ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

A tecnologia BIM como ferramenta de ensino de conforto ambiental: análise da incidência solar nas aberturas

BIM technology as a teaching tool for environmental comfort: analysis of solar incidence in openings

Dirceu de Oliveira Garcia Filho
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | arqdigarcia@hotmail.com
Angelica Paiva Ponzio
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | angelica.ponzio@gmail.com
Maurício Carvalho Ayres Torres
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | mauricio.torres@ufrgs.br

Resumo

As análises ambientais envolvem fatores que influenciam diretamente no desempenho das edificações. A utilização da tecnologia BIM na busca por soluções arquitetônicas mais sustentáveis se tornou um dos temas mais relevantes do campo da construção civil. O ensino de arquitetura deve preparar os estudantes para lidar com questões ambientais ao passo que introduz novas tecnologias e inovações. O objetivo deste trabalho é demonstrar como o BIM pode auxiliar no ensino de conforto ambiental, a partir da realização de análises da incidência solar nas aberturas, demonstradas por meio de um experimento aplicado. O experimento foi realizado no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRGS. A metodologia utilizada seguiu os passos da *design science research*, com adaptações ao contexto local. No âmbito dessa metodologia, será apresentado o método proposto para a realização de análises da incidência solar em aberturas. Os resultados, obtidos por meio de artefatos e exercícios práticos, demonstram o potencial de aplicação do BIM no ensino de graduação do setor AEC. Além disto, a realização das análises permitiu que a avaliação das aberturas e a proposição de alterações fosse realizada durante a fase inicial de projetação, proporcionando maior assertividade nas soluções propostas.

Palavras-chave: BIM. Aprendizagem. ArchiCAD. Análise solar. EcoDesigner STAR.

Abstract

Environmental analyses involve factors that directly influence the performance of buildings. The use of BIM technology in the search for more sustainable architectural solutions has become one of the most relevant topics to the construction field. It is essential for architecture education to equip students with the skills to address environmental challenges while embracing new technologies and innovations. This paper aims to illustrate how BIM technology can enhance environmental comfort teaching practices by examining the performance of solar incidence on building openings through a practical experiment. The experiment was conducted in the undergraduate course of Architecture and Urbanism at the Federal University of Rio Grande do Sul. The methodology adhered to design science research principles, tailored to the local

Como citar:
GARCIA FILHO, D. O.; PONZIO, A. P.; TORRES, M. C. A. A tecnologia BIM como ferramenta de ensino de conforto ambiental: análise da incidência solar nas aberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

context. This paper will detail the method used for analyzing solar incidence on openings. Results from the application of artifacts and practical exercises highlight the technology's potential in enriching undergraduate education in the Architecture, Engineering, and Construction (AEC) field. Additionally, the analysis of solar incidence provided insights into the evaluation of openings and informed modifications during the initial design phase, thereby increasing the accuracy of final project outcomes.

Keywords: BIM. Learning. ArchiCAD. Solar Analysis. EcoDesigner STAR.

INTRODUÇÃO

Compreender a posição geográfica de um projeto arquitetônico é fundamental para que possa ser realizada uma leitura precisa das condições climáticas e da maneira como o sol incide sobre o lote que irá receber a edificação, permitindo que sejam realizadas escolhas formais e de disposição dos ambientes, que apresentem benefícios por meio da iluminação natural, da redução de consumo energético e de estratégias de aquecimento passivo [1] [2].

A energia proveniente do Sol e a exploração da luz natural e do calor pode se tornar uma excelente ferramenta de projeto e a má utilização deste recurso natural pode trazer sérios problemas para a edificação [2]. Além disso, o entendimento da variação dos ângulos de altura solar e dos azimutes no decorrer do dia é muito importante para que se possa orientar as edificações adequadamente, explorando os envidraçamentos e sombreamentos externos de maneira a captar o máximo de luz, sem prejudicar o conforto térmico [1].

Um projeto sustentável deve maximizar a qualidade do ambiente construído [3] e compreender a maneira como uma edificação responde ao clima do seu entorno é fundamental para que um projeto seja bem-sucedido e, quando os projetos não levam em consideração esse quesito, há grandes chances de que ocorra má aplicação das tecnologias e altos custos associados à construção [1]. Além disso, as trocas de calor, que ocorrem entre a envoltória das edificações e o ambiente externo, têm grande impacto no seu comportamento térmico, evidenciando a importância de analisarmos os edifícios ainda em fase de projeto para que seja possível propor alterações e soluções mais eficientes para que as construções apresentem bom desempenho térmico e ofereçam maior conforto aos seus usuários [4].

