XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8490

Ensino de Conforto Ambiental: modelagem paramétrica, interdisciplinaridade e projeto

Environmental comfort education: parametric modeling, interdisciplinarity, and architectural design

Maria Júlia Arêas Lourenço
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro | Brasil | maria.lourenco@fau.ufrj.br
Ana Rafaela Medeiros Marques
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora | Brasil | ana.marques@estudante.ufjf.br
Letícia Maria de Araújo Zambrano
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora | Brasil | leticia.zambrano@ufjf.br
Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro | Brasil | leopoldo.bastos@fau.ufrj.br

Resumo

Este artigo relata a experiência da integração de ferramentas paramétricas (*Rhinoceros*, *Grasshopper* e *Ladybug Tools*) ao ensino de geometria solar na disciplina de Conforto Ambiental da FAU-UFJF. Objetiva-se analisar sua contribuição à compreensão da trajetória solar e à autonomia discente na avaliação de insolação, obstruções e estudos projetuais. A metodologia consistiu no desenvolvimento de arquivo-base interativo articulado às aulas teórico-práticas e aos estudos com representações gráficas manuais. Os resultados evidenciam aprimoramento da compreensão espacial, maior precisão e complexidade analítica, execução mais rápida das representações gráficas com maior foco na interpretação crítica e melhoria da qualidade da decisão projetual. O estudo propõe um modelo de ensino híbrido que integra fundamentos analógicos e simulação paramétrica, incorporando o desempenho ambiental às etapas iniciais do projeto e reduzindo a fragmentação curricular.

Palavras-chave: Geometria solar. Ensino. Ferramentas paramétricas. Conforto ambiental.

Abstract

This article reports on the experience of integrating parametric tools (Rhinoceros, Grasshopper, and Ladybug Tools) into the teaching of solar geometry in the Environmental Comfort course at FAU-UFJF. It aims to analyze their contribution to understanding solar trajectory and to student autonomy in evaluating solar exposure, obstructions, and design studies. The methodology consisted of developing an interactive base file articulated with theoretical–practical classes and studies using manual graphical representations. The results indicate improved spatial comprehension, greater analytical precision and complexity, faster execution of graphical representations with increased emphasis on critical interpretation and improved quality of design decision-making. The study proposes a hybrid teaching model that integrates analog foundations and parametric simulation, incorporating environmental performance into the early stages of design and reducing curricular fragmentation.

Keywords: Solar geometry. Education. Parametric tools. Environmental comfort.

INTRODUÇÃO

À arquitetura atribui-se o papel de promover o conforto nas suas diversas dimensões — tangíveis e intangíveis — e amenizar o desconforto ambiental [1], fator intensificado pelo aquecimento global e pelas mudanças climáticas, os quais requerem edificações resilientes e eficientes. Nesse cenário, a lógica projetual deve pautar-se pelas condicionantes locais, de modo que a análise climática fundamente as diretrizes às especificidades do entorno [2]. Entre essas condicionantes, a radiação solar destaca-se pelo impacto no desempenho térmico das edificações, evidenciando a importância da compreensão da geometria solar para a arquitetura [1], e a carta solar configura-se como ferramenta de apoio ao projeto, permitindo avaliar a incidência solar, as horas de insolação, as obstruções do entorno, a eficácia de dispositivos de proteção e a penetração da luz natural [2][3][4], subsidiando decisões de implantação e orientação das edificações.

Apesar de sua relevância, o ensino da geometria solar enfrenta obstáculos. Tratando-se de uma representação bidimensional da trajetória aparente do sol [5], a carta solar exige a compreensão da relação entre o plano e o espaço tridimensional — competência frequentemente pouco desenvolvida no ingresso ao ensino superior. Essa dificuldade é agravada pela supressão da geometria descritiva em currículos de cursos de arquitetura e urbanismo, comprometendo habilidades de visualização espacial, representação e abstração [6]. Instaura-se, assim, uma lacuna entre a abstração da carta solar e sua aplicação projetual, manifestada na dificuldade da leitura e elaboração de cortes técnicos e visão espacial.

