# INTEGRAÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E DOS ODS AOS ESTUDOS DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS RESIDENCIAIS NAS DISCIPLINAS DE ATELIÊ

**Camila Amaro de Souza (1) Alessandro Alves (2)**

(1) Doutorado, arquitetura e urbanismo, camila.amaro@ufms.br, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campus CPNV/ UFMS - Naviraí, 67 991832820.

(2) Doutorado, arquitetura e urbanismo, alessandro.alves@ufms.br, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campus CPNV/ UFMS - Naviraí, 55 991033512.

## RESUMO

O artigo mostra como integrar o desenvolvimento de disciplinas de projeto arquitetônico a ferramentas computacionais que auxiliem no entendimento e aplicação de estratégias bioclimáticas alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU) a fim de que possamos dissipar as especificidades da Agenda 2030 no Brasil no âmbito acadêmico, para os futuros arquitetos e urbanistas. A disciplina de Ateliê de Projeto Integrado II (API II), do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus CPNV, com a temática de residência unifamiliar e os acadêmicos elaboram os projetos em grupos de até três pessoas. A metodologia adotada foi a integração de tecnologias computacionais, equipamentos e bibliografias com a finalidade de alcançar um projeto baseado em evidências bioclimáticas da cidade em questão, Naviraí, localizada em mato Grosso do Sul. Os resultados de projeto da disciplina refletem maior assertividade nas tomadas de decisão relacionadas ao conforto ambiental e sustentabilidade. O estudo mostrou que a integração de análises de conforto ambiental e dos ODS pode se dar de forma prática na rotina das disciplinas de Ateliê de Projeto Arquitetônico, com aplicação desde a formulação do partido arquitetônico. A integração de estratégias bioclimáticas e ligadas à sustentabilidade desde a fase zero de projeto trazem maior conscientização aos acadêmicos da necessidade de trazer a eficiência energética como um dos pilares da boa arquitetura.

Palavras-chave: projeto arquitetônico, metodologia de ensino, arquitetura bioclimática.

## ABSTRACT

The article shows how to integrate the development of architectural design disciplines with computational tools that help in the understanding and application of bioclimatic strategies aligned with the sustainable development goals (SDGs) of the United Nations (UN) so that we can dissipate the specificities of the 2030 Agenda in Brazil in the academic field, for future architects and urban planners. The Integrated Project Studio II (API II) discipline, of the Architecture and Urbanism course at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), CPNV campus, with the theme of single-family residence and the students elaborate the projects in groups of up to three people. The methodology adopted was the integration of computational technologies in order to achieve an illustrated project guide based on bioclimatic evidence of the city in question, Naviraí, located in Mato Grosso do Sul. The discipline's project results reflect greater assertiveness in decision-making related to environmental comfort and sustainability. The study showed that the integration of analyzes of environmental comfort and the SDGs can take place in a practical way in the routine of the disciplines of the Architectural Design Studio, with application from the formulation of the architectural proposal. The integration of bioclimatic and sustainability-related strategies from the zero phase of the project bring greater awareness to academics of the need to bring energy efficiency as one of the pillars of good architecture.

Keywords: architectural design, teaching methodology, bioclimatic architecture.

## 1. INTRODUÇÃO

O cenário atual das cidades diante do contexto de crises climáticas é complexo e desafiador. As cidades são responsáveis por cerca de 70% das emissões globais de gases de efeito estufa, contribuindo significativamente para as mudanças climáticas (LUCON et al., 2014). Além disso, as cidades estão cada vez mais vulneráveis a eventos climáticos extremos, como enchentes, tempestades e secas, que podem afetar a qualidade de vida dos habitantes e a economia local.

No entanto, as cidades também podem ser uma parte importante da solução para as crises climáticas. As políticas e ações locais podem ter um grande impacto na redução das emissões de gases de efeito estufa e na adaptação aos impactos das mudanças climáticas. As cidades podem promover a transição para fontes de energia limpa, incentivar o transporte sustentável, melhorar a eficiência energética de edifícios e promover a gestão sustentável de resíduos e recursos naturais.

A implementação de políticas e ações climáticas nas cidades pode enfrentar desafios significativos, como a falta de recursos financeiros e técnicos e a resistência política. Portanto, é essencial que as cidades sejam apoiadas por políticas e programas nacionais e internacionais, bem como por parcerias entre o setor público e privado, para enfrentar com sucesso os desafios das crises climáticas.

O contexto de cidades sustentáveis e adaptadas ao clima local está diretamente ligado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), uma vez que a urbanização é um dos principais desafios globais da atualidade. O aumento da população urbana e a expansão das cidades têm impactos significativos no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas (BAI et al., 2018).

O ODS 11, especificamente, busca tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. O objetivo é garantir que as cidades cresçam de forma planejada e ordenada, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas, reduzir a desigualdade social e preservar o meio ambiente.

Para alcançar esse objetivo, é necessário que as cidades adotem práticas sustentáveis que permitam a utilização eficiente dos recursos naturais e energéticos, reduzam a emissão de gases de efeito estufa e promovam a mobilidade urbana sustentável. Além disso, é necessário que as cidades se adaptem às mudanças climáticas, que estão se tornando cada vez mais frequentes e intensas.

