



## **AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM SALAS DE AULA COM AUXILIO DO DESIGN BUILDER: ESTUDO DE CASO**

**Paula Sardeiro (1); Rosana Bacicheti Gonçalves (2)**

(1) Arquiteta, Professora do Departamento de Engenharia Civil, pssvanderlei@uem.br  
Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, Maringá-PR

(2) Arquiteta, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, robacicheti@gmail.com

### **RESUMO**

A concepção do projeto arquitetônico de ambientes de ensino deve levar em consideração o conforto ambiental, neste artigo foi estudado o conforto lumínico das salas de aula. Diferentes procedimentos de pesquisa nesses ambientes têm sido utilizados para a avaliação do conforto, dentre eles a coleta de variáveis lumínicas *in loco*; o emprego de propostas e estratégias que possam ser utilizadas no projeto arquitetônico para aprimorar o conforto; a previsão do comportamento da edificação em *softwares*. Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar o desempenho lumínico de três salas de aula voltadas para a orientação cardinal Noroeste no câmpus da Universidade Estadual de Maringá. Para isso, o trabalho foi dividido em duas etapas que compreenderam a avaliação do desempenho lumínico *in loco* e a simulação de modificações construtivas no *software* Design Builder. Foi constatado que a sala 102 do bloco D67 apresentou iluminâncias mais altas em razão de seus aspectos construtivos e do seu entorno mais desobstruído. Foi verificado, ainda, que as proteções solares analisadas no *software* trouxeram melhorias em relação à distribuição mais uniforme de iluminâncias.

Palavras-chave: conforto lumínico, sala de aula, simulações.

### **ABSTRACT**

The conception of the architectural design of educational environments should consider the environmental comfort, in this article was studied the luminous comfort of the classrooms. Different research procedures in these environments have been used for the evaluation of comfort, among them the collection of luminous variables *in loco*; the use of proposals and strategies that can be used in the architectural design to improve comfort; the prediction of the behavior of building in software. The main objective of this research was to evaluate the luminous performance of three classrooms aimed at the orientation of the Northwest in the campus of the State University of Maringá. For this, the work was divided in two steps that included the evaluation of luminous performance *in loco* and the simulation of design modifications in the software Design Builder. It was found that room number 102 of block D67 showed higher illuminances because of its constructive aspects and its more unobstructed surroundings. It was also verified that the sunscreens analyzed in the software brought improvements in relation to the more uniform distribution of illuminances.

Keywords: luminical comfort, classroom, computer simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

O conforto ambiental tem sido avaliado por diversos pesquisadores da área acadêmica, por meio de diferentes procedimentos. Ele pode ser analisado:

- Em ambientes já construídos, em estudos de campo *in loco*.
- Em fases de concepção, ao propor estratégias de melhoria de situações projetuais.
- Em *softwares*, ao prever o comportamento da edificação em relação à economia de energia e ao conforto e desempenho lumínico.

Muitas dessas pesquisas foram desenvolvidas contemplando ambientes escolares ou de trabalho, levando em consideração que esses são ambientes que exigem um adequado nível de iluminação para o desenvolvimento das tarefas. Segundo a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 a iluminância recomendada para salas de aula deve estar entre 200lux e 500lux, sendo que, no quadro-negro, ela deve situar-se entre 300 a 750 lux. O desconforto lumínico em salas de aula afeta negativamente a performance do aluno, uma vez que pode minimizar a sua concentração no aprendizado, ao exigir maiores esforços físicos e mentais, que podem, por consequência, gerar problemas de saúde.

Entre os estudos mencionados anteriormente, cabem destacar alguns tipos de procedimentos. Nos estudos de campo *in loco*, pesquisadores normalmente coletam as variáveis lumínicas. Para isso, utilizam equipamentos que podem captar os valores de iluminância de um determinado ambiente. Por meio desses dados e de questionários aplicados aos usuários, é possível obter um diagnóstico de percepção da luminosidade que subsidiará futuras recomendações de projeto.

Quanto à coleta de dados lumínicos, esta pode ser feita baseada nos procedimentos da NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Por meio dela, é possível calcular uma quantidade mínima de pontos a ser medido dentro de um determinado ambiente, bem como verificar a correta disposição do equipamento para a coleta de dados, que deve ser colocado em cada ponto a uma altura de 75cm em relação ao piso.

No segundo tipo de estudo, que tende a propor melhorias ainda em etapas projetuais, algumas estratégias, como avaliações de situações baseadas em normas e referências bibliográficas, são analisadas. Graça, Kowaltowski e Petreche (2007), como exemplo, apresentaram um método de avaliação de escolas para ser aplicado na primeira fase de projeto para auxiliar em soluções de conforto ambiental. Em vista disso, selecionaram diferentes configurações de aberturas, disposições de corredores de circulação e proporções das salas de aula e avaliaram o conforto térmico, lumínico e acústico. Com base no conhecimento de diversos especialistas na área, obtiveram as melhores soluções. Ghisi e Tinker (2005) confrontaram estratégias que apresentavam áreas de janelas “ideais” contidas na literatura – relacionadas à visibilidade para o exterior e ao aproveitamento da iluminação natural – com resultados gerados no *software* VisualDOE.