Soma-se a isso a fragmentação dos conteúdos no ensino de arquitetura e urbanismo, organizados em componentes isolados e sequenciais [7, 8], que resulta em saberes compartimentados e limita a compreensão do fazer arquitetônico frente às demandas sociais e ambientais contemporâneas [9,10]. Por conseguinte, as soluções de conforto são relegadas às etapas finais do projeto, justapostas a uma volumetria pré-concebida, em vez de atuarem como diretrizes integradoras da concepção - dissociação que compromete o desempenho das edificações e a incorporação de estratégias de sustentabilidade [11].

Como alternativa, as ferramentas digitais de simulação configuram-se como suporte ao ensino de conforto à prática projetual. Diferentemente de recursos físicos como o heliodon, que embora eficaz na percepção tátil da insolação limita-se à escala da maquete, as simulações permitem análises dinâmicas e comparativas contribuindo para a consolidação dos conceitos de conforto por meio da aplicação direta no projeto [11]. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) potencializa essa integração ao vincular a modelagem tridimensional do ateliê às análises de conforto, evitando retrabalhos e tornando o ensino de geometria solar mais dinâmico. Ainda assim, embora docentes e monitores busquem integrar ferramentas digitais ao ensino de conforto [12][13][14] persistem lacunas metodológicas no uso pedagógico dessas tecnologias no ensino da geometria solar. Os softwares são frequentemente empregados de forma operacional para obtenção de resultados térmicos, sem explorar seu potencial para a compreensão espacial da trajetória solar.

Diante desse cenário, este trabalho relata e analisa uma experiência de ensino-aprendizagem desenvolvida na disciplina de Conforto Ambiental I. Objetiva-se introduzir, em sala de aula, as ferramentas *Rhinoceros, Grasshopper* e *Ladybug Tools* como recurso didático para facilitar a modelagem e a compreensão da geometria solar, diante das dificuldades dos estudantes em articular carta solar, representação gráfica e volumetria. Busca-se, ainda, analisar sua contribuição para a avaliação da insolação e das obstruções do entorno, para a manipulação de elementos do projeto e para o desenvolvimento da autonomia discente no processo de análise.

MÉTODO

O presente artigo apresenta um relato de experiência vinculado ao ensino da disciplina de Conforto Ambiental I, desenvolvido em articulação entre docência e a monitoria, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

A contribuição das ferramentas de modelagem paramétrica no processo de aprendizagem foi examinada qualitativamente pela equipe docente e de monitoria ao longo de sete semestres (2022–2025), por meio de observação participante e análise da produção discente. Foram comparados os trabalhos desenvolvidos antes da adoção das ferramentas, predominantemente apoiados em procedimentos manuais, com aqueles produzidos após sua implementação. As inferências apresentadas fundamentam-se na triangulação de três fontes complementares: a análise comparativa dos exercícios projetuais e de suas correções; o acompanhamento do raciocínio, das dúvidas e das dificuldades manifestadas pelos estudantes nas aulas de ateliê e os atendimentos de monitoria; bem como as devolutivas apresentadas pelos discentes nas avaliações finais da disciplina.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA DISCIPLINA

Ministrada no terceiro período da graduação, a disciplina de Conforto Ambiental I aborda conteúdos de conforto higrotérmico, entre eles a geometria solar com uso da carta solar e o estudo de obstruções. A disciplina articula-se interdisciplinarmente com a disciplina Projeto Arquitetônico III, voltada ao desenvolvimento de uma instituição de longa permanência para idosos ou escola, de modo que os conteúdos ministrados e avaliados acompanham e apoiam o processo projetivo.

O ensino da geometria solar inicia-se com aula expositiva da construção e interpretação da carta solar, seguida de aula prática no heliodon do laboratório ECOS/FAU-UFJF, que possibilita a compreensão tridimensional da trajetória solar a partir do azimute e da altura solar. Posteriormente, os estudantes realizam estudos com representação gráfica manual aplicados ao terreno do projeto. Na sequência, são apresentados o transferidor solar e os estudos de obstrução, introduzindo-se os conceitos geométricos acompanhados de exercícios de aplicação.

Historicamente, as análises da trajetória solar apoiavam-se na sobreposição física de carta e transferidor solar sobre desenhos técnicos do terreno; no ensino remoto

emergencial de 2020, a prática foi transposta para plataformas digitais como o Miro. Em ambos os casos, contudo, manteve-se a abordagem bidimensional, persistindo a dificuldade dos alunos na abstração espacial da geometria solar, sobretudo na articulação entre plantas e cortes.

