



Ministério da Educação
Universidade Federal da Integração Latino-Americana
Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território
Centro Interdisciplinar de Tecnologia e Infraestrutura
Engenharia Civil de Infraestrutura

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA WEB PARA INDICAÇÕES
DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O CLIMA DE FOZ DO
IGUAÇU-PR**

CRISTIAN ANDRES IBANEZ RODRIGUEZ

Foz do Iguaçu - PR

Março de 2025



Ministério da Educação
Universidade Federal da Integração Latino-Americana
Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território
Centro Interdisciplinar de Tecnologia e Infraestrutura
Engenharia Civil de Infraestrutura

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA WEB PARA INDICAÇÕES DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O CLIMA DE FOZ DO IGUAÇU-PR

CRISTIAN ANDRES IBANEZ RODRIGUEZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do Grau
de Bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Helenice Maria Sacht

Foz do Iguaçu - PR

Março de 2025

RESUMO

O conhecimento de estratégias bioclimáticas que consideram o clima regional são fundamentais para melhorar o desempenho energético das construções, assegurando não apenas a redução do consumo, mas também o conforto dos usuários. A compreensão dos elementos que compõem as edificações, como fachadas, janelas e coberturas, é essencial para a tomada de decisões em projetos, pois impactam diretamente no desempenho térmico, acústico e na eficiência energética. O uso de ferramentas digitais tem se mostrado uma alternativa eficiente para facilitar o acesso às informações sobre soluções construtivas adequadas ao clima. Nesse contexto, o desenvolvimento de plataformas web pode facilitar o acesso a estratégias bioclimáticas, apoiando profissionais na adoção de práticas mais sustentáveis e eficientes. Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um website para organizar, centralizar e catalogar informações sobre estudos que abordam estratégias bioclimáticas, a partir de um levantamento de trabalhos desenvolvidos nas principais universidades, centros educativos e publicados em eventos, dentre outros, que atuam sobre o tema, para o clima da cidade de Foz do Iguaçu-PR. Para o desenvolvimento da plataforma foi utilizado o *React*, um framework baseado em JavaScript, para criar uma interface dinâmica e interativa, com auxílio da metodologia *Lean Inception*, uma abordagem ágil a fim de garantir uma boa definição do produto. Os resultados apresentados indicam que a ferramenta atende aos objetivos propostos e as necessidades levantadas na fase de planejamento do sistema. A estrutura e funcionalidades do site, desde a página inicial até as seções de trabalhos específicos, foram projetadas e implementadas de forma a proporcionar uma experiência de navegação intuitiva e responsiva, bem como propiciar o acesso rápido e facilitado às informações.

Palavras-chave: Estratégias Bioclimáticas; Projeto Arquitetônico; *Website*; *Lean inception*; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Knowledge of bioclimatic strategies that consider regional climate is essential to improve the energy performance of buildings, ensuring not only reduced consumption but also user comfort. Understanding the elements that make up buildings, such as facades, windows, and roofs, is crucial for decision-making in projects, as they directly impact thermal performance, acoustics, and energy efficiency. The use of digital tools has proven to be an effective alternative to facilitate access to information on construction solutions suitable for the climate. In this context, the development of web platforms can facilitate access to bioclimatic strategies, supporting professionals in adopting more sustainable and efficient practices. This work aims to develop a website to organize, centralize, and catalog information on studies addressing bioclimatic strategies, based on a survey of works developed in major universities, educational centers, and published at events, among others, that focus on the theme, for the climate of Foz do Iguaçu-PR. React, a JavaScript-based framework, was used for the platform's development to create a dynamic and interactive interface, with the help of the Lean Inception methodology, an agile approach to ensure good product definition. The results indicate that the tool meets the proposed objectives and the needs raised during the system's planning phase. The structure and functionalities of the website, from the homepage to the sections on specific works, were designed and implemented to provide an intuitive and responsive browsing experience, as well as facilitate quick and easy access to information.

Keywords: Bioclimatic Strategies; Architectural Design; Website; Lean inception; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Normais Climatológicas para Foz do Iguaçu-PR.....	13
Figura 2. Zonas Bioclimáticas do Brasil.....	13
Figura 3. Zona bioclimática mista e úmida - 3A.....	14
Figura 4a. Carta Psicométrica de Foz do Iguaçu.....	16
Figura 4b. Estratégias recomendadas.....	16
Figura 5a. Ventilação no Verão.....	17
Figura 5b. Ventilação cruzada natural.....	17
Figura 6. Partes principais de uma cobertura.....	18
Figura 7. Protótipos de análise comparativo telhado verde.....	20
Figura 8. Cenários avaliados.....	21
Figura 9. Trocas de calor através de paredes opacas.....	22
Figura 10a. Painel em Wood Frame com câmara de ar não ventilada.....	23
Figura 10b. Painel em Wood Frame com núcleo em lã de vidro e câmara de ar não ventilada.....	23
Figura 10c. Painel em Wood Frame com núcleo em lã de vidro.....	23
Figura 10d. Parede de alvenaria com tijolo cerâmico.....	23
Figura 13. Elementos e controle solar orientação norte.....	30
Figura 14. Elementos e controle solar orientação oeste.....	30
Figura 15. Trocador de calor Terra-Ar.....	31
Figura 16. Gráfico das temperaturas externa e interna.....	32
Figura 17. Interface do site Projeteee.....	35
Figura 18. Interface do Climate Consultant.....	36
Figura 19. Interface do ZBBR.....	37
Figura 20. Página principal.....	44
Figura 21. Página de categorias.....	45
Figura 22. Formulário de contato.....	46
Figura 23. Página sobre o projeto.....	46
Figura 24. Página de cada trabalho.....	47
Figura 25. Página principal versão desktop.....	49
Figura 26. Página principal versão mobile.....	50
Figura 27. Código categorias.....	51
Figura 28. Página de contato.....	52
Figura 29. Página de categorias.....	53
Figura 30. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura.....	54
Figura 31. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura fachadas.....	55
Figura 32. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura projeto.....	56
Figura 33. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura ventilação.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 3.	14
Tabela 2. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.	15
Tabela 3. Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 3.	15
Tabela 4. Casos simulados por Alves.	19
Tabela 5. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.	27
Tabela 6. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.	28
Tabela 7. Características resumidas dos elementos de controle solar.	29
Tabela 8. Requisitos Funcionais do Sistema.	40
Tabela 9. Requisitos Não Funcionais do sistema.	40
Tabela 10. Pessoa do grupo acadêmico.	41
Tabela 11. Pessoa do grupo de profissionais do mercado.	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	8
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL	12
3.1 Estratégias Bioclimáticas	12
3.1.1 Sistemas de Cobertura	18
3.1.2 Fachadas - Vedações Verticais	22
3.1.3 Brises - Elementos de Proteção Solar	28
3.1.4 Ventilação Natural	31
3.2 Sistemas para Indicação de Estratégias Bioclimáticas	33
3.2.1 Sistemas web	33
3.2.1.1 Projeteee	34
3.2.2 Sistemas Desktop	35
3.2.2.1 Climate Consultant	35
3.2.2.1 ZBBR	36
4. METODOLOGIA	37
4.1 Levantamento dos Estudos e Pesquisas Relacionadas à Estratégias Bioclimáticas Desenvolvidas para o clima de Foz do Iguaçu-PR	38
4.2 Levantamento de Tecnologias Úteis para o Desenvolvimento do Website	38
4.3 Desenvolvimento do Website	39
5. RESULTADOS	48
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O elevado crescimento da construção civil após a revolução industrial aumentou excessivamente o consumo energético, já que não se tinha controle nem preocupação com as questões relacionadas à eficiência energética. Atualmente, existe essa preocupação principalmente no setor residencial que representa a maior porcentagem de consumo de energia elétrica. Diversas propostas de adequação e reestruturação das atuais e futuras edificações levando em consideração o clima da região se fazem necessárias, com o intuito de fornecer melhores resultados de eficiência energética. O uso de estratégias que diminuam o consumo de energia elétrica é essencial, uma vez que o consumo nas edificações no Brasil, correspondeu a 47,7% do total no ano de 2022, se somados o consumo residencial (10,7%), Indústrias (32,0%) e serviços (5,0%), de acordo com dados do Balanço Energético Nacional 2023 (ano base 2022) (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2023).

Para tal, o conhecimento dos elementos que conformam a edificação é fundamental para o estudo, análise e tomada de decisões, pois eles compõem a interface entre o ambiente exterior e interior dos edifícios (fachadas, janelas, cobertura, etc), cumprindo as mais importantes funções da edificação no sentido de proteção aos agentes exteriores (alterações climáticas, temperatura, umidade, vento, etc.) e conforto dos ocupantes, além de serem responsáveis pelo desempenho térmico, iluminação natural, eficiência energética, desempenho acústico e conseqüentemente saúde dos usuários das habitações e edifícios comerciais.

Portanto, dada a importância das decisões que envolvem as estratégias bioclimáticas, que levam em consideração diversas características como materiais, condições de transferência de calor, resistência térmica etc, estas devem ser conhecidas por arquitetos e engenheiros. ainda na fase inicial de desenvolvimento dos projetos, momento no qual as configurações e escolhas de sistemas e subsistemas da edificação e sua integração, ainda estão sendo definidas (paredes, cobertura, aberturas, instalações, etc.).

Além disso, a crescente evolução digital, principalmente no período pós-pandemia, tem mostrado a cada dia que a busca e utilização de programas, sistemas e ferramentas web é cada vez maior, para a realização de todo tipo de atividades e obtenção de informações nos diferentes setores. No caso do setor da construção civil, se faz necessária

a obtenção de informações que auxiliem em maior velocidade e qualidade na busca de informações base para concepção e detalhamento das soluções escolhidas para o desenvolvimento de projetos, bem como, busca de informações que trarão maior agilidade durante a execução e finalização do mesmo.

Nesse aspecto, ferramentas web podem ser uma boa alternativa. Uma ferramenta web ou website é um recurso acessível pela Internet, que oferece diversas funcionalidades aos usuários, que podem variar amplamente em termos de propósito e complexidade. Alguns podem ser páginas estáticas que fornecem informações básicas aos usuários, enquanto outros são plataformas interativas, que permitem aos usuários realizar tarefas complexas, fazem possível recuperar informações *on-line* através de *links* de hipertexto, com o clique de um botão (BADALOTTI, 2014).

