XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Carta solar: uma abordagem didática sobre projeção estereográfica a partir de modelo físico

Carta Solar: un enfoque didáctico de la proyección estereográfica a partir de un modelo físico

Solar Chart: a didactic approach to stereographic projection based on a physical model

Práticas didáticas em conforto ambiental e ergonômico e qualidade ambiental / Prácticas didácticas en confort ambiental, ergonomía y calidad ambiental/ *Didactic practices in environmental comfort, ergonomics, and environmental quality*

Espósito, Luigi Gomes
Graduando, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design, São Paulo, Brasil, luigi23@usp.br

Rossi, Michele Marta
Professora Doutora, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design, São Paulo, Brasil, michele.rossi@usp.br

Resumo

O domínio dos fundamentos da geometria da insolação é essencial para que discentes de Arquitetura e Urbanismo embasem suas proposições projetuais desde os primeiros anos da graduação. A carta solar, ferramenta tradicional no ensino do tema, é uma representação gráfica bidimensional de um fenômeno tridimensional, mediada por projeções – frequentemente a estereográfica –, pouco familiares aos estudantes ingressantes. Isso torna as explicações complexas para os docentes, abstratas para os alunos e com pouca aplicação prática nos projetos. Este trabalho documenta o processo de elaboração de um modelo físico reduzido, versátil e compatível com o ambiente de ensino, considerando escala, material, uso e operabilidade. O objetivo é sensibilizar os discentes quanto aos conceitos-chave da geometria da insolação, com ênfase na projeção estereográfica. O modelo não substitui ferramentas consolidadas, como simuladores solares, mas atua como recurso complementar, fortalecendo o entendimento e a aplicação de estratégias projetuais adequadas ao contexto das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Conforto Ambiental. Geometria da Insolação. Projeção estereográfica. Modelos físicos reduzidos.

Resumen

El dominio de los fundamentos de la geometría de la insolación es esencial para que los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo fundamenten sus propuestas proyectuales desde los primeros años de la carrera. La carta solar, herramienta tradicional en la enseñanza del tema, es una representación gráfica bidimensional de un fenómeno tridimensional, mediada por proyecciones —frecuentemente la estereográfica— poco familiares para los estudiantes ingresantes. Esto vuelve las explicaciones complejas para los docentes, abstractas para los alumnos y con escasa aplicación práctica en los proyectos. Este trabajo documenta el proceso de elaboración de un modelo físico reducido, versátil y compatible con el entorno educativo, considerando escala, material, uso y operatividad. El objetivo es sensibilizar a los estudiantes sobre los conceptos clave de la geometría de la insolación, con énfasis en la proyección estereográfica. El modelo no reemplaza herramientas consolidadas, como los simuladores solares, pero actúa como un recurso complementario que fortalece la comprensión y aplicación de estrategias proyectuales ante el cambio climático.

Palabras clave: Confort ambiental. Geometría de la insolación. Proyección estereográfica. Modelos físicos reducidos.

Abstract

Mastering the fundamentals of solar geometry is essential for Architecture and Urbanism students to support their design propositions from the early years of their studies. The solar chart, a traditional tool in teaching this topic, is a two-dimensional graphic representation of a three-dimensional phenomenon, mediated by projections—often the stereographic projection—which are unfamiliar to incoming students. This makes explanations complex for instructors, abstract for students, and results in limited practical application in design projects. This work documents the process of creating a reduced physical model that is versatile and compatible with the teaching environment, considering scale, materials, use, and operability. The goal is to raise students' awareness of key concepts in solar geometry, with an emphasis on the stereographic projection. The model does not replace established tools such as solar simulators but serves as a complementary resource, enhancing understanding and the implementation of design strategies suited to the context of climate change.

Keywords: Environmental Comfort. Solar Geometry. Stereographic Projection. Reduced Physical Models.