Na tentativa de superar esse obstáculo, estabeleceu-se parceria interdisciplinar com a disciplina de Modelagem e Prototipagem para introduzir as ferramentas paramétricas *Rhinoceros* e *Grasshopper* no ensino da geometria solar. No contexto dessa articulação, a monitoria de Modelagem e Prototipagem desenvolveu uma interface automatizada no *Grasshopper*, utilizando o *Ladybug Tools*, denominada *Wyvern*, voltada à geração de cartas solares e máscaras de obstrução. Embora ágil e intuitivo, o sistema ocultava a lógica algorítmica, gerando um uso passivo e dependente por parte dos estudantes.

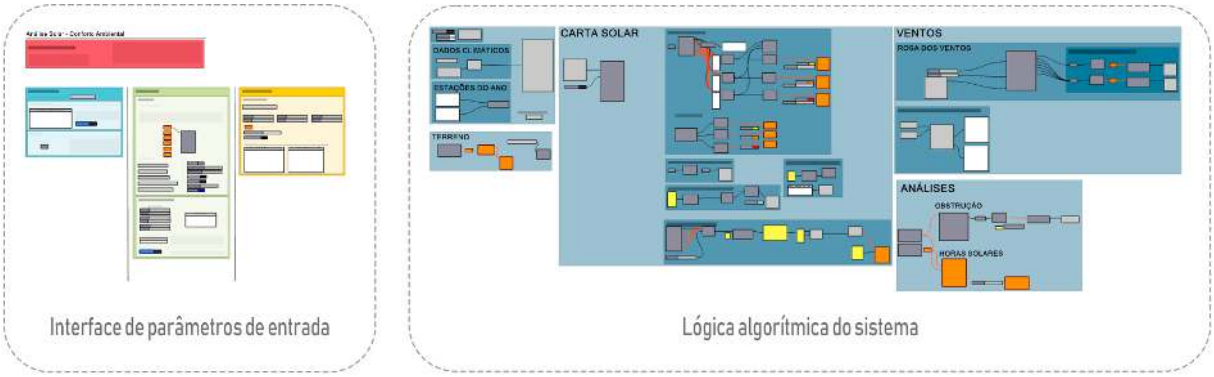
Em resposta, a monitoria de Conforto Ambiental propôs uma abordagem voltada à autonomia discente, fornecendo o arcabouço lógico para que os estudantes atuassem como usuários ativos, capazes de compreender o processo e adaptar parâmetros a novos contextos projetuais.

FERRAMENTA DIGITAL COMO RECURSO DIDÁTICO

O método consistiu na criação de um arquivo-base previamente configurado no *Grasshopper* e *Ladybug Tools*, contendo os componentes e parâmetros necessários à análise, mantidos visíveis e passíveis de manipulação pelos discentes. A ferramenta foi desenvolvida de forma iterativa entre 2022 e 2025, aperfeiçoada ao longo de sete semestres letivos a partir do uso em sala de aula e de contribuições dos estudantes. Inicialmente, a proposta exigia que os alunos construíssem a programação no *Grasshopper*, o que introduziu um obstáculo adicional. Com base nas devolutivas, adotou-se um arquivo-base com a lógica previamente organizada, priorizando a aplicação direta da ferramenta sem comprometer a compreensão do processo.

A interface estrutura-se em dois agrupamentos principais (Figura 1). O primeiro corresponde aos parâmetros de entrada, manipulados diretamente pelos discentes e categorizado por cor conforme sua função operacional. O segundo agrupamento corresponde à lógica algorítmica do sistema, composta pelos componentes do *Ladybug Tools* e por *scripts* em linguagem *Python*, previamente conectados e configurados.