Atualmente, existem sistemas online que indicam algumas estratégias construtivas para uma determinada região. De acordo com as suas características, eles fornecem informações estratégicas para os diferentes profissionais e estudantes do setor da construção civil ou afins, fazendo com que seja possível ter de maneira integral eficiência energética e construção civil atuando juntos, garantindo, além da redução da demanda energética, o conforto dos usuários no interior das edificações (MME, 2021).

Nesse sentido, o uso de ferramentas e sistemas digitais agiliza o conhecimento de estratégias bioclimáticas que auxiliam na tomada de decisões ainda na fase de projeto, o que pode trazer diversos benefícios, entre eles a redução no consumo energético. Nesse aspecto, considerando a premissa de adequação ao clima, o uso de soluções construtivas mais eficientes em termos de desempenho térmico, com base em ferramentas computacionais terão também como consequência, melhores condições de conforto térmico.

Levando em consideração os aspectos citados anteriormente, justifica-se o presente trabalho no qual busca-se desenvolver um website, devido ao fato de ser versátil e prático, necessitando somente ter acesso à Internet para consultar de qualquer dispositivo e localidade, possibilitando maior facilidade à estudantes, professores e profissionais da área da construção civil, facilitando assim o acesso e aplicação em projetos, de estratégias bioclimáticas atuais e estudadas especificamente para o clima de Foz do Iguaçu. Numa plataforma web são apresentadas de maneira fácil e intuitiva soluções bioclimáticas para o clima de Foz do Iguaçu-PR, baseado em pesquisas e estudos já desenvolvidos,

considerando a análise detalhada do clima local e indicação de métodos construtivos e estratégias que funcionem nesse contexto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um website para organizar, centralizar e catalogar informações sobre estudos que abordam Estratégias Bioclimáticas para o clima de Foz do Iguaçu-PR.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos da presente pesquisa têm-se:

- a) Identificar e analisar os trabalhos relevantes sobre Estratégias Bioclimáticas para o clima de Foz do Iguaçu que já tenham sido desenvolvidos nas áreas de Engenharia e Arquitetura;
- b) Coletar e organizar informações sobre estudos realizados em pesquisa científicas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, entre outros, que apresentem relação direta com estratégias construtivas bioclimáticas;
- c) Definir dentre os estudos pesquisados, quais sistemas e/ou subsistemas construtivos considerados nas funcionalidades da ferramenta a ser proposta;
- d) Pesquisar Informações base sobre programas e/ou sistemas para web ou desktop que tenham como objetivo a compilação de informações sobre estratégias bioclimáticas;
- e) Determinar a linguagem de programação mais adequada, de acordo com a facilidade de uso e coleta de informações, para a proposta de um website eficiente.

3. SÍNTESE DA BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

Neste capítulo será apresentada uma revisão que contempla os temas: estratégias bioclimáticas, com ênfase para a região de Foz do Iguaçu, apresentando as soluções recomendadas pelas respectivas normas e características climáticas da cidade. Também serão abordados os sistemas web e desktop, que tem como objetivo a recomendação de soluções ou realizam análises bioclimáticas..

3.1 Estratégias Bioclimáticas

As estratégias bioclimáticas são ações, métodos, processos, nesse caso construtivos, que garantem o uso de condições naturais ao máximo (orientação solar, ventilação e iluminação natural) a favor da edificação, aumentando o desempenho futuro e minimizando principalmente o uso de equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar mecanizados (MELLO, 2017).

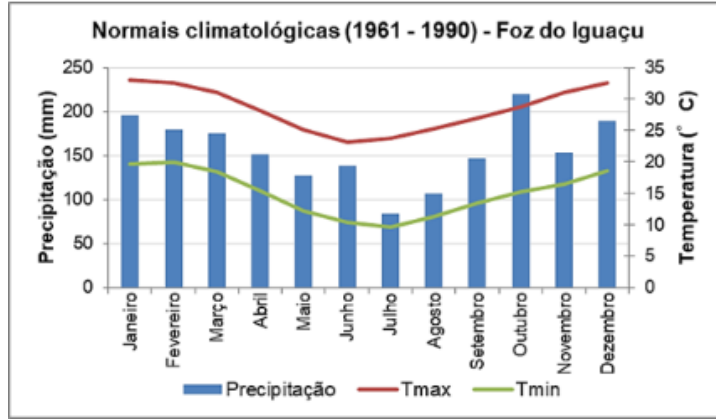
Para se aprofundar em estratégias bioclimáticas é necessário primeiramente, se aprofundar nas características do clima para o qual se pretende fazer tal levantamento, nesse caso específico, o clima de Foz do Iguaçu.

De acordo com Sacht et al. (2020):

“O clima de Foz de Iguaçu é subtropical úmido mesotérmico, classificado por Köppen como “Cfa” (clima temperado úmido com verão quente), de acordo com a classificação atualizada por Alvares et al. (2014), sendo o clima do tipo Cfa (clima subtropical úmido, oceânico sem estação seca, verão quente), por ser equivalente. O grupo climático “C” indica clima temperado quente, com temperatura média do ar do mês mais frio compreendida entre -3°C e 18°C; a temperatura média do mês mais quente maior que 10°C e as estações de verão e inverno são bem definidas. A região fundamental “f” indica clima úmido, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; inexistência de estação seca definida e precipitação média do mês mais seco deverá ser superior a 60 mm. A classe climática “a” apresenta verão quente e a temperatura média do ar no mês mais quente deverá ser superior a 22°C. A cidade (altitude de 192 m), tem uma das maiores amplitudes térmica anuais do estado, valor aproximado de 10°C de diferença média entre o inverno e o verão, devido a uma menor influência da maritimidade. Por essa razão, os verões costumam ser muito quentes, com máximas médias chegando aos 33°C, chegando a superar a marca dos 40°C em alguns anos. Apesar de serem considerados amenos, os invernos propiciam quedas bruscas de temperaturas que podem cair abaixo de zero durante a passagem de frentes frias com as massas de ar polar. As chuvas costumam ser bem distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno. A precipitação anual varia em torno dos 1.800 mm. Através das normais climatológicas disponibilizadas pelo

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é possível verificar o padrão mensal de chuvas e temperatura (**Figura 1**)”.

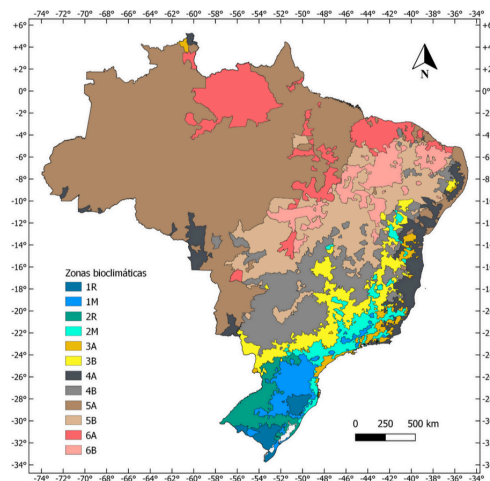
Figura 1. Normais Climatológicas para Foz do Iguaçu-PR.



Fonte: SACHT et al. (2020).

De acordo com o novo zoneamento bioclimático brasileiro, o território se divide em doze zonas bioclimáticas, distribuídas conforme apresentado na **Figura 2** abaixo. Esse zoneamento foi adotado na norma ABNT NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho (ABNT, 2024), possibilitando analisar tais climas e estabelecer assim uma série de recomendações técnico-construtivas para cada zona estipulada, de acordo com as características do clima. De acordo com essa classificação, a cidade de Foz do Iguaçu encontra-se inserida na Zona Bioclimática 3A.

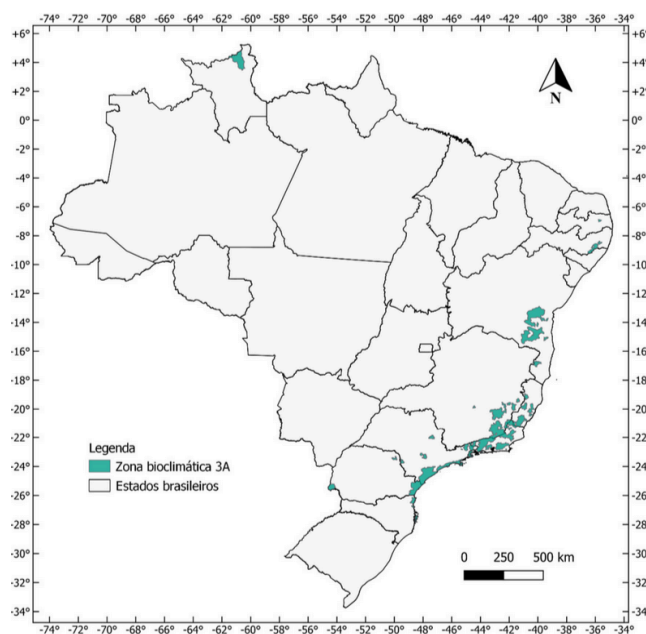
Figura 2. Zonas Bioclimáticas do Brasil.



Fonte: NBR 15220-3 (2024).

A **Figura 3** apresenta as regiões que fazem parte da zona bioclimática mista e úmida 3A da qual Foz do Iguaçu faz parte, onde tem-se como cidade característica Florianópolis conforme a norma NBR 15220-3 (ABNT, 2024). Mesmo que até o momento, nessa versão atualizada da norma não tem-se a indicação para cada zona bioclimática, as diretrizes construtivas para a zona bioclimática 3 indicadas na sua versão anterior, referentes à ventilação e sombreamento das aberturas, assim como aos tipos de vedações externas foram consideradas neste estudo. Tais características são indicadas na mesma NBR 15220-3 (ABNT, 2005) são apresentadas nas **Tabelas 1, 2 e 3**.

Figura 3. Zona bioclimática mista e úmida - 3A



Fonte: NBR 15220-3 (2024).

Tabela 1. Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a zona bioclimática 3.

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)	Sombreamento das aberturas
Médias	$15\% < A < 25\%$	Permitir sol durante o inverno

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

Tabela 2. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.

Vedações externas	Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico - ϕ Horas	Fator solar - FSo %
Parede: Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\phi \leq 4,3$	FSo $\leq 4,0$
Cobertura: Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	FSo $\leq 6,5$

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

Tabela 3. Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 3.

