

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DA ESCOLA ESTADUAL DANTE MARCUCCI

Clarissa Sartori Ziebell (1); Roberta Bertoletti (2)

(1) Mestre, Professora do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFRGS, clarissa.ziebell@ufrgs.br

(2) Mestre, Professora da Faculdade de Arquitetura da FSG, robertabertoletti@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Design e Expressão Gráfica, Porto Alegre - RS, 90050-170, Tel.: (51) 33083125

Faculdade da Serra Gaúcha, Faculdade de Arquitetura, Caxias do Sul - RS, 95020-472, Tel.: (54) 21016000

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma Avaliação Pós Ocupação (APO) na Escola Estadual Dante Marcucci, levantando os principais problemas que a instituição enfrenta do ponto de vista do Conforto Ambiental. A escola localiza-se em Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul. Foram investigados três aspectos do conforto ambiental: térmico, luminoso e acústico. A metodologia de avaliação consistiu em questionários (respondidos por alunos, professores e funcionários), simulação computacional (através dos *softwares EnergyPlus e DiaLux*, utilizados no estudo do conforto térmico e luminoso, respectivamente) e medições do nível de ruído. Os resultados deste trabalho demonstraram que o desconforto térmico durante o ano é causado pelo frio, o que apareceu tanto nas simulações quanto nos questionários. Com relação à iluminação natural, as simulações demonstraram que no inverno ela é insuficiente, e no verão ela é suficiente apenas em alguns períodos do dia. Já nos questionários, foi constatado que os entrevistados se mostraram divididos com relação à satisfação com a iluminação natural. Por fim, com relação à acústica, foi detectado tanto através dos questionários, quanto com as medições, que o nível de ruído no interior da biblioteca é excessivo.

Palavras-chave: Biblioteca, APO, Conforto Ambiental.

ABSTRACT

The objective of this study was perform a Post Occupancy Evaluation (POE) in the State School Dante Marcucci, raising the main problems the institution faces from the point of view of the Environmental Comfort. The school is located in Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. It were investigated three aspects of environmental comfort: thermal, lighting and acoustic. The assessment methodology consisted of questionnaires (answered by students, teacher and employees), computer simulation (using the EnergyPlus and DIALux software, used in the study of thermal and lighting comfort, respectively) and measurements of the noise level. These results demonstrated that thermal discomfort during the year is caused by the cold, which appeared both in simulations and in the questionnaires. With regard to natural lighting, the simulations showed that in winter it is insufficient, and in summer it is sufficient only during a few periods of the day. However, the questionnaires revealed that respondents were split regarding satisfaction with the natural lighting. Finally, with respect to acoustics, was detected using either of the questionnaires, as well as with the measurement, that the noise level in library is excessive.

Keywords: Library, POE, Environmental Comfort.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma Avaliação Pós-Ocupação (APO) na biblioteca da Escola Estadual Dante Marcucci, na cidade de Caxias do Sul (Figura 1). A oportunidade de realizar uma pesquisa nesta biblioteca surgiu durante o segundo semestre escolar de 2013, quando as autoras trabalharam juntas como professoras do curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo na Faculdade da Serra Gaúcha. Nesse período a Faculdade da Serra Gaúcha foi procurada pela diretora da Escola Estadual Dante Marcucci em busca de alternativas para melhorar a biblioteca desta escola. A coordenação do curso de Arquitetura e Urbanismo mostrou interesse na realização dessa pesquisa e a propôs para as autoras do presente projeto. Sendo assim, a biblioteca da Escola Estadual Dante Marcucci foi escolhida como objeto de estudo desta pesquisa por disponibilidade e conveniência.



Figura 1 - Fachada da Escola Estadual Dante Marcucci.

A avaliação pós-ocupação (APO) é um processo “sistemizado e rigoroso de avaliação do ambiente construído, passado algum tempo de sua construção e ocupação” (RHEINGANTZ, et al, 2009). Ainda conforme o mesmo autor, a APO focaliza os ocupantes do edifício e suas necessidades, a partir das quais elabora *insights* sobre as consequências das decisões de projeto no desempenho da edificação. Este procedimento constitui-se na base para a criação de edifícios melhores no futuro.