Figura 1: Interface do arquivo-base



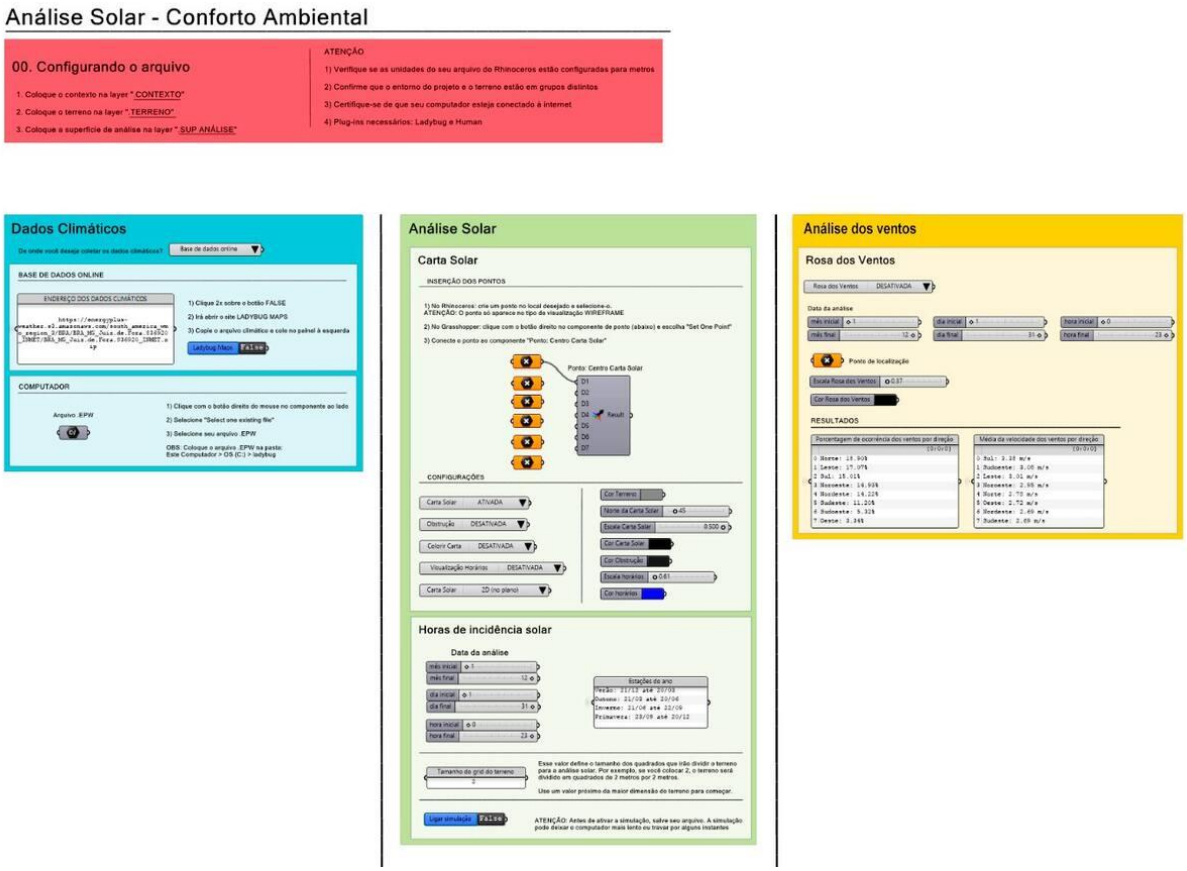
Fonte: os autores.

A lógica algorítmica estrutura-se em subgrupos responsáveis pelas etapas da análise. O fluxo inicia-se na importação do arquivo climático (.EPW), obtido de diretório local ou do banco de dados online do próprio *Ladybug Tools*, em que o componente *Import EPW* decodifica esse arquivo e disponibiliza seus dados às demais etapas. Com base nas coordenadas geográficas extraídas, o componente *SunPath* gera as trajetórias solares e demarca, em datas fixas, as projeções do solstício de inverno, dos equinócios e do solstício de verão, diferenciadas cromaticamente. A máscara de obstrução, gerada pelo *Sky Mask*, é calculada a partir de um ponto de análise definido pelo discente e da geometria do entorno referenciada no *Rhinoceros*. O componente projeta essas geometrias em relação ao ponto, calculando automaticamente as obstruções quando sua posição é alterada. O cálculo das horas de incidência solar direta, por sua vez, é processado pelo *Direct Sun Hours*. A partir da seleção da malha da superfície analisada, a ferramenta contabiliza o número de horas de exposição ao sol no recorte temporal definido, considerando as obstruções do entorno. Por fim, a análise dos ventos recorre ao componente *Wind Rose* e a *scripts* em linguagem *Python* que processam os dados de direção e velocidade contidos no arquivo climático. Os resultados são sintetizados em uma tabela de frequência, com a predominância percentual dos ventos por direção e suas respectivas velocidades médias, além da visualização gráfica da rosa dos ventos.

