). Com as dimensões das zonas definidas, foi possível interpolar esses dados no gráfico de ALN (Figura 07).

De acordo com as simulações, a ALN para as salas do bloco J (1º pav.) varia entre 26% a 46%. O que significa dizer que nos outros 54% a 74% do tempo, a luz natural não atinge o valor recomendado pela NBR 8995-1:2013 de 500 lux. Com isso, podemos dizer que a zona 01 necessitará de 60% das horas de uso de complementação da iluminação natural com um sistema de luz elétrica bem como a zona 02 de 65-75% das horas.

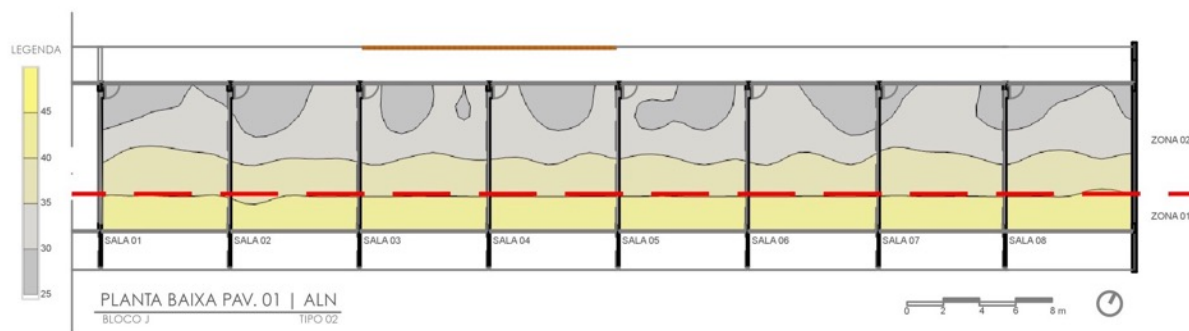


Figura 06 - FLD. Definição das zonas, bloco J (1º pav.).



Fonte: LUCENA, 2015.

Figura 07 - ALN, bloco J (1º pav.).

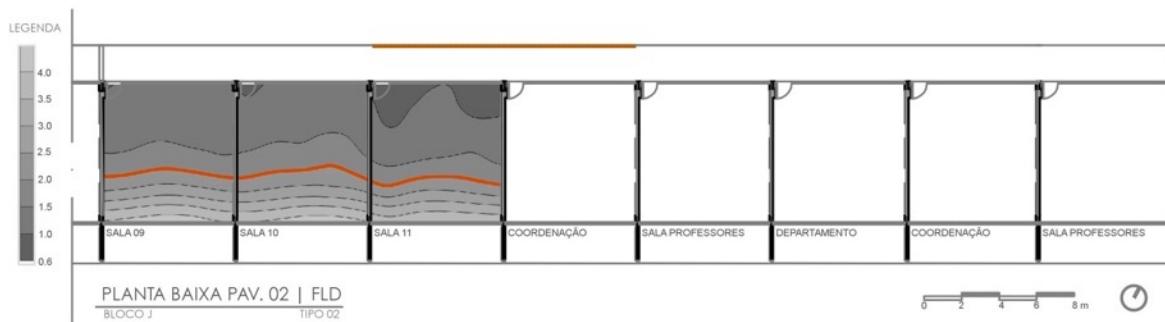


Fonte: LUCENA, 2015.

Há uma repetição do comportamento da luz em todas as salas (sala 01 a 08), em que na proximidade da janela (zona 01) estão os maiores níveis de aproveitamento da luz natural e à medida que se distancia dela esse percentual diminui.