No Brasil, a APO começa a ser desenvolvida a partir dos anos 70, quando a construção civil, passa a valorizar o usuário, destacando aspectos de conforto e funcionais dos ambientes. Essa avaliação pode englobar fatores construtivos, de conforto ambiental, funcionais, estéticos, comportamentais e organizacionais do ambiente em uso, ou seja, tanto em aspectos objetivos, como aspectos subjetivos, sendo sua abordagem interdisciplinar. Inclui também o ponto de vista do usuário com relação ao Conforto Ambiental.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi realizar uma Avaliação Pós Ocupação (APO), levantando os principais problemas que a instituição enfrenta do ponto de vista do Conforto Ambiental.

3. MÉTODO

Para analisar a relação entre ambiente e usuários da biblioteca foi utilizada a APO – Avaliação Pós-Ocupação - que consiste em uma avaliação do desempenho do ambiente construído, permitindo avaliar a qualidade do lugar. Esta metodologia considera fatores técnico-construtivos, funcionais e comportamentais, e os inter-relaciona, revelando o caráter interdisciplinar da pesquisa (ORSTEIN, 1995).

Para realizar a pesquisa foram utilizadas três abordagens do Conforto Ambiental: Conforto Térmico, Luminoso e Acústico. Para as três áreas foram adotadas análises de dados obtidos através de medições, simulação computacional e questionários. Os questionários foram realizados para as três áreas, enquanto que os outros métodos de investigação variaram conforme a área. A seguir, a metodologia de investigação que foi aplicada em cada uma das abordagens é detalhada.

3.1. Conforto Ambiental

O Conforto Ambiental envolve o conforto térmico, luminoso e acústico. As condições de conforto térmico e luminoso foram avaliadas através do *software EnergyPlus* e *DiaLux*, respectivamente. O *EnergyPlus* permitiu verificar a média da temperatura interna na biblioteca durante um ano escolar. No *DiaLux* foi simulada a temperatura para 6 horas do solstício de inverno (21 de junho) e do solstício de verão (21 de dezembro). Esses resultados foram posteriormente comparados aos recomendados pela ABNT (2013). Com relação ao conforto acústico, o nível de ruído no interior da sala foi avaliado através de medições.

3.1.1. Análise com o EnergyPlus

O modelo de simulação térmica foi montado através do *software SketchUp* com o auxílio do *plug-in Legacy Open Studio*. As características construtivas, os padrões de ocupação e iluminação, a localização e a configuração da ventilação natural foram inseridos através do ambiente de trabalho do *EnergyPlus*. A condição de conforto térmico foi avaliada através da comparação das temperaturas mínimas e máximas mensais com as temperaturas aceitáveis para conforto térmico estabelecidas através da Carta Bioclimática proposta por Givoni (1992). As temperaturas foram obtidas com o *software EnergyPlus*. A Figura 2 mostra o modelo de simulação. Ao fundo, os planos roxos foram inseridos para simular a influência do sombreamento da fachada do bloco dos fundos no bloco da frente, onde se encontra a biblioteca.

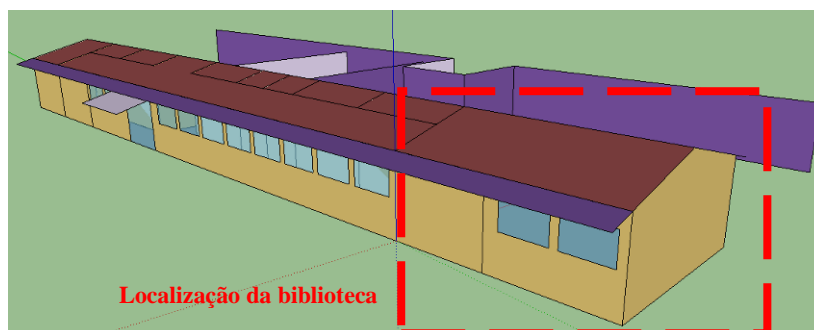


Figura 2 - Modelo de Simulação

O período de simulação foi estipulado conforme o calendário escolar, iniciando no dia 18 de fevereiro e encerrando no dia 23 de dezembro. Os padrões de ocupação e iluminação foram estabelecidos conforme o *schedule* fornecido pelo banco de dados do *EnergyPlus* para escolas. Como não está disponível um arquivo climático de Caxias do Sul, foi adotado o arquivo climático da cidade de Canela, cidade mais próxima encontrada. As características construtivas das paredes, pisos e coberturas são mostradas na tabela 1. Os vidros são simples, com espessura de 3 mm. A ventilação natural foi simulada através do componente chamado *Airflow Network*. Os coeficientes de pressão do vento foram calculados pelo *EnergyPlus*.

