

## **Análise da disponibilidade de iluminação natural de salas de aula em Itarana (ES)**

### *Analysis of natural light availability of classrooms in Itarana (ES)*

**Yulli Ribeiro Mapelli, Graduada, Faculdade Brasileira**

yullirmapelli@gmail.com

**Aline Silva Sauer, Mestre, Faculdade Brasileira**

alinesisa@hotmail.com

#### **Resumo**

O grau de conforto ambiental apresentado pelo ambiente escolar está diretamente relacionado à qualidade do aprendizado. Diante disso, esta pesquisa buscou analisar as condições de iluminação natural de duas salas de aula, com orientações distintas, de uma escola pública em Itarana-ES. Para esta análise foram realizadas simulações computacionais através do software TropLux 6 para todos os dias do ano, em três condições de céu da CIE: 3, 7 e 12, considerando os percentuais das UDI e a uniformidade, e aplicados questionários visando compreender a percepção dos usuários e compará-la aos aspectos técnicos obtidos na simulação. Os resultados indicam que os sistemas de iluminação natural das salas geram níveis de iluminância e uniformidade inadequados para promover o conforto lumínico de todos os usuários e ao comparar os resultados das simulações com as percepções coletadas dos alunos este fato foi confirmado, principalmente quanto ao excesso de luz nas áreas próximas as janelas.

**Palavras-chave:** Iluminação Natural; Sala de Aula; Simulação Computacional; Percepção.

#### **Abstract**

*The degree of environmental comfort presented by the school environment is directly related to the quality of learning. In view of this, this research sought to analyze the natural lighting conditions of two classrooms, with different orientations, of a public school in Itarana-ES. For this analysis, we performed computer simulations using TropLux 6 software for all days of the year, in three sky conditions of the CIE: 3, 7 and 12, considering the UDI percentages and the uniformity, and applied questionnaires to understand the perception of users and compare it to the technical aspects obtained in the simulation. The results indicate that the rooms' natural lighting systems generate inadequate levels of illumination and uniformity to promote the luminous comfort of all users, and when comparing the results of the simulations with the perceptions collected from the students, this fact was confirmed, mainly regarding the excess of light in the areas near the windows.*

**Keywords:** Natural Lighting; Classroom; Computer Simulation; Perception.

## 1. Introdução

A disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno está diretamente vinculada ao posicionamento das aberturas, que podem possuir formatos, vedações e orientações variadas (MICHAEL; HERACLEOUS, 2017). No entanto, De Albuquerque e Amorim (2012) ressaltam que há uma carência de conhecimento em relação às variáveis arquitetônicas que influenciam no desempenho da luz natural no espaço interno. Atingir um desempenho satisfatório envolve um correto planejamento arquitetônico, que deve considerar a iluminação como variável ambiental, sendo que sua contribuição se dá em diferentes perspectivas, proporcionando benefícios a saúde, melhorando a sensação de conforto no ambiente interno, afetando o desempenho do indivíduo na realização das tarefas visuais (MONTEOLIVA; VILLALBA; PATTINI, 2014).

Considerando o papel da arquitetura como elemento fornecedor de conforto que pode auxiliar no desempenho dos alunos em salas de aula, projetos que garantam iluminação natural em espaços utilizados para ensino e aprendizagem se faz ainda mais relevante, tendo em vista que o grau de iluminância do plano de trabalho está diretamente relacionado ao rendimento do aluno (KOWATOWSKI, 2011). Logo, muito tem sido estudado sobre a influência lumínica em espaços educacionais, mas pouco tem sido aplicado no sentido de concepção de projeto considerando os requisitos da correção de problemas diagnosticados no ambiente por meio de estudos de avaliação de pós-ocupação do espaço.

A melhoria das superfícies que fornecem iluminação natural em espaços voltados ao ensino ainda se justifica por diversas vantagens, como: a interação com o meio externo; adequada interpretação das cores; e ainda, a redução do consumo energético da edificação com uso de iluminação artificial (VENTORIM *et al.* 2014). Lamberts, Dutra e Pereira (2014) destacam que o conforto visual do ambiente interno é resultado do conjunto de condições que favoreçam o desenvolvimento de suas tarefas com precisão e mínimo esforço. Deste modo, Ferverça e Bartholomei (2012) asseguram que esta condição não pode ser analisada levando em consideração apenas os aspectos técnicos, mas também a sensação do usuário.

Frente às questões mencionadas e tendo em vista que o potencial lumínico não é explorado de modo satisfatório na grande maioria dos espaços destinados à educação no Brasil, esta pesquisa objetiva analisar as condições de conforto visual sob as quais os alunos estão submetidos na condição de luz natural em salas de aula da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Profª Aleyde Cosme”, localizada em Itarana, município do Estado do Espírito Santo.

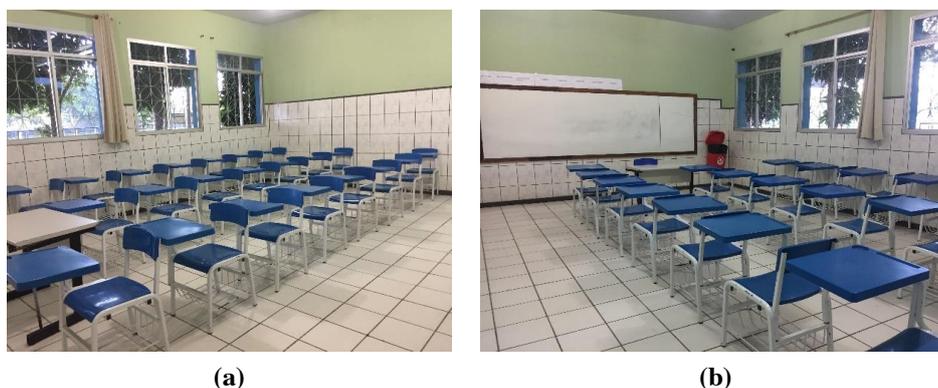
## 2. Metodologia

Para as análises desta pesquisa foram realizadas simulações computacionais através do software TropLux 6, considerando os percentuais das UDI (*Useful Daylight Illuminance*) e a uniformidade, e aplicados questionários visando compreender a percepção dos usuários e compara-la aos aspectos técnicos obtidos na simulação.