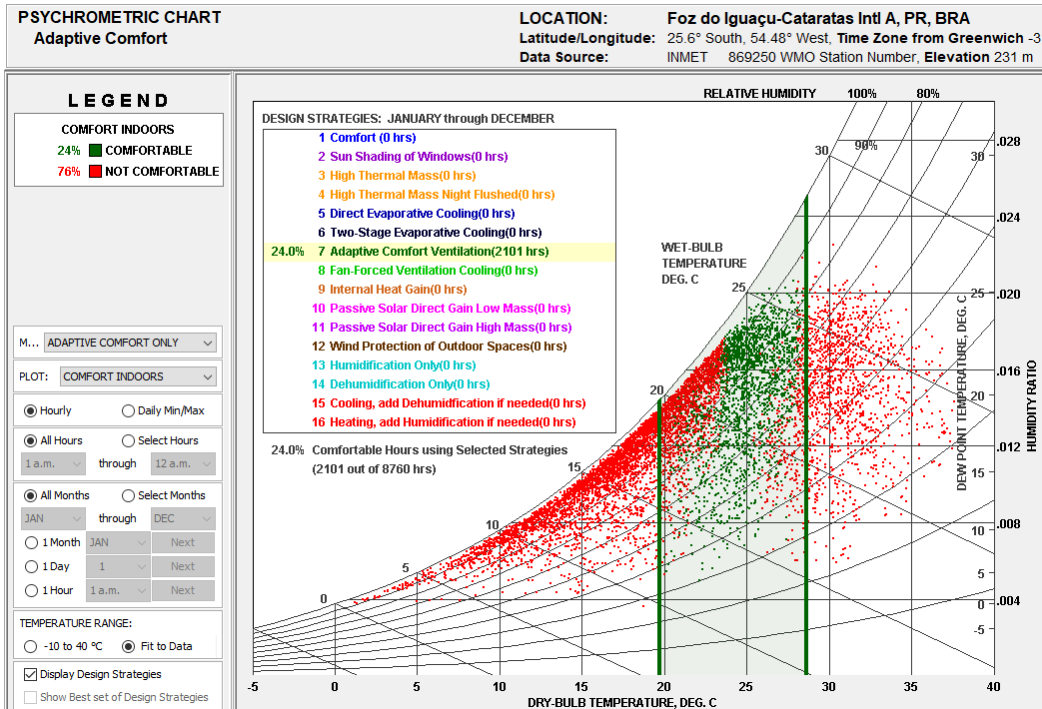
Estação	Estratégias de Condicionamento Térmico Passivo
Verão	J) Ventilação cruzada
Inverno	B) Aquecimento solar da ventilação C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)

Nota:
Os códigos J, B e C são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o zoneamento bioclimático do Brasil

Fonte: ABNT (2005).

Fazendo uma análise da cidade de Foz do Iguaçu, no software *Climate Consultant* 6.0 o qual cabe destacar que o modelo utilizado para a análise é o de Conforto Adaptativo da Norma ASHRAE 55 2010 (*Adaptive comfort model* in ASHRAE 55 Standard 2010), entre os métodos disponíveis no software é o modelo utilizado internacionalmente. Nele é possível utilizar arquivos climáticos EPW (*EnergyPlus Weather Format*), criados a partir de dados registrados por diferentes estações climáticas, obter os resultados e recomendações apresentadas na **Figura 4a** e **Figura 4b**.

Figura 4a. Carta Psicométrica de Foz do Iguaçu.



Fonte: Climate Consultant (2024).

Figura 4b. Estratégias recomendadas

DESIGN GUIDELINES (for the Full Year)		LOCATION:	
Adaptive Comfort		Foz do Iguaçu-Cataratas Intl A, PR, BRA	
All Design Strategies, Default Criteria		Latitude/Longitude: 25.6° South, 54.48° West, Time Zone from Greenwich -3	
		Data Source: INMET 869250 WMO Station Number, Elevation 231 m	
<p>Assuming only the Design Strategies that were selected on the Psychrometric Chart, 24.0% of the hours will be Comfortable. This list of Residential Design guidelines applies specifically to this particular climate, starting with the most important first. Click on a Guideline to see a sketch of how this Design Guideline shapes building design (see Help).</p>			
35	Good natural ventilation can reduce or eliminate air conditioning in warm weather, if windows are well shaded and oriented to prevailing breezes		
34	To capture natural ventilation, wind direction can be changed up to 45 degrees toward the building by exterior wingwalls and planting		
33	Long narrow building floorplan can help maximize cross ventilation in temperate and hot humid climates		
36	To facilitate cross ventilation, locate door and window openings on opposite sides of building with larger openings facing up-wind if possible		
56	Screened porches and patios can provide passive comfort cooling by ventilation in warm weather and can prevent insect problems		
42	On hot days ceiling fans or indoor air motion can make it seem cooler by 5 degrees F (2.8C) or more, thus less air conditioning is needed		
47	Use open plan interiors to promote natural cross ventilation, or use louvered doors, or instead use jump ducts if privacy is required		
49	To produce stack ventilation, even when wind speeds are low, maximize vertical height between air inlet and outlet (open stairwells, two story spaces, roof monitors)		
39	A whole-house fan or natural ventilation can store nighttime 'coolth' in high mass interior surfaces (night flushing), to reduce or eliminate air conditioning		
58	This is one of the more comfortable climates, so shade to prevent overheating, open to breezes in summer, and use passive solar gain in winter		
62	Traditional passive homes in temperate climates used light weight construction with slab on grade and operable walls and shaded outdoor spaces		
65	Traditional passive homes in warm humid climates used high ceilings and tall operable (French) windows protected by deep overhangs and verandahs		
53	Shaded outdoor buffer zones (porch, patio, lanai) oriented to the prevailing breezes can extend living and working areas in warm or humid weather		
54	Provide enough south glazing to balance daylighting and allow cross ventilation (about 5% of floor area)		
55	Low pitched roofs with wide overhangs works well in temperate climates		
17	Use plant materials (bushes, trees, ivy-covered walls) especially on the west to minimize heat gain (if summer rains support native plant growth)		
25	In wet climates well ventilated attics with pitched roofs work well to shed rain and can be extended to protect entries, porches, verandas, outdoor work areas		
27	If soil is moist, raise the building high above ground to minimize dampness and maximize natural ventilation underneath the building		
32	Minimize or eliminate west facing glazing to reduce summer and fall afternoon heat gain		
37	Window overhangs (designed for this latitude) or operable sunshades (awnings that extend in summer) can reduce or eliminate air conditioning		

Fonte: Climate Consultant (2024).

Baseado na ASHRAE (2005) são recomendadas diversas estratégias bioclimáticas para o clima de Foz do Iguaçu, algumas destacadas nas **Figura 5a** e **Figura 5b** representam soluções que ao serem implementadas possibilitam ampliar o período de conforto durante as diferentes épocas do ano.

Figura 5a. Ventilação no Verão

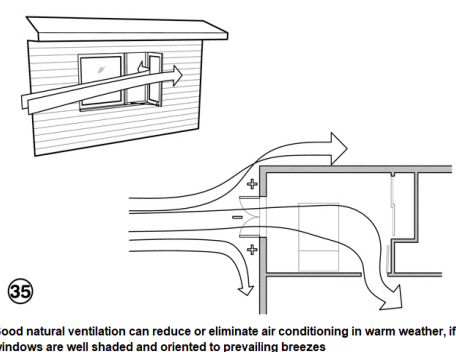
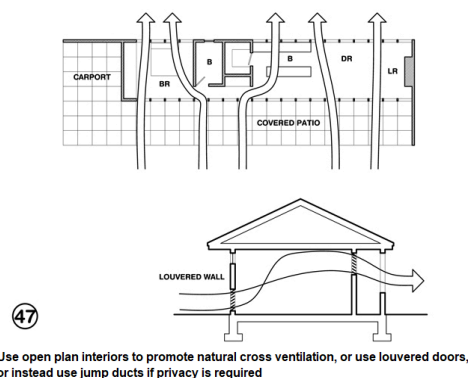


Figura 5b. Ventilação cruzada natural



Fonte: *Climate Consultant* (2024).

Há trabalhos sobre Foz do Iguaçu, que foram identificados durante o desenvolvimento desta pesquisa, que englobam a edificação com um todo e sua adequação ao clima, porém, não serão abordados no detalhamento do sistema, pois a proposta consiste em incluir soluções bioclimáticas específicas. Os trabalhos desenvolvidos por Mequert (2022), Buss (2023) e Smaniotto (2023) incluem soluções adaptativas para as condições climáticas locais, com foco na eficiência energética e no uso de tecnologias sustentáveis. Mequert (2022) trabalha a habitação modular unifamiliar com uso do sistema construtivo em *Wood Frame*, por outro lado, o trabalho de Buss (2023) analisa o conforto térmico em salas de aula e traz à tona a importância de um ambiente adequado para o aprendizado, explorando práticas bioclimáticas que podem ser utilizadas em outros contextos, que estão focados em alterações de menor custo em termos de pintura, vidros, cobertura e inclusão de brises em orientações críticas. Já Smaniotto (2023) se aprofunda na viabilidade econômica e no desempenho térmico das estratégias bioclimáticas na habitação de interesse social.

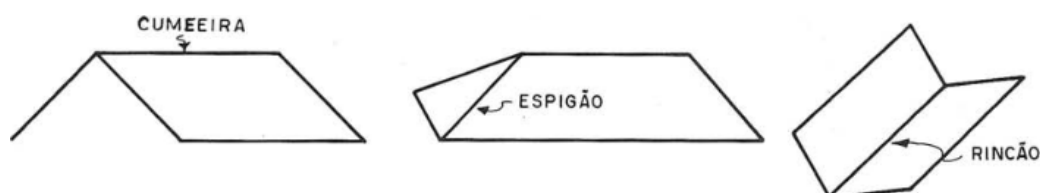
Serão abordados nos próximos itens da revisão, os sistemas e subsistemas construtivos, que influenciam diretamente nas condições de adaptação ao clima, com ênfase para pesquisas que tiveram como foco de estudo, o município de Foz do Iguaçu-PR. Esses

trabalhos citados foram a base para a análise de informações e o desenvolvimento do website proposto, que será detalhado posteriormente na metodologia. Incluem: subsistemas de cobertura, vedações verticais, elementos de proteção solar (brises) e elementos de ventilação.