A adaptação ao clima local envolve medidas como o planejamento urbano, a construção de edifícios eficientes, a gestão de resíduos sólidos e a promoção de sistemas de transporte mais sustentáveis, como a bicicleta e o transporte público elétrico. Essas medidas contribuem para reduzir a pegada de carbono das cidades e promover a sustentabilidade.

Em resumo, o contexto de cidades sustentáveis e adaptadas ao clima local é fundamental para alcançar os ODS da ONU, promovendo o desenvolvimento econômico e social de forma equilibrada, respeitando os limites do meio ambiente e garantindo uma melhor qualidade de vida para as pessoas.

As disciplinas de projeto arquitetônico, no âmbito dos cursos de arquitetura e urbanismo, têm um papel fundamental na criação de edifícios e espaços que proporcionem conforto e qualidade de vida para as pessoas que os utilizam. E, para que isso seja possível, é essencial que essas disciplinas estejam integradas aos aspectos de conforto ambiental e façam uso de tecnologias que auxiliem na tomada de decisão.

O conforto ambiental é um conceito que engloba diversos fatores, como temperatura, umidade, qualidade do ar, iluminação natural e acústica. Esses fatores têm impacto direto na saúde e bem-estar das pessoas que frequentam os espaços construídos, influenciando seu desempenho, produtividade e satisfação. Por isso, é fundamental que os projetos arquitetônicos levem em conta esses aspectos desde o início, buscando garantir um ambiente confortável e saudável.

Além disso, as tecnologias disponíveis atualmente podem ajudar muito no processo de tomada de decisão durante o projeto arquitetônico. Por exemplo, o uso de softwares de simulação e modelagem pode permitir que os arquitetos e estudantes de arquitetura avaliem diversos cenários e alternativas, testando diferentes soluções e escolhendo as que melhor atendam aos requisitos de conforto ambiental e eficiência energética. Da mesma forma, o uso de sensores e sistemas de automação pode permitir o monitoramento em tempo real do desempenho ambiental dos edifícios, possibilitando ajustes e otimizações contínuas.

Portanto, integrar as disciplinas de projeto arquitetônico aos aspectos de conforto ambiental e ao uso de tecnologias é fundamental para a criação de edifícios e espaços que atendam às necessidades e expectativas das pessoas que os utilizam, proporcionando mais qualidade de vida e bem-estar.

O Climate Consultant é um software gratuito e de código aberto projetado para ajudar estudantes, arquitetos, engenheiros e outros profissionais a avaliar as condições climáticas em torno de um determinado local, a fim de orientar o projeto de edifícios mais sustentáveis e eficientes em termos energéticos.

A versão 6.0 do Climate Consultant apresenta várias melhorias em relação às versões anteriores. Ele inclui uma interface de usuário atualizada e simplificada, que torna mais fácil para os usuários visualizarem e manipularem os dados climáticos. Também foram adicionados novos recursos, como a capacidade de importar dados climáticos de estações meteorológicas locais e integrar esses dados diretamente em projetos do SketchUp.

Outra característica importante da versão 6.0 é a sua capacidade de gerar gráficos e relatórios que mostram como a luz natural, a ventilação e outros fatores climáticos afetam o desempenho térmico dos edifícios. Isso pode ajudar os usuários a tomar decisões mais informadas sobre os materiais de construção, a orientação dos edifícios e outros aspectos do projeto que afetam a eficiência energética.

Este *software* foi escolhido como estratégia de conexão das etapas de processo de projeto arquitetônico com as diretrizes bioclimáticas a serem atingidas por edifícios habitacionais projetados para o município de Naviraí, no Estado de Mato Grosso do Sul, tema da disciplina de Ateliê de Projeto Integrado II, do terceiro semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPNV).

Outras estratégias adotadas como metodologia foram o uso de sites e aplicativos, normas técnicas, uso de equipamentos do laboratório de conforto ambiental e referências de projetos. Tais técnicas resultaram em uma metodologia de ensino de projeto arquitetônico que reflete as necessidades humanas e de zonas climáticas locais, estreitamente conectadas aos ODS e à Agenda 2030.