Por fim, a previsão do comportamento da edificação em relação aos aspectos lumínicos pode ser determinada por meio de *softwares*. Santana e Ghisi (2009) fizeram simulações de alteração de parâmetros construtivos em tipologias de escritórios de Florianópolis e os relacionaram ao consumo de energia. Santos (2009) realizou simulações no *software Design Builder*, no qual analisou a envoltória de um edifício com modificações referentes ao tipo de vidro, à inserção de elementos como brises e prateleiras de luz, além da modificação do sistema construtivo para alvenaria. Lima (2012), utilizando o mesmo *software* e embasada também no *software Troplux 5*, avaliou dados de iluminância interna, uniformidade da luz e ganhos térmicos solares em modelos de tipologia de escritórios em Maceió.

## 2. OBJETIVO

Tendo em vista os três tipos de procedimentos expostos, que podem ser utilizados para o estudo do conforto ambiental em espaços de ensino, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho lumínico de três salas de aula voltadas para a orientação cardinal Noroeste no câmpus da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

## 3. MÉTODO

No desenvolvimento do trabalho, será apresentado o desempenho lumínico das salas de aula e seu enquadramento no recomendado pela norma vigente, a NBR ISO/CIE 8995-1:2013, a descrição e análise das condições de conforto lumínico nas salas de aula durante períodos próximos ao verão e no inverno; simulações no *software Design Builder* que possam gerar melhorias em relação ao consumo de energia e à distribuição de iluminâncias.

### 3.1 Objeto de estudo

As três salas de aula avaliadas (101 do bloco I12, 102 do bloco C34 e 102 do bloco D67) estão localizadas na UEM, um câmpus universitário. Possuem a mesma orientação cardinal e estão situadas de forma semelhante em cada bloco: na extremidade ao lado esquerdo, em relação ao Norte Verdadeiro. Suas dimensões em planta baixa são as mesmas, tendo diferença o pé direito da sala 102 do bloco D67, que é mais alto.

A sala 101 do bloco I12 possui um entorno mais fechado que os outros, em razão da presença de blocos vizinhos próximos – I23 e J13 (Figura 01). Contém uma calçada de concreto nos arredores das paredes externas e uma área gramada. Há uma árvore com 9 metros de altura a uma distância de 4 metros da janela da sala de aula em análise, que perde suas folhas no inverno. Em relação às características internas, possui piso cerâmico em cor clara, paredes e tetos brancos, vigas e pilares destacados em concreto aparente. Mobiliário: cadeiras com braços escamoteáveis em fórmica branca; estofado das cadeiras e cortinas em tecido azul “royal”.

A sala 102 do bloco C34 apresenta um entorno menos fechado que o bloco I12 (Figura 02), uma vez que os blocos vizinhos estão mais distantes – D34 e C56 (Figura 01). Possui um amplo gramado com árvores de 6 metros de altura num raio de 9 metros de distância das paredes externas do bloco. Possui piso cerâmico em cor clara, paredes e teto brancos, vigas e pilares destacados em concreto aparente. Mobiliário: cadeiras e carteiras em fórmica branca; cortinas claras na cor branca.

A sala 102 do bloco D67 está inserida no bloco que possui um entorno mais desobstruído, pois a sala avaliada não contém blocos muito próximos – E78 (Figura 01) – e árvores que possam interferir na penetração da radiação solar na abertura da sala 102. Apresenta uma grande área, ora gramada ora com terra, com palmeiras de cerca de 3 metros a uma distância de 2,5 m das paredes externas. Possui piso cerâmico em cor clara. As paredes da lousa e do fundo da sala são brancas, enquanto a parede da janela e das portas é constituída de lajota aparente até o peitoril. As vigas e os pilares são destacados no concreto aparente. Mobiliário: carteiras e cadeiras em fórmica branca e cortinas em tecido azul “royal”.

As salas 101/I12 e 102/C34 possuem duas portas opostas às janelas, uma em cada canto da sala, contém uma janela na fachada Noroeste. O peitoril é de 1,05m, e a esquadria tem altura de 1,45m, com pé-direito de 3,00m. A sala 102/D67 possui duas portas opostas às janelas, uma em cada canto da sala. Possui uma janela na fachada Noroeste e seu peitoril é de 1,25 (mais alto que o das demais salas), e a altura da esquadria é de 1,45m, totalizando um pé-direito de 3,30m. Na parede ao lado do corredor da sala, há uma janela horizontal alta (Figuras 04 e 05).

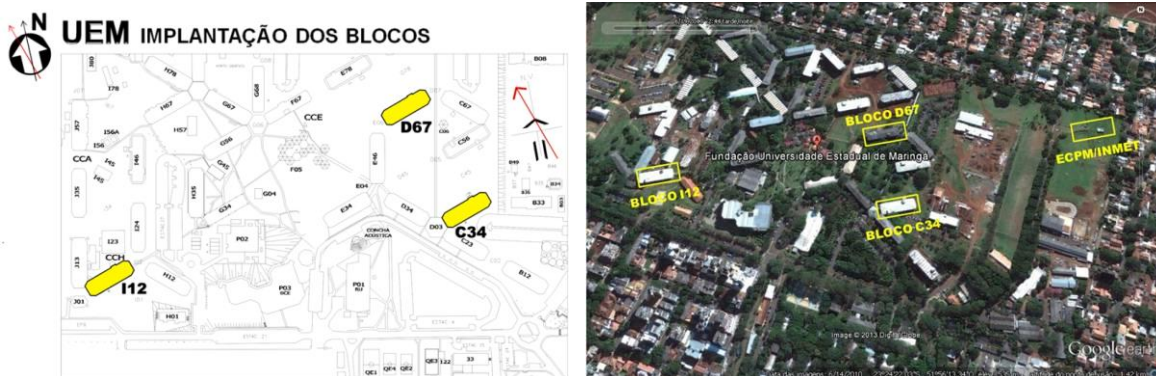


Figura 01 - Implantação dos blocos

Fonte: Adaptado da Prefeitura do Câmpus e do Google Earth



Figura 02 - Entorno dos blocos (localização das salas em vermelho)  
 Fonte: *Google Earth*