Devido ao avanço das mudanças climáticas e da crise energética global, a utilização da tecnologia BIM na busca por soluções arquitetônicas mais sustentáveis, se tornou um dos temas mais relevantes da arquitetura contemporânea e do campo da construção civil e, aliado às ferramentas de simulação computacional, podem auxiliar os projetistas na concretização de obras mais eficientes e com melhor desempenho. Ademais, as discussões sobre sustentabilidade se fazem cada vez mais necessárias e desenvolver o pensamento crítico dos estudantes sobre esses conceitos é imperativo para que possam propor edificações mais responsivas ao contexto em que estão inseridas, minimizando os impactos ambientais. Com isto, aprender a utilizar a tecnologia BIM para conceber projetos que apresentem eficiência ambiental é fator de destaque no setor AEC, uma vez que as constantes mudanças e crises climáticas e energéticas apresentam um grande desafio a nível global para o setor [5].

Além disso, o processo de análise ambiental em BIM pode ser mais eficiente que as práticas tradicionais, pois permite uma avaliação direta durante os estágios iniciais de projeto, sendo que no modo tradicional, isso geralmente ocorre ao final do processo, como uma prática de conferência ou para atendimento de demandas normativas, reduzindo as oportunidades de alterações do projeto, que poderiam melhorar de fato a sua qualidade (no BIM, as análises realizadas no início permitem maiores alterações e mais oportunidades de melhorias qualitativas da edificação) [6].

As simulações computacionais podem ser aplicadas a uma série de sistemas presentes nas edificações e um ponto chave ao abordamos essas simulações é a necessidade de trabalho colaborativo e interoperabilidade, que implicam desafios aos agentes do projeto, exigindo domínio das modelagens autorais e o controle das informações desses modelos, para que a realização das trocas de arquivos ocorra com qualidade. Devido às dificuldades encontradas ao se trabalhar com interoperabilidade, muitos softwares passaram a propor ferramentas de simulação integradas às plataformas de modelagem BIM ou que apresentem conexões diretas que independam de exportações da modelagem autoral [6].

Tais integrações facilitam os processos de simulação e a realização de análises em um software autoral permite que sejam testadas diferentes soluções projetuais e validadas automaticamente na plataforma, agilizando o processo de tomada de decisões. Outro ponto positivo é que esse tipo de transição BIM-BEM acaba se tornando livre de erros, já que o modelo é único e parte das mesmas informações [7].

A partir dessa ideia de explorar as simulações computacionais referentes a análises ambientais – com a utilização de uma plataforma BIM para *design* autoral de arquitetura, surgiu a ideia de avaliar a implementação desses conhecimentos vinculados ao ensino de conforto ambiental, para que os estudantes pudessem estar aptos a avaliar tais condicionantes à medida que fossem desenvolvendo seus projetos. Para fins de aplicação, o experimento foi realizado no âmbito da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na disciplina de Habitabilidade das Edificações I – Turma B do semestre 2023/02. A universidade utiliza o software Graphisoft Archicad para o ensino das disciplinas voltadas à representação gráfica e, por se tratar de uma plataforma de *design* autoral já utilizada pelos estudantes, foi elencada para a utilização nesta pesquisa.

O presente artigo apresenta parte dos resultados obtidos durante a realização da pesquisa de mestrado intitulada “Uso da tecnologia BIM como ferramenta de ensino em disciplinas de conforto ambiental nos cursos de graduação em Arquitetura brasileiros” [8]. O experimento realizado contempla uma série de ferramentas e tópicos ligados ao conforto ambiental e ensinados por meio da tecnologia BIM, mas nesse artigo será apresentada apenas uma parcela desses resultados obtidos, referente às análises de incidência solar nas esquadrias, que foi um dos tópicos abordados na disciplina.