## 2. OBJETIVO

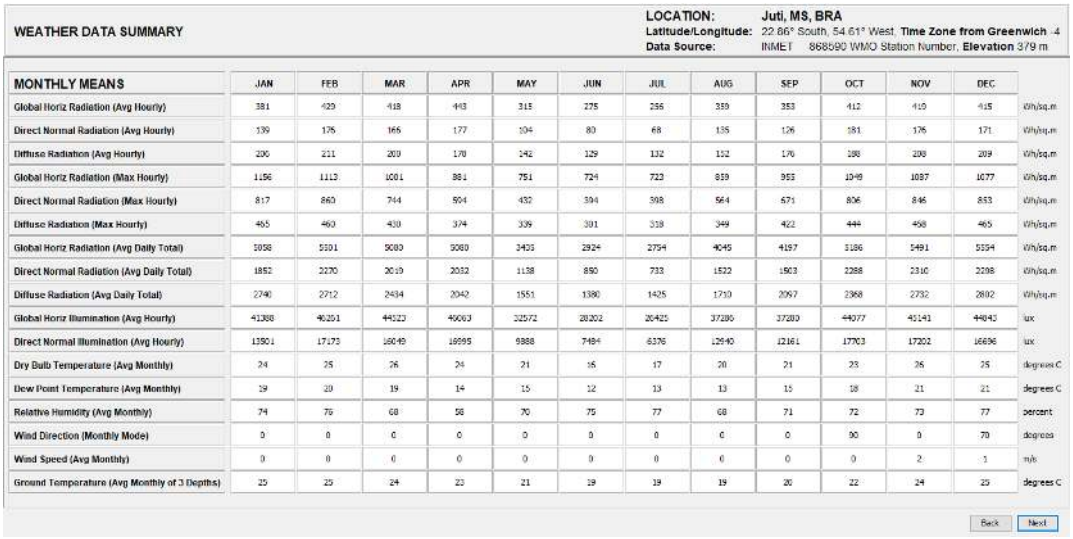
O objetivo geral desta pesquisa é integrar o desenvolvimento de disciplinas de projeto arquitetônico a ferramentas que auxiliem no entendimento e aplicação de estratégias bioclimáticas alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU) a fim de que possamos dissipar as especificidades da Agenda 2030 no Brasil no âmbito acadêmico, para os futuros arquitetos e urbanistas.

Os objetivos específicos perpassam pelo alcance de análise consciente dos acadêmicos em relação às estratégias bioclimáticas pertinentes ao projeto arquitetônico desde a fase de conceito e partido arquitetônico; esquemas gráficos e textuais na fase de estudo preliminar; e apresentação oral das propostas.

## 3. MÉTODO

A disciplina de Ateliê de Projeto Integrado II (API II), do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus CPNV, tem a temática de residência unifamiliar e os acadêmicos elaboram os projetos em grupos de até três pessoas. No início do semestre de 2023 foi estipulado um roteiro com diretrizes a serem consideradas e dentre elas foi estipulada a análise de sites, bibliografias, uso de equipamentos do laboratório de conforto ambiental e o uso do software gratuito Climate Consultant versão 6.0 com a finalidade de utilizar o guia ilustrado de projeto baseado em evidências bioclimáticas da cidade em questão, Naviraí, localizada em Mato Grosso do Sul.

O método de utilização do software foi definido a partir das etapas de processamento de dados estipuladas pelo software: pesquisa on-line do arquivo climático da cidade a ser estudada, download do arquivo climático em formato epw., delimitação do padrão de análise – no nosso caso foi utilizado o padrão ASHRAE 55, análise dos gráficos de elementos climáticos (figura 1), análise da carta bioclimática (figura 2), análise das diretrizes de projeto geradas pelo *software* a partir do processamento de dados de entrada (figura 3).



WEATHER DATA SUMMARY

LOCATION: Juti, MS, BRA
Latitude/Longitude: 22.86° South, 54.61° West, Time Zone from Greenwich -4
Data Source: INMET 868590 WMO Station Number, Elevation 379 m

| MONTHLY MEANS | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV | DEC | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Global Horiz Radiation (Avg Hourly) | 381 | 429 | 418 | 443 | 315 | 275 | 256 | 339 | 353 | 412 | 415 | 415 | Wh/sq.m |
| Direct Normal Radiation (Avg Hourly) | 139 | 176 | 166 | 177 | 104 | 80 | 68 | 135 | 126 | 181 | 176 | 171 | Wh/sq.m |
| Diffuse Radiation (Avg Hourly) | 206 | 211 | 209 | 178 | 142 | 129 | 132 | 152 | 176 | 188 | 208 | 209 | Wh/sq.m |
| Global Horiz Radiation (Max Hourly) | 1156 | 1113 | 1081 | 881 | 751 | 724 | 723 | 819 | 955 | 1048 | 1087 | 1077 | Wh/sq.m |
| Direct Normal Radiation (Max Hourly) | 817 | 860 | 744 | 594 | 432 | 394 | 398 | 564 | 671 | 806 | 846 | 853 | Wh/sq.m |
| Diffuse Radiation (Max Hourly) | 465 | 460 | 430 | 374 | 339 | 301 | 318 | 349 | 422 | 448 | 458 | 465 | Wh/sq.m |
| Global Horiz Radiation (Avg Daily Total) | 5058 | 5101 | 5080 | 5060 | 3405 | 2924 | 2754 | 4045 | 4197 | 5186 | 5491 | 5554 | Wh/sq.m |
| Direct Normal Radiation (Avg Daily Total) | 1852 | 2270 | 2019 | 2032 | 1138 | 850 | 733 | 1622 | 1503 | 2288 | 2310 | 2298 | Wh/sq.m |
| Diffuse Radiation (Avg Daily Total) | 2740 | 2712 | 2434 | 2042 | 1551 | 1380 | 1425 | 1710 | 2057 | 2368 | 2732 | 2802 | Wh/sq.m |
| Global Horiz Illumination (Avg Hourly) | 41388 | 46251 | 44523 | 46063 | 32572 | 28202 | 26425 | 37286 | 37280 | 44077 | 45141 | 44843 | lux |
| Direct Normal Illumination (Avg Hourly) | 13901 | 17173 | 16049 | 16995 | 9888 | 7484 | 6376 | 12640 | 12161 | 17703 | 17202 | 16696 | lux |
| Dry Bulb Temperature (Avg Monthly) | 24 | 25 | 26 | 24 | 21 | 18 | 17 | 20 | 21 | 23 | 26 | 25 | degrees C |
| Dew Point Temperature (Avg Monthly) | 19 | 20 | 19 | 14 | 15 | 12 | 13 | 13 | 15 | 18 | 21 | 21 | degrees C |
| Relative Humidity (Avg Monthly) | 74 | 76 | 68 | 58 | 70 | 75 | 77 | 68 | 71 | 72 | 73 | 77 | percent |
| Wind Direction (Monthly Mode) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 70 | degrees |
| Wind Speed (Avg Monthly) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | m/s |
| Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths) | 25 | 25 | 24 | 23 | 21 | 19 | 19 | 19 | 20 | 22 | 24 | 25 | degrees C |