De acordo com Cabús (2005), o programa TropLux 6 proporciona uma visão generalizada da iluminância de ambientes internos, levando em consideração características reais das superfícies, ajustando-se aos objetivos desta pesquisa. As simulações foram realizadas em três tipos básicos de céu, que traduzem as possíveis variações da luz durante

o dia, de acordo com o padrão de classificação da CIE (*International Commission on Illumination*). Estes três modelos são: céu Encoberto (Céu 3), céu Parcialmente Encoberto (Céu 7) e o céu Claro (Céu 12). Segundo Laranja (2010), esses tipos de céus representam respectivamente os valores mínimo, intermediário e máximo da média anual dos valores de iluminação interna.

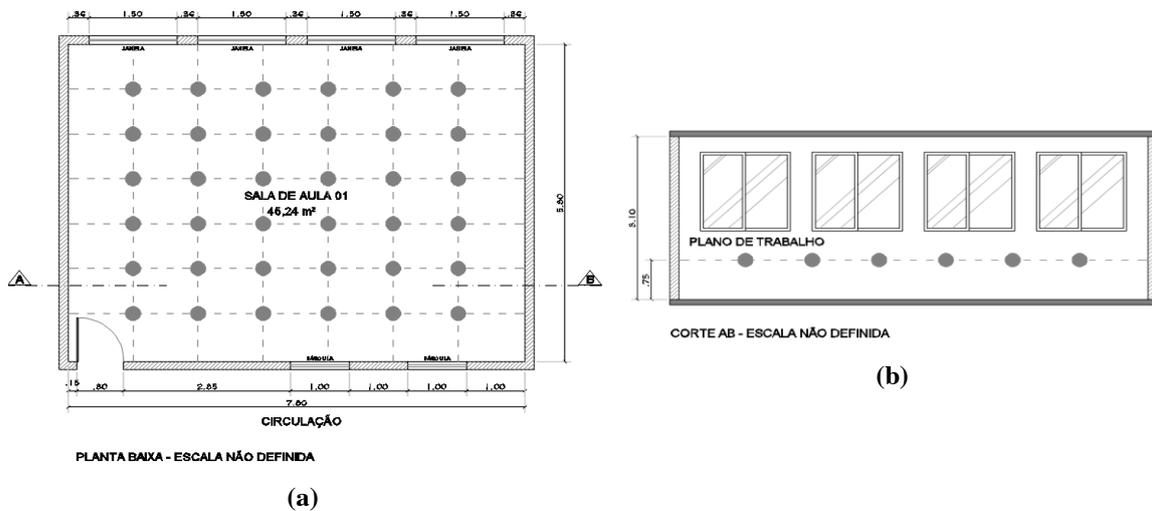
A escola em estudo localiza-se na cidade de Itarana-ES, latitude 19°52'15" S, em uma região de clima quente-úmido com inverno seco. As duas salas analisadas possuem área de aproximadamente 45,00 m<sup>2</sup> e pé-direito de 3,10m, com 4 aberturas laterais voltadas para orientações diferentes, a Sala 1 para Oeste e a Sala 2 para Norte. É importante ressaltar que nesta escola todas as salas de aula possuem apenas aberturas voltadas para estas orientações, o que torna a análise das salas extensível a todas as outras. As refletâncias internas adotadas foram: piso= 0,5; parede= 0,7; teto=0,8, de acordo com a média de refletância entre os materiais aplicados em suas superfícies internas. A figura 1 mostra imagens internas da sala 1, que possui dimensões e características (tipologia de revestimento, pintura e plano de trabalho) similares aos da sala 2 e de todas as outras salas de aula desta escola.



**Figura 1: Sala 1 - (a) paredes janela e fundo; (b) paredes janela e quadro. Fonte: elaborado pelos autores.**

De acordo com Barbosa (2010), para compreender o comportamento da luz natural no ambiente interno e sua relação com o usuário é necessário conhecer a intensidade com que esta luz atinge o plano de trabalho e sua distribuição, o que levou a escolha das duas variáveis analisadas na simulação: nível de iluminância e uniformidade. Para a análise do nível de iluminância foi usado como referência os intervalos determinados pelas UDIs (*Useful Daylight Illuminances*) de Nabil e Mardaljevic (2006). Os modelos foram simulados para todos os dias do ano das 7h00 às 17h00, de hora em hora, baseando-se no horário de utilização das salas de aula, que é ocupada por estudantes no período matutino e vespertino. No quesito uniformidade, as simulações ocorreram para o dia 21 de cada mês do ano (janeiro a dezembro), nos horários de 9h00, 12h00 e 15h00 e os critérios determinados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) foram utilizados como referência.