Introdução

Em um país com climas predominantemente quentes e úmidos, e com índices de radiação solar direta crescentes a cada ano, conteúdos como geometria da insolação são imperativos nas estruturas curriculares de cursos como Arquitetura e Urbanismo. Desde a década de 1960, os irmãos Olgyay (Olgyay & Olgyay, 1957; Olgyay, 1963) já destacavam a importância de uma abordagem bioclimática da arquitetura, isto é, a necessidade de compreender os efeitos do clima sobre os usuários como base para o processo projetual.

No caso específico da geometria da insolação, Frota (2004) ressalta que, quando bem compreendida, essa teoria auxilia na identificação dos períodos de insolação em cada fachada; no traçado de sombras, na análise da penetração solar e no dimensionamento de dispositivos de proteção solar, se necessário. Além disso, contribui para o desenho de estratégias projetuais mais adequadas ao clima local e às necessidades do usuário, equilibrando demandas visuais e térmicas.

Ferramentas como carta solar, relógio de sol, heliodon, *software* e aplicativos podem apoiar o entendimento das trajetórias solares, do seu impacto e sua aplicação na elaboração projetual. Fernandes (2023) destaca a tradição da comunidade científica brasileira no desenvolvimento de ferramentas de suporte ao projeto de edificações em relação à geometria da insolação, incluindo ferramentas digitais (Luz do Sol, SunPath. SOL-AR, TropMask, TropSolar, Lumo), aplicativos (ArqSolar) e planilhas de cálculo (CalcRadSol e Brise.BR), sendo esta última categoria expandida com sua recente produção, o Antropo.Sol. O autor também aponta que persistem fragilidades na tradução dos conceitos de geometria da insolação para prática profissional, ou ainda que tais conceitos são frequentemente negligenciados nas estruturas curriculares dos cursos acadêmicos. Isso pode ocorrer tanto pela demanda multidisciplinar necessária para o entendimento de cartas solares (envolvendo conhecimentos de astronomia, geometrias analítica e descritiva) quanto pelo foco demasiado na aplicação da ferramenta em detrimento da fundamentação teórica (Fernandes, 2023).

A carta solar, ferramenta tradicional no estudo de geometria da insolação, é uma representação bidimensional das trajetórias do Sol ao longo do ano para uma determinada latitude, podendo ser elaborada a partir projeções ortográficas, equidistantes ou estereográficas, sendo esta última a mais utilizada no contexto de ensino nacional.

A projeção ortográfica é a mais intuitiva por ser cilíndrica e ortogonal. No entanto, as curvas elípticas formadas pelas trajetórias solares dificultam sua construção e leitura, com pontos

horários demasiadamente próximos nos extremos do dia. A projeção equidistante, ao manter o Zênite como ponto de referência e preservar radialmente as distâncias relativas a ele na abóbada celeste, gera grandes distorções nos arcos de trajetória solar, dificultando sua representação bidimensional.

A projeção estereográfica, por sua vez, é a mais utilizada nos estudos de geometria da insolação voltados à Arquitetura, devido à sua versatilidade, quando compreendida corretamente. Trata-se de uma projeção cônica, na qual o plano circular formado pelo horizonte do observador é adotado como plano de projeção, e o Nadir como ponto de convergência das linhas de projeção. Assim, para cada ponto de interesse do hemisfério que representa o campo de visão do observador, é traçada uma linha imaginária que intercepta o plano do horizonte, formando um novo ponto. Embora a construção dessa representação ser pouco intuitiva, este método apresenta vantagens, como: a localização dos pontos pode ser feita por Geometria Descritiva, a facilidade de leitura da Carta Solar, uma vez que a distorção produzida torna igualmente legíveis todos os horários dos dias e as diferentes trajetórias solares, que se mantêm-como arcos de circunferência mesmo em projeção. Além disso, os valores de ângulos horizontais não sofrem qualquer tipo de distorção.