OBJETIVOS

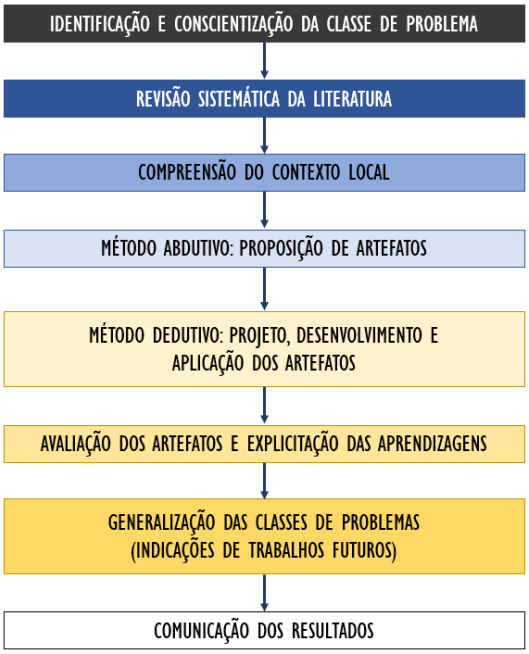
O objetivo deste artigo é demonstrar como a tecnologia BIM pode auxiliar no ensino de conforto ambiental, a partir da realização de análises da incidência solar nas aberturas, por meio de um experimento aplicado na disciplina de Habitabilidade das Edificações I do curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFRGS.

MÉTODO

A pesquisa de mestrado da qual foi originado esse artigo, adotou como metodologia a *desing science research* (DSR) com o intuito de produzir novos conhecimentos a partir de artefatos conhecidos como: constructos, modelos, métodos, instanciações [9] e *design propositions* um quinto tipo de artefato que consiste no resultado de aplicação de teorias fundamentadas em *design science* [10].

O método aplicado foi baseado na proposta desenvolvida por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior [10], mas com adaptações nas etapas sugeridas, reorganizando e propondo novos passos necessários para a obtenção dos resultados esperados e para adequação do método à realidade na qual os artefatos serão inseridos. A síntese desta adaptação é apresentada a seguir (Figura 1).

Figura 1: Método proposto na pesquisa para a realização do *design science research*



Fonte: Autor (2024).

A partir dessa síntese das etapas propostas para o desenvolvimento integral da pesquisa (Figura 1), os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento das análises de incidência solar serão descritos a seguir.

Baseado na **identificação e conscientização da classe de problema** (análise solar das aberturas), foram aplicados os conhecimentos adquiridos com a **revisão sistemática da literatura** e propostos artefatos (**método abdutivo**) para viabilizar as soluções necessárias para resolução da classe de problema elencada. A proposição dos

artefatos considerou as análises realizadas para **compreensão do contexto local**, já que a experiência de implementação foi realizada no ambiente da UFRGS e, por este motivo, foi imperativo compreender e formalizar os requisitos necessários para que os artefatos fossem capazes de solucionar os problemas específicos para as propostas.

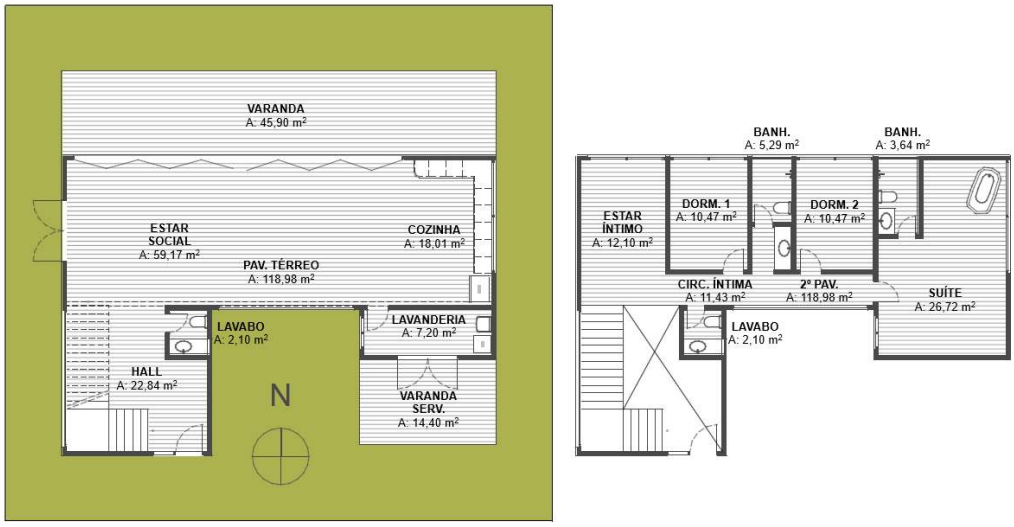
Foram propostos três artefatos que poderiam auxiliar nos objetivos de implementação da tecnologia BIM para as finalidades elencadas. Seguindo os passos da metodologia, após a proposição, foram projetados, desenvolvidos e aplicados os três artefatos (**método dedutivo**), sendo eles: um modelo de referência, uma apostila e uma instanciação (*workshop*).