3.1.1 Sistemas de Cobertura

A cobertura normalmente é formada por superfícies planas com uma determinada inclinação, de forma que permita o perfeito escoamento das águas, algumas partes importantes a serem identificadas de uma cobertura, a cumeeira é o encontro horizontal de duas águas de cota mais elevada do plano, o espigão é um divisor de duas águas em plano inclinado e o rincão é o encontro de captação de duas águas conforme apresenta a **Figura 6** (AZEREDO, 1977).

Figura 6. Partes principais de uma cobertura.



Fonte: Adaptado de Azeredo (1977).

De acordo com a NBR 15575-5, os sistemas de cobertura devem “apresentar transmitância térmica e absorvância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática” (ABNT, 2021), no caso da zona bioclimática 3 a indicação é a “cobertura leve e isolada”, significa que a transmitância térmica (U) deve ser menor ou igual a 2,00 e absorvância (α) à radiação solar da superfície externa da cobertura menor ou igual a 0,6 (ABNT, 2005).

Alves (2022) desenvolveu um trabalho no qual destaca como diferentes materiais de cobertura podem afetar significativamente a temperatura interna dos espaços habitáveis, especialmente em uma região como Foz do Iguaçu, onde as variações climáticas podem ser extremas. A análise é feita para cinco casos diferentes, conforme apresentados na **Tabela 4**, levando em consideração o forro em PVC e laje, para os modelos descritos na NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

Tabela 4. Casos simulados por Alves.

Cobertura
Telha cerâmica com 30% de inclinação
Telha de concreto com 30% de inclinação
Telha sanduíche com 15% de inclinação
Telha fibrocimento com 9% de inclinação
Telha fibrocimento com 9% de inclinação e com platibanda

Fonte: Adaptado de Alves (2022).

A partir de simulações computacionais utilizando o software *EnergyPlus*, para a situação de uma edificação residencial unifamiliar, a telha sanduíche, com laje de concreto apresentou melhores resultados, com influência positiva na redução das cargas térmicas. Destaca-se ainda que o uso de materiais com boas propriedades de isolamento térmico foi mais eficaz na redução da transferência de calor para o interior das habitações, proporcionando um ambiente mais confortável e reduzindo a necessidade de uso de sistemas de aquecimento ou refrigeração nos modelos simulados (ALVES, 2022).

Como pode ser observado, o trabalho de Alves (2022) destaca a relevância da influência dos materiais de cobertura no desempenho térmico das habitações e seguindo nessa linha Spiazzi (2023) acrescenta no seu trabalho uma abordagem complementar, ao explorar como as propriedades térmicas dos materiais têm também um impacto direto no conforto térmico em ambientes multifuncionais.

A contínua busca por soluções sustentáveis traz à tona estudos onde novas tecnologias e materiais para coberturas são analisados, como é o caso dos telhados verdes, que têm ganhado destaque devido aos benefícios ambientais e de eficiência energética que oferecem, incluindo a redução do calor urbano, a melhoria da qualidade do ar, a absorção de água da chuva e a redução do consumo de energia para refrigeração.

Sanhueza (2021) contribui para o debate com sua pesquisa, no qual desenvolveu protótipos em pequena escala, como apresentado na **Figura 7**, para a realização de medições *in loco* durante os períodos matutino e vespertino na cidade de Foz do Iguaçu. Após 14 dias, apresenta os benefícios do telhado verde em comparação à materiais tradicionais como o fibrocimento, além dos impactos positivos do telhado verde não apenas no conforto térmico, mas também na redução do escoamento superficial e na promoção da sustentabilidade ambiental.

Figura 7. Protótipos de análise comparativo telhado verde



Fonte: Sanhueza (2021).

Segundo Sanhueza (2021) o telhado verde apresenta variações térmicas de $0,1^{\circ}\text{C}$ a 2°C a menos, quando comparado ao fibrocimento e $0,4^{\circ}\text{C}$ a $2,2^{\circ}\text{C}$ a menos em relação ao ambiente externo no período matutino e de $0,3^{\circ}\text{C}$ a $2,3^{\circ}\text{C}$ menor, quando comparado ao fibrocimento e $0,7^{\circ}\text{C}$ a $3,8^{\circ}\text{C}$ a menos, em relação ao ambiente externo no período vespertino. No trabalho o autor não cita o posicionamento dos telhados dos protótipos em relação ao sol nascente e sol poente.

Por outro lado, Teixeira (2022) expandiu essa discussão ao analisar a eficiência termoenergética de diferentes sistemas de coberturas. Por meio de simulação computacional usando o software *EnergyPlus 9.3.0* avaliou 32 composições de coberturas combinadas com 4 tipos de telhas, 1 tipo de forro, 1 tipo de isolante térmico, com e sem laje, totalizando 66 simulações como apresentado na **Figura 8**. A análise foi feita num modelo de edificação desenvolvido usando como base o programa habitacional Casa Verde e Amarela, junto a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT,2021), localizada na região de Foz do Iguaçu.

Figura 8. Cenários avaliados



Fonte: Teixeira (2022).

Todos os tipos de telhas analisadas atenderam ao nível mínimo solicitado pela norma de desempenho NBR 15575, porém, nem todas as composições e combinações propostas atingiram os níveis mínimos. As composições que apresentaram um maior valor no consumo de carga térmica para climatização foram telha de fibrocimento com laje, telha cerâmica com laje e telha de aço trapezoidal sem Laje e as que apresentaram um menor valor e, por conseguinte, os melhores resultados foram para telha cerâmica com manta e forro de PVC sem laje; fibrocimento com manta, com forro de PVC sem laje; aço trapezoidal com manta e forro de PVC sem laje e as composições com a telha termoacústica, com destaque para a composição telha termoacústica com manta, forro de PVC e sem laje (TEIXEIRA, 2022).

Analisando as pesquisas que vêm sendo desenvolvidas na área, é possível observar que fornecem uma base sólida da importância da implementação de boas práticas construtivas mais sustentáveis e eficientes no momento de escolha do tipo e dos materiais da cobertura no desenvolvimento de projeto de edificações, a fim de oferecer melhores condições de conforto ambiental e eficiência energética.

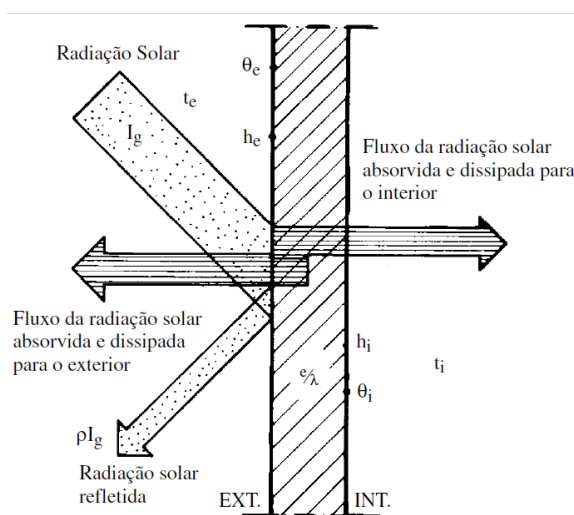
3.1.2 Fachadas - Vedações Verticais

A fachadas ou vedações verticais em conjunto com outros elementos da construção fazem a interface entre o ambiente exterior e o interior da edificação, além de ser a parte mais visível, responsável por garantir as condições de conforto, eficiência energética, qualidade acústica e a privacidade de quem nele habita (MARTINS, 2013).

A transferência de calor através da envoltória da edificação depende da diferença de temperatura entre o interior e o exterior da edificação e a capacidade da fachada em controlar a transferência de calor. No interior da fachada, é importante considerar a resistência térmica, as propriedades dos materiais e o controle do ar (AKSAMIIJA, 2013). Por isso, é fundamental considerar diferentes tipologias de parede exterior, de acordo com a zona climática na qual vai estar implantada a edificação. Ainda segundo Aksamija (2013), controlar a transferência de calor nem sempre tem como consequência um ótimo desempenho no interior da edificação.

De acordo com Frota e Ramos (2001), uma parede opaca exposta à radiação solar é sujeita a uma determinada diferença de temperatura entre os ambientes que a separa, esses mecanismos de trocas podem ser esquematizados como na **Figura 9**.

Figura 9. Trocas de calor através de paredes opacas.



Fonte: Frota; Ramos, 2001.

Brauhardt (2016) realizou um estudo utilizando a simulação computacional sobre o sistema construtivo *Wood Frame* aplicado na construção de habitação social na cidade de Foz de Iguaçu. O estudo utilizou como base de dados, a produção de habitação social com

uso do sistema construtivo *Wood Frame* no estado do Paraná, e os parâmetros de resistência térmica (RT), transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT), atraso térmico (φ) e Fator solar (FS_0) foram calculados para as configurações em *Wood Frame* e parede convencional em alvenaria, com base nos procedimentos de cálculo indicados na NBR 15220-2 (ABNT, 2005) e no uso do software *THERM 7.4*. A análise foi feita para quatro tipologias de parede apresentadas nas **Figuras 10a à Figura 10d**.

Figura 10a. Painel em *Wood Frame* com câmara de ar não ventilada.

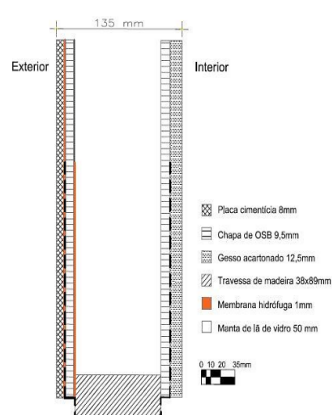


Figura 10b. Painel em *Wood Frame* com núcleo em lã de vidro e câmara de ar não ventilada.

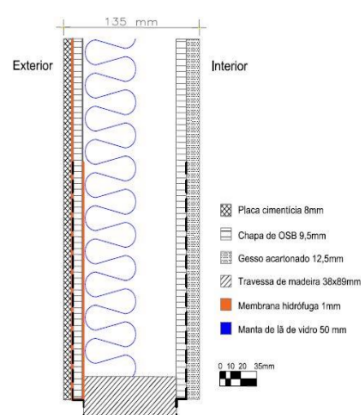


Figura 10c. Painel em *Wood Frame* com núcleo em lã de vidro.