Figura 03 - Cores, revestimentos e mobiliário das salas

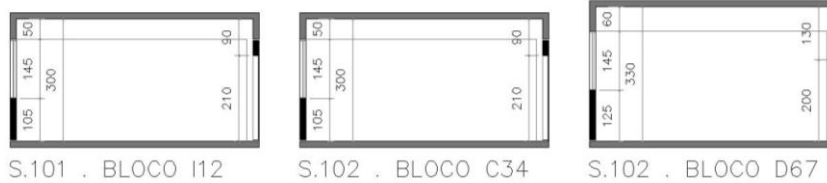


Figura 04 - Corte transversal das salas sem escala

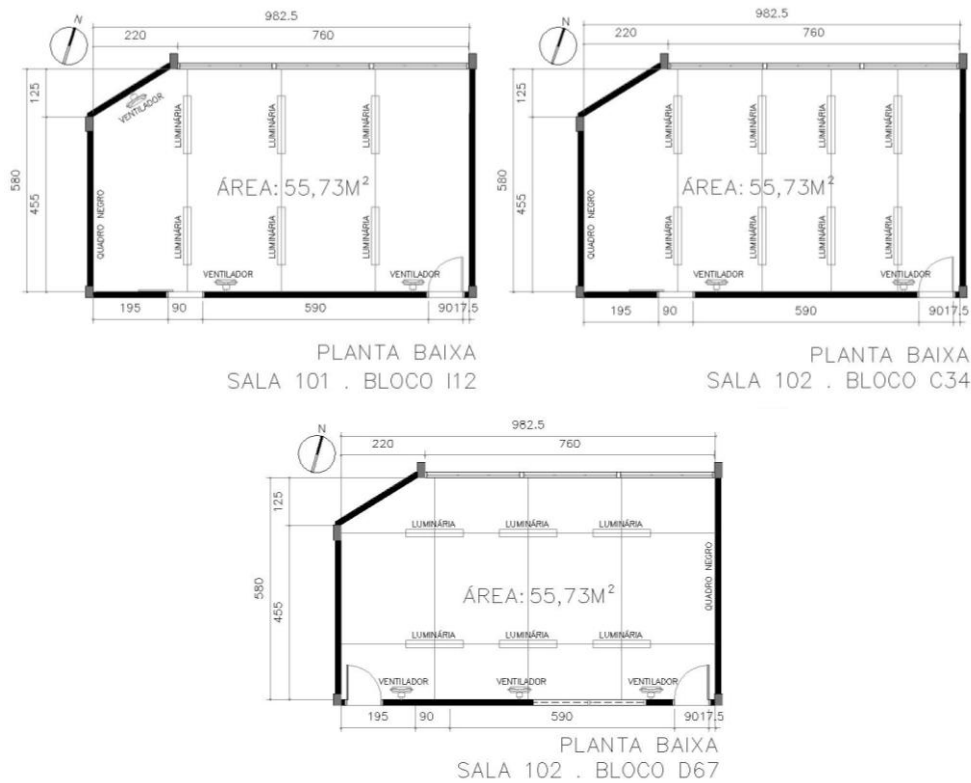


Figura 05 - Planta baixa das salas de aula sem escala

A pesquisa foi dividida em duas etapas:

### 3.2 1ª Etapa: Avaliação do desempenho lumínico *in loco*

Para o desenvolvimento desta etapa foram selecionados dois dias, um de verão e outro de inverno, considerando o período letivo em que a sala estivesse disponível (não existência de aulas nos horários): 04/03/2012 (1ª fase: verão) e 28/07/2012 (2ª fase: inverno). O instrumento utilizado para a coleta de valores de iluminâncias [lux] foi o Luxímetro Instrutherm LD-200, que trabalha em uma escala de 0,01 a 200.000 lux em 4 faixas e tem uma precisão de  $\pm 3\% \pm 0,5 \text{ E.C}$  ( $<10.000 \text{ lux}$ );  $\pm 4\% \pm 10\% \text{ dígitos}$  ( $>10.000 \text{ lux}$ ).

Para cada sala, foi determinado o valor de K pela equação 2, apresentada na NBR 15215-4 (ABNT, 2005). Foram estipulados 27 pontos para cada sala, como pode ser visto na Figura 06.