Back Next

Figura 1 - Tabela com os dados climáticos apresentados pelo software Climate Consultant 6.0. como adaptação às necessidades do município de Naviraí, Mato Grosso do Sul. A utilização dos dados de Juti (MS) foi necessária devido à carência de dados climáticos de Naviraí pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

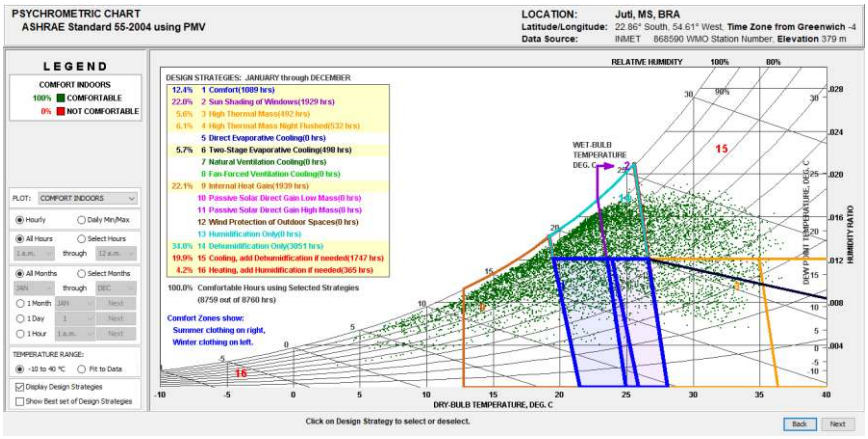



Figura 2 - Carta bioclimática apresentada pelo software e adaptada (supervisionada) pela autora para garantir 100% das horas do ano em situação de conforto térmico.

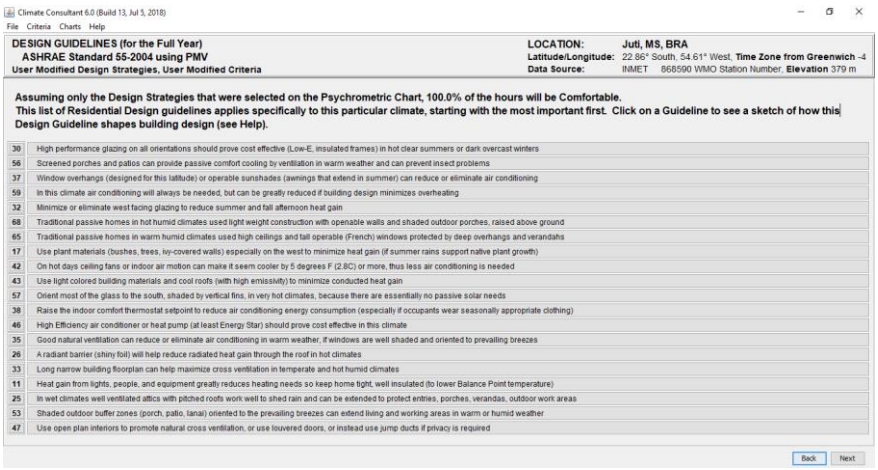



Figura 3 - Lista de diretrizes de projeto bioclimático definidas pelo software Climate Consultant 6.0. a partir da entrada de dados climáticos do município. A lista é apresentada em ordem de prioridade, ou seja, a diretriz número 30 é elencada como a mais importante e assim sucessivamente.

Após a sequência de passos realizadas dentro do software foram extraídas informações relevantes para tomada de decisão projetual. Cada grupo de estudantes elencou no mínimo três estratégias sugeridas pelo software, as quais impactaram no partido arquitetônico de cada grupo e consequentemente no estudo preliminar.

Importante salientar que as diretrizes projetuais sugeridas pelo software Climate Consultant 6.0 são ligadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU e integradas ao site da 2030 Palette (http://www.2030palette.org/) que é, por sua vez, ligado ao site do projeto Architecture 2030 (https://architecture2030.org/) que tem por missão contribuir para a transformação do cenário atual de crise climática (figuras 4 e 5).