Tabela 1 – Características construtivas.

Paredes Internas	Paredes Externas	Cobertura	Piso
Reboco (espessura = 2 mm)	Reboco (espessura = 2 mm)	Telha de fibrocimento (espessura = 4mm)	Bloco de madeira (espessura = 1,5 cm)
Tijolo (espessura = 15 cm)	Tijolo (espessura = 21 cm)	Espaço de ar	Argamassa (espessura = 3 cm)
Reboco (espessura = 2 mm)	Reboco (espessura = 2 mm)	Laje de concreto (espessura = 10 cm)	Isolante Térmico (espessura = 2,5 cm)
			Argamassa de regularização (espessura = 3 mm)
			Contrapiso de concreto (espessura = 10 cm)
			Solo (simulado com uma camada de tijolo com espessura = 30 cm)

Como dados de saída, foram solicitadas as médias de temperatura diária externa e interna. Posteriormente, foi verificado em quantos dias estas temperaturas ficaram fora da zona de conforto. A zona de conforto foi estabelecida conforme a Carta Bioclimática de Givoni (1992). A Figura 3 mostra a Carta Bioclimática com as normais de Caxias do Sul, obtida através do *software Analysis Bio*. A partir desta carta foram adotadas as temperaturas de conforto entre 18 e 28 °C.

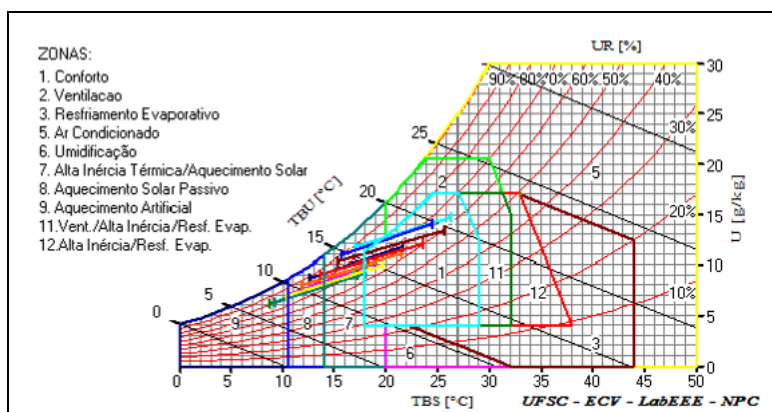


Figura 3 - Carta Bioclimática de Givoni (1992) com as normais climatológicas de Caxias do Sul.

Analisando a figura 2 observa-se que o desconforto em Caxias do Sul ocorre apenas para o frio. Sendo assim, o projeto de edificações para esta região deve incluir as estratégias de aquecimento artificial, aquecimento solar passivo e alta inércia térmica.

3.1.2. Análise da luminosidade

A avaliação do conforto luminoso obtido pela iluminação natural foi realizada através de simulação computacional com o software *DiaLux*. As iluminâncias obtidas foram posteriormente comparadas às recomendadas por ABNT (2013). A Figura 4 e a Figura 5 mostram o modelo da biblioteca montado no *DiaLux*. O plano de trabalho foi estabelecido em uma altura de 0,75 m acima do piso. Neste modelo foram colocados móveis, texturas e cores semelhantes ao encontrado na biblioteca. A iluminação artificial não foi considerada.

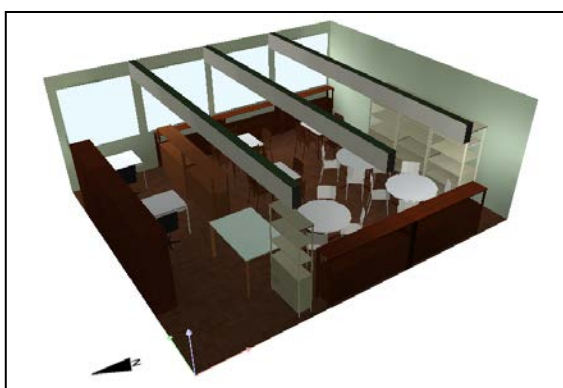


Figura 4 - Modelo da biblioteca construído no *DiaLux*. A imagem mostra ao fundo as janelas da fachada leste.