Büttner e Santos (2022) indicam que, no ensino da geometria da insolação, especialmente para alunos ingressantes, que possuem menor familiaridade com representações tridimensionais complexas, a compreensão dos movimentos solares e suas implicações no ambiente construído é mais eficaz quando mediada por ferramentas físicas, como o Heliodon. Já as ferramentas digitais são recomendadas para um momento posterior, por oferecerem maior agilidade nas análises. Segundo Souza, Duarte e Ranconi (2008), o uso de equipamentos de simulação com modelos reduzidos no ensino de Conforto Ambiental é fundamental para possibilitar a visualização dos fenômenos físicos na fase de projeto. Essa abordagem é imediata e de fácil compreensão, inclusive nos estágios iniciais da graduação, além de ser inerente à prática profissional do arquiteto e urbanista. Gonçalves e Duarte (2006) alertam, contudo, para o uso de ferramentas de simulação, sejam robustas ou simplificadas, sem o devido entendimento sobre a modelagem correta do fenômeno, as simplificações possíveis ou a base conceitual sólida necessária para análises de resultados.

Na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAU-USP), é histórica a tentativa de uma maior aplicabilidade dos conceitos de conforto ambiental ao processo projetual. Entretanto, as turmas extensas (em média 150 discentes), a limitação do espaço físico do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LABAUT), bem como a existência, até o momento, de apenas um Heliodon de régua, torna ainda mais

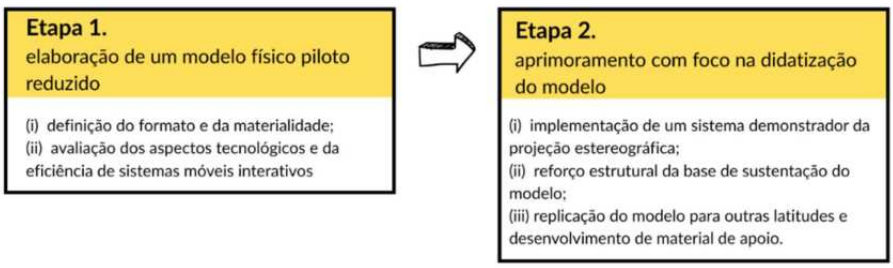
fundamental o uso de modelos didáticos aplicáveis em sala de aula, especialmente em grupos menores (Rossi, Shimomura, 2025). Com o objetivo de contribuir para o ensino de conforto ambiental, especificamente no tema da geometria da insolação, e suprir a necessidade de materiais de apoio adequados aos estudantes ingressantes da FAU-USP, esse artigo documenta e disponibiliza o processo de elaboração e aperfeiçoamento de um modelo físico reduzido. Esse modelo busca auxiliar os discentes no entendimento dos conceitos relacionados à geometria da insolação, com ênfase na projeção estereográfica, ajudando-os a compreender a transferência de um fenômeno tridimensional para sua respectiva representação bidimensional (a carta solar) na latitude correspondente.

Método

O método dedutivo e exploratório adotado foi estruturado em duas etapas: (1) elaboração de um modelo físico piloto reduzido e (2) aprimoramento desse modelo, com foco em sua didatização. Todas as etapas foram fundamentadas em revisão bibliográfica e no entendimento dos conceitos fundamentais de geometria da insolação (Figura 1).

O propósito didático deste modelo físico não é competir com ferramentas ou programas computacionais já consolidados no ensino da geometria da insolação. Contrariamente, busca-se, a partir de materiais acessíveis e de baixo custo, ampliar seu potencial pedagógico como uma ferramenta complementar para a compreensão dos conceitos que regem a temática da geometria da insolação — principalmente em relação ao entendimento da projeção estereográfica como meio de elaboração de cartas solares, recurso comumente utilizado na prática projetual para o estudo da insolação, projeção de sombras e mascaramentos.

Figura 1: Esquema geral do método



1. Elaboração de modelo físico piloto reduzido

Essa etapa envolveu uma série de definições que embasaram a elaboração de um modelo físico piloto reduzido, tais como: (i) a definição do formato e da materialidade e, (ii) a avaliação dos aspectos tecnológicos e da eficiência de sistemas móveis interativos.