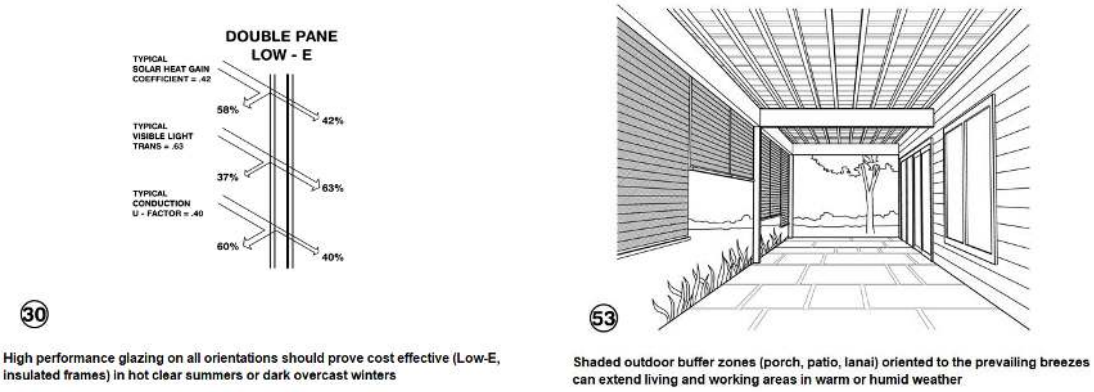



Figura 4 - Dois exemplos de ilustração de estratégia bioclimática sugeridas pelo software Climate Consultant 6.0.



Figura 5 – Exemplo de projeto apresentado pelo site 2030 pallete diretamente conectado e integrado ao software Climate Consultant 6.0. como uma das diretrizes de projeto bioclimático. Disponível em: http://www.2030palette.org/solar-shading/. Acesso em: 14/04/2023.

A partir da seleção de estratégias de projeto que cada grupo utilizou como direcionamento de projeto, foram realizados os estudos de setorização. Para esta pesquisa, setorização consiste no estudo de massas já em escala gráfica inseridas no lote escolhido para desenvolvimento do projeto, conforme figura 6.

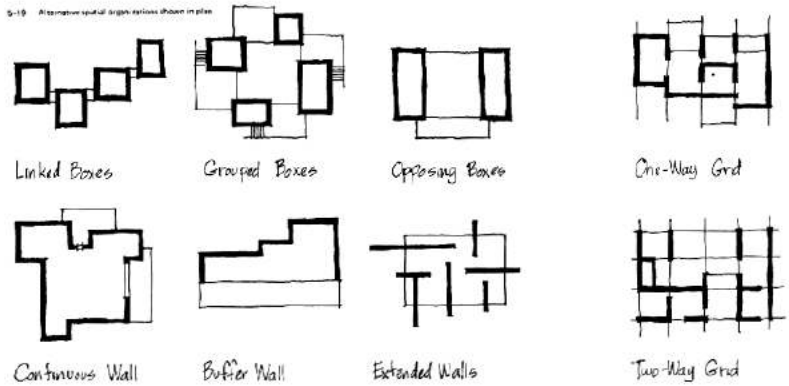



Figura 6 - Imagem de referência sobre a definição de diferentes formas com diferentes relações entre elas (CHING; ECKLER, 2014).

Nesta etapa os acadêmicos interligaram os conceitos de setorização, condicionantes ambientais, diagnóstico do terreno e do entorno e as sugestões do Climate Consultant 6.0.

Após a etapa de setorização, cada grupo analisou obras residenciais de arquitetos renomados nacional e internacionalmente, e alinharam as respectivas obras com as estratégias bioclimáticas selecionadas na etapa anterior. Dando continuidade às etapas produzidas, os alunos elaboraram fluxogramas, e posteriormente farão o desenho técnico do projeto, o qual ainda está em andamento. Os estudos em nível preliminar foram entregues e apresentados em formato digital como atividade avaliativa parcial da disciplina de projeto (API II). Após esta fase, os acadêmicos elaboraram maquetes volumétricas esquemáticas, as quais foram analisadas no Heliodon do Laboratório de Conforto Ambiental do curso.

## 4. RESULTADOS

Como resultados tivemos projetos coerentes com cidades resilientes ao clima, em concordância com as estratégias bioclimáticas previstas para a cidade na qual a proposta de projeto residencial se encontra (Naviraí – MS) e no que tange ao processo metodológico, maior fluidez foi alcançada na etapa de criação e na etapa de elaboração de croquis e na busca de referências.

As análises de referências de projetos de arquitetos e urbanistas renomados ficou ilustrada em harmonia com as estratégias bioclimáticas e condicionantes do terreno e do entorno. O cruzamento de dados gerou informações visuais no formato de painéis e croquis que demonstraram as diferentes percepções de cada grupo de alunos em relação à aplicação prática dos elementos climáticos e sustentáveis ao projeto arquitetônico residencial (figura 7).