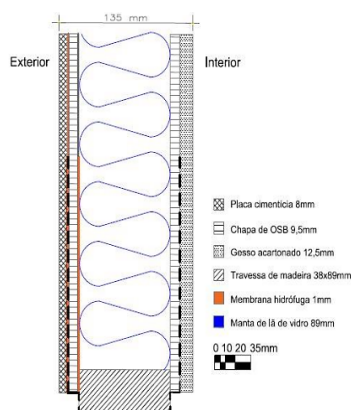
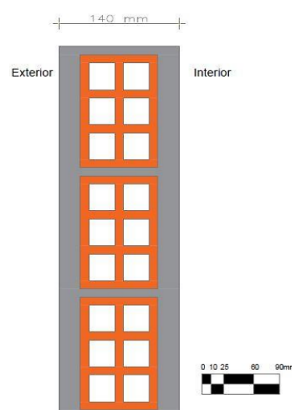


Figura 10d. Parede de alvenaria com tijolo cerâmico



Fonte: Brauhardt (2016).

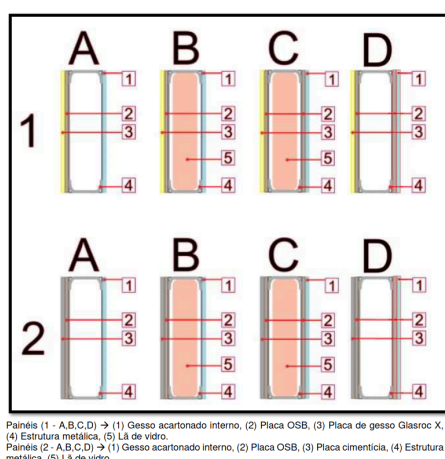
A partir das simulações realizadas por Brauhardt (2016) verificou-se que os painéis de *Wood Frame*, apresentaram um bom desempenho térmico em comparação à alvenaria convencional, tanto no inverno como no verão. Devido às camadas de ar presentes, o fluxo térmico é menor. Cabe ressaltar ainda, que a capacidade térmica do painel não atendia aos critérios da norma de desempenho NBR 15575-4 (ABNT, 2013), porém, ela está baseada

nos sistemas construtivos convencionais, desconsiderando esse último ponto, os painéis de *wood frame* trazem algumas vantagens adicionais como a redução de tempo de execução, redução de desperdícios e menor consumo energético na sua produção (BRAUHARDT, 2016).

Entre as diferentes abordagens tem-se também o sistema estrutural *Light Steel Frame* (LSF), o qual oferece várias vantagens em relação aos métodos de construção convencionais, incluindo leveza, durabilidade, rapidez na execução e sustentabilidade. Os perfis de aço são pré-fabricados e montados no local, o que reduz significativamente o tempo de construção e os custos associados (CHONG, 2017). O trabalho de Takashima (2018) destaca a viabilidade técnica do LSF, e sua capacidade de oferecer soluções adaptáveis e sustentáveis para a edificação e ampliação e modificação de habitações de forma simplificada e com menor impacto ambiental. Tem-se ainda a possibilidade de reciclagem do aço utilizado.

Bombassaro (2020) realizou um estudo com auxílio de uma câmara quente para análise sobre o LSF aplicado na construção de habitação social na cidade de Foz de Iguaçu. O estudo utilizou 8 variações de painéis conforme apresentado na **Figura 11**.

Figura 11. Representação do corte das camadas dos painéis de LSF



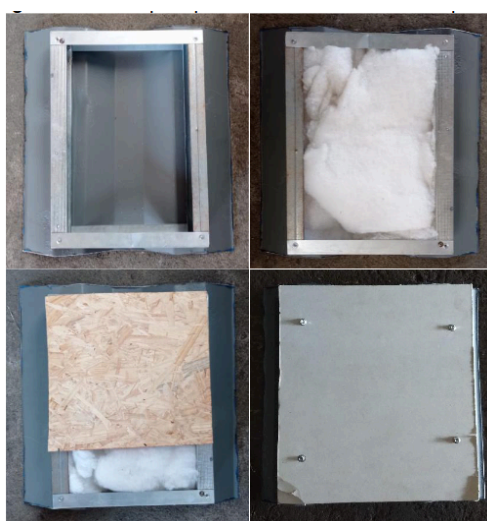
Fonte: Bombassaro, 2020.

A partir de medições de temperatura durante um período de 3 horas nas faces internas e externas do painel, na análise realizada por Bombassaro (2020) verificou-se que os painéis de LSF, apresentam um bom desempenho térmico, principalmente os painéis com placa Glasroc X, diferente dos painéis com placa cimentícia, que aquecem mais rápido e tem temperaturas mais elevadas devido a transmitância térmica do próprio material

(BOMBASSARO, 2020). A placa Glasroc X é uma placa de drywall com alta tecnologia, especialmente criada para ambientes externos. Trata-se de uma placa de gesso “*glass mat*” produzida com aditivos especiais e revestida nas duas faces por véu de vidro e composto polimérico. Essa composição proporciona uma alta resistência à umidade e raios UV, estabilidade dimensional e evita a formação de mofo nas condições mais críticas (SAINT GOBAIN – PLACO, 2024).

Ao analisar as vantagens e possibilidades oferecidas pelas fachadas construídas com estruturas LSF e aprofundar nas pesquisas que estão sendo desenvolvidas, encontra-se também estudos sobre as fachadas de container, estruturas antes utilizadas para transporte virando elementos arquitetônicos dinâmicos e inovadores. Stankiewies (2020) desenvolveu um estudo com auxílio de uma câmara quente para análise sobre o sistema construtivo utilizando containers aplicado na construção de habitação social na cidade de Foz de Iguaçu, utilizando um protótipo representativo de uma parede de container adaptada, conforme apresentado na **Figuras 12**. Esse sistema é constituído pela chapa de aço corten, estrutura da parede de *drywall*, formada por guias e montantes de aço galvanizado, o isolamento com lã de PET, uma chapa de madeirite e uma placa de gesso acartonado. Foram comparados dados levantados *in loco* à uma edificação existente na região de Medianeira, levando em consideração que faz parte da mesma zona bioclimática do Foz do Iguaçu.

Figura 12. Protótipo representativo de container adaptado.



Fonte: Stankiewies, 2020.

Ao analisar os resultados do protótipo e compará-los com a alvenaria, verificou-se que uma habitação em containers, na configuração analisada, apresentou um desempenho térmico mais confortável do que construções em alvenaria de blocos, em parte justificado pelo uso de lã de PET. É possível que esse resultado seja ainda melhor se as paredes externas forem construídas com dupla face de gesso acartonado e madeirite ou com uso de revestimento externo refletivo. Na abordagem de medição *in loco*, verificou-se que a temperatura interna do ar se manteve abaixo da temperatura externa, estando de acordo com os critérios da NBR 15575 (STANKIEWIES, 2020).

Ao considerar as possibilidades inovadoras na construção civil, pode-se observar como diferentes técnicas e materiais podem transformar a estética, funcionalidade e a sustentabilidade das edificações. Enquanto as fachadas em container se destacam pela sua versatilidade e caráter reutilizável, as fachadas construídas com painéis *Cross Laminated Timber* (CLT) abrem caminho para uma abordagem promissora. Os painéis CLT são estruturas de madeira maciça, compostas por lâminas de madeira cruzadas e coladas entre si, que ganharam destaque nas construções sustentáveis devido à sua resistência, durabilidade e eficiência energética (MARTINS, 2022).

Martins (2022) realizou uma análise do desempenho térmico e da eficiência energética por meio de simulação computacional usando o software *EnergyPlus* considerando cinco tipologias e configurações de painéis CLT, alvenaria convencional e *wood frame*, para as características climáticas da cidade de Foz do Iguaçu – PR. Foi observado que as duas tipologias arquitetônicas mais construídas atualmente na cidade são habitações multifamiliares térreas geminadas para os programas de habitação popular e habitações unifamiliares em condomínios horizontais. A definição dos sistemas de vedações verticais foram definidas conforme apresentado na **Tabela 5**, considerando as seguintes características para os painéis de CLT: para o primeiro painel a ser simulado foram consideradas três lamelas de 19 mm, totalizando 57 mm de espessura; o segundo com três lamelas (20+40+20 mm), totalizando 80 mm de espessura; o terceiro com cinco lamelas de 19 mm, totalizando 95 mm de espessura; o quarto com três lamelas de 35 mm, totalizando 105 mm e o quinto com sete lamelas (40+30+40+30+40+30+40 mm), totalizando 250 mm de espessura, e em quanto aos acabamentos externos, foram considerados o sistema EIFS (*Exterior Insulation and Finish Systems*) e o de revestimento com placas cimentícias.

Tabela 5. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.

Código	Sistema de Vedação Vertical Externa (SVVE)	Código	Sistema de Vedação Vertical Interna (SVVI)
SVVE 01	EIFS CLT 57 mm	SVVI 01	CLT 3 CLT 57 mm
SVVE 02	EIFS CLT 80 mm	SVVI 02	CLT 3 CLT 80 mm
SVVE 03	EIFS CLT 95 mm	SVVI 03	CLT 3 CLT 95 mm
SVVE 04	EIFS CLT 105 mm	SVVI 04	CLT 3 CLT 105 mm
SVVE 05	EIFS CLT 250 mm	SVVI 05	CLT 3 CLT 250 mm
SVVE 06	EIFS <i>wood frame</i>	SVVI 06	<i>Wood frame</i>
SVVE 07	Placa cimentícia CLT 57 mm	SVVI 01	CLT 3 CLT 57 mm
SVVE 08	Placa cimentícia CLT 80 mm	SVVI 02	CLT 3 CLT 80 mm
SVVE 09	Placa cimentícia CLT 95 mm	SVVI 03	CLT 3 CLT 95 mm
SVVE 10	Placa cimentícia CLT 105 mm	SVVI 04	CLT 3 CLT 105 mm
SVVE 11	Placa cimentícia CLT 250 mm	SVVI 05	CLT 3 CLT 250 mm
SVVE 12	Placa cimentícia <i>wood frame</i>	SVVI 06	<i>Wood frame</i>
SVVE 13	Alvenaria convencional	SVVI 07	Alvenaria convencional

Fonte: Martins (2022).

A partir da análise das simulações computacionais observou-se reduções nas cargas térmicas de refrigeração, de aquecimento e totais com uso dos sistemas com painéis CLT, quando comparados à aplicação dos demais sistemas (*wood frame*, alvenaria convencional) (MARTINS, 2022).