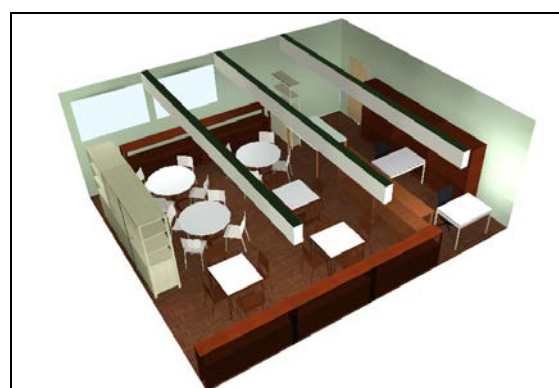


Figura 5 - Modelo da biblioteca construído no *DiaLux*. A imagem mostra ao fundo as janelas da fachada oeste.

Conforme foi explicado anteriormente, a iluminação natural foi simulada para 6 horas do solstício de inverno (21 de junho) e do solstício de verão (21 de dezembro), considerando o céu nublado. O cálculo foi iniciado às 8h e repetido de duas em duas horas, até às 18h. Posteriormente, os resultados encontrados foram comparados aos recomendados pela ABNT (2013).

3.1.3. Análise do nível de ruído

A avaliação do conforto acústico teve como base a ABNT (2000 e 1987). Os passos seguidos para realizar a avaliação foram os seguintes:

- 1º Medição do nível de pressão sonora [dB (A)]. Ao longo de três dias consecutivos foram realizadas duas medições durante a manhã e duas medições durante a tarde. Este processo foi repetido em quatro pontos diferentes, conforme a Figura 6.
- 2º Análise dos dados obtidos.
- 3º Comparação dos resultados com os valores de referência (ABNT, 1987).

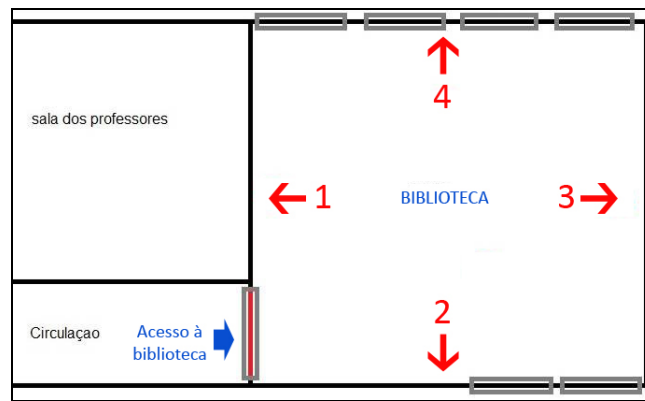


Figura 6 - Indicação dos pontos onde foram realizadas as medições.

3.1.4. Questionários

Os questionários aplicados tiveram o intuito de verificar a percepção dos usuários com relação ao conforto ambiental (conforto térmico, luminoso e acústico). Os questionários foram aplicados com 89 alunos da sexta à nona série e com 11 professores e funcionários. Posteriormente, o resultado dos questionários foi comparado com os resultados das análises apresentadas nos itens 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Análise do Conforto Ambiental

Com relação ao conforto térmico, os resultados das simulações demonstraram que em 57% do ano a temperatura no interior do ambiente se encontra na zona de conforto, e em 43% do ano a temperatura do ambiente se encontra na zona de desconforto para frio. Não foram encontradas situações de desconforto por calor. Esta situação é mais facilmente visualizada através da Figura 7, que mostra a relação entre a temperatura média diária encontrada no interior (representada na cor laranja) e no exterior (representadas na cor azul) da biblioteca durante 1 ano. A linha vermelha representa o limite de conforto para calor, enquanto que a linha verde representa o limite de conforto para frio.