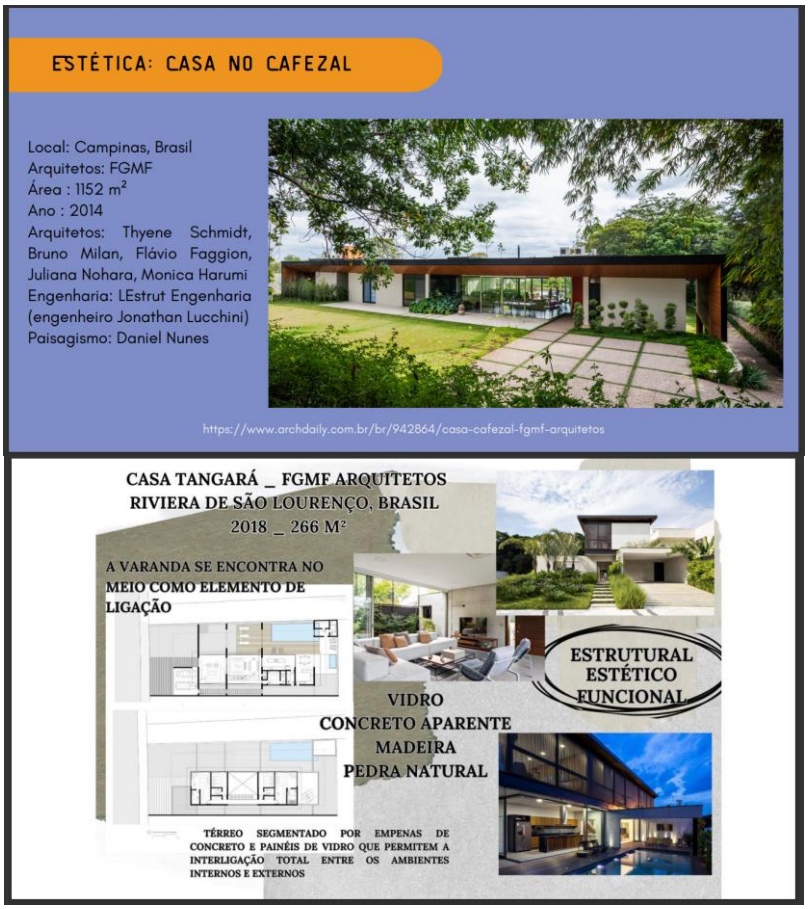



Figura 7 – Exemplo de projeto selecionado por um dos grupos como precedente estético e apresentado no dia 06/04/2023 em seminário da disciplina API II.

Durante as apresentações dos grupos foi possível perceber a inclusão das estratégias nos slides de apresentação como um dos passos de desenvolvimento do estudo preliminar (figura 8). Aqui ficou demonstrado como a maioria dos acadêmicos conseguiu interpretar os dados textuais e teóricos de conforto ambiental e sustentabilidade e transpô-los ao desenho. As estratégias foram vinculadas espacialmente, em sua grande maioria, ao desenho de setorização do projeto da residência unifamiliar (figura 9).




Figura 8 - Imagens das apresentações realizadas no dia 06/04/2023 na disciplina de API II, da UFMS-CPNV.

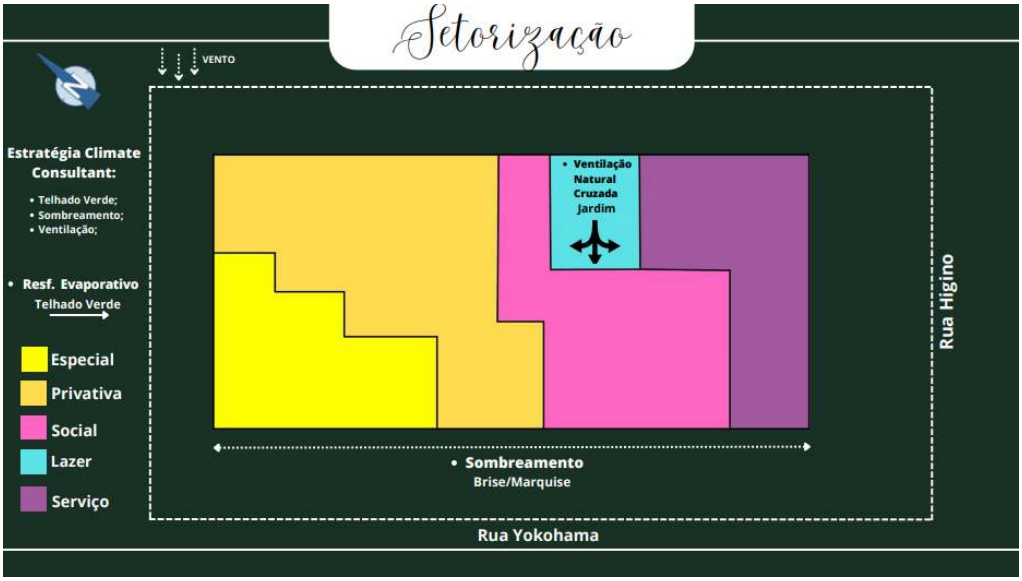



Figura 9 - Exemplo de setorização de projeto residencial com estratégias bioclimáticas de um dos grupos de acadêmicos da disciplina de API II – 2023-1, UFMS-CPNV.