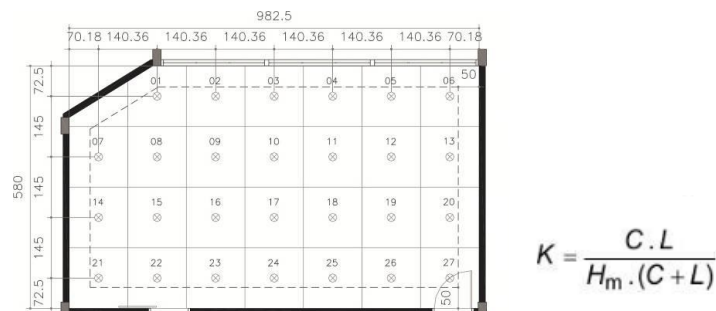


Figura 06 - Distribuição dos pontos para coleta dos valores de iluminâncias e equação 2 da NBR 15215-4

As medições foram realizadas em horários compreendidos entre as 7h30 e 18h15 nas três salas, tomadas de duas em duas horas, porém, neste estudo, serão apresentados os resultados dos horários de quatro em quatro horas, as horas mais significativas. A sala 102 do bloco D67 apresentou uma diferença de 45 minutos das outras pela existência de apenas dois aparelhos de medição, dos quais um teve que ser revezado entre duas salas. Nessa etapa, foram coletados os valores de iluminância internos. Os equipamentos foram dispostos a uma altura de 75 cm do chão.

A NBR ISO/CIE 8995-1:2013 recomendada que iluminâncias em salas de aula devem situar-se entre 300 lux (salas de aula convencionais) e 750 lux (salas de desenho técnico), de acordo com a atividade desenvolvida. Baseado nesse critério serão feitas as análises deste estudo.

### 3.3 2ª Etapa: Simulações no software Design Builder

A segunda etapa da pesquisa compreendeu a simulação de quatro modelos tridimensionais no *software Design Builder*, com o intuito de verificar se modificações construtivas aplicadas a um modelo com as características da sala de aula 102 do bloco C34 - selecionada por se tratar da sala que obteve resultados de análise lumínica intermediários às outras duas - poderiam trazer melhorias em relação ao conforto lumínico. As simulações foram observadas nos mesmos dias e horários da 1ª Etapa. Neste artigo, somente serão apresentados os gráficos de inverno (28/07/2012), nos horários das 11h e 15h, por se tratarem dos resultados onde a radiação solar tornou-se mais intensa na análise *in loco*.

Assim, foram feitos quatro diferentes protótipos:

- O “**modelo real**” (**modelo 1**) com vidro incolor 3mm que corresponde à sala de aula existente (tomando como base a sala 102 do bloco C34), com suas características reais, e utilizou, para o vidro da abertura, o material já pronto da biblioteca do *software Design Builder* – “*Generic clear 3mm*”.
- O “**modelo com vidro verde**” (**modelo 2**) teve a abertura do “modelo real” modificada de acordo com as dimensões do “modelo com proteção solar horizontal e vertical” e utilizou o material já pronto da biblioteca do *software Design Builder* – “*Generic Green 6mm*”.
- O “**modelo com proteção solar horizontal e vertical**” (**modelo 3**) foi trabalhado com o vidro incolor correspondente ao “modelo real” e teve as dimensões da janela adequadas para receber protetores solares horizontais e verticais de concreto com pintura branca;
- O “**modelo com proteção solar horizontal**” (**modelo 4**) apresentou as mesmas características do modelo anterior, porém não foram inseridos os *brises* verticais.

Para a construção das proteções solares, na carta solar da Figura 07 (que apresenta, em azul, a projeção de sombras), correspondente à orientação 340° Noroeste de Maringá, foi verificado que a incidência da radiação solar direta existente durante a tarde, na maioria dos meses, poderia ser controlada parcialmente com um ângulo  $\alpha=71^\circ$ , e, em junho e julho, o ângulo  $\beta=55^\circ$  poderia aprimorar a proteção.

A Figura 07 demonstra os modelos simulados no *software* e a Figura 08 o projeto técnico do “modelo real” e o projeto do “modelo com proteção horizontal e vertical”, com os respectivos ângulos calculados para as proteções solares ( $\beta=55^\circ$  e  $\alpha=71^\circ$ ).



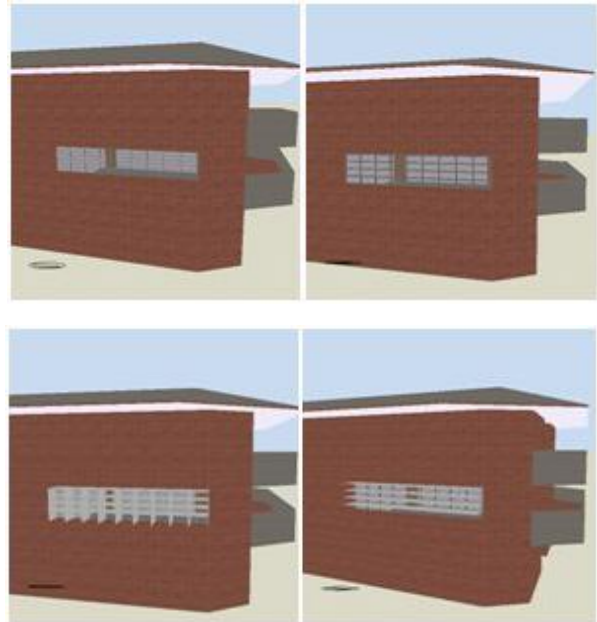
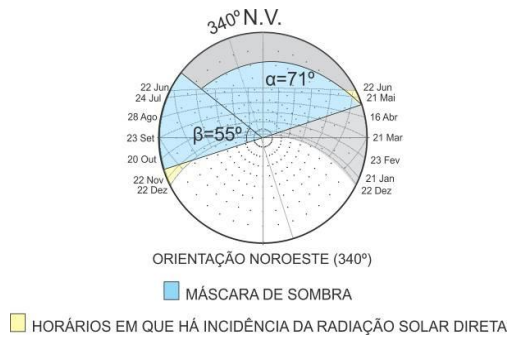