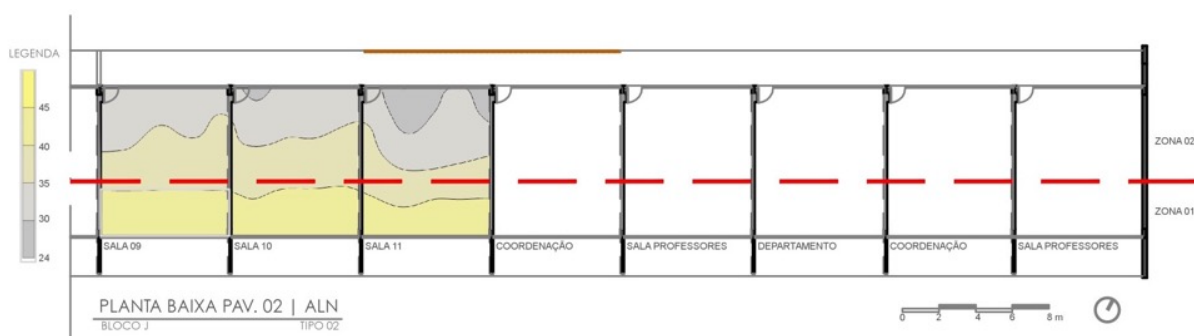
No segundo pavimento do bloco J, há um total de 03 salas de aula que se comportaram de forma semelhante as salas do pavimento térreo. A ALN é de 24% a 43%. A partir do método de divisão de zonas obteve-se a faixa da zona 01 a 3,00m de distância da abertura, apesar do FLD ter sido de menor valor, a luz penetrou 1,00m a mais (Figura 08). No entanto, tal diferença, ao ser espelhada do gráfico de ALN, não reflete grandes mudanças. A zona 01 continua correspondendo à faixa que necessita de 60% das horas de uso com complementação da luz natural, porém abrangendo uma área maior em comparação com a zona 01 do bloco J (1º pav.) e a zona 02 a faixa que precisa de 65-75% de horas complementadas (Figura 09).

Figura 08 - FLD. Definição das zonas, bloco J (2º pav.).



Fonte: LUCENA, 2015.

Figura 09 - ALN, bloco J (2º pav.).



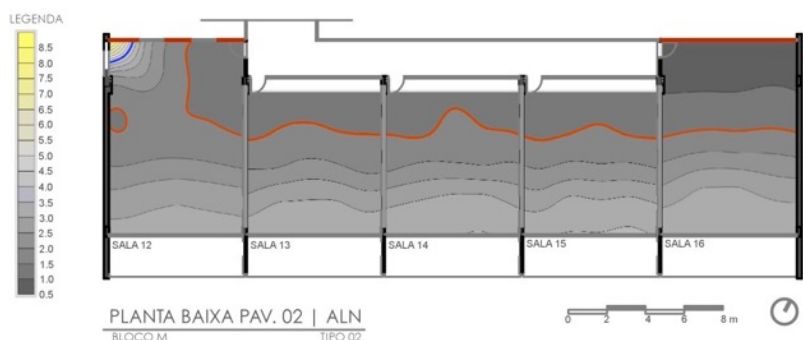
Fonte: LUCENA, 2015.

No bloco M, as 04 salas de aula analisadas estão restritas apenas ao segundo pavimento. De acordo com as simulações, o tempo disponível de aproveitamento da luz natural útil é de 17% a 45% do total de horas de ocupação. A partir da Figura 13 é possível observar que há uma repetição do comportamento da luz ao longo das 04 salas, no entanto, na sala 12, devido à existência de uma janela adjacente (sala 12), há uma quantidade maior de luz na porção próxima à abertura. Fator este que acarretou de acordo com FLD em três zonas.

A distribuição das zonas nessas salas acontece em proporções diferentes. A zona 01 tem 5,00 m de profundidade e corresponde a ALN de 40-35%. Já a zona 02 abrange a porção central das salas de aula, com ALN variando entre 35-17% (Figura 11). A terceira zona que corresponde à parte próxima à janela lateral foi considerada como sendo parte da zona 01, por ter mesma ALN.