O primeiro artefato desenvolvido foi o modelo de referência, que se trata de uma representação da realidade [9] e foi utilizado como base para a apresentação das demonstrações durante o *wokshop* e para que os estudantes pudessem utilizar como referência para futuras configurações e aplicações que possam realizar.

As definições desse modelo não partiram de nenhuma obra existente ou emblemática dentro do campo da arquitetura. A edificação proposta foi uma residência unifamiliar, idealizada a partir de soluções convencionais, comumente observadas em situações reais e que possibilitaram uma melhor problematização dos assuntos relacionados à disciplina. Este artefato buscou promover aos estudantes o desenvolvimento de competências BIM referentes a Gerenciamento do Modelo [11].

A residência desenvolvida apresenta aproximadamente 240,00 m², divididos em dois pavimentos com três dormitórios no pavimento superior e área social e de serviço no pavimento térreo. A volumetria foi proposta em forma de "u", com varandas externas no pavimento térreo e acesso principal com pé direito duplo. A Figura 2 mostra as plantas baixas dos dois pavimentos desenvolvidos para a residência e a Figura 3 apresenta uma perspectiva volumétrica desta edificação.

Figura 2: Plantas baixas da residência desenvolvida para o modelo de referência. Térreo (à esquerda) e 2º Pavimento (à direita)



Fonte: Autor (2024).

Figura 3: Perspectiva tridimensional do modelo de referência



Fonte: Autor (2024).

O segundo artefato desenvolvido foi uma apostila para auxiliar na utilização do modelo de referência e para guiar os procedimentos e configurações necessárias para a realização das atividades propostas. Este artefato pode ser conferido integralmente nos anexos da dissertação [8]. No presente artigo serão demonstrados trechos relevantes para as análises de incidência solar das aberturas.

A instanciação (*workshop*) foi o terceiro artefato, que utilizou a apostila e o modelo de referência para o ensino dos conceitos referentes ao conforto ambiental e para a realização das análises solares. O *workshop* foi dividido em quatro etapas, de maneira a demonstrar uma sequência de procedimentos necessários para a configuração e manipulação das informações necessárias ao desenvolvimento das atividades propostas.

Após a aplicação, como forma de **avaliação dos artefatos e explicitação das aprendizagens**, foi incentivada a utilização do método ensinado para a realização de um exercício avaliativo da disciplina (Habitabilidade das Edificações I), que permitiria uma demonstração do entendimento e habilidades de utilização da ferramenta demonstrada por parte dos estudantes. Finalizando, a **comunicação dos resultados** (que consiste no compartilhamento do que foi aprendido com o desenvolvimento do experimento), estará apresentada na presente publicação, demonstrando o material desenvolvido e os resultados obtidos com a pesquisa.

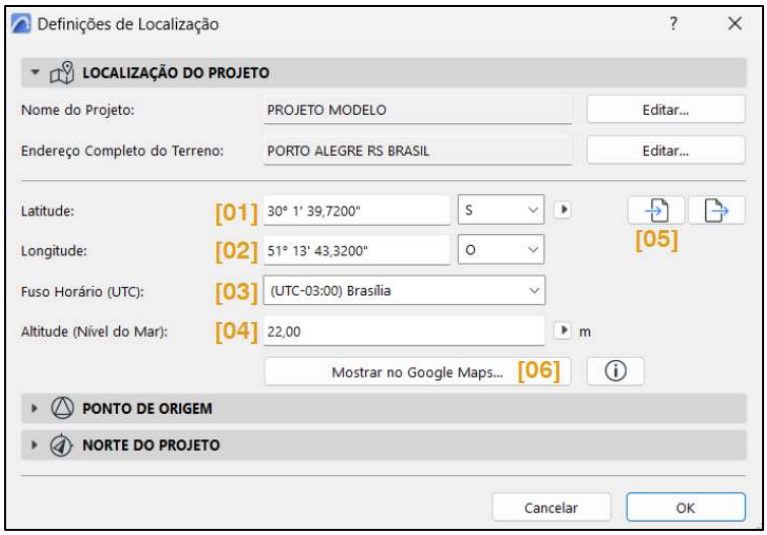
RESULTADO(S) ALCANÇADO(S)

Conforme delimitado nos procedimentos metodológicos, foram desenvolvidos três artefatos para a aplicação do experimento na disciplina. A seguir serão apresentados os resultados obtidos, de acordo com a sua relevância para a compreensão do processo de simulação e análises da incidência solar das aberturas.