Feiertag (2021) realizou um estudo acerca da utilização de placas EPS (poliestireno expandido) em paredes internas de construções já existentes, através de simulação computacional utilizando os softwares *HoneyBee 1.30*, *EnergyPlus 9.5.0*, *Rhinos 6.35* e *GrassHopper 6.0*. A análise foi feita para um dormitório de uma residência considerando as características de Foz do Iguaçu – PR e para quatro tipologias diferentes de paredes, conforme apresentado na **Tabela 6**. Foram considerados ainda dois perfis de ocupação com duas pessoas, o primeiro para pessoas que trabalham 8h e o segundo considerando a prática do home-office.

Tabela 6. Tipos de vedações externas para a zona bioclimática 3.

Composição	α	ϵ	U (W/m ² K)	CT (kJ/m ² K)
Parede 1				
Pintura Branca + Reboco (0,03 m) + Tijolo Cerâmico Vazado (0,09 m) + Reboco (0,03 m)	0,2	0,9	2,3	162,7
Parede 2				
Pintura Branca + Reboco (0,03 m) + Tijolo Cerâmico Vazado (0,09 m) + Reboco (0,03 m) + EPS (0,03 m) + Gesso Acartonado (0,0125 m)	0,2	0,9	0,8	174
Parede 3				
Pintura Branca + Reboco (0,03 m) + Tijolo Cerâmico Vazado (0,09 m) + Reboco (0,03 m) + EPS (0,06 m) + Gesso Acartonado (0,0125 m)	0,2	0,9	0,5	175,5
Parede 4				
Pintura Branca + Reboco (0,03 m) + Tijolo Cerâmico Vazado (0,09 m) + Reboco (0,03 m) + EPS (0,08 m) + Gesso Acartonado (0,0125 m)	0,2	0,9	0,5	176,4

Fonte: Feiertag (2022).

Após a análise das simulações computacionais constatou-se que devido a inércia térmica das placas EPS, os resultados apresentaram um bom desempenho para o inverno, ao contrário do verão, no qual esse sistema apresentou um aumento de temperatura se comparado ao sistema convencional. O sistema utilizando as placas EPS apresentou ótimos resultados para o segundo perfil de ocupação, porém, mesmo não sendo o objetivo de estudo deste trabalho foi levado em consideração um aumento no consumo energético de 1.74 vezes que o primeiro, já que o usuário do ambiente se mantém no interior durante mais tempo (FEIERTAG, 2022).

As fachadas desempenham um papel essencial na eficiência energética das edificações, pois influenciam a troca térmica com o ambiente externo e o conforto interno. A escolha adequada dos materiais e técnicas construtivas é crucial para otimizar a regulação térmica, reduzindo a necessidade de climatização artificial e o consumo de energia. Investir em soluções sustentáveis nas fachadas contribui diretamente para a melhoria da performance energética e do conforto dos usuários.

3.1.3 Brises - Elementos de Proteção Solar

Os elementos ou dispositivos de controle solar, geralmente são elementos construídos sendo eles externos ou internos, que tem como objetivo controlar e/ou bloquear os raios solares incidentes em uma edificação. Podendo eles ser fixos ou móveis nas posições horizontal, vertical ou mista (LANGNER, 2020). Trata-se de qualquer elemento que

forneça proteção ao edifício contra radiação solar direta ou que proporcione sombra. Entre os diferentes elementos que podem ser citados encontram-se os brises.

No hemisfério sul, onde encontra-se 93% do território brasileiro é recomendado o uso de brises verticais ou mistos para a orientação leste e oeste, e brises horizontais para a orientação norte e sul, dependendo da latitude. Para os casos de orientações sudeste, sudoeste, nordeste e noroeste é recomendado o uso de brises mistos (BITTENCOURT, 2014).

Langner (2020) realizou um estudo utilizando a simulação computacional sobre diferentes tipologias de elementos de controle solar para Foz do Iguaçu, resumidas na **Tabela 7**. Devido ao grande número de opções e ao limitado ao poder computacional, as simulações foram limitadas para as fachadas oeste e norte por serem as mais críticas nos períodos mais quentes que predominam no clima analisado.

Tabela 7. Características resumidas dos elementos de controle solar.

Elementos de controle Solar	Condicionantes
Treliças e grelhas	Dimensão (altura, largura) e geometria dos vãos ou área de permeabilidade ao ar e luz solar.
Venezianas / Persianas	Quantidade, dimensão (largura, comprimento) e ângulos das aletas. Instalação interna ou externa.
Voronoi	Quantidade de orifícios, largura e ângulo das aletas.

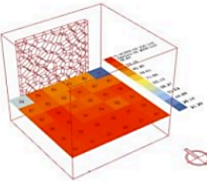
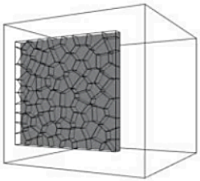
Fonte: Langner (2020).

O estudo utilizou o design generativo juntamente com algoritmos multiobjetivo, o que proporciona um equilíbrio entre os objetivos de otimização, mesmo tendo perdas de desempenho e favorece o conjunto de objetivos, ao invés de tratar um só. Os dados gerados podem ser suficientes para descrever o comportamento do elemento, auxiliando na geração de equações para uso futuro do elemento, dispensando a necessidade de novas simulações (LANGNER, 2020).

Langner (2020) ainda verificou, a partir do trabalho realizado, que os elementos de proteção solar trazem uma melhoria da eficiência energética, conforto térmico e iluminação natural na cidade de Foz do Iguaçu. Entre os elementos testados para a orientação norte, o elemento voronoi, destacado na **Figura 13** foi o que apresentou o melhor comportamento, que indicou que em média é possível diminuir o consumo energético em até 6,36%, devido ao uso de sistemas de climatização, aumentar o conforto térmico em até 16,03% e ainda,

aumentar a disponibilidade de iluminação natural considerada confortável e eficiente em até 35,45% (LANGNER, 2020).

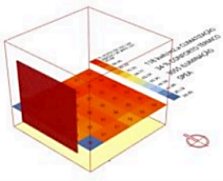
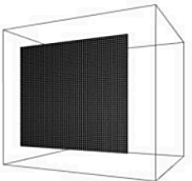
Figura 13. Elementos e controle solar orientação norte

	Resultado simulação	Imagem elemento de controle solar	Largura aleta	Quantidade orifícios	Diversidade	Demanda energética Kwh/m ² .a	% Conforto térmico	% 250 a 3000 lux
Pareto front Elemento voronoi			14cm	80	6	120,17	33,664	89,69
Desempenho inferior						Desempenho superior		

Fonte: Langner (2020).

Já os elementos testados para a orientação oeste, o destacado na **Figura 14** foi o que apresentou o melhor comportamento. Nesse caso seu uso indicou que em média é possível diminuir o consumo energético em até 12,19%, devido ao uso de sistemas de climatização, aumentar o conforto térmico em até 21,79% e aumentar a disponibilidade de iluminação natural considerada confortável e eficiente em até 16,07% (LANGNER, 2020).

Figura 14. Elementos e controle solar orientação oeste

	Resultado simulação	Imagem elemento de controle solar	Largura aleta	Quantidade orifícios	Diversidade	Demanda energética Kwh/m ² .a	% Conforto térmico	% 250 a 3000 lux
Pareto front Treliza			2cm	56	n/a	117,527	34,053	84,86
Desempenho inferior						Desempenho superior		

Fonte: Langner (2020).

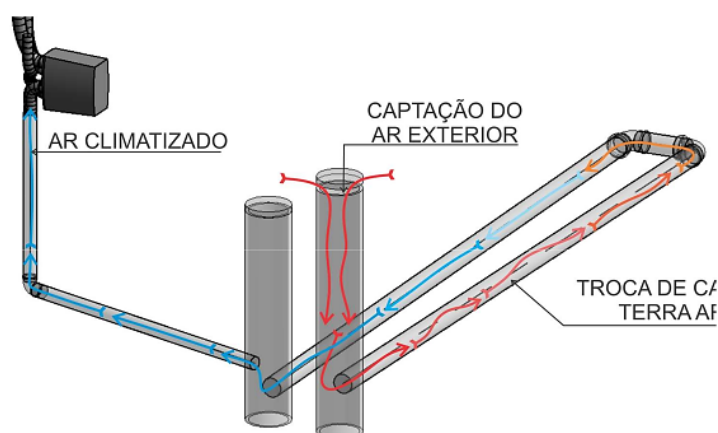
Comprovou-se no estudo, a eficiência dos elementos de controle solar e do uso do design generativo, dando ferramentas para os profissionais melhorarem não apenas o conforto ambiental, mas também a eficiência energética das construções (LANGNER, 2020).

3.1.4 Ventilação Natural

A ventilação natural é uma estratégia de resfriamento passivo das edificações, a qual tem como função principal a renovação do ar interno das edificações ou também conhecida como ventilação higiênica, a fim de garantir a salubridade dos espaços. Além disso, resfria a estrutura do edifício, através da retirada do calor da edificação nos momentos em que a temperatura interna é maior que a externa promovendo assim o conforto térmico dos usuários e diminuindo o consumo de energia elétrica devido ao uso de sistemas de ventilação mecânica e ar condicionado (Lukiantchuki, 2015).

A ventilação natural tem estado presente no design arquitetônico contemporâneo, não apenas por sua capacidade de promover um ambiente interno mais confortável e saudável, mas também por sua contribuição significativa para a sustentabilidade ambiental e nesse linha Soares (2021) desenvolveu uma pesquisa que teve como objetivo investigar a influência do sistema trocador de calor misto tipo terra-ar (**Figura 15**) na climatização natural de ambientes de longa permanência (quarto e sala), realizando uma comparação entre medições *in loco* numa edificação localizada na cidade de Foz do Iguaçu e simulação computacional de várias cidades selecionadas localizadas na região sul do país.