(i) Definição do formato e da materialidade:

Como base exploratória para a proposição de uma primeira versão do modelo, adotou-se um formato que emulasse didaticamente a abóbada celeste e os arcos de trajetória aparente do Sol. Além disso, a semelhança formal a um Heliodon de Arcos – equipamento comumente disponível em Laboratórios de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo – pode reforçar o caráter complementar do modelo proposto no processo de ensino dos conceitos de geometria da insolação.

Adicionalmente à prancheta (plano do horizonte) e aos três arcos fixos – que representam as trajetórias aparentes solares dos Solstícios e Equinócios para uma determinada latitude –, foi proposta uma base de sustentação do modelo que simula o hemisfério da abóbada celeste abaixo do plano do horizonte. Essa escolha teve como objetivo facilitar a visualização da abóbada como um todo, uma vez que é no hemisfério sul da abóbada que se encontra o Nadir, ponto essencial para a compreensão de conceitos como a projeção estereográfica. A latitude escolhida para a elaboração do modelo foi de 23°30’ S, aproximadamente a da cidade de São Paulo, onde se localiza a FAU-USP, e do Trópico de Capricórnio.

A concepção inicial do modelo foi desenvolvida por meio de croquis, seguida por uma etapa de modelagem tridimensional no *software* SketchUp® (SKETCHUP, 2023). O desenho das peças individuais para corte foi realizado com auxílio do AutoCAD® (AUTODESK, 2023), programa de desenho técnico vetorial de alta precisão. A escolha desses instrumentos, deve-se ao fato de serem usualmente disponíveis nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. No entanto, a mesma modelagem poderia ser realizada com uso de *software* categorizado como BIM (*Building Information Modeling*).

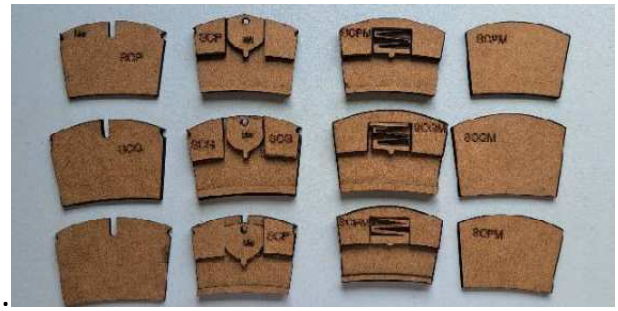
Quanto à materialidade, a escolha do material buscou equilibrar as exigências de estabilidade e funcionalidade do modelo com critérios de acessibilidade, facilidade de manuseio e baixo custo. Desta forma, o material selecionado foi o MDF (Fibra de Média Densidade) de 3 milímetros de espessura. Para a fixação das peças, utilizou-se cola de Etil Cianoacrilato “Super Gel”, facilmente encontrada em papelarias. Além disso, o MDF apresenta boa relação custo-

benefício para orçamentos educacionais, especialmente quando comparado a chapas metálicas e acrílicas, e é altamente versátil, podendo ser cortado com precisão em máquinas de corte a *laser*. O baixo custo do material também permitiu a fabricação de múltiplas peças, o que possibilitou testar e otimizar as formas desenvolvidas.

(ii) Avaliação da eficiência de sistemas móveis interativos:

Quanto aos aspectos tecnológicos e à eficiência dos sistemas interativos, um modelo que represente a geometria da insolação deve incorporar sua principal característica: o dinamismo. Para isso, dois sistemas distintos de peças móveis foram testados, com o objetivo de simular o movimento do Sol em suas trajetórias aparentes (Figura 2). O primeiro mecanismo, baseado na ativação e desativação manual de um pino de travamento tensionado por elástico, funcionou conforme o previsto (Figura 2, à esquerda). No entanto, a necessidade de acionamento manual comprometeu a fluidez do manuseio, o que poderia dificultar a exploração do modelo por parte dos alunos. Já o segundo sistema (Figura 2, à direita), com mola interna, fabricada também em MDF, demonstrou maior facilidade e fluidez no manuseio, permitindo ao usuário deslizar as peças móveis pelos pontos horários dos arcos de trajetória com a simples aplicação de força lateral.