Na primeira etapa da instanciação foi apresentado o modelo de referência, demonstrando aos estudantes a organização do arquivo e como deveria ser manipulado para a realização das simulações. A segunda etapa demonstrou algumas configurações gerais do arquivo, com o intuito de demonstrar aos estudantes a localização de algumas ferramentas importantes de alimentação de informações presentes na plataforma ArchiCAD 26.

Na terceira etapa foram demonstradas as configurações necessárias para a realização das análises ambientais. Na plataforma BIM, faz-se necessária a inclusão de informações referentes à localização do projeto para que o software consiga processar os dados e compreender de que maneira se comporta a edificação projetada em relação ao local no qual será construída. Durante o *workshop* foram demonstradas as funcionalidades referentes às definições de localização, ponto de origem e norte de projeto. O modelo de referência foi fornecido com os dados preenchidos para a cidade de Porto Alegre. Caso necessário, podemos alterar os dados referentes a outras cidades, bastando inserir a latitude (01) e longitude (02) de cada uma dessas cidades, nos campos indicados na janela "Definições de Localização" (ver Figura 4). Devemos também selecionar o fuso horário (03) referente à cidade de projeto, bem como indicar a sua altitude (04) com relação ao nível do mar. Este processo de preenchimento dos dados não precisa ser realizado manualmente, é possível importar (05) alguns formatos de arquivo que trarão esses dados geográficos, como arquivo .kmz do Google Earth. Além disto, para conferência dos dados inseridos, é possível clicar na opção "Mostrar no Google Maps..." (06), que irá abrir a localização (de acordo com os dados inseridos) no navegador de internet, permitindo que possamos nos certificar que foram fornecidos os dados corretos da cidade na qual iremos realizar o projeto ou as análises.

Figura 4: Aba das Definições de Localização do software ArchiCAD 26, com a indicação numérica destacada em amarelo, correspondente aos tópicos abordados no texto



Fonte: Autor (2024).

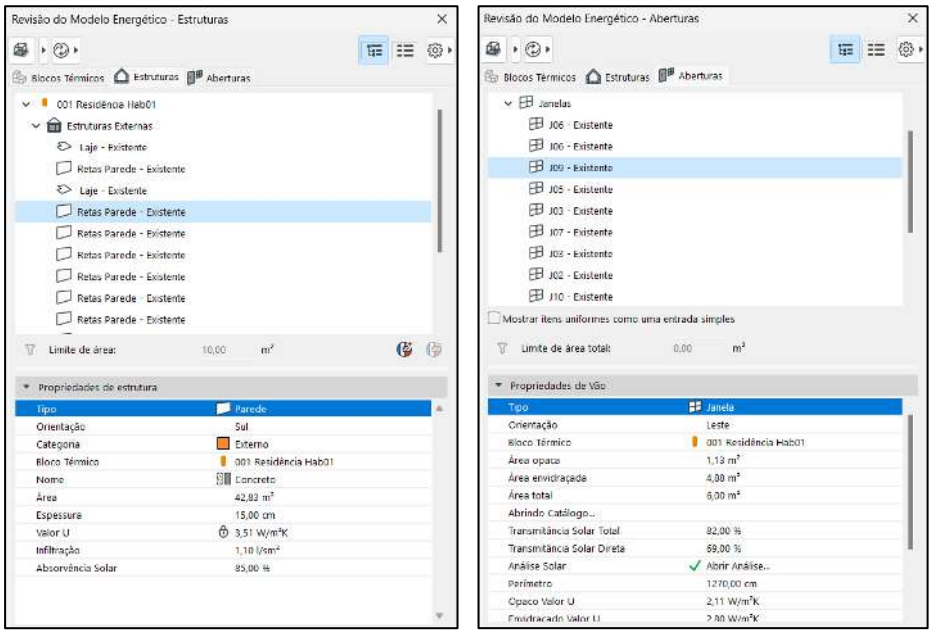
Podemos ainda realizar a vinculação de um arquivo climático externo, que pode ser incluído em qualquer arquivo do ArchiCAD 26, e que irá alimentar o projeto com as informações referentes ao clima do local definido para o projeto. A partir da inclusão deste arquivo e das informações previamente inseridas, podem ainda ser configuradas algumas outras condicionantes de projeto como o tipo de solo, se o entorno é pavimentado, entre outras.

A quarta etapa buscou apresentar as funcionalidades presentes no ArchiCAD 26 que possibilitam a realização das análises ambientais. Todas as configurações realizadas

nas demais etapas serviram de base para informar o software com as propriedades necessárias para a realização dessas análises.