A interface de parâmetros de entrada organiza-se em quatro agrupamentos operacionais (Figura 2). O grupo destacado em vermelho apresenta as orientações para o referenciamento do modelo de análise no *Rhinoceros*, podendo corresponder apenas ao terreno com o entorno ou à edificação já implantada. O segundo grupo, destacado em azul, corresponde à importação do arquivo climático por diretório local ou banco de dados online. Na sequência, o agrupamento verde de Análise Solar concentra controles de análise: definição dos pontos de análise, ativação ou desativação da carta solar e da máscara de obstrução, ajuste do norte do projeto, escolha da forma de visualização — em projeção estereográfica ou tridimensional — além do recorte temporal do cálculo das horas de incidência solar, que pode abranger um dia específico, estações do ano, ou intervalos horários. Por fim, o agrupamento amarelo, destinado à análise dos ventos, permite selecionar o período de análise para visualização da rosa dos ventos e dos resultados.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8490

Figura 2: Grupos da interface de parâmetros de entrada



Fonte: os autores.

A ferramenta digital é apresentada pela monitoria em aula expositiva após a exposição teórica da geometria solar e a prática no heliodon. Os alunos, organizados em grupos com seus próprios computadores, acompanham os passos do monitor cuja tela é espelhada em datashow. Como suporte, são disponibilizados materiais complementares, incluindo vídeo explicativo, tutorial com orientações de uso, instruções de instalação do software e do plugin, além de indicações para resolução de possíveis erros.

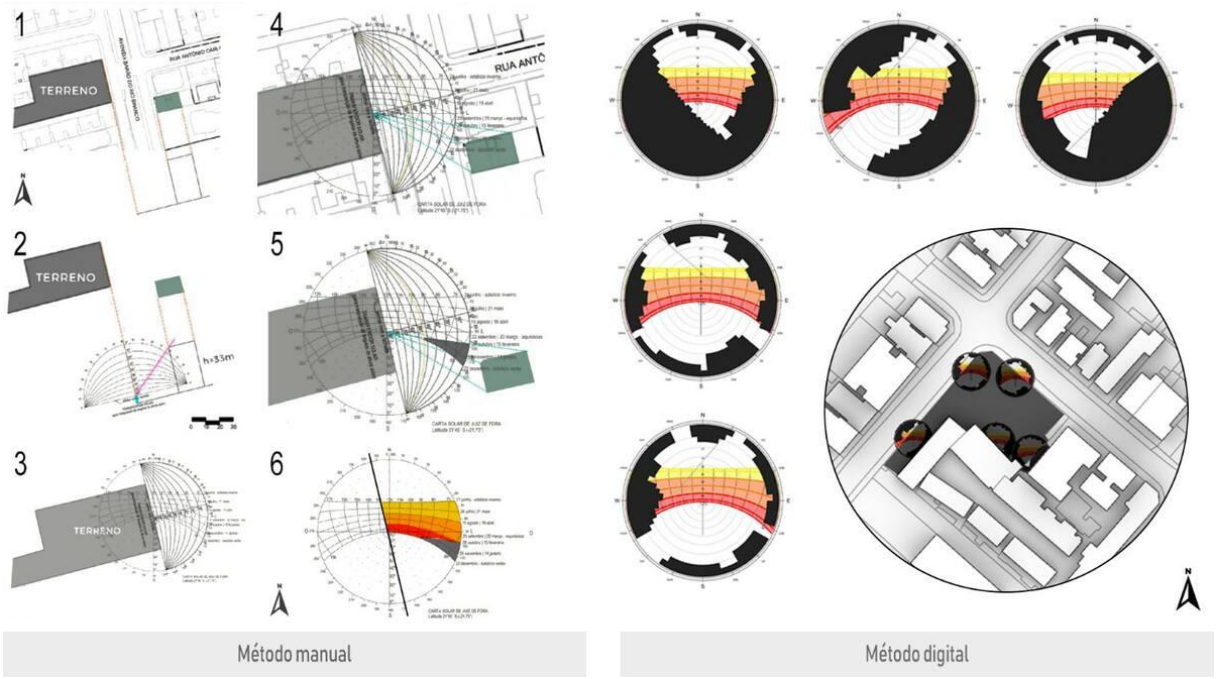
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise qualitativa da experiência indicou que a articulação entre o ensino teórico, a prática no heliodon, os estudos com representação gráfica manual e a ferramenta digital favoreceu a compreensão da geometria solar e maior domínio no uso da carta solar para análises de insolação e obstrução, favorecendo sua aplicação e a manipulação de elementos do projeto.