Os resultados alcançados de projeto da disciplina refletem maior assertividade nas tomadas de decisão relacionadas ao conforto ambiental e sustentabilidade. As diretrizes previamente selecionadas pelo software Climate Consultant 6.0 funcionaram como uma base teórica para direcionamento das pesquisas dos acadêmicos relacionadas ao estudo preliminar do projeto residencial. O estudo mostrou que a integração de análises de conforto ambiental e dos ODS pode se dar de forma prática na rotina das disciplinas de Ateliê de Projeto Arquitetônico, com aplicação desde a formulação do partido arquitetônico.

Resultados relacionados ao uso de estratégias de iluminação natural podem ser percebido a partir dos estudos de regras de distribuição de incidência solar a partir da altura da abertura lateral em relação à profundidade dos cômodos (KWOK, 2013), também apresentada em sala de aula (figura 10).

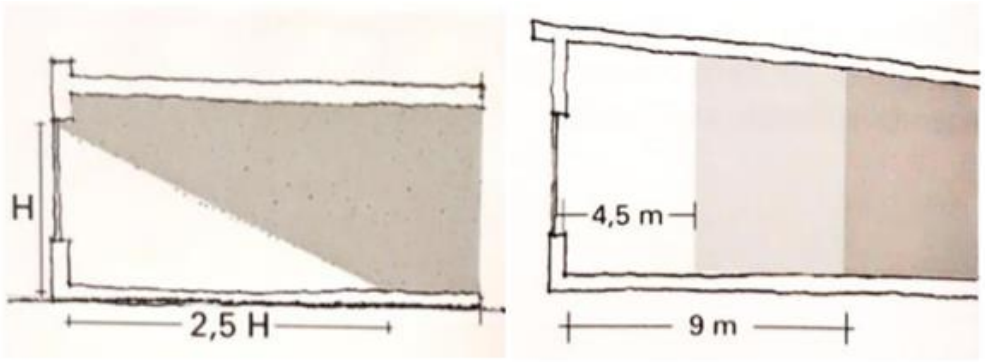



Figura 10 – Imagens de regras de iluminação natural lateral (KWOK, 2013, p.86).

A aplicação de estratégias bioclimáticas e ligadas à sustentabilidade desde a fase zero de projeto trazem maior conscientização aos acadêmicos da necessidade de trazer a eficiência energética como um dos pilares da boa arquitetura (LAMBERTS et al., 2014). A fim de garantir essa integração foram utilizados os dados de zona bioclimática brasileira da NBR 15220-3 e os dados do site Projeteee como referência e embasamento teórico para os acadêmicos (figura 11), além das diretrizes ilustradas geradas pelo software Climate Consultant 6.0.

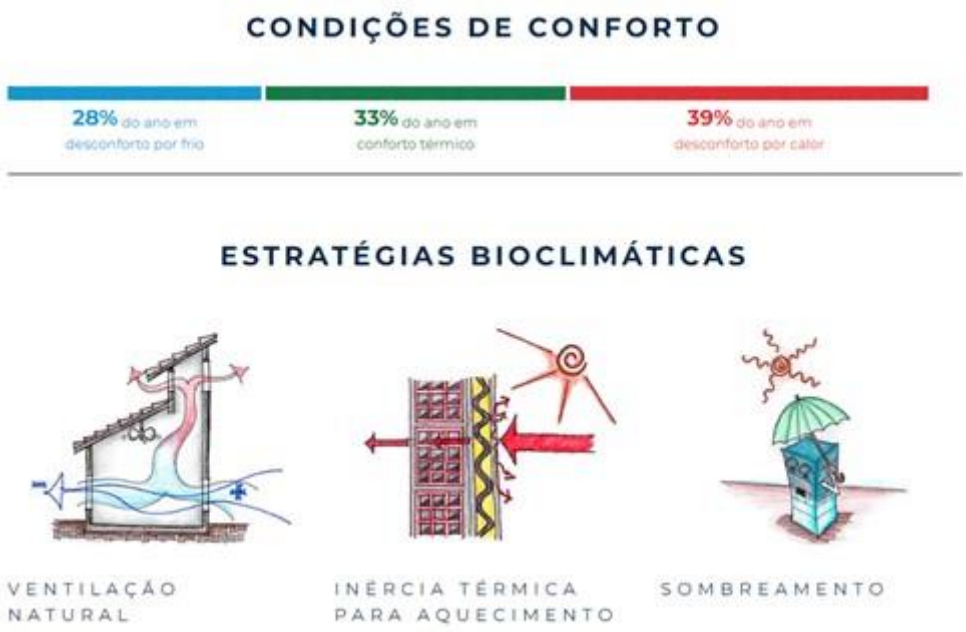



Figura 11 – Dados extraídos do site Projeteee (http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategias-bioclimaticas/). Estratégias bioclimáticas recomendadas para garantir as condições de conforto térmico em Naviraí – MS.

Houve a identificação de que a cidade de Naviraí localiza-se na Zona Bioclimática 6 e necessita prioritariamente das estratégias de sombreamento, inércia térmica para aquecimento e ventilação natural. A partir desta identificação, os acadêmicos buscaram referências de projetos residenciais de arquitetos renomados que retratassem tais características. Estas foram utilizadas como ponto de partida para a aproximação formal, funcional e estrutural dos projetos como ilustrado na Figura 7.