Durante a instanciação, foram demonstradas as configurações e requisitos necessários no modelo para que o software fosse capaz de realizar uma leitura do projeto e listar suas estruturas e aberturas. Primeiramente foram determinados os blocos térmicos e, a partir deles, a plataforma BIM realiza essa leitura dos elementos construtivos vinculados a cada bloco. A partir desta listagem, para cada elemento construtivo selecionado na ferramenta, uma série de informações é apresentada, permitindo algumas alterações, caso necessário. A seguir, na Figura 5, podemos visualizar as abas de Estruturas e Abertura presentes na ferramenta.

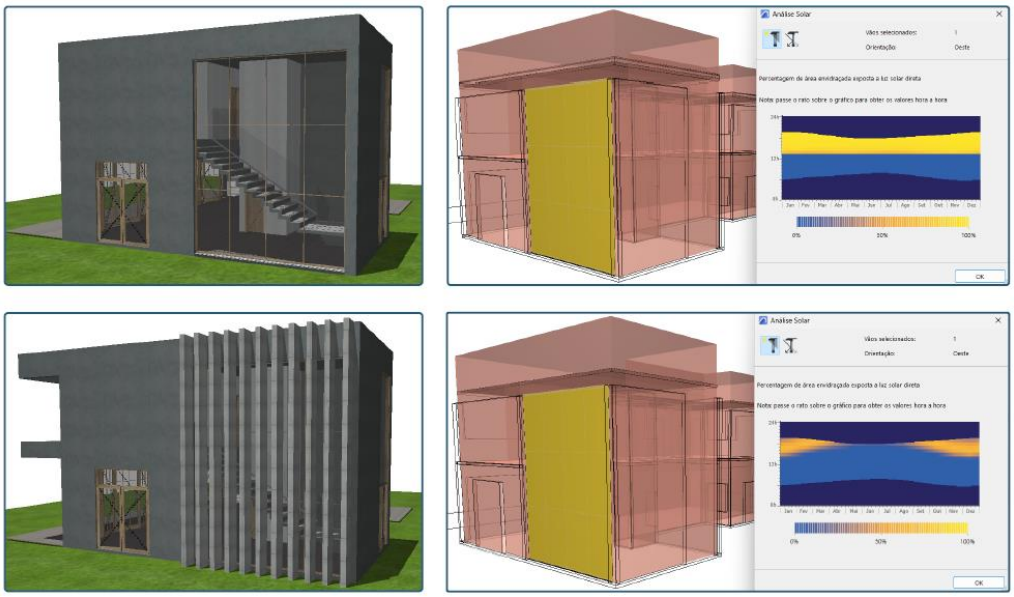
Figura 5: Aba de Estruturas da ferramenta Revisão do Modelo Energético (à esquerda); e aba de Aberturas (à direita)



Fonte: Autor (2024).

A partir da aba de aberturas, demonstrada na Figura 5, é possível acessarmos a Análise Solar, ao selecionarmos uma abertura da listagem e clicarmos em “Abrir Análise...”.A Análise Solar de Aberturas utiliza as informações climáticas e de localização e norte do modelo (inseridas previamente, conforme demonstrado) para simular a incidência solar e de radiação em cada abertura da edificação. No *workshop* foi demonstrada a simulação de uma esquadria oeste sem proteção e, posteriormente, protegida por brises verticais, para ensinar o uso da ferramenta e demonstrar uma comparação da exposição solar nesta esquadria em cada uma das propostas. A Figura 6 demonstra os resultados destas simulações, realizados durante a instanciação.

Figura 6: Simulação da esquadria voltada para oeste. Opção sem proteção (acima) e com brises verticais (abaixo)