A Figura 3 apresenta uma comparação entre os dois procedimentos empregados. À esquerda o processo tradicional, manual e bidimensional, aplicado a um terreno com foco em apenas uma edificação do entorno, seguindo as etapas numeradas: 1) construção da planta baixa, das linhas-guia e do corte, com delimitação da altura do edifício e posicionamento do observador; 2) posicionamento do transferidor solar e marcação da altura solar obstruída; 3) inserção da carta solar e do transferidor em

planta; 4) demarcação da altura solar na carta e da visada do observador; 5) união das duas demarcações para a geração da máscara de obstrução; e 6) síntese da análise. À direita, utilizando o arquivo-base digital, o processo resume-se à criação do modelo tridimensional com as edificações do entorno e relevo, à referenciação do contexto, à inserção do arquivo climático e a identificação dos pontos de análise.

Figura 3: Análise analógica e digital da trajetória solar



Fonte: os autores.

A comparação entre os procedimentos evidenciou que o uso da ferramenta paramétrica proporciona ganhos de precisão e ampliação da complexidade analítica. Enquanto o método manual demanda simplificações geométricas e tende a concentrar-se em pontos específicos, o arquivo-base permitiu considerar simultaneamente o relevo, múltiplas edificações do entorno e diferentes pontos de observação. Nos exercícios desenvolvidos pelos estudantes, essa possibilidade favoreceu que os alunos relacionem as informações obtidas às decisões projetuais ainda na fase de concepção

No que tange à formação discente, a disciplina de Conforto Ambiental, responsável pela introdução da ferramenta, é ministrada nos períodos iniciais do curso, quando os exercícios projetuais ainda apresentam grande liberdade formal, com geometrias não convencionais, como planos inclinados, superfícies curvas e volumetrias irregulares. Nessas condições, a avaliação manual torna-se laboriosa ou mesmo inviável. Nos trabalhos analisados, observou-se que a ferramenta paramétrica viabilizou a análise dessas configurações ao simplificar o processo investigativo e permitir a sistematização das variáveis, resultando em estudos mais consistentes e analíticos.

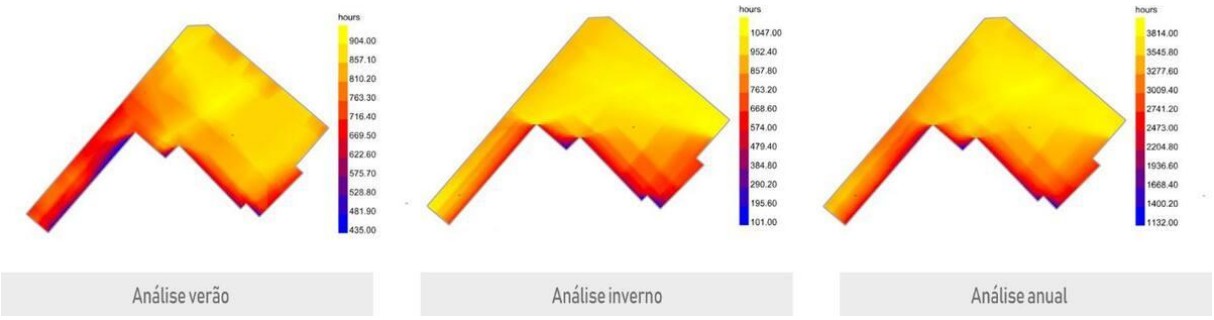
Outro aspecto identificado refere-se à redução do tempo de execução necessário para a geração da carta solar e máscara de obstrução, favorecendo a etapa analítica. No método manual, parte significativa do tempo destina-se à construção gráfica, enquanto a abordagem digital permite maior dedicação à interpretação dos

resultados. As observações da docente e das monitoras ao longo dos exercícios indicaram um deslocamento do esforço do discente para a análise crítica, com a ferramenta assumindo as etapas operacionais e repetitivas do processo.