Figura 2: Sistemas móveis interativos desenvolvidos. À esquerda, modelo baseado na ativação e desativação manual de um pino de travamento tensionado por elástico; à direita, sistema com mola interna acoplada em estrutura de MDF.



2. Aprimoramento do modelo com foco na didatização

Nesta segunda etapa metodológica, o modelo físico piloto em escala reduzida foi submetido a uma avaliação crítica, com base em observações realizadas pelos pesquisadores durante um ensaio de seu uso em sala de aula. A partir dessas informações, suas potencialidades foram

aprimoradas e suas limitações, minimizadas, tendo como princípio norteador, em todas as decisões, o potencial didático do modelo. Três principais classes de aprimoramento foram identificadas: (i) implementação de um sistema demonstrador da projeção estereográfica; (ii) reforço estrutural da base de sustentação do modelo; e (iii) replicação do modelo para outras latitudes e desenvolvimento de material de apoio.

É importante destacar que o ensaio do uso do modelo físico em sala de aula, como suporte durante uma aula de geometria da insolação, teve como propósito verificar o nível de interesse e as eventuais dúvidas dos alunos, assim como identificar aspectos que pudessem facilitar a explicação docente sobre o tema, ou seja, informações relevantes para o aprimoramento do processo de desenvolvimento.

Nesse contexto, durante uma aula da disciplina *AUT0282 Conforto Ambiental I: Fundamentos*, ministrada aos alunos ingressantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU-USP de 2024 (turma composta por cerca de 150 discentes), foi realizada uma breve revisão do conteúdo sobre cartas solares, apresentado em aula anterior. Em seguida, o modelo foi montado, explicado e demonstrado aos alunos, com objetivo de potencializar a compreensão do conteúdo. Após a demonstração, houve um momento dedicado ao esclarecimento de dúvidas. Os docentes reservaram um período específico para que o autor pudesse testar o potencial didático do modelo em desenvolvimento e coletar percepções a respeito.

Esse ensaio de uso não contemplou, neste primeiro momento, a aplicação de questionários ou métodos formais de verificação da efetividade do modelo, baseando-se unicamente na percepção dos docentes responsáveis pela disciplina e do autor.

(i) Implementação de sistema demonstrador de projeção estereográfica

O principal avanço na transição do modelo piloto para sua versão final foi o desenvolvimento de um sistema capaz de demonstrar a planificação das trajetórias aparentes do Sol, utilizando o método de projeção estereográfica. Esse processo resulta nas cartas solares, tradicionalmente utilizadas no curso de Arquitetura e Urbanismo.

O sistema desenvolvido preservou o aspecto formal e os funcionamentos gerais do modelo piloto. Assim, em uma base com as mesmas dimensões da original foi gravada a *laser* a carta solar correspondente à latitude representada. As curvas referentes aos Solstícios e Equinócios foram cortadas para formar três linhas vazadas, por onde passam elásticos fixados às peças

móveis que representam o Sol (em cada arco), tensionados e conectados ao ponto do Nadir (Figura 3i).

(ii) Reforço estrutural da base de sustentação do modelo

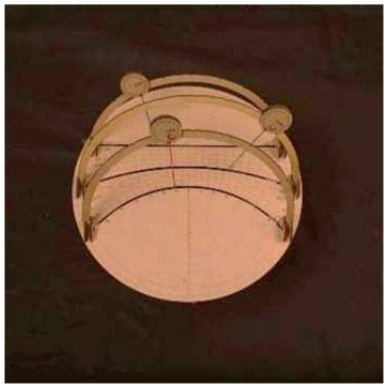
Para solucionar aspectos de instabilidade, foi desenvolvida uma nova base de sustentação, composta por três apoios intertravados, mais finos do que os do modelo piloto, cujos braços foram unidos por dois anéis de diâmetros distintos. Essa solução garantiu maior firmeza e melhor distribuição das forças estruturais, sem comprometer a leveza do conjunto (Figura 3 ii).