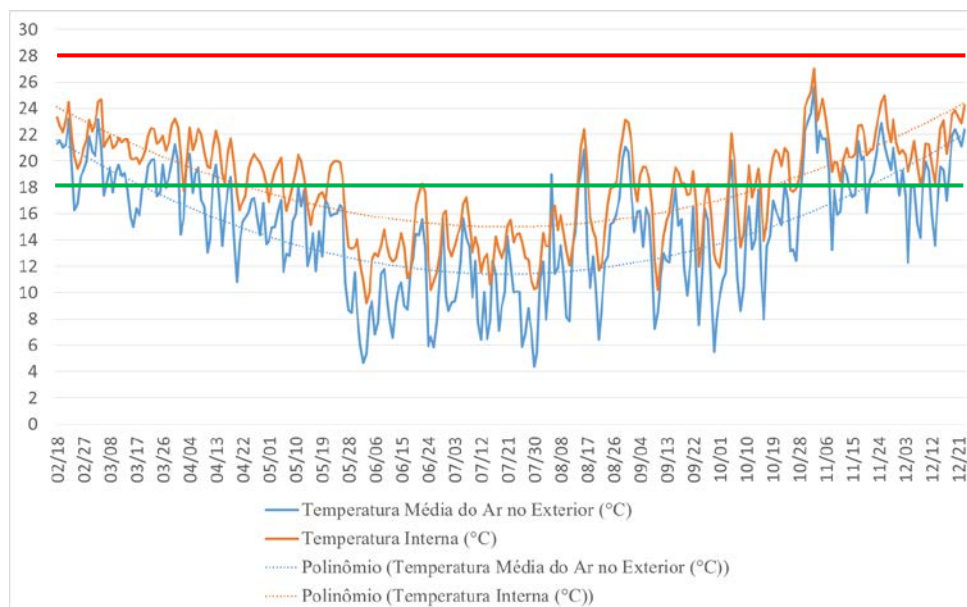


Figura 7 - Temperatura Interna e Externa x Dias Letivos

Com relação aos questionários, 20% dos entrevistados disseram que consideram a temperatura no interior da biblioteca como confortável na maior parte do ano. Ainda para a mesma pergunta, 30% dos entrevistados consideram a biblioteca quente ou muito quente e 49% consideram fria ou muito fria. No

verão, 68% consideram que a biblioteca é quente ou muito quente, enquanto que 23% consideram a biblioteca confortável. Já no inverno 89% consideraram a biblioteca fria ou muito fria e apenas 11% a consideram confortável. Os resultados completos são observados na Figura 8, na Figura 9 e na Figura 10.

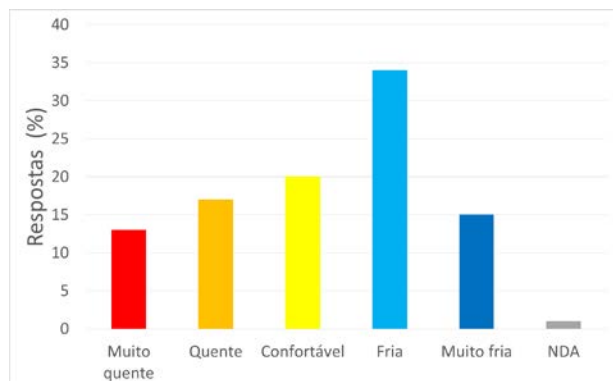


Figura 8 - Pergunta: Como você considera a temperatura na maior parte do tempo?

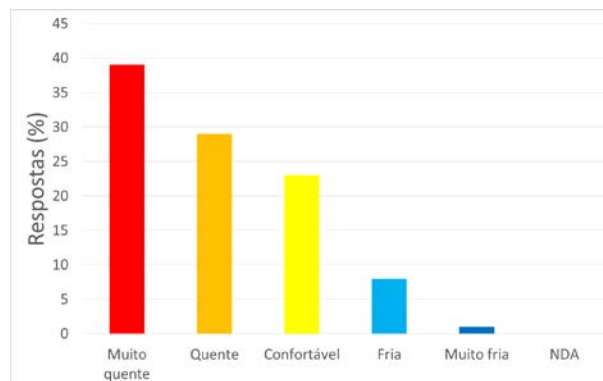


Figura 9 - Pergunta: No verão, você considera a biblioteca...

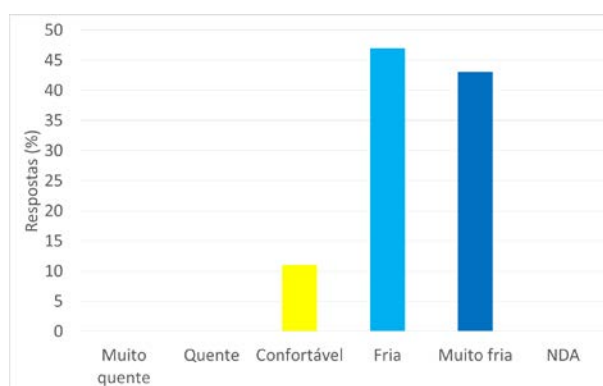


Figura 10 - Pergunta: No inverno, você considera a biblioteca...

Comparando os resultados encontrados através da simulação, pode-se perceber que o questionário reflete a situação da biblioteca com relação ao conforto térmico.