Figura 07 - Máscara de sombra para Noroeste (340°) e Modelo 1, Modelo 2, Modelo 3 e Modelo 4  
Fonte: *Software Design Builder*

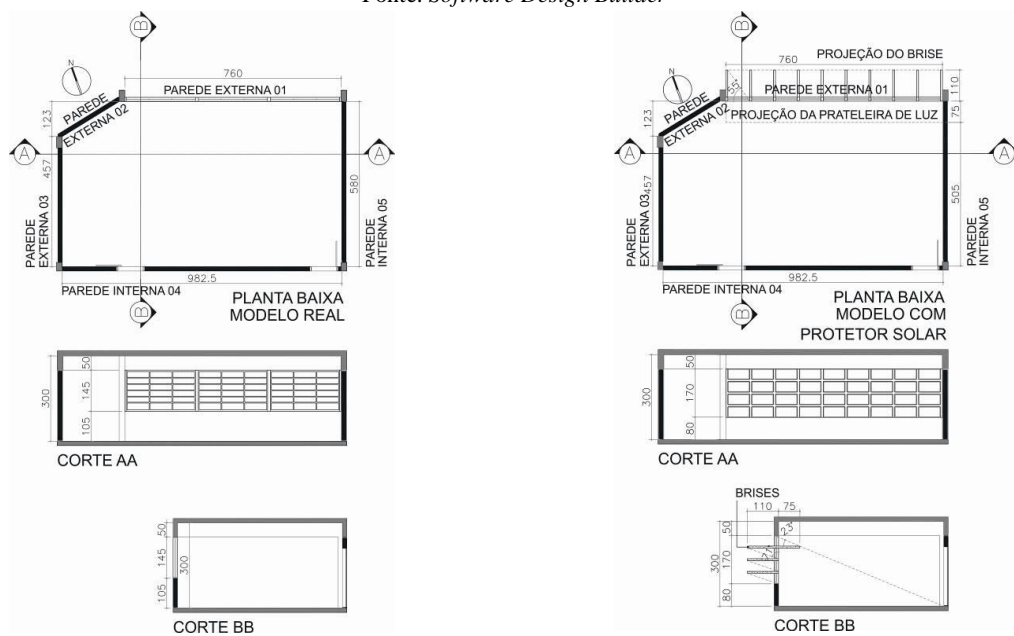


Figura 08 - Projeto dos modelos simulados: modelo real e modelo com proteção solar

## 4. RESULTADOS

### 4.1 1ª Etapa: Avaliação do desempenho lumínico

#### 4.1.1 1ª fase: verão (04/03/2016)

Na sala 101 do bloco I12 (Figura 09), os horários com iluminâncias mais baixas e com pontos, em sua maioria, abaixo de 300 lux, ocorreram às 7h30 e às 17h30, em razão do fato de o Sol, nesses horários, não penetrar diretamente nas aberturas no mês de análise. Já às 11h30 e 15h30, houve maior quantidade de pontos com iluminâncias nos valores compreendidos entre 300 e 750 lux. Às 15h30 os valores na proximidade da janela ultrapassaram os 500 lux. Esta sala, em geral, apresentou valores significativamente abaixo das demais, como poderemos ver. Esse fato pode estar relacionado à proximidade da janela com obstáculos externos, que atenuam a incidência da radiação solar direta. Além disso, a sala conta com cadeiras e cortinas com cores mais escuras que as das outras salas de aula, o que contribui com os valores de iluminância mais baixos.

Na sala 102 do bloco C34, às 7h30 e às 17h30, em pontos localizados próximo ao quadro-negro e à parede ao lado da circulação do bloco, os valores foram menores de 300 lux. Nos horários das 11h30 e 15h30, foram verificados valores de iluminâncias acima de 750 lux próximo às janelas. É possível observar uma maior incidência de radiação solar em relação à análise da sala anterior. Assim, apesar da sala de aula ser semelhante em relação às suas dimensões, quando comparada à sala 101 do bloco I12, ela possui um entorno mais desobstruído. Além disso, a sala possui paredes internas pintadas em cores mais claras, o que contribui para intensificar a iluminação.

Por fim, na sala 102 do bloco D67, notaram-se valores, em geral, mais altos na maioria dos horários analisados (Figura 09), o que se explica pelo seu entorno mais desobstruído e pela maior altura do seu pé-direito e de sua janela. Nos horários compreendidos entre 8h15 e 12h15, mais de 50% dos pontos da sala de aula situaram-se entre 300 e 750 lux. No entanto, às 8h15, alguns pontos ao lado da janela extrapolaram os 750 lux. Valores acima de 750 lux ocorreram às 14h15 e 16h15, principalmente ao lado da janela até o centro da sala de aula. Somente às 18h15, as iluminâncias foram inferiores a 300 lux, já que o Sol não penetrava na sala nesse horário.