Após estas análises foi realizada uma visita ao laboratório de conforto ambiental com o intuito de utilizar o heliodon (figura 12) como instrumento que permite a visualização da trajetória aparente do Sol ao longo do dia, de acordo com a época do ano e a partir da latitude do local (CORBELLA e YANNAS, 2003).

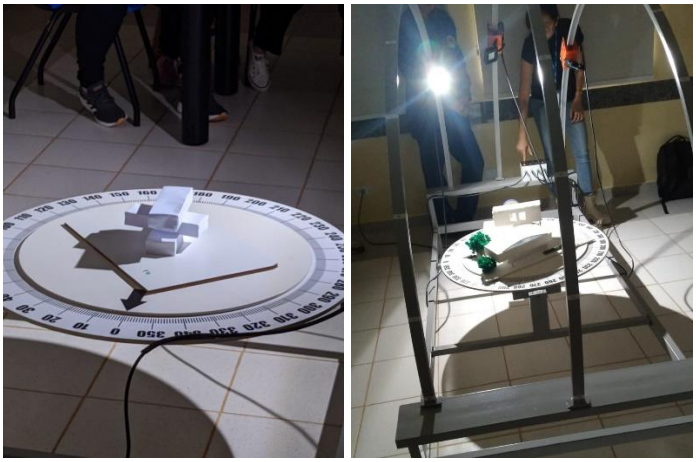


Figura 12 – Visita ao laboratório de conforto ambiental para realização de análises de incidência solar nas maquetes volumétricas dos acadêmicos da disciplina de API II.

Este equipamento torna-se um estímulo à elaboração de maquetes físicas, sendo fundamental para interpretação do comportamento da edificação em relação à insolação, e, desta forma auxilia na definição de localização dos ambientes, das aberturas e identificação das barreiras vizinhas, tudo isso ainda na etapa de estudos de setorização e volumetria. Esta etapa foi um desdobramento das necessidades relatadas pelos acadêmicos de analisar de modo mais fidedigno o que acontece no lote e no entorno imediato em relação à incidência solar. Outro embasamento que surgiu espontaneamente foi a leitura de bibliografias pertinentes, sendo uma delas Silva e Góes (2022).

O presente artigo mostra que as adequações de metodologia de ensino têm grande influência na formação de melhores profissionais, preocupados com o cenário atual de mudanças climáticas.

## 5. CONCLUSÕES

As etapas de desenvolvimento de projetos arquitetônicos e urbanísticos, quando vinculadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU fortalecem o alcance das metas previstas na Agenda 2030 no Brasil e são um pontapé importante na disseminação de boas práticas de ensino de Projeto de Arquitetura e Urbanismo.

Exercitar a percepção ambiental dos acadêmicos no âmbito de disciplinas de Ateliê de Projeto estimula uma visão condizente com a realidade de espaço e ser humano, ambos inseridos no contexto atual de cidades mais resilientes ao clima e faz com que eles estejam abertos para novas análises críticas e para atividades integradoras em outras disciplinas ao longo do curso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **2005 ASHRAE Handbook – Fundamentals**. p. 30.12. Atlanta, 2005.

BAI, Xuemei; DAWSON, Richard J.; ÜRGE-VORSATZ, Diana; DELGADO, Gian C.; BARAU, Aliyu S.; DHAKAL, Shobhakar; DODMAN, David; LEONARDSEN, Lykke; MASSON-DELMOTTE, Valerie; ROBERTS, Debra; SCHULTZ, Seth. Six research priorities for cities and climate change. **Nature**, v. 555, p 23–25, 2018.

CORBELLA, Oscar.; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CHING, Francis. D. K.; ECKLER, James F. **Introdução à arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

DOE – U. S. Department of energy. **Building Energy Software Tools Directory**. Disponível em: http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/alpha_list.cfm. Acesso em: 14 abr. 2023.

KWOK, Alisson G.; GRONDZIK, Walter T. **Manual de arquitetura ecológica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LAMBERTS, Roberto.; DUTRA, Luciano.; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Editora Pró Editores, 2014.

LUCON, Oswaldo; ÜRGE-VORSATZ, Diana; AHMED, Azni Z.; AKBARI, Hashem; BERTOLDI, Paolo; CABEZA, Luisa F.; EYRE, Nicholas; GADGIL, Ashok; HARVEY, Danny L.D.; JIaNG, Yi; LIPHOTO, Enoch; MIRASGEDIS, Sevastianos; MURAKAMI, Shuzo; PARIKH, Jyoti; PYKE, Christopher; VILARIÑO, Maria Virginia. Buildings. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. IPCC Working Group III Contribution to AR5. **Cambridge University Press**. 2014.

Programa da Organização das Nações Unidas para os assentamentos humanos. **ONU-Habitat, 2016, no Brasil**. Disponível em: < https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/ >. Acesso em: 28 mar. 2023.

SILVA, Caio.; GÓES, Thiago. **Dicas bioclimáticas para um projeto mais sustentável**. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2022.