(iii) Replicação do modelo para outras latitudes e desenvolvimento de material de apoio

Com base na aplicação de regras geométricas, foram desenvolvidos modelos adicionais para outras latitudes (23°30’ N e 0°). Além disso, foi elaborado um manual de montagem e uso do modelo, com forte caráter gráfico e visual, com o objetivo de auxiliar os discentes tanto na montagem por meio de um passo a passo, quanto na compreensão de seu funcionamento.

O manual inclui explicações sucintas e ilustradas sobre os principais fenômenos representados no modelo, como os conceitos de abóbada celeste e de projeção estereográfica, por exemplo (Figura 3iii).

Figura 3: Aprimoramento do modelo com foco na didatização (da esquerda para direita): (i) implementação de sistema demonstrador de projeção estereográfica; (ii) reforço estrutural da base e; (iii) desenvolvimento de material de apoio.







Resultados e Discussões

Como resultados deste estudo, destacam-se: (i) modelo físico em escala reduzida, com finalidade didática, voltado ao ensino de geometria da insolação; (ii) manual de uso e de operação; (iii) documentação do modelo, incluindo desenhos técnicos e informações necessárias para sua reprodução integral por outras instituições de ensino superior, IES. A Tabela 1 reúne a descrição dos resultados desse estudo.

Quadro 1: Descrição dos resultados

Modelo físico em escala	O modelo físico em escala reduzida consiste em uma estrutura pré-fabricada em MDF, desmontável com 45 cm de diâmetro aproximadamente. Além disso, inclui peças móveis com sistemas de travamento. Atualmente, a documentação do modelo contempla três cenários de latitude: 23°30’ N, 0° e 23°30’ S.
Manual de uso e operação do modelo	Com o objetivo de auxiliar os discentes na montagem do modelo, na compreensão de seu funcionamento e dos fenômenos que o fundamentam, foi desenvolvido um manual de montagem e uso, com forte caráter gráfico e visual. O manual detalha, por meio de figuras e símbolos, os passos necessários para a montagem do modelo. Além disso, apresenta explicações concisas e ilustradas sobre os principais fenômenos representados, como os conceitos de abóbada celeste e projeção estereográfica. Atualmente, estão em elaboração sugestões de exercícios de aplicação do modelo como dispositivo de apoio na sala de aula. Esses exercícios também serão incorporados ao manual em sua próxima edição.
Documentação do modelo	Toda documentação (arquivos de desenhos técnicos e manual) está disponível no endereço eletrônico: **MODELO FISICO DOCUMENTACAO**, permitindo a reprodutibilidade e a aplicação do modelo em outras IES.

Destacam-se como potencialidades do modelo sua versatilidade, o uso de material acessível e de baixo custo. Sua escala reduzida permite a produção de aproximadamente sete unidades por placa de MDF (2750 x 1850 mm), mesmo sem otimização de corte, fator que poderia aumentar ainda mais esse número, viabilizando sua aplicação em exercícios voltados a grupos menores de estudantes.

O conceito-chave que o modelo busca elucidar é a projeção estereográfica, embora também seja possível explorar aspectos como azimute e altura solar, cujas graduações estão gravadas na carta solar localizada na base do dispositivo. A principal limitação do modelo é representar apenas uma única latitude. A Figura 4 ilustra o modelo físico piloto reduzido (à esquerda) e o modelo físico final (à direita), resultante da etapa de aprimoramento com foco na didatização.

Figura 4: Modelo físico piloto reduzido (à esquerda) e modelo físico final (à direita)





Conclusão

O modelo físico reduzido proposto contribui para o ensino de geometria da insolação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sobretudo no entendimento da projeção estereográfica e, consequentemente, na leitura e interpretação da carta solar.