A malha de pontos para avaliação da iluminação do ambiente interno foi determinada de acordo com a NBR 15215-4 (ABNT, 2004), que detalha a quantidade de pontos a serem locados no ambiente a fim de medir a iluminância ideal em planos de trabalho. Portanto, foram locados 36 pontos em uma malha ortogonal horizontal dentro deste ambiente considerando a altura do plano de trabalho à 0,75m do piso, conforme figura 2.



**Figura 2: Planta Baixa (a) e Corte AB (b) esquemático da Sala 1, com malha de pontos para simulação. Fonte: elaborado pelos autores.**

A fim de obter uma análise mais ampla e detalhada sobre o potencial lumínico das salas, optou-se por complementar os resultados das simulações com a aplicação de um questionário, elaborado com base no relatório de pesquisa de extensão de Sauer *et al.* (2014). O questionário possui oito perguntas fechadas e 1 aberta. Esta última pergunta desafia o aluno a indicar soluções para melhorar o sistema de iluminação da sala de aula, estimulando a extensão do tema.

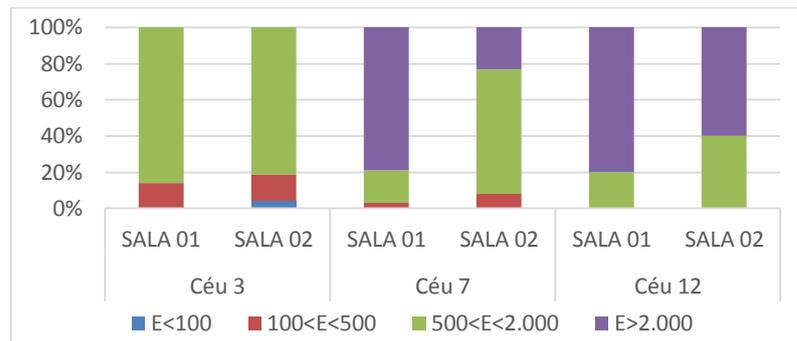
O questionário foi aplicado aos alunos usuários das salas analisadas sem influência da iluminação artificial, no dia 21 de setembro às 9h00 e 15h00, horários intermediários do período matutino e vespertino. Foram aplicados 135 questionários, para séries do Ensino Fundamental e Médio, 60% dos alunos apresentam faixa etária entre 12 e 16 anos, que foram preenchidos sob supervisão da autora da pesquisa. Considerando a distribuição heterogênea da luz natural, consequência da localização unilateral das janelas, e para facilitar a compreensão dos resultados, as respostas foram coletadas por fileiras de cadeiras, que eram 5 por sala, paralelas as janelas. Por fim, os dados gerados pelas simulações foram comparados com as respostas dos alunos a fim de se obter uma análise mais precisa, levando também em consideração a sensação do usuário no espaço interno.

### 3. Apresentação e análise de resultados

Os dados coletados durante as simulações e através dos questionários foram tabulados na forma de gráficos para que estes fossem analisados e comparados, gerando assim os resultados desta pesquisa.

#### 3.1 Níveis de iluminância

A Figura 3 mostra, em percentual, a disponibilidade de luz natural ao longo do ano nas salas 1 e 2, de acordo com os intervalos das UDIs, nas três condições de céu da CIE: céu Encoberto (Céu 3), céu Parcialmente Encoberto (Céu 7) e o céu Claro (Céu 12).



**Figura 3. Níveis de iluminância média (E), intervalos das UDIs, disponíveis nas salas com base nos percentuais de horas do dia ao longo do ano. Fonte: elaborado pelos autores.**

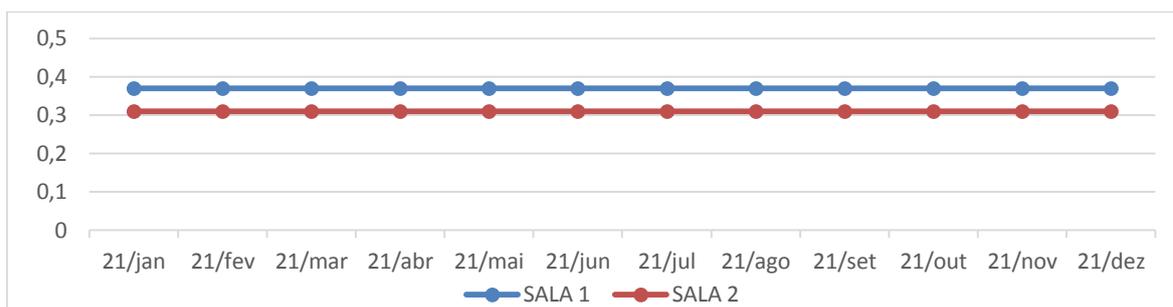
Para o Céu 3, que promove uma radiação difusa, os resultados da simulação para a Sala 1 (oeste) e Sala 2 (norte) são semelhantes, apresentando grande parte das horas dos dias com níveis de iluminância média entre 500 e 2.000 lux, intervalo considerado suficiente para realização das tarefas visuais. O que indica que para esta condição de céu, as salas não precisarão fazer uso da iluminação complementar artificial entre 80 e 90% das horas dos dias durante o ano, contribuindo para a redução do consumo com energia elétrica. Além disso, para as duas salas simuladas considerando esta característica de céu, não haverá desconforto visual proveniente de ofuscamento causados por iluminação excessiva ( $E > 2.000 \text{ lx}$ ).