A ferramenta também se mostrou relevante para a formação crítica do arquiteto. A visualização tridimensional do modelo, associada à interatividade que possibilita alterações e análises em tempo real, amplia a compreensão do discente acerca das relações entre contexto construído, implantação e trajetória solar. Durante os exercícios, a alteração de parâmetros do modelo permitiu aos discentes testar alternativas de implantação, orientação e configuração volumétrica, observando os efeitos dessas modificações sobre as condições de insolação e obstrução.

Cabe ainda destacar que o arquivo-base aprofunda a interpretação da trajetória solar ao simular as horas de incidência solar direta sobre uma determinada superfície, tarefa inviável no método manual (Figura 4). Nos estudos desenvolvidos, os dados quantitativos auxiliaram os discentes na identificação de pontos críticos nos projetos que demandavam maior atenção, contribuindo para relacionar a leitura da trajetória solar a decisões de projeto. Além disso, a ferramenta introduz procedimentos que podem subsidiar desenvolvimentos futuros relacionados a estudos de eficiência energética e à integração de sistemas de captação de energia solar fotovoltaica.

Figura 4: Exemplos de simulação de horas de incidência solar no terreno



Fonte: os autores.

Destaca-se ainda a interoperabilidade do *Rhinoceros* à metodologia BIM, por meio do suporte ao formato IFC (*Industry Foundation Classes*), utilizado por outros softwares de modelagem. Assim, os discentes podem projetar em softwares BIM de sua escolha e importar o arquivo IFC no *Rhinoceros* para realizar as análises solares, mantendo a continuidade do modelo entre disciplinas.

No entanto, identificam-se entraves no uso da ferramenta. A versão de testes gratuita do *Rhinoceros* tem duração de 90 dias, o que limita seu uso prolongado por parte dos estudantes. O plug-in *Ladybug Tools*, embora gratuito, exige instalação interna ao *Grasshopper*, procedimento que gera dúvidas entre os estudantes. Ademais, a modelagem do entorno para análise de obstruções representa desafio prático que extrapola o escopo da disciplina de Conforto Ambiental I.

A replicabilidade da experiência em outros contextos depende da existência de infraestrutura computacional, de suporte técnico e de conhecimentos prévios em modelagem digital. No caso analisado, a articulação com a disciplina de Modelagem e

Prototipagem foi importante para a introdução do *Rhinoceros* e do *Grasshopper*, o que pode constituir uma limitação para sua reprodução em currículos nos quais tais competências não sejam previamente desenvolvidas.

Por fim, ressalta-se que a incorporação da ferramenta paramétrica não substituiu os métodos tradicionais de ensino da disciplina, mas soma-se a eles. A análise bidimensional e a experimentação física no heliodon mantêm-se como etapas essenciais do processo de aprendizagem, sendo a exploração digital introduzida apenas após sua consolidação, como recurso de síntese e aprofundamento.

CONCLUSÃO

Infere-se que a utilização da ferramenta paramétrica proporcionou ganhos em precisão e ampliou a complexidade analítica, ao possibilitar a avaliação integrada de múltiplos pontos, geometrias e cenários de obstrução. A visualização dinâmica e a automatização das etapas operacionais reduzem o tempo dedicado à construção gráfica e ampliam o destinado à reflexão projetual, contribuindo para um processo de aprendizagem mais ativo, investigativo e centrado na tomada de decisão crítica

A abordagem proposta promove a autonomia do discente, uma vez que, ao compreender a lógica algorítmica da ferramenta, o estudante torna-se capaz de adaptá-la a novos contextos projetuais. Além disso, a integração interdisciplinar, mediada pelo corpo docente e viabilizada por softwares que permitem a interoperabilidade do modelo digital entre disciplinas contribui ainda para reduzir a fragmentação curricular e aproximar o desempenho ambiental das etapas iniciais de concepção arquitetônica.