Melhorias no modelo poderão ser endereçadas em uma segunda versão, como o aprimoramento da estabilidade, a utilização de elásticos com cores que atendam a uma paleta acessível, a ampliação dos cenários de latitudes e a experimentação do uso de lanternas de *smarthphones* em conjunto com a disposição de sólidos no centro da prancheta do modelo, possibilitando o estudo dos padrões de projeção de sombras de conjuntos edificados ao longo do ano.

Como inovação, o modelo físico resultante se destaca por sua versatilidade e compatibilidade com o ambiente de ensino, considerando aspectos como escala, material, uso e operabilidade. O modelo não compete com ferramentas já consolidadas, mas atua como recurso complementar, principalmente nos estágios iniciais da aprendizagem. A manipulação do modelo físico reduzido torna o processo mais lúdico e acessível aos estudantes ingressantes, favorecendo a sensibilização aos conceitos fundamentais.

Além disso, contribui para a democratização do ensino, considerando que muitas instituições de ensino superior (IES) não dispõem de um Heliodon ou de *software* específico. Ademais, discentes recém-ingressos podem ainda não dominar o uso de ferramentas computacionais, o que pode dificultar ou desestimular a compreensão dos conceitos quando o processo é conduzido exclusivamente por meio de recursos digitais.

Com base na reprodutibilidade e no uso de materialidades de fácil manuseio e baixo custo como princípios centrais do seu desenvolvimento, espera-se que o modelo possa ser replicado e aplicado em outras IES no Brasil com o mesmo propósito. Desta forma, críticas, sugestões e constatações oriundas de seu uso poderão contribuir para o aperfeiçoamento de versões futuras do dispositivo. Por fim, os sistemas construtivos e dinâmicos desenvolvidos podem servir como base para a criação ou melhoria de outros modelos didáticos na área.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LABAUT), da Seção de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (LAME), do FotoVídeo FAU e da Diretoria da FAU-USP. Agradecem também as valiosas contribuições dos professores Dr. Fábio Lofrano, Dr. André Marguti e Dr. Fernando Kurokawa. Por fim, ao auxílio financeiro Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/ CNPq), essencial para viabilizar a concretização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

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.; DAVID AMORIM, C. N.; SILVA, J. C. R.; SALES, G. de L.; DURANTE, L. C. (orgs.). **Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído**. Brasília: Universidade de Brasília, 2021. p. 13–28. DOI: https://doi.org/10.26512/9786500542158.c1.

FERNANDES, L. C. Proposta de uma ferramenta computacional para traçar cartas solares e dimensionar dispositivos para sombreamento. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 14, n. 00, p. e023028, 2023. DOI: 10.20396/parc.v14i00.8671992

FROTA, A. **Geometria da Insolação**. São Paulo: Geros, 2004.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura Sustentável. Uma integração entre Ambiente, Projeto e Tecnologia em Experiências de Pesquisa, Prática e Ensino. **Ambiente Construído** (Online), v. 6, p. 51-81, 2006.

OLGYAY, V. **Design with Climate:** Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton: Princeton University Press, 1963.

OLGYAY, V; OLGYAY, A. **Solar Control and Shading Devices.** Princeton: Princeton University Press, 1957.

ROSSI, M. M.; PRATA SHIMOMURA, A. R. Confort ambiental en el proceso de diseño – una experiencia de enseñanza. **SusBCity**, *[S. l.]*, v. 7, n. 1, p. 8–15, 2025. DOI: 10.48204/2710-7426.6850. Disponível em: https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/6850. Acesso em: 11 may. 2025.

SOUZA, M. B.; DUARTE, D.; RONCONI, R. Pesquisa, Projeto e Construção de Ferramentas de Ensaio para Modelos Físicos em Conforto Ambiental: Heliodon. In: NUTAU 2008 -, 2008, São Paulo. O Espaço Sustentável: Inovações em Edifícios e Cidades. **Anais...** São Paulo: NUTAU, 2008.