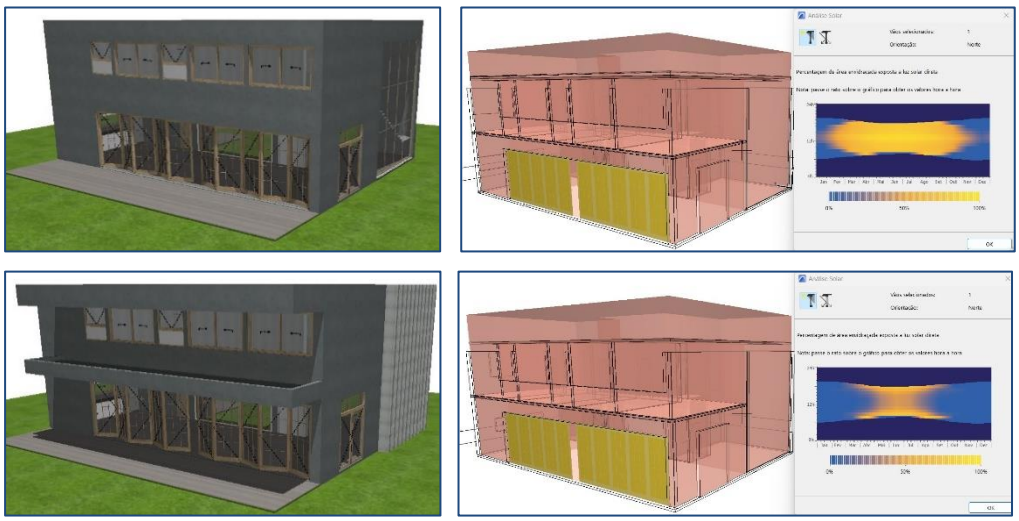


Fonte: Autor (2024).

A partir dessa simulação, podemos visualizar de maneira gráfica e interativa o efeito de proteção que os brises proporcionaram, evidenciados pelo gráfico que demonstrava uma total incidência solar no período da tarde ao longo de todo o ano (quando desprotegido) e com pequenos períodos de incidência após a proposição desta estratégia arquitetônica.

Outra esquadria simulada para uma fachada norte, demonstra também a eficiência da proposição de marquises para proteção solar nesta direção, evidenciando que a solução construtiva proposta apresenta bons resultados na redução da exposição solar direta nesta edificação (Figura 7).

Figura 7: Simulação de esquadria voltada para norte. Opção sem proteção (acima) e com marquises (abaixo)



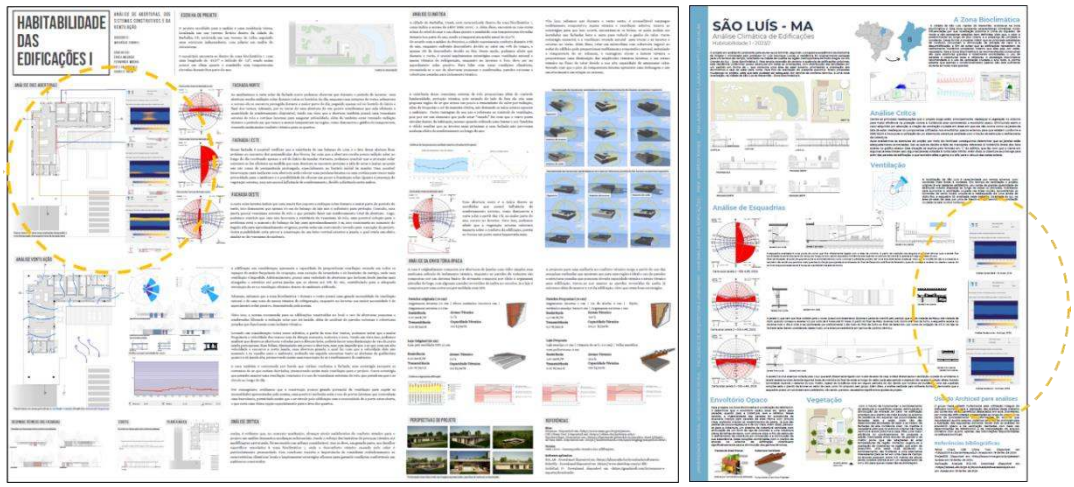
Fonte: Autor (2024).

A realização dessas demonstrações na disciplina permitiu que os estudantes aprendessem a utilizar as ferramentas disponíveis na plataforma de projeto para a

realização de análises ambientais que apresentaram grande potencial de contribuição aos seus processos de projetação. Com relação à incidência solar nas aberturas, o software apresenta uma interface gráfica que demonstra visualmente o impacto que as soluções arquitetônicas causam no projeto, de maneira dinâmica e rápida, permitindo que as escolhas de projeto possam ser realizadas com maior consciência dos resultados que trarão à edificação.

Para avaliar o desempenho dos estudantes na disciplina, um trabalho é solicitado para que eles realizem a avaliação de edificações previamente projetadas por eles, inseridas em localidades determinadas para cada Zona Bioclimática (ZB) brasileira. O trabalho é realizado em grupos e cada grupo recebe uma das ZBs para a elaboração dos seus exercícios. No semestre em que ocorreu o experimento de implementação da tecnologia BIM, foi possibilitado aos estudantes a realização das atividades com as ferramentas BIM apresentadas. Na Figura 8 é possível observar duas pranchas realizadas por grupos distintos de trabalho, que fizeram uso das simulações de incidência solar nas aberturas para demonstrar suas soluções projetuais ou para realizar críticas quanto às soluções existentes (que precisariam de ajustes).