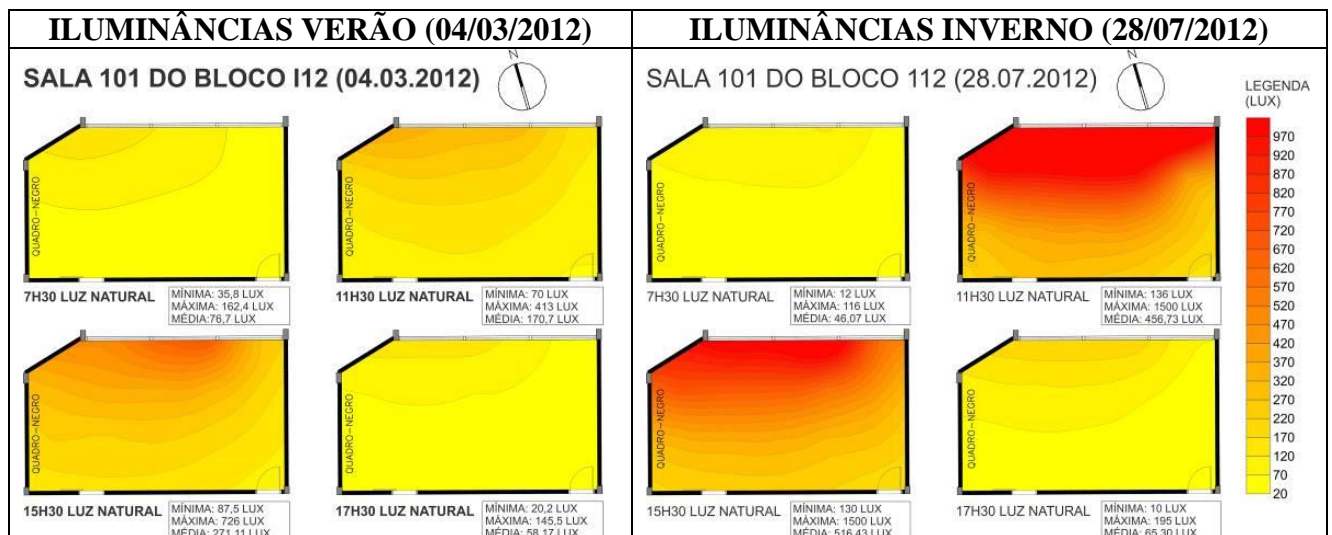
#### 4.1.2 2ª fase: inverno (28/07/2016)

Na sala 101 do bloco I12, nos horários das 7h30 e 17h30, as iluminâncias permaneceram abaixo de 300 lux (Figura 09). Nessa fase, menos de 50% dos pontos de cada horário também se situaram entre 300 e 750 lux, porém, nos horários mais quentes do dia, essa situação ocorreu em consequência da maior penetração da radiação solar direta nessa estação e da perda de folhas da árvore vizinha à janela na estação do inverno.

Em relação à sala 102 do bloco C34, nos horários das 7h30 e 17h30 também ocorreram valores menores que 300 lux. Contudo, no restante do dia, observou-se valores de iluminâncias acima de 750 lux em quase todos os pontos, principalmente entre as 11h30 e 15h30, que em circunstância da altura solar, possibilitou a penetração numa área mais abrangente da sala.

Por fim, na sala 102 do bloco D67, notaram-se valores mais altos de iluminância em relação à sala 102 do bloco C34. Às 8h15, próximo à janela pode ser notada uma alta luminosidade, com valores acima de 500 lux. Às 18h15, as taxas de iluminância ficaram em sua maioria abaixo de 300 lux e, nos outros horários, elas foram intensas, acima de 750 lux.

Observou-se, novamente na 2ª fase, que a presença de elementos relacionados ao entorno de cada bloco, atuaram na quantidade de iluminação natural que penetrou dentro das salas. Verificou-se, além disso, que os valores de iluminâncias tenderam a ser mais altos no inverno, em razão da orientação solar Noroeste (340°) (Figura 07).