Com relação ao conforto acústico, as medições demonstraram que o nível de ruído na maior parte do tempo excede a recomendação da NBR 10152, que indica um limite de 45 db (A) para bibliotecas. As medições demonstraram que durante todas as manhãs 100% das medições foram superiores a este valor, e à tarde, 97,7% das medições superaram o valor de 45 db (A). O problema do ruído também foi identificado nos questionários, já que 65% dos entrevistados consideraram a quantidade e a intensidade do nível de ruído como desconfortável. A maioria da fonte de ruído foi identificada como vinda de tráfego de veículos (56%) e alunos no exterior da biblioteca (41%).

O resultado encontrado com a simulação através do *DiaLux* é mostrado na Figura 11 e na Figura 12. Estes resultados devem ser comparados com a recomendação da ABNT (2013), que indica um nível de iluminância de 500 lux para a área de leitura e para a bibliotecária. Pode-se perceber que no verão o valor médio da iluminância se encontra acima da recomendação da ABNT (2013) às 10h, às 12h e às 14h. Nos demais horários o valor é inferior. Para o inverno, a iluminância é inferior ao recomendado em todos os horários. Esta conclusão indica que há necessidade de ampliar o acesso à luz natural no interior da biblioteca.

Nos questionários, os entrevistados se mostraram divididos com relação à satisfação com a iluminação natural, pois 47% a consideram ótima, boa ou satisfatória, e 48% a consideram ruim ou insatisfatória. Com relação ao uso da luz natural, 56% afirmaram que a utilizam sempre, quase sempre ou às vezes. Por outro lado, com relação à qualidade e distribuição das janelas, 51% a consideram ótima, boa ou satisfatória. É possível que o uso da iluminação artificial possa mascarar a falta de luz natural e que isso tenha influenciado na satisfação encontrada nos questionários.