Para o Céu 7, observa-se o excesso de luminosidade na Sala 1, cerca de 80% das horas ao longo do ano com níveis de iluminância média maior que 2.000 lux, ou seja, iluminação excessiva que pode provocar ofuscamento. Este resultado é consequência da radiação direta incidente sobre as aberturas da fachada Oeste durante o período vespertino ao longo de todo o ano. Já a Sala 2, com aberturas voltadas para Norte, apresenta um bom percentual (70%) de horas com níveis de iluminância média desejados, entre 500 e 2.000 lux. Analisando o Céu 12, nota-se que o comportamento da Sala 1 permanece similar ao observado no Céu 7. No entanto, a Sala 2 apresenta um ganho lumínico mais expressivo que na condição de céu anterior, sendo observado através da elevação significativa dos percentuais horas ao longo do ano com níveis de iluminância média maior que 2.000 lux. Este excesso de luz pode ser relacionado ao fato de que nesta latitude há incidência de radiação direta, com elevada altitude solar, ocorre o dia todo por cerca de 8 meses (março a outubro) na fachada Norte.

Sendo assim, é possível notar que ambientes situados em localidades com características de Céu 7 (parcialmente encoberto) e 12 (claro), podem obter uma eficiência lumínica melhor quando não possuírem aberturas orientadas para Oeste, e se possuírem, estas devem ser sombreadas. Além disso, vale ressaltar que os valores de iluminância média sozinhos não significam necessariamente boa qualidade lumínica do espaço, já que esta variável não considera a adequada distribuição da luz.

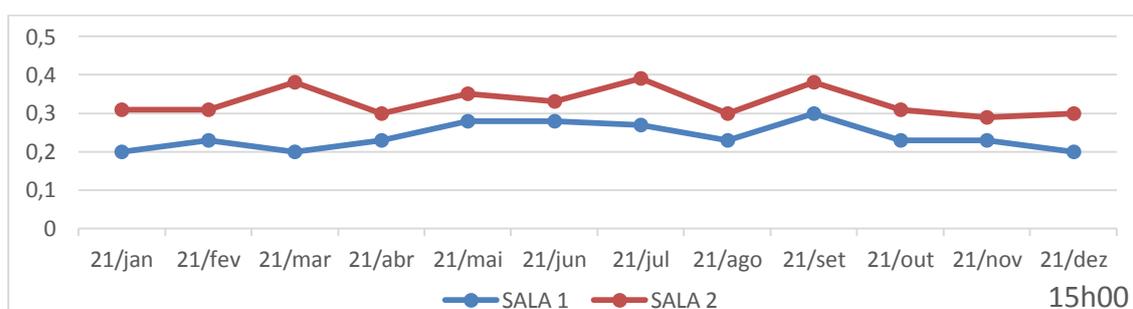
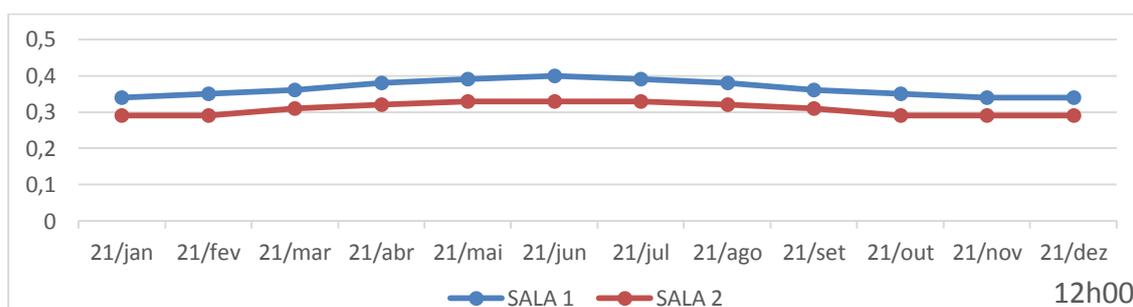
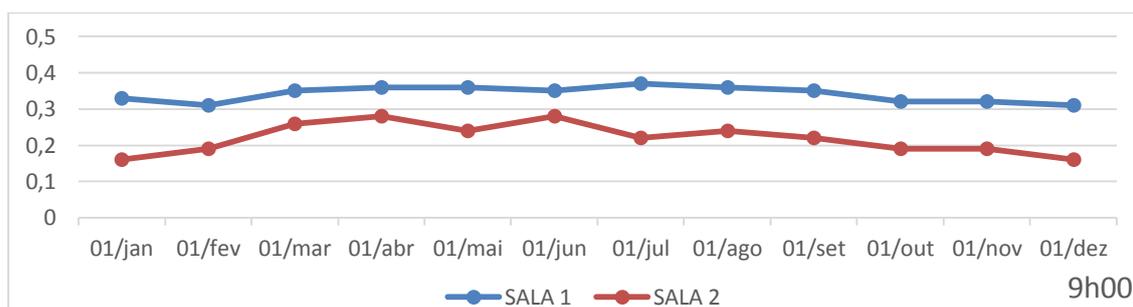
### 3.2 Uniformidade

Para o Céu 3, apesar de haver uma pequena diferença entre os coeficientes de uniformidade de cada sala, ambas apresentam constância de seu respectivo valor durante o ano, característica comum nesta condição de céu, como mostra a figura 4. Contudo, os coeficientes de uniformidade permanecem abaixo do recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que prevê valores superiores a 0,5 para garantir o conforto visual (variando de 0 a 1).