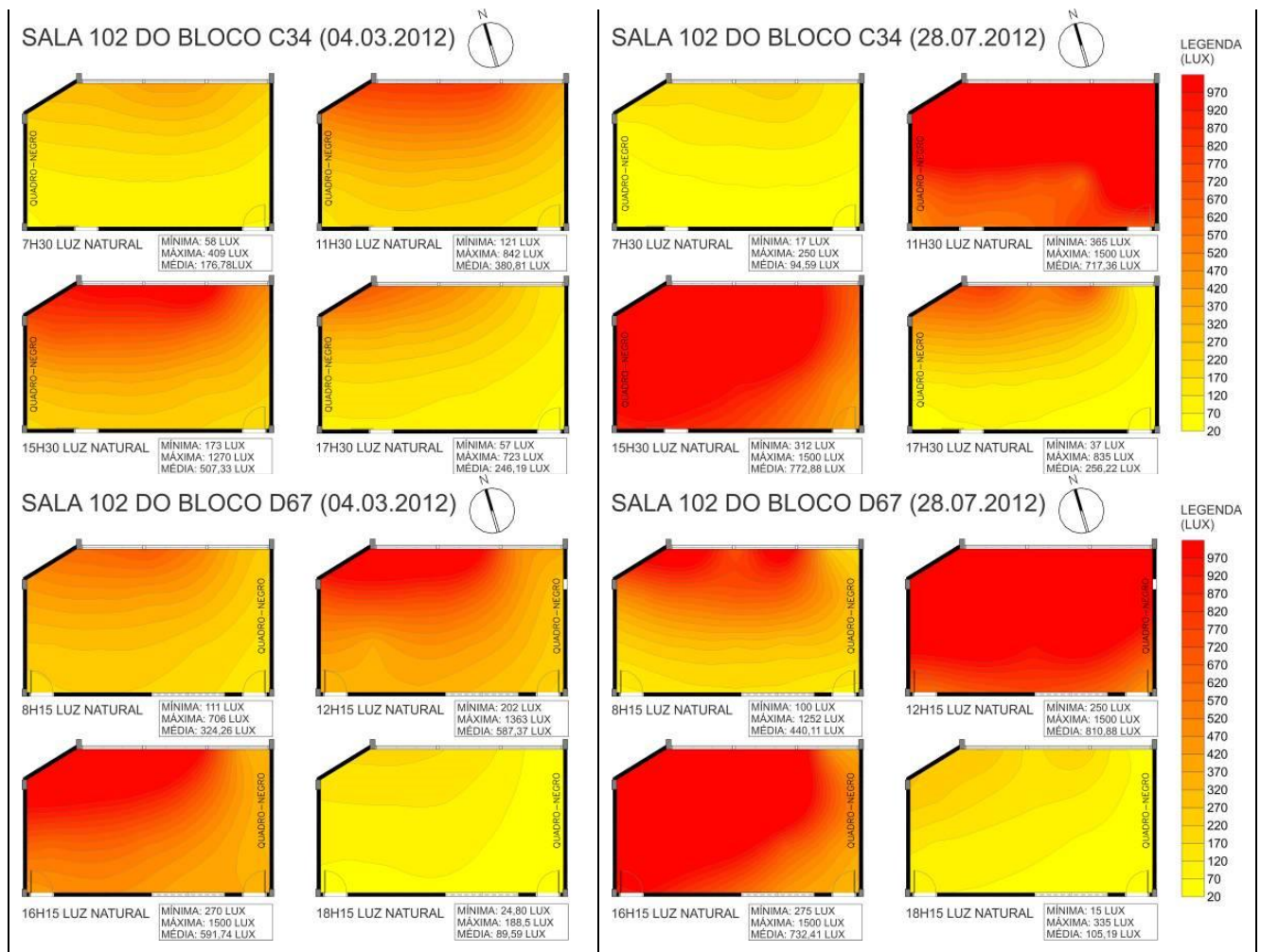
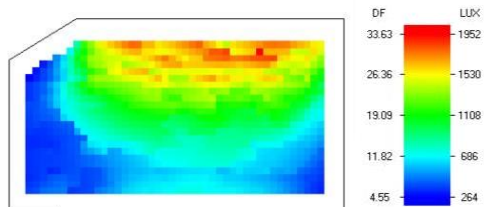


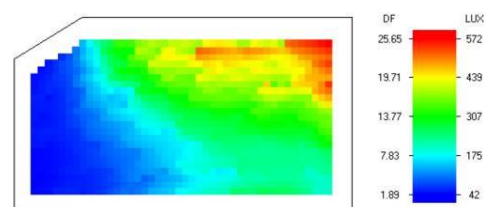
Figura 09- Iluminâncias coletadas na 1ª e 2ª fase  
Fonte: Software Surfer 6

## 4.2 2ª Etapa: Simulações no software Design Builder

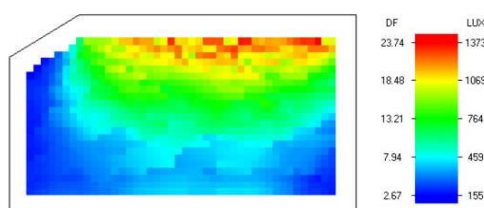
MODELO REAL: 11h



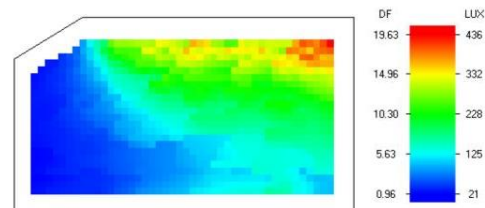
MODELO REAL: 15h



MODELO COM VIDRO VERDE: 11h



MODELO COM VIDRO VERDE: 15h



MODELO COM PROTEÇÃO SOLAR HORIZONTAL E VERTICAL: 11h

MODELO COM PROTEÇÃO SOLAR HORIZONTAL E VERTICAL: 15h



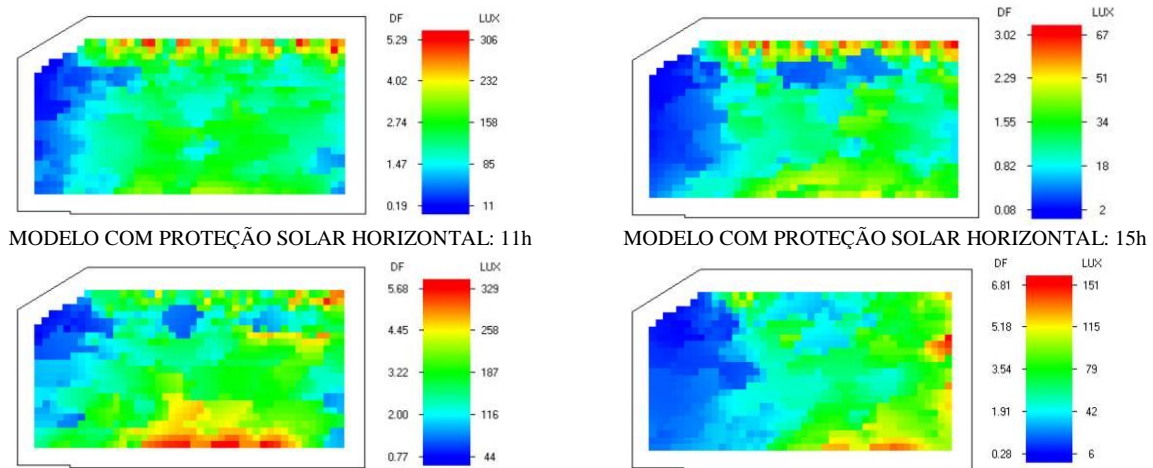


Figura 10 - Iluminâncias dos modelos  
 Fonte: Adaptado do *Software Design Builder*

As simulações contemplaram a iluminação natural e foram efetuadas com a opção de 2-CIE-clear Day no programa. Pode-se notar que o “modelo com vidro verde”, em termos de distribuição de iluminâncias, não contribuiu para torná-la mais uniforme, porém diminuiu significativamente a intensidade da luz em todos os horários, chegando a minimizar 55% do valor das iluminâncias em março, às 17h, e 50% em julho, às 15h.