Figura 15. Trocador de calor Terra-Ar

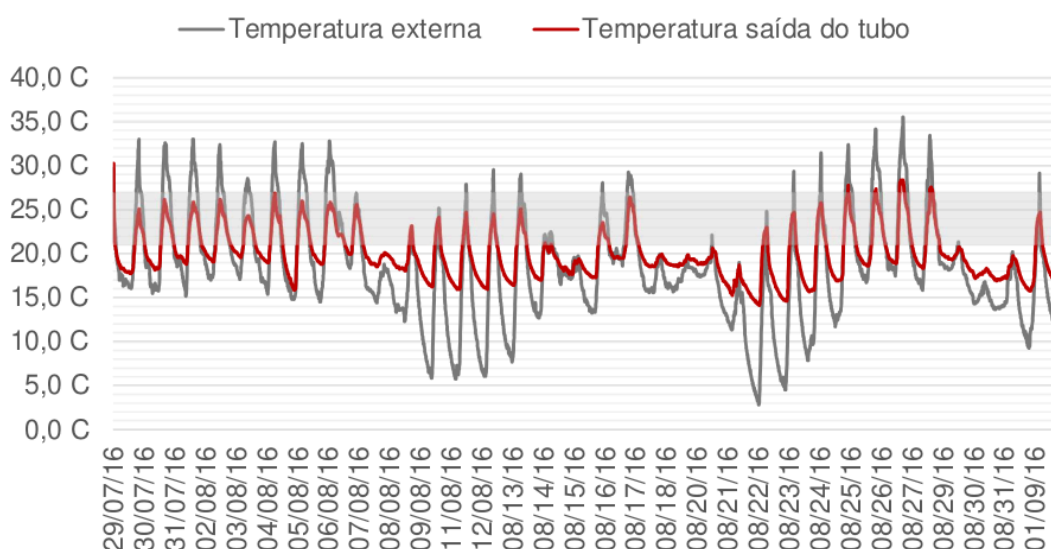


Fonte: Soares (2020).

O estudo utilizou os programas *Grasshopper*, *Rhinoceros*, *HoneyBee*, *EnergyPlus*, *OpenStudio*, *Octopus* e os os parâmetros de acordo com a Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – INI-R (CB3E, 2018), proposta substituta do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R e com objetivo de atualização da Norma ABNT NBR 15220 (ABNT, 2005), que estabelece um novo zoneamento com 24 grupos bioclimáticos, em substituição às 8 zonas bioclimáticas existentes (SOARES, 2021).

Após a análise constatou-se que os tubos enterrados são eficazes na redução da temperatura interna dos ambientes, de acordo com as medições *in loco* inicialmente 15% das horas, a temperatura do ar externo estava inserida na zona de conforto, se comparado após o uso do sistema de tubos enterrados, onde 27% das horas a temperatura do ar interno estava inserida na zona de conforto, o que mostra um aumento de 13% com auxílio do ar climatizado naturalmente (**Figura 16**), proporcionando um ambiente mais confortável durante períodos de calor intenso. Além disso, a pesquisa evidenciou benefícios adicionais, como a melhoria da qualidade do ar interior e a significativa economia de energia, posicionando essa técnica como uma alternativa sustentável e economicamente viável para a climatização de edifícios (SOARES, 2021).

Figura 16. Gráfico das temperaturas externa e interna



Fonte: Soares (2020).

As simulações computacionais apresentaram resultados mais abrangentes, considerando a limitação das trocas térmicas só entre os materiais e desconsiderando as trocas higrotérmicas, é possível ter uma generalização da aplicação em casos semelhantes. Nos casos analisados, o sistema apresentou aumento das horas em conforto térmico e redução do consumo energético, vale ressaltar que os resultados podem variar de acordo com o comprimento, profundidade e rádio dos tubos (SOARES, 2021), que devem ser detalhados em cada tipo de aplicação.

3.2 Sistemas para Indicação de Estratégias Bioclimáticas

Neste tópico será feita uma revisão e apresentação de alguns sistemas web e desktop que se tem atualmente e que apresentam como objetivo a recomendação de soluções bioclimáticas ou fazem ainda uma análise bioclimática, com base na escolha do clima ou inserção de dados climáticos.

3.2.1 Sistemas web

A Internet revolucionou o mundo da informática e comunicações como nada antes, foi criado um mecanismo de disseminação de informação, e um meio para colaboração e interação entre indivíduos e seus computadores sem levar em conta a localização geográfica (BADALOTTI, 2014).

O sistema web é uma aplicação desenvolvida para ser acessada através de um navegador, utilizando a infraestrutura da Internet. Segundo Sommerville (2018), "sistemas web são aplicações que combinam componentes distribuídos, como servidores web e bancos de dados, para fornecer serviços aos usuários, permitindo a interação e o processamento de dados em tempo real". Esses sistemas podem variar desde plataformas simples até soluções empresariais complexas, sendo essenciais para fornecer acesso remoto e interação constante com os usuários, ele envolve a combinação de diversas disciplinas, como design de interfaces, usabilidade, acessibilidade além de implementação técnica. Fowler (2007) enfatiza que "a arquitetura de uma aplicação web deve ser cuidadosamente projetada para garantir escalabilidade, flexibilidade e manutenção a longo prazo".

3.2.1.1 Projeteee

Segundo Ministério de Meio Ambiente (MMA, 2021), a plataforma ProjetEEE é resultado de trabalho iniciado pelo PROCEL/Eletróbrás e a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e foi desenvolvida no âmbito do Projeto 3E, coordenado e executado pelo Ministério do Meio Ambiente.

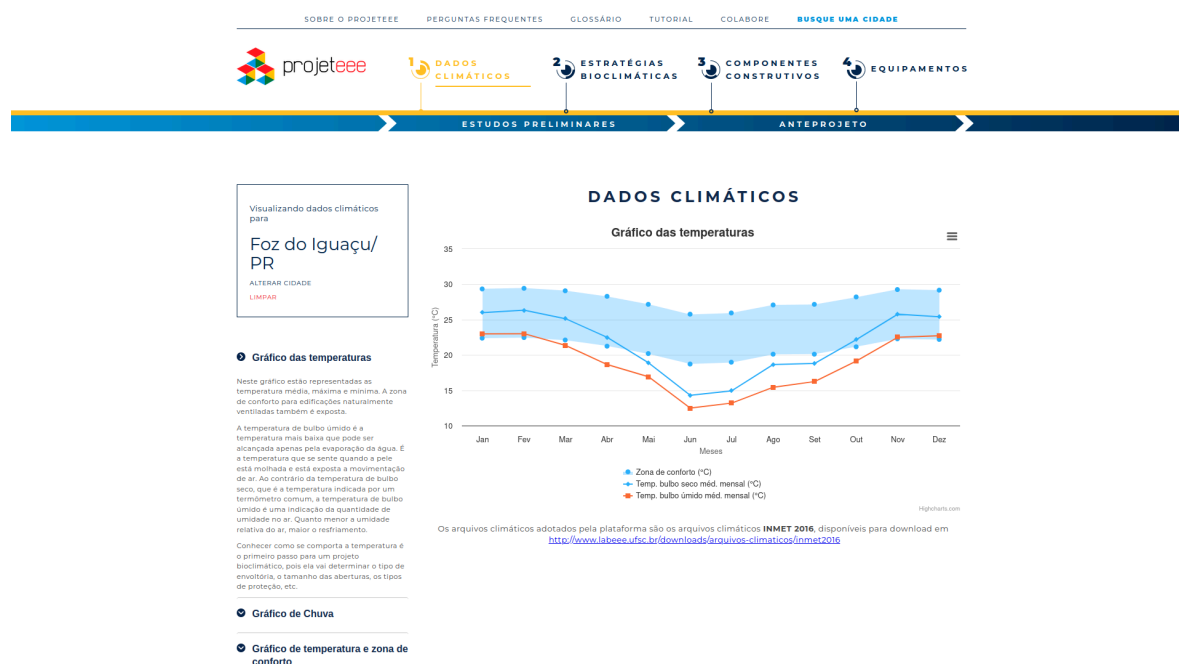
Segundo a plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (PROJETEEE, 2024), o projeto foi executado pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA), por meio da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). É financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pelo Fundo Multilateral do Protocolo de Montreal (MLF). Cabe destacar que ele nasceu como resultado do Projeto 3E, criado em 1º de março de 2010, a partir da assinatura do Projeto BRA/09/G31 (MMA, 2024).

A partir de um acordo realizado entre os dois entes públicos, o ProjetEEE, sua manutenção e monitoramento, passou a ser responsabilidade total do MME, que a tornou novamente operacional em 2021 (MME, 2021). Onde a Creato, em parceria com a Calebe Design, foram as encarregadas de fazer esse trabalho e relançamento da plataforma Projeteee (CREATO, 2022).

A plataforma Projeteee é totalmente gratuita e pública e apresenta dados de caracterização climática de mais de 400 cidades brasileiras, onde é possível consultar uma cidade e receber na tela indicação das estratégias de projeto mais apropriadas daquela localidade específica. Entre as soluções apresentadas tem-se diversas opções, entre elas: aquecimento solar passivo; inércia térmica (para aquecimento e resfriamento); resfriamento evaporativo; sombreamento e ventilação natural. Na plataforma também são encontrados dados das propriedades térmicas de diferentes componentes construtivos e é disponibilizada uma ferramenta para o cálculo de transmitância térmica de componentes sugeridos pelo usuário (PROJETEEE, 2024).

A **Figura 17** apresenta a interface da plataforma. Após pesquisar uma cidade específica, na qual é possível observar os dados climáticos da cidade escolhida, e também diferentes opções na parte superior, encontra-se a opção de estratégias bioclimáticas, onde o usuário tem acesso e as recomendações sugeridas pela própria plataforma.

Figura 17. Interface do site Projeteee



Fonte: Projeteee (2024).

3.2.2 Sistemas Desktop

O desenvolvimento de sistemas para desktop ou dito de outro modo, para aplicações para ser acessada em computadores, tem como característica principal e se fazem uma ótima solução, quando não existe a necessidade do acesso externo ao sistema, ou seja, não precisa de acesso à Internet. Essas aplicações apresentam um desempenho na sua interface gráfica, geralmente, mais rápido, uma vez que não há necessidade de enviar requisições ao servidor web para novas ações acontecerem. Ainda hoje, existe a falta da padronização entre os diversos navegadores web, o que pode fazer com que uma aplicação web seja exibida de uma maneira diferente, de acordo com o navegador da preferência do usuário, o que não acontece em aplicações desktop (SIRONI, 2015).