**Figura 4. Coeficiente de Uniformidade para Ceu 3 às 9h00, 12h00 e 15h00. Fonte: elaborado pelos autores.**

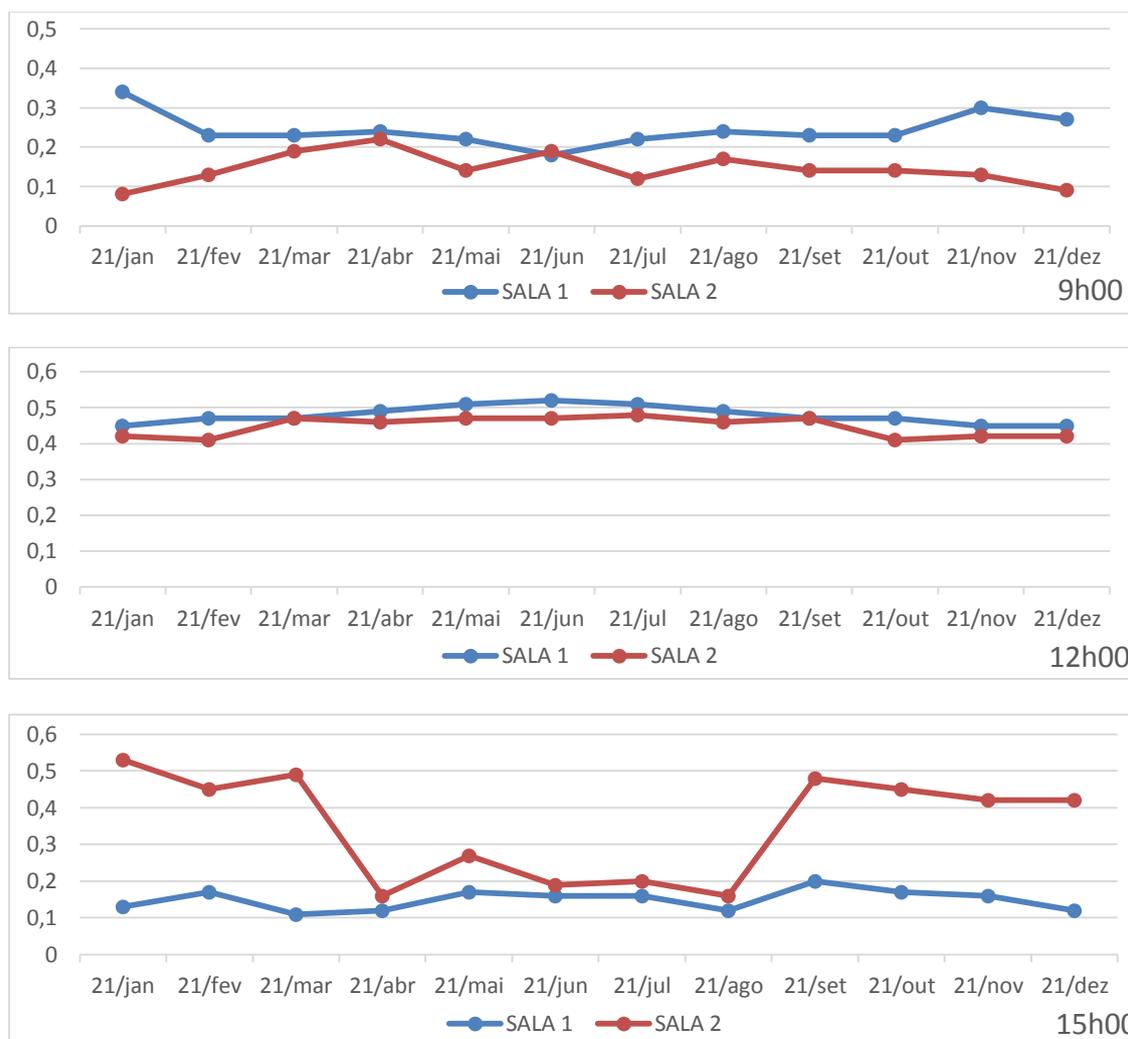
Para o Ceu 7 (figura 5), a Sala 1 apresenta melhores resultados no horários de 9h00 e 12h00 e o pior resultado às 15h00, o que pode ser explicado devido a orientação das aberturas desta sala, que recebe radiação direta apenas a tarde, provocando altos contrastes no ambiente interno neste período. Já o comportamento da Sala 2 (norte) as 15h00, pode estar relacionado a ocorrência uma trajetória solar “paralela” a fachada, causando a entrada de raios solares diretos em uma área menor do ambiente, levando a melhor distribuição da luz.



**Figura 5. Coeficiente de uniformidade para o Ceu 7, às 9h00, 12h00 e 15h00. Fonte: elaborado pelos autores.**

Ressalta-se ainda que nenhuma das salas apresenta resultado satisfatório, tendo em vista que os coeficientes de uniformidade ainda permanecem abaixo do recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Para o Céu 12 (figura 6), os valores de uniformidade das salas durante o ano, variam mais se comparados aos valores apresentados para as tipologias de Céu anteriores.