Quanto ao “modelo com proteção solar horizontal e vertical”, embora ele tenha proporcionado uma melhor distribuição de iluminâncias no ambiente em relação aos outros, não contribuiu em termos de qualidade, pois somente em um horário (28 de junho, às 11h), houve alguns valores de iluminância acima de 300lux. A iluminância média que prevaleceu no ambiente, nesse dia e nesse horário, situou-se em torno de 158lux.

Em relação ao “modelo com proteção solar horizontal”, os valores foram mais altos, quando comparados aos valores do “modelo com proteção horizontal e vertical” em decorrência da ausência do *brise* vertical. Tanto em março quanto em julho, às 11h, os valores foram mais altos que 300lux, ao contrário dos outros horários analisados, e eles também permaneceram mais homogêneos, com iluminância média de cerca de 185lux.

## 5. CONCLUSÕES

Pôde ser observado que as diferentes características da sala, principalmente relacionadas ao entorno construído de cada estudo de caso, influenciaram o modo como a luz atuou no desempenho lumínico dos ambientes. No caso da sala 101 do bloco I12, o bloco escolar vizinho, a presença de vegetação próximo à janela, além das cores mais escuras do mobiliário e da cortina contribuíram para proporcionar uma maior atenuação das iluminâncias, que pode se tornar prejudicial, em certos momentos, para o desenvolvimento de tarefas.

A sala 102 do bloco D67, por apresentar as características mais diferenciadas, proporcionou altas iluminâncias, podendo causar, em muitos horários, ofuscamento aos usuários. Esses aspectos foram prejudicados pelo pé-direito e pela janela mais altos, pelo tijolinho à vista na altura do peitoril das janelas e, ainda, pela ausência de barreiras físicas e de árvores mais altas no seu entorno.

Os valores de iluminância apontados nas medições *in loco* apresentaram uma distribuição não homogênea no ambiente. Quanto mais próximo às janelas, maiores foram os valores e quanto mais próximo a sua parede oposta, menores os valores. Nos horários mais quentes do dia e situados principalmente na estação do inverno – quando a penetração dos raios solares abrange uma área maior dentro das salas de aula – os valores de iluminância foram superiores a 750 lux numa maior quantidade de pontos (principalmente em relação às salas dos blocos C34 e D67). Diante de tais fatos, constatou-se, portanto, que o emprego de protetores solares ou a configuração de um tipo de vidro diferente poderia contribuir para amenizar tais problemas detectados. Esses elementos foram simulados por meio do *software Design Builder*.

Em relação aos modelos tridimensionais, foi verificado que as modificações construtivas contribuíram para a distribuição mais uniforme de iluminâncias (exceto o “modelo com vidro verde”),

no entanto agravaram o problema de aproveitamento da luz natural, uma vez que apresentaram valores baixos de iluminâncias, o que exigiria um maior consumo de energia elétrica. O “modelo com proteção solar horizontal”, levando em consideração todos os aspectos analisados, proporcionou distribuição mais uniforme de iluminância no ambiente do que o “modelo real” e o “modelo com vidro verde”. Além disso, ofereceu maiores valores de iluminância em relação ao “modelo com proteção solar horizontal e vertical”.

É importante que se analisem mais opções de proteção solar com outros materiais ou, até mesmo, outras configurações físicas, de modo que se obtenham melhores índices de aproveitamento da luz natural e, ao mesmo tempo, que contribuam para o conforto do usuário e o baixo consumo energético. Recomenda-se que outros estudos ligados ao projeto arquitetônico e a sua relação com o entorno sejam realizados para a UEM, de modo que se chegue a estratégias que possam proporcionar ambientes adequados para o processo ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15215-4**: Iluminação natural: parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – métodos de medição. Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho: parte 1: interiores. Rio de Janeiro, 2013.
- GHISI, E.; TINKER, J. A.. An ideal window area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings. **Building and Environment**, USA, v. 40, p. 51-61. 2005.
- GRAÇA, V. A. C. da; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PETRECHE, J. R. D.. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. **Building and environment**, USA, v. 42, p. 984-999. 2007.
- LIMA, K. M.. Desempenho térmico e luminoso de brises externos em escritórios em Maceió-AL. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.
- SANTANA, M. V.; GHISI, E.. Influência de parâmetros construtivos relacionados ao envelope no consumo de energia em edifícios de escritórios da cidade de Florianópolis. In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2009, Natal. Anais...Natal: ENCAC-ENLACAC, 2009, p. 1164-1173.
- SANTOS, I. G. dos. Análise de envoltória e do sistema de iluminação a partir do “Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos” para avaliação de desempenho de sistemas de fachada e de proteções solares. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.