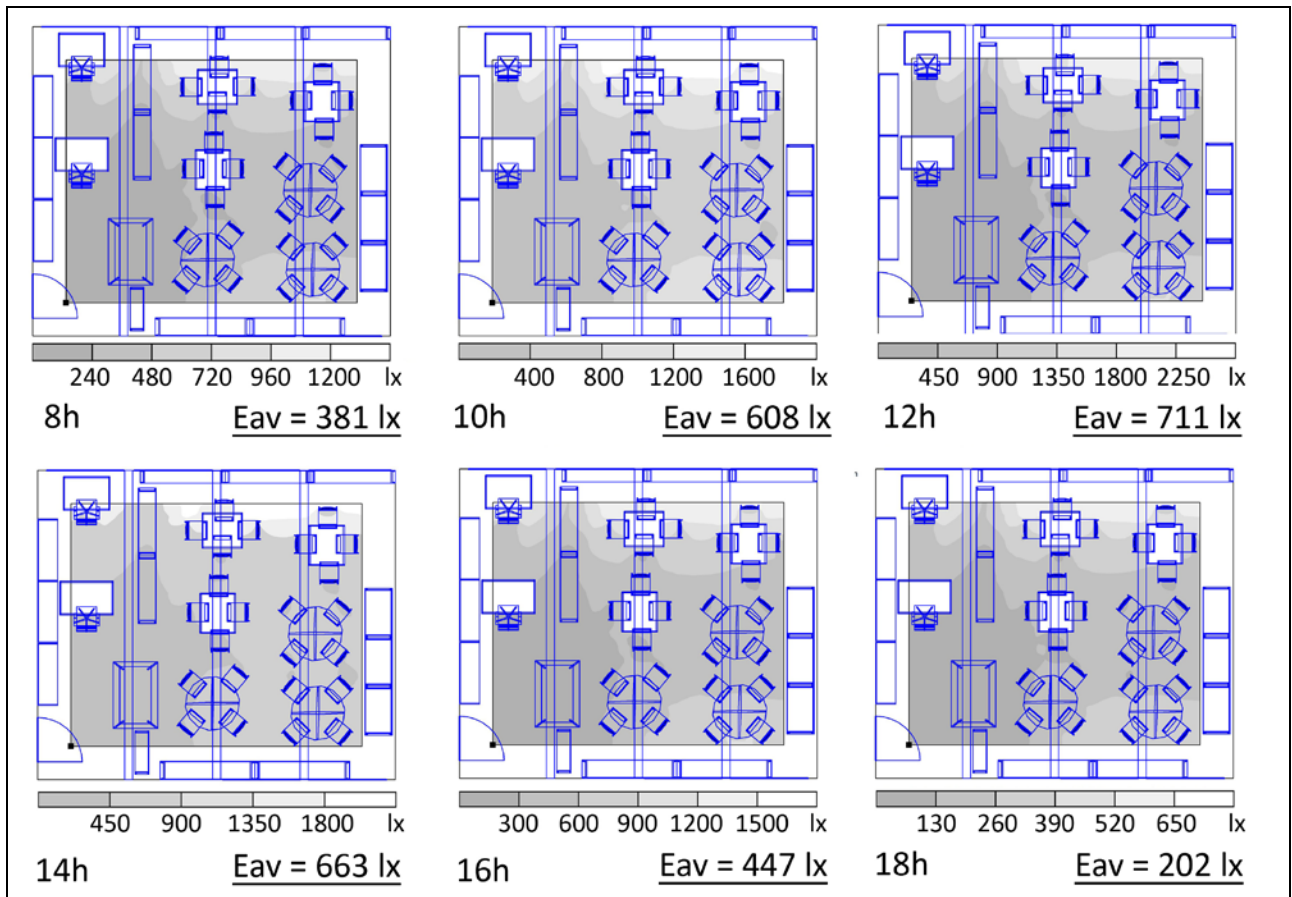


Figura 11 - Resultado das simulações realizadas com *DiaLux* para o solstício de verão. Eav = média das iluminâncias.