**Figura 6. Coeficiente de uniformidade para o Céu 12, às 9h00, 12h00 e 15h00. Fonte: elaborado pelos autores.**

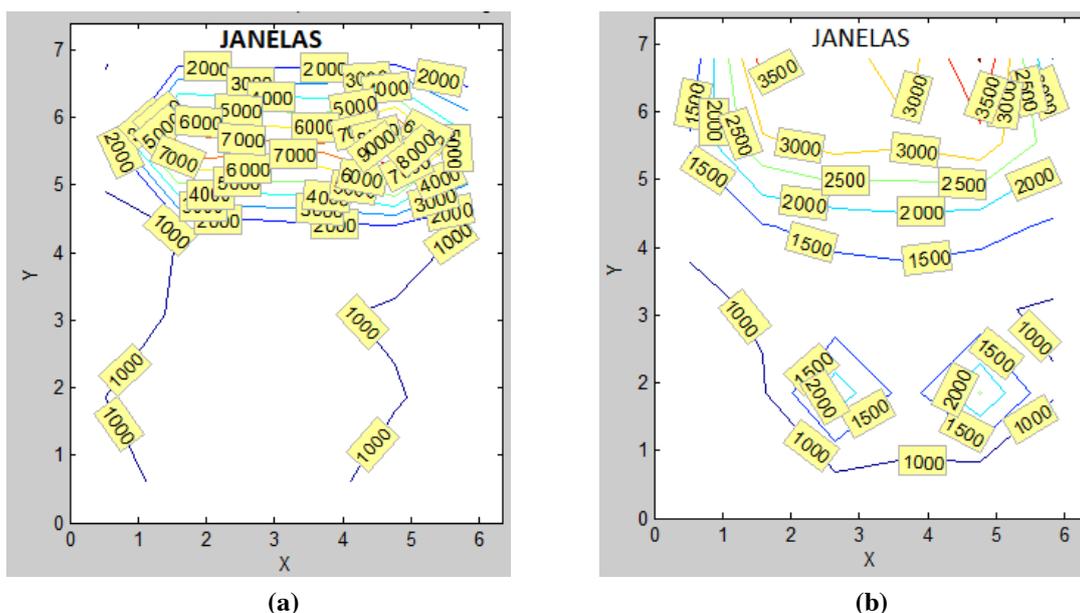
Ao observar o gráfico relativo às 9h00, nota-se menores valores de uniformidade com relação aos resultados obtidos nas simulações para o Céu 3 e 7. Isto é consequência dos contrastes decorrentes de maior incidência de raios solares, que é uma característica do tipo de céu claro. É válido ressaltar que a Sala 1 apresentou melhor performance com maiores valores de uniformidade durante todo o ano, o que se deve ao fato de que no período matutino não incide sol diretamente na fachada oeste.

Ao 12h00, apesar de comportamento similar ao gráfico deste horário na condição de Céu 7, os valores que compõe as curvas são mais elevados para o Céu 12, devido a não

intervenção de nebulosidade na radiação solar incidente. Destaca-se o desempenho satisfatório da Sala 1 nos meses de maio, junho e julho, em que o coeficiente de uniformidade ultrapassa o valor de 0,5 determinado pela norma brasileira.

Já às 15h00, a sala 1 apresenta um comportamento mais homogêneo no decorrer dos meses, porém com valores de uniformidade muito baixos (de 0,1 a 0,2). Levando em consideração o horário da simulação, é possível apontar uma incidência de radiação solar direta neste compartimento, advinda da orientação oeste, como determinante para os baixos valores de uniformidade apresentados. No entanto, a Sala 2 apresenta melhores valores de uniformidade entre os meses de setembro e março, chegando a superar o mínimo recomendado pela norma no mês de janeiro. A considerável redução nos valores de uniformidade dos meses de abril a agosto é função da baixa altitude solar deste período do ano, que acarreta na entrada de maior quantidade de luz direta nesta sala ocasionando contrastes excessivos e consequente desuniformidade.

Com base na análise dos dados técnicos apresentados, nota-se que o maior valor de uniformidade não está diretamente relacionado aos maiores níveis de iluminância, mas sim a distribuição da luz no ambiente. Esta afirmação pode ser confirmada pelos gráficos de curvas Isolux da Sala 2, apresentados na figura 7.



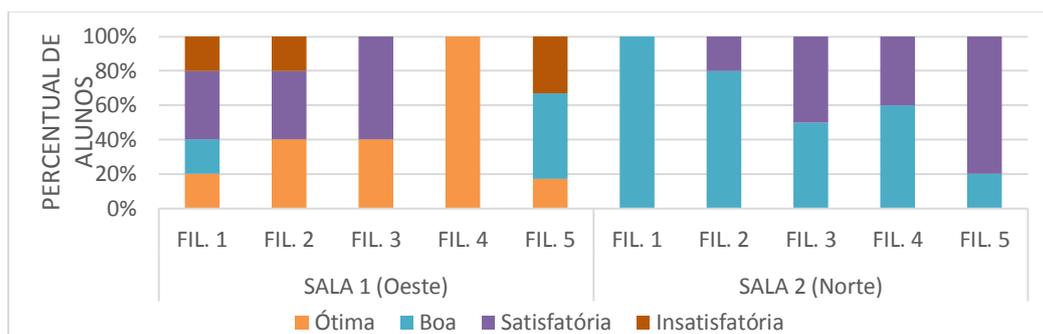
**Figura 7. Curvas Isolux apresentando a distribuição dos níveis de iluminância na Sala 2 sob condição de Céu 7 (a) às 9h00 e (b) às 15h00. Fonte: Troplux (2018).**

Observou-se também que os níveis de iluminância são maiores nas áreas próximas às janelas e quanto maior é a profundidade das salas, menor é o nível de iluminância das extremidades mais distantes das aberturas. Assim, os resultados indicam que a iluminação natural é mal distribuída nos ambientes analisados, o que pode ser melhorado com a implantação nas aberturas de um dispositivo de proteção solar do tipo prateleira de luz, que auxilia no sombreamento próximo as aberturas e na distribuição da luz.