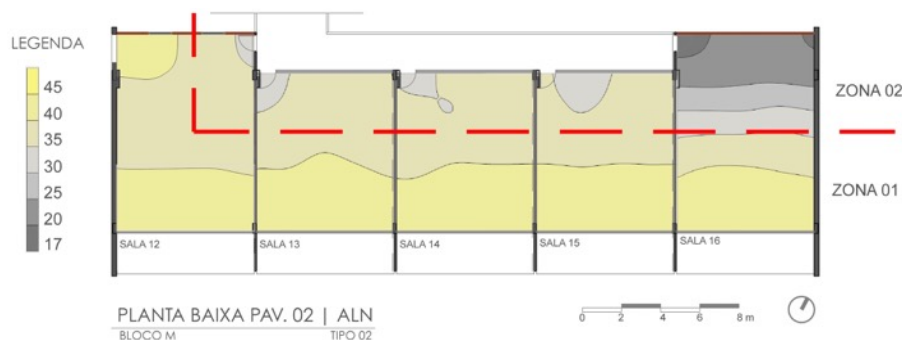
Vale ressaltar que a área da faixa referente à zona 01 corresponde a 23,70m². Damos crédito a essa maior permeabilidade da luz natural devido ao entorno ser diferente do bloco J. A edificação vizinha é de tipologia térrea mais um pavimento, diferentemente da do bloco J que é de tipologia térrea mais dois pavimentos.

Figura 10 - FLD. Definição das zonas, bloco M.



Fonte: LUCENA, 2015.

Figura 11 - ALN, bloco M.



Fonte: LUCENA, 2015.

Com isso pode-se dizer que nas salas de aula com aberturas orientadas no sentido sul o aproveitamento da luz natural é mediano, ou seja, valores que não atingem nem 50% do tempo de utilização apenas com a luz natural.

Ao contrastar os resultados dos blocos do tipo 02, observa-se a influência do entorno. As salas de aula do bloco M estão localizadas na mesma altura que as do bloco J (segundo pavimento), com aberturas voltadas para mesma orientação solar, mesmo layout interno, mesmos materiais utilizados. A única diferença entre elas é o entorno, o qual influenciou em maior permeabilidade da luz natural nas salas de aula do bloco M do que o J, fato este constatado a partir da observação da dimensão da profundidade da zona 01 nas salas do bloco J que é menor que as do bloco M. Acredita-se que isso se dê devido à existência de edificação na porção frontal do bloco M ser mais alta que as do entorno do bloco J. Fato este que potencializa a luz a partir da reflexão na edificação vizinha do que em relação ao telhado em concreto sem manutenção ou limpeza da edificação térrea do entorno do bloco J. Ponto este positivo no que concerne a níveis de iluminância, já que a zona 01, onde se tem maior quantidade de luz, possui maior dimensão em uma sala que em outra.

Ainda em relação ao estudo comparativo do blocos do tipo 02, constatou-se que a altura do pavimento em que a sala está localizada interfere ativamente na ALN, ou seja, quanto mais alto for o ambiente mais permeabilidade a luz terá dentro do espaço. Tal conclusão justifica-se pelos resultados obtidos no bloco J. As salas de aula do pavimento 01 e 02 possuem ALN semelhantes porém as localizadas no segundo pavimento possuem maior permeabilidade da luz natural que as que estão no primeiro, fato este constatado pela profundidade da zona 01 na sala do segundo pavimento ser maior que a profundidade das do primeiro pavimento. Sendo também este um ponto positivo no que diz respeito à quantidade de luz contudo, tal fato influenciou negativamente a uniformidade, pelo mesmo fator apontando anteriormente,

maior quantidade de luz na proximidade da abertura, porém os valores mínimos permanecem constantes.

5. CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados e das diferentes situações encontradas, pôde-se comprovar a hipótese de que as variáveis entorno e layout interno favorecem a obtenção de baixos níveis de conforto luminoso no interior das salas de aula do bloco J e M do CT, na UFPB. Acrescentamos a essas variáveis outro fator que influenciou no comportamento da luz – a altura do pavimento em que a sala está localizada, como foi comprovado nas salas de aula do bloco J.