Figura 8: Pranchas realizadas pelos estudantes dos Grupo ZB7 e ZB8 para a entrega do exercício da disciplina com a utilização da análise solar



Fonte: Alunos dos Grupos ZB7 e ZB8 com adaptação do autor (2024).

Esta utilização da ferramenta por parte dos estudantes demonstrou que a inserção do BIM, tanto no ensino, quanto no processo de avaliação das edificações, é possível e deve ser cada vez mais disseminado e aplicado. Além disto, a interface visual possibilita uma compreensão facilitada dos problemas identificados ou soluções propostas, uma vez que os gráficos da incidência solar demonstram claramente o impacto direto nas esquadrias.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa surgiu do interesse de se vincular a tecnologia BIM ao ensino de conforto ambiental, buscando identificar em um contexto real (da disciplina de Habitabilidade das Edificações 1) quais as potencialidades e desafios inerentes deste tipo de implementação.

Neste contexto o experimento possibilitou que os estudantes tivessem contato com novas dimensões do BIM, uma vez que os conhecimentos deles nas etapas iniciais do curso de graduação estão ainda muito voltados aos usos de modelagem tridimensional e documentação (2D). A partir da exploração da ferramenta para as análises ambientais, muitos deles puderam observar de maneira prática outros usos do BIM, ampliando seus conhecimentos sobre a tecnologia, o que pode auxiliá-los em futuras interações e fomentar o interesse por estudos com relação às possibilidades que ela apresenta. Os alunos que aplicaram o método proposto, puderam desenvolver habilidades de um analista BIM, ao realizarem as simulações computacionais por meio da tecnologia, adquirindo competências BIM do nível intermediário proposto por Barison e Santos [12].

Ademais, o ensino da ferramenta de simulação evidenciou a importância da demonstração em tempo real para o aprendizado. As simulações realizadas em sala de aula, com a participação dos alunos, permitiram a identificação e solução de problemas de maneira interativa e prática. Este processo permitiu que os estudantes entendessem claramente o processo de configuração e de utilização das ferramentas digitais para a realização das análises, fazendo com que aprendessem de maneira interativa, esclarecendo suas dúvidas ao passo que visualizavam a execução.

Além disto, o aprendizado da realização das análises solares integrado à plataforma de *design* autoral, permite que a avaliação das aberturas e a proposição das alterações necessárias possa ser realizada durante as fases iniciais do processo de projetação, fazendo com que haja ganhos de produtividade e maior assertividade nas soluções propostas. Com isto, os estudantes que tiveram a oportunidade e interesse de participar do experimento, estarão aptos a realizar este tipo de verificação e poderão aplicar a tecnologia para este fim, podendo criar edificações que apresentem soluções mais adequadas ao clima e explorando a energia solar de maneira mais eficaz.

REFERÊNCIAS

[1] KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling.** Indianapolis: Wiley Publishing Inc., 2008.

[2] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3ª Ed. São Paulo, SP: PW Editores, 2014. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/pt-br/publicacoes/livros. Acesso em: 07 abr. 2024.

[3] McLENNAN, J. F. **The Philosophy of Sustainable Design.** Kansas: Ecotone, 2004.

[4] EEDUS. **Guia de Boas Práticas de Eficiência Energética de Habitações.** 2021

[5] CHEN, S. **A green building information modelling approach: building energy performance analysis and design optimization.** MATEC Web of Conferences, v. 169, p. 01004, 2018.

[6] SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G.; TEICHOLZ, P. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers.** Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2018.

[7] BONOMOLO, M.; DI LISI, S.; LEONE, G. **Building information modelling and energy simulation for architecture design.** Applied Sciences, v. 11, n. 5, p. 2252, 4 mar. 2021.

[8] GARCIA FILHO, D de O. **Uso da tecnologia BIM como ferramenta de ensino em disciplinas de conforto ambiental nos cursos de graduação em Arquitetura brasileiros.** 2024. 239 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura no PROPAR) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

[9] MARCH, S. T.; SMITH, G. F. **Design and natural science research on information technology.** Decision Suport Systems, v. 15, p. 251-266, 1995.

[10] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582605530. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605530/. Acesso em: 10 dez. 2022.

[11] SUCCAR, B. **201in Competency Table (2.1).** Zenodo, 2019. https://doi.org/10.5281/zenodo.2550442.

[12] BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Ensino de BIM: tendências atuais no cenário Internacional.** Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011.