### 3.3 Percepção dos usuários (alunos)

Considerando que a condição de conforto lumínico não pode ser analisada levando em consideração apenas os aspectos técnicos, mas também a sensação do usuário, como afirmam Ferverça e Bartholomei (2012), foram aplicados questionários para compreender a maneira como os usuários realizam suas tarefas sem o auxílio da iluminação artificial. Vale ressaltar que a iluminação artificial foi desligada durante a aplicação dos questionários e que, a Fileira 1, será sempre a mais próxima das janelas.

A figura 8 apresenta resultados provenientes da percepção de alunos que estudam no período matutino, questionário aplicado às 9h00, quando indagados sobre como classificam a iluminação natural na sala em questão. Neste horário foram observadas as maiores divergências de opinião entre os alunos da sala 1, principalmente entre fileiras, poucos alunos classificaram esta iluminação com insatisfatória, e uma parcela significativa classificou como ótima. Já na sala 2, os resultados foram mais homogêneos, porém nenhum aluno classificou este sistema como ótimo. Nota-se ainda na Sala 2, a percepção de que a iluminação é melhor mais próximo as janelas.



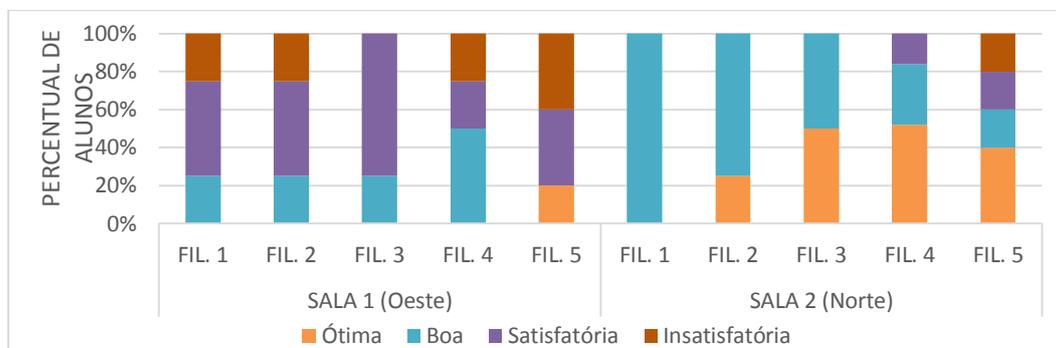
**Figura 8. Percepção dos alunos do período matutino sobre a iluminação natural das salas. Fonte: elaborado pelos autores.**

Quanto a classificação da iluminação natural, a percepção dos usuários corrobora com os dados técnicos, que apresentaram maior nível de iluminância média dentro do intervalo ideal,  $500 > E > 2.000 \text{ lx}$  para a Sala 1. Os resultados da percepção dos alunos também ressaltam a confiabilidade das simulações com relação a uniformidade, que apresenta melhores índices para a Sala 1 e em segundo para a Sala 2, para este mesmo horário e característica de céu (parcialmente encoberto), conforme dia da aplicação dos questionários.

Quando questionados sobre a quantidade e distribuição das janelas, houveram respostas bastante divergentes, porém com maioria dos alunos indicou as opções “satisfatória” e “boa”. Vale ressaltar que para as fileiras 1 e 2 (mais próximas da janela), houve um grande percentual de votos na opção “insatisfatória”. Este resultado pode ser consequência de uma iluminação excessiva proveniente das aberturas, causadora de incômodo visual.

A figura 9 apresenta os resultados de percepção de alunos do período vespertino, questionário aplicado às 15h00. Observa-se uma maior divergência de opinião entre os alunos, quando comparado à figura 8. Novamente, a sala 2 apresenta resultados mais homogêneos, porém neste período do dia os resultados são melhores para a Sala 2. Nota-se também um aumento no percentual de insatisfação dos alunos da Sala 1, o que pode ser

decorrente do incômodo causado pelo excesso de luz no período da tarde, tendo em vista que neste período do dia, a luz solar incide diretamente sobre a fachada oeste. Ainda sobre a quantidade e distribuição das janelas, as respostas foram semelhantes as anteriores.

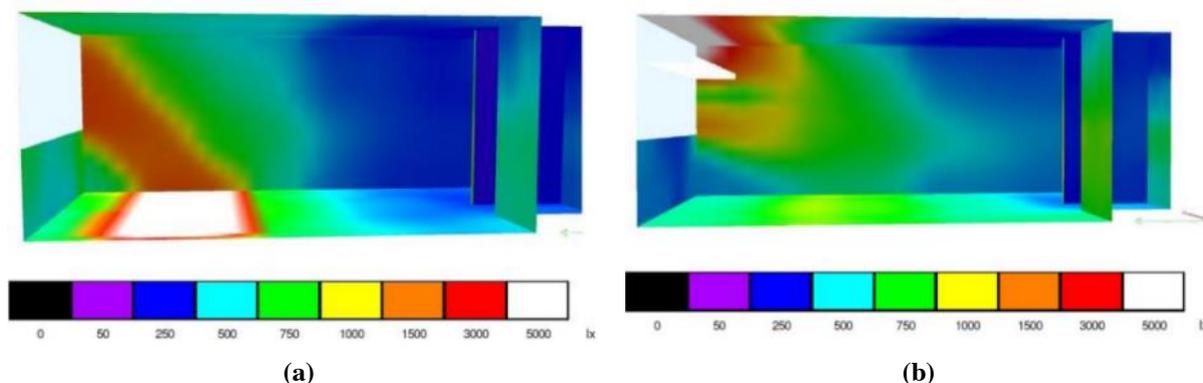


**Figura 9. Percepção dos alunos do período vespertino sobre a iluminação natural das salas. Fonte: elaborado pelos autores.**

Os resultados da percepção dos alunos ressaltam a confiabilidade das simulações com relação a uniformidade, que apresenta melhores índices para a sala 2, a qual obteve os maiores percentuais de respostas enquadrados dentre as opções “Ótima e Boa”.