Pode - se concluir que as salas de aula dos blocos J e M do centro de tecnologia da Universidade Federal da Paraíba possuem em todos os casos autonomia da luz natural inferior a 45%. Ou seja a maior parte do tempo de utilização (55%) a luz natural não alcança aos níveis de iluminância estabelecidos pela norma.

O rendimento da luz natural encontrado a partir das simulações se dá pelo fato da profundidade das salas de aula analisadas, a a luz não penetra com mesma intensidade ao longo de todo o ambiente. Com isso atesta-se a necessidade de complementação com sistema de iluminação artificial. No entanto a partir das análises feitas in loco pode-se dizer que o sistema de iluminação utilizado está obsoleto e ineficaz, diante das lâmpadas, luminárias e distribuição dos circuitos. Com isso recomenda-se a atualização de lâmpadas e luminárias, mais eficientes, que estejam distribuídas a partir das zonas definidas, bem como a utilização de um sistema de controle da luz dimerizável onde a intensidade da luz é controlada a partir das informações captadas por fotocélulas que captam a quantidade de luz natural existente no ambiente, resultando em menor gasto de energia, pois luzes quando estariam acessas ficarão apagadas e vice e versa, maior conforto visual, pelo equilíbrio lumínico entre quantidade de luz existente e necessária e maior vida útil dos equipamentos instalados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Manoel Rodrigues. **Manual de ambientes didáticos para graduação**. São Carlos, Suprema Gráfica e Editora, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5461:1991: Iluminação**. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 15.215-2:2005: Iluminação Natural - Parte 2: Procedimento de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15.215-3:2005: Iluminação Natural - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15.215-4:2005: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Rio de Janeiro, 2004.



_____. **NBR ISO 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho parte 1: Interior.** Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Decreto Presidencial 4.131** de 14 de fevereiro de 2002. Brasília, DF.

CASTRO, G. N. de. **Componente de condução da luz natural em edifícios multifamiliares.** João Pessoa, PB: Dissertação, UFPB, 2013.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura de Interiores Ilustrada.** Porto Alegre, Ed. Bookman, 2006.

EDWARDS, L. T., TORCELLINI, P. **A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants.** Colorado: National Renewable Energy Laboratory, 2002.

ETAIO, B. et al. **Standard specifications, layouts and dimensions: Lighting systems in school.** Nottingham: Departament for Children, Schools and Families, 2007.

FIALHO, Francisco e SANTOS, Neri. dos. **Manual da análise ergonômica no trabalho.** Curitiba, Editora Gênese, 1995.

GROSS, R.; MURPHY, J. **Educational change and architectural consequences.** Nova Iorque: Educational Facilities Laboratories, 1968.

IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. **Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación.** Centros docentes. Madri, 2001.

INTERNATIONAL LIGHTING HANDBOOK. **The IESNA lighting handbook.** New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

KOWALTOWSKI, D. C. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino.** São Paulo: Oficina de textos, 2013.

KROMER, K.H.E., GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem.** Porto Alegre: Bookman, 2005.



MARDALJEVIC, J. & NABIL, A. **Useful daylight illuminance: a new paradigm to access daylight in buildings**. Lighting Research & Technology, vol. 37, no 1. 2005.

MELO JUNIOR, 2012. **Apostila de Ergonomia**. Pós-Graduação Segurança do Trabalho. João Pessoa: IESP, 2012.

MORAES, L. N. **Estudo comparativo de sistemas de iluminação artificial com diferentes luminárias considerando a disponibilidade de luz natural**. Florianópolis: UFSC, 2012.

NETO, Egydio Pilloto. **Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho**. São Paulo: Livraria Ciência e Tecnologia Editora Ltda, 1980.

PEREIRA, F. O. R., SOUSA, M. B. **Apostila Conforto Ambiental - Iluminação**. Florianópolis: UFSC, 2005

REINHART, C. F. **Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design**. Cambridge: Harvard University, 2010.

SILVA, M. L da. Luz, **Lâmpada e Iluminação**. Porto Alegre: M. L. da Silva, 2002.

VERDUSSEN, Roberto. **Ergonomia: A racionalização humana do trabalho**, Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1978.