Não obstante, persistem desafios relacionadas ao *Rhinoceros*, à instalação do *Ladybug Tools* e à necessidade de conhecimentos prévios em modelagem tridimensional que não podem ser negligenciadas em um contexto de ensino público. Ademais, a construção da modelagem tridimensional do entorno exige do estudante competências que, idealmente, deveriam ser trabalhadas em disciplinas anteriores. Esses aspectos indicam que a adoção de recursos digitais deve ser acompanhada por materiais de apoio e por uma estrutura pedagógica gradual, evitando que a ferramenta se torne um obstáculo ao aprendizado.

Conclui-se que a transposição didática proposta consolida um modelo de ensino híbrido em que a ferramenta digital, apresentada após a consolidação dos fundamentos analógicos e com sua lógica mantida acessível, atua como catalisadora do pensamento crítico e da autonomia discente. Dessa forma, a tecnologia não substitui o raciocínio espacial, mas o potencializa e o torna operacional, contribuindo para a formação de arquitetos mais críticos, capazes de incorporar o desempenho ambiental como diretriz desde as etapas iniciais do projeto e de responder, de forma fundamentada, às demandas climáticas contemporâneas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Juiz de Fora, pela infraestrutura disponibilizada e pelo apoio financeiro por meio de bolsa de monitoria para a execução deste trabalho. Ao professor Caio Rabite e ao monitor Lucas Luciano, da disciplina de Modelagem e Prototipagem, pela contribuição ao trabalho.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro e o segundo autores utilizaram o Claude Opus 4.8 como apoio à melhoria da coesão e clareza textual, bem como à síntese das ideias apresentadas no manuscrito. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram integralmente o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

[2] OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1. ed., 5. reimpr. Espanha: Gustavo Gili, 2008.

[3] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2. ed. São Paulo: ProLivros, 2004.

[4] CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

[5] ESPOSITO, L. G.; ROSSI, M. M. Carta solar: uma abordagem didática sobre projeção estereográfica a partir de modelo físico. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2025. **Anais** ... [S. l.], 2025. DOI: 10.46421/encacelacac.v18i1.7351.

[6] TEIXEIRA, F. G.; SANTOS, S. L. d. Hypercal 3D, uma ferramenta computacional para o apoio do processo de ensino-aprendizagem de geometria descritiva. **Design & Tecnologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 6, p. 20-32, 2013.

[7] DOURADO, B. M. **Sobre o ensino da sustentabilidade ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo**: avaliação e subsídios. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

[8] MAVROMATIDIS, L. Coupling architectural synthesis to applied thermal engineering, constructal thermodynamics and fractal analysis: an original pedagogic method to incorporate “sustainability” into architectural education during the initial conceptual stages. **Sustainable Cities and Society**, [S. l.], v. 39, p. 689-707, 2018. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.015.

[9] RHEINGANTZ, P. A.; CUNHA, E. G.; KREBS, C. M. Ensino de projeto de arquitetura no limiar do século XXI: desafios frente às dimensões ambiental e tecnológica. Revista **Projetar – Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 12-25, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/18367. Acesso em: 13 abr. 2026.

[10] BUTTNER, S. B.; SANTOS, F. M. de M. O ensino de Conforto Térmico: uma busca por métodos mais integrados com as práticas projetuais. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; AMORIM, C. N. D.; SILVA, J. C. R.; SALES, G. de L.; DURANTE, L. C. (org.). **Inovações e**

tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído. Cuiabá: UnB; UFMT, 2022. ISBN 978-65-00-54215-8.

[11] DELBIN, S. **Inserção de simulação computacional de conforto ambiental de edifícios em ensino de projeto arquitetônico:** proposta de metodologia. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

[12] GARCIA FILHO, D. de 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. **Anais** ... Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–12. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6089.

[13] SOUZA, A. F. d.; ANDRADE, B. A.; SAKIYAMA, N. R. M. Ferramentas paramétricas no estudo e projeto de residências naturalmente ventilados - Análise no Vale do Mucuri, MG. In:In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2025. **Anais** ... [S. l.], 2025. DOI: 10.46421/encacelacac.v18i1.7259.

[14] GONÇALVES, A. B. P.; NASCIMENTO, A. C. S.; ROCHA, A. P. de A. Aplicação da simulação computacional para análises de desempenho ambiental em um processo de projeto integrativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023. **Anais** ... [S. l.], 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3789.