#### 4. Conclusão

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que há uma grande incidência de iluminação direta sobre estas salas, porém esta luz não é bem distribuída pelo interior dos compartimentos, causando incômodo em alguns usuários, seja por excesso ou por falta de iluminação. A partir dos dados técnicos, foi possível perceber que quanto maior a profundidade das salas, menor é o nível de iluminância encontrado, resultando em ambientes com iluminação natural mal distribuída. Para mitigar este problema, propõe-se a implantação de um dispositivo de proteção solar do tipo prateleira de luz nas aberturas, que auxiliaria no sombreamento das áreas próximas às janelas e melhoraria a distribuição da iluminação, como mostram os resultados encontrados por Maioli e Engel (2013) expostos na figura 10.



**Figura 20: Gráfico resultante da simulação no software DIALux, dos níveis internos de iluminação natural de uma sala localizada na latitude 20° Sul, com janela orientada a norte, no solstício de inverno às 12h, (a) sem prateleira de luz, (b) com prateleira de luz. Fonte: Maioli; Engel (2013).**

No que se refere a percepção dos usuários, as respostas dos alunos comprovam a falta de uniformidade na distribuição da iluminação natural, tendo em vista que, em geral, os alunos de fileiras mais próximas as janelas indicaram maior insatisfação com relação ao nível de iluminação. Isto é consequência de altos valores de iluminância nestas áreas, e consequentemente de ofuscamento causado por esse excesso de iluminação.

Confrontando os métodos de análise adotados, observou-se que o sistema de iluminação natural não é suficiente para promover os níveis de iluminação adequados a fim de garantir conforto lumínico para a realização de todas as atividades. Para que isto ocorra de maneira adequada faz-se necessário a utilização do elemento sombreador já mencionado e de complementação com a iluminação artificial. Sugere-se que o acionamento das luminárias sejam independentes, distribuindo os circuitos de acordo com cada fileira, para que possa haver uma setorização do acendimento.

Sendo assim, conclui-se que uma abordagem correta sobre a utilização da iluminação em ambientes internos poderá contribuir para a adequada realização das tarefas. Acredita-se que a maior contribuição deste trabalho consiste em apresentar melhorias que poderiam ser feitas na EEEFM “Profª Aleyde Cosme” a fim de melhor qualificar o ensino da instituição. A realização desta pesquisa possibilitou um aprofundamento da temática proposta e até mesmo um direcionamento para trabalhos futuros envolvendo iluminação natural aliada ao projeto de arquitetura de ambientes voltados ao ensino e aprendizagem.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15215-4:** Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de Medição. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR/CIE 8995-1:** 2013. Iluminação em ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. BAKER, N.; STEEMERS, K. *Daylighting design of buildings*. London: James & James Ltd, 2002.
- BARBOSA, C. V. T. **Percepção da iluminação no espaço da arquitetura: preferências humanas em ambientes de trabalho**. 2010. 251 f. Tese (Doutorado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- CABÚS, R. **Guia do usuário TropLux V5**. Instituto Lemeeiro. Maceió. 2011.
- COMMISSION INTERNACIONALE DE L'ECLAIRAGE (CIE). CIE DS 011.2/E:2002. *Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky*. Vienna, Austria: Commission Internationale de L'Eclairage, 2002.
- DE ALBUQUERQUE, M. S. C.; AMORIM, C. N. D. Iluminação Natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37-57, abr./jun. 2012.
- FERVENÇA, Y. S. G.; BARTHOLOMEI, C. L. B. Escolas Públicas: Avaliação do conforto lumínico em Presidente Prudente - SP. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012.
- KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. Ed. 3. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2014.

LARANJA, A. C. **Parâmetros urbanos e a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno**. 2010. 285 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MAIOLI, R.; ENGEL, C. Análise da utilização de prateleiras de luz em Vitória-ES (Brasil). **Revista Hábitat Sustentable**. v. 3, n. 1, p. 37-46, 2013.

MICHAEL, A.; HERACLEOUS, C. *Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus*. **Energy and Buildings**, v. 140, p. 443–457, 2017.

MONTEOLIVA, J. M.; VILLALBA, A.; PATTINI, A. E. *Uso de dispositivo de control solar en aulas: impacto en la simulación dinámica de la iluminación natural*. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 43-58, 2014.

NABIL, A. e MARDALJAVIC, J. *Useful daylight illuminances: a replacement for daylight factors*. **Energy and Buildings**, London: Elsevier, v. 38. 2006.

SAUER, A. S.; REMBISKI, F. D.; VENTORIM, F. C.; BRAGATTO, L. R.; RODRIGUES, M. L. de B.; DIAS, I. P.; MARQUES, A. C. R.; DINIZ, A. C.; ACHIAMÉ, G. G. **Avaliação do desempenho da iluminação natural em salas de aula de desenho: caso Multivix Vitória**. 2014. Relatório Técnico de Pesquisa de Extensão (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade Brasileira, Vitória, 2014.

VENTORIM, F. C.; BRAGATTO, L. R.; RODRIGUES, M. L. de B.; DIAS, I. P.; MARQUES, A. C. R.; DINIZ, A. C.; ACHIAMÉ, G. G.; SAUER, A. S.; REMBISKI, F. D. Análise do desempenho da iluminação natural de salas de aula de desenho em Vitória (ES). In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2014.