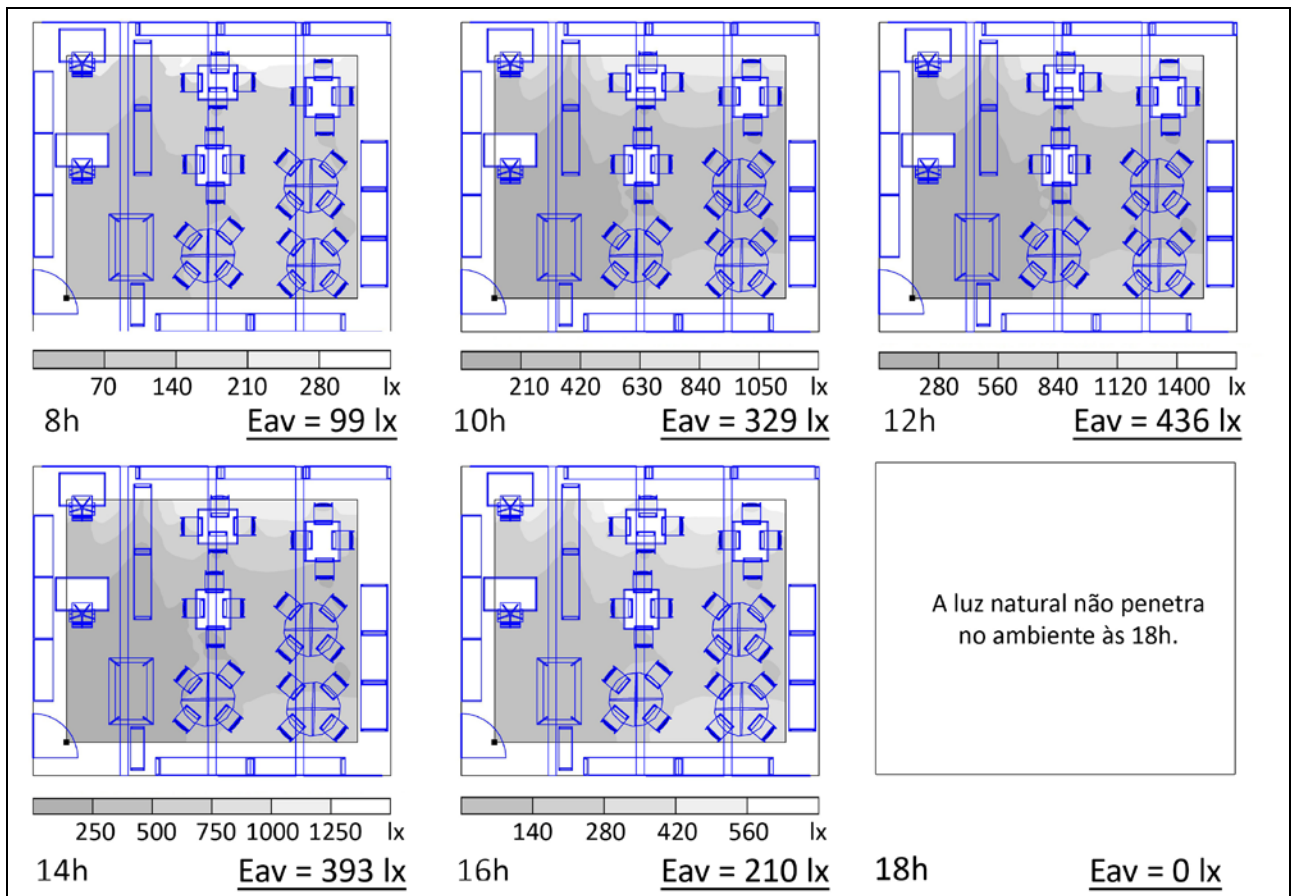


Figura 12 - Resultado das simulações realizadas com *DiaLux* para o solstício de inverno. Eav = média das iluminâncias.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho foi observado que as respostas encontradas nos questionários e aquelas encontradas através de simulações e medições foram compatíveis. Quando o conforto térmico foi analisado, percebe-se que a sensação de frio é a mais predominante, o que leva a crer que modificações que privilegiassem a captação de radiação solar durante o inverno seriam desejáveis.

O aumento da captação da luz natural também se mostrou importante a fim de minimizar o consumo de energia com iluminação artificial. Portanto, seria necessário um projeto que possibilitasse a entrada da radiação solar e da iluminação natural no inverno, sem tornar a entrada de radiação solar direta excessiva durante o verão.

Quando a acústica foi avaliada, foi constatado que existe uma quantidade excessiva de ruído no interior da biblioteca, o que pode prejudicar a concentração dos alunos. O mesmo foi encontrado nas respostas dos questionários. Portanto, seria importante realizar um projeto de isolamento acústico para a biblioteca.

Os resultados deste trabalho demonstram que as condições de conforto ambiental na biblioteca podem ser aprimoradas. Esta pesquisa vai embasar um projeto de melhoramento da biblioteca, o que será realizado em parceria com a comunidade escolar. São previstas algumas dificuldades no desenvolvimento deste projeto, visto que não são permitidas alterações na fachada da escola. Soluções que podem ser adotadas com mais facilidade são adoção de um melhor isolamento térmico da cobertura e inserção de uma iluminação zenital. O isolamento térmico minimizaria as trocas térmicas, enquanto que a iluminação zenital permitiria aumentar a captação de radiação solar e de luz natural. Contudo, vale ressaltar que a adoção de iluminação zenital teria que ser feita com um correto desenho para não gerar momentos de desconforto por calor durante o verão. Com relação à acústica, a dificuldade de encontrar uma solução é um pouco maior, visto que provavelmente a maior fonte de ruído seja oriunda das aberturas. A adoção de vidros duplos não é considerada porque, além de seu alto custo, seria impedida a ventilação natural (essencial para manter as condições de salubridade).

A metodologia adotada neste trabalho se mostrou satisfatória, visto que os resultados das simulações e medições estão, na maioria dos casos, de acordo com a resposta dos usuários da biblioteca. Contudo, algumas dificuldades foram encontradas para aplicar esta metodologia no que se refere à aplicação dos questionários. Em primeiro lugar, a demora para obter a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa resultou em um atraso no início das pesquisas. Em segundo lugar, muitos pais (ou responsáveis) de alunos menores de idade relutaram em assinar a autorização de participação na pesquisa, o que igualmente atrasou o início da coleta de dados. Nesse ponto, a simulação e a medição são técnicas mais ágeis para a tarefa de obter dados visando o desenvolvimento de um projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, junho de 2000. Versão corrigida em 2003.
- _____. **NBR**: Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, dezembro de 1987. Versão corrigida em 1992.
- ABNT NBR; ISSO/CIE. **NBR 8995-1**: Iluminância de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, abril de 2013.
- GIVONI, B. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v18, n.1, p. 11-23, 1992.
- ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Avaliação Pós- Ocupação (APO) do Ambiente Construído**, Marcelo Romero (colaborador). São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1995 23p.
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso; AZEVEDO, Giselle A.; BRASILEIRO, Alice; ALCANTARA, Denise; QUEIROZ, Mônica. **Observando a qualidade do lugar**: procedimentos para avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pós-graduação em Arquitetura, 2009. 117p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro cedido pela Faculdade da Serra Gaúcha.