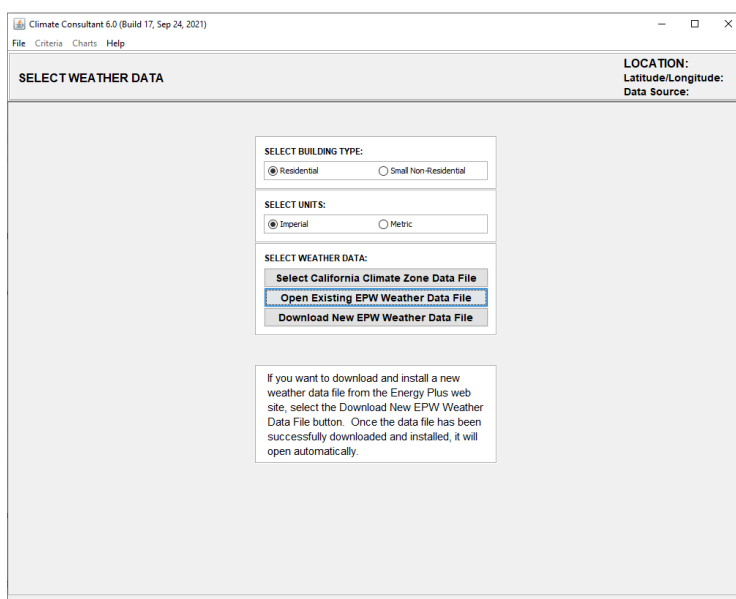
3.2.2.1 Climate Consultant

O programa *Climate Consultant* (versão 6.0 de 24 de setembro de 2021) foi desenvolvido por Robin Liggett e Murray Milne do *Energy Design Tools Group* da UCLA, com suporte técnico de Carlos Gomez e Don Leeper (gráficos 3-D são baseados em

software desenvolvido por Don Leeper). É um software que pode ser facilmente obtido gratuitamente, por meio do site da “*Society of Building Science Educators*”.

A **Figura 18** apresenta a interface do software, onde é possível observar as diferentes propriedades às quais o usuário tem acesso e as recomendações sugeridas pelo próprio software.

Figura 18. Interface do *Climate Consultant*.



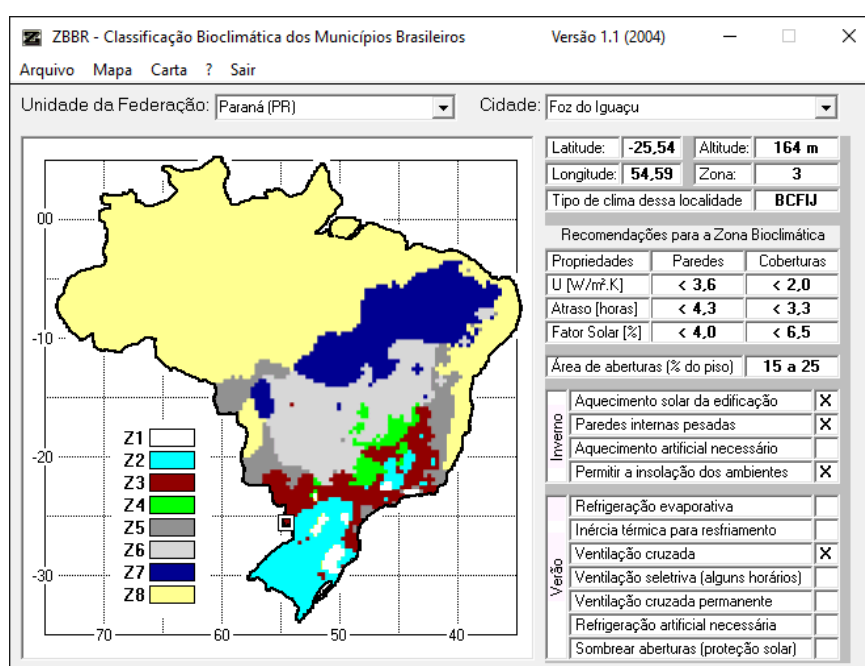
Fonte: Climate Consultant (2024).

3.2.2.1 ZBBR

O programa ZBBR 1.1 – Classificação Bioclimática dos Municípios Brasileiros, foi desenvolvido por Maurício Roriz da UFSCar, trata-se de um software gratuito que pode ser facilmente acessado através do site do Laboratório de Eficiência Energética – Labeee da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A ferramenta utiliza as diretrizes da norma ABNT NBR 15220 (ABNT, 2005) e da carta bioclimática de Givoni, e permite de maneira fácil e intuitiva a verificação das recomendações para cada zona bioclimática. O software apresenta dados de caracterização climática de 330 cidades principais brasileiras, nas quais foram feitas medidas e 5231 cidades, onde os dados do clima são estimados por interpolação (ZBBR, 2004).

A **Figura 19** apresenta a interface do software, a qual é intuitiva e de fácil entendimento, onde é possível selecionar o estado e cidade a qual pretende-se analisar. O software apresenta recomendações básicas de estratégias bioclimáticas, que devem ser usadas nas estações de inverno e verão. Também tem à disposição diferentes tipos de representação da primeira versão do mapa de Zoneamento Bioclimático do Brasil e acesso à carta bioclimática, hoje já alterada (ABNT, 2024).

Figura 19. Interface do ZBBR.



Fonte: ZBBR (2024).

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi necessária a execução de três etapas principais. Sendo a primeira: Etapa I- Levantamento dos trabalhos relacionados à estratégias bioclimáticas que tenham sido realizados para Foz do Iguaçu e que serão utilizados na plataforma posteriormente; Etapa II - Levantamento de tecnologias úteis para o desenvolvimento da solução a ser aplicada no presente trabalho, e a Etapa III - Desenvolvimento da Plataforma.

4.1 Levantamento dos Estudos e Pesquisas Relacionadas à Estratégias Bioclimáticas Desenvolvidas para o clima de Foz do Iguaçu-PR

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa sobre os trabalhos desenvolvidos acerca de estratégias bioclimáticas especificamente para a cidade de Foz do Iguaçu, considerando as diferentes tipologias, aspectos e elementos construtivos avaliados. Para isso foi necessário a pesquisa em sites de universidades locais, construtoras, eventos relacionados ao tema, tivessem-no qual tenha sido abordado e/ou tiveram como resultados estratégias construtivas adaptadas ao clima de Foz do Iguaçu. O resultado desta etapa se encontra nos subitens apresentados em 3.1 Estratégias Bioclimáticas.

4.2 Levantamento de Tecnologias Úteis para o Desenvolvimento do Website

Com o rápido avanço das tecnologias, são diversas as linguagens de desenvolvimento de soluções web. Diante disso, foi necessário realizar uma pesquisa e estudo de algumas delas para identificar a melhor opção a ser empregada, uma vez que cada linguagem possui características e peculiaridades que impactam diretamente o desempenho e a experiência do usuário. Entre as tecnologias mais utilizadas no mercado atualmente, destacam-se JavaScript, PHP, HTML, Python, C#, Ruby e Java.

JavaScript é amplamente reconhecido como a linguagem de programação mais utilizada para o desenvolvimento de soluções web. Dados de pesquisas recentes, como os apresentados pela W3Techs, mostram que aproximadamente 98% dos sites utilizam JavaScript de alguma forma, seja no lado do cliente (navegador) ou no lado do servidor (Node.js) (W3Techs, 2025). Este domínio de uso reflete a flexibilidade da linguagem, que não apenas é fundamental para a criação de interfaces dinâmicas e interativas, mas também tem se consolidado como uma ferramenta indispensável no desenvolvimento web moderno.

A popularidade de JavaScript pode ser observada não apenas pelo seu uso generalizado, mas também pelo suporte oferecido por frameworks e bibliotecas, como React, Vue.js e Angular, que permitem a criação de interfaces de usuário responsivas e de alta performance. Além disso, segundo o PYPL (2025), JavaScript continua sendo a linguagem mais pesquisada em plataformas como o Google, o que demonstra o crescente interesse e a sua evolução contínua dentro do ecossistema de desenvolvimento.

No entanto, embora o Python apresente um crescimento expressivo nas pesquisas e tenha se consolidado como uma das linguagens mais populares globalmente, especialmente

devido ao seu uso em áreas como ciência de dados, inteligência artificial e automação, JavaScript ainda lidera quando se trata de desenvolvimento web. De acordo com dados do Google Trends (2025), Python tem superado JavaScript em termos de volume de buscas gerais, mas quando se analisa o uso específico para construção de websites, JavaScript permanece em primeiro lugar. A sua aplicação em frameworks como React e Vue.js, bem como sua onipresença em navegadores web, fazem com que o JavaScript seja a escolha preferida para o desenvolvimento de interfaces e interatividade online.

A escolha de JavaScript para o desenvolvimento de um website não se baseia apenas na sua ubiquidade, mas também na sua versatilidade e no vasto ecossistema de ferramentas e recursos que ele oferece. Sua capacidade de ser executado em diferentes ambientes, tanto no lado do cliente quanto no servidor, além de contar com um desempenho notável, o torna uma solução estratégica para a criação de experiências web modernas e interativas. A pesquisa no Google Trends (2025) também revela uma tendência crescente de buscas por JavaScript, evidenciando o seu lugar de destaque no mercado.

Em resumo, ao optar por JavaScript no desenvolvimento de websites, trata-se de uma escolha pragmática que oferece não apenas flexibilidade e desempenho, mas também acesso a uma vasta comunidade de desenvolvedores e recursos, tornando-o a melhor opção para a construção de soluções web robustas e escaláveis.

Além da escolha das tecnologias de desenvolvimento, o GitHub¹ foi escolhido como ferramenta para repositório e versionamento do código-fonte, devido à sua ampla utilização no mercado e aos recursos que oferece facilita o controle e rastreamento das alterações no código-fonte. Segundo o próprio GitHub (2025) "a plataforma facilita a colaboração entre desenvolvedores, oferecendo controle de versões e ferramentas para revisão de código, o que melhora a qualidade do código final e a eficiência do desenvolvimento".

4.3 Desenvolvimento do Website

O desenvolvimento do website foi iniciado com um levantamento dos requisitos essenciais para garantir que o produto atendesse às necessidades do usuário e aos objetivos do projeto. Para isso, foi adotada a metodologia de *Lean Inception*, que é uma metodologia que visa garantir uma boa definição do produto, uma abordagem ágil e focada

¹ 1 Repositório no qual pode ser visto o código do site desenvolvido
<https://github.com/climatehubdb/climatehubbsite>

em resultados rápidos e eficientes, sem um planejamento rígido, ideal para projetos com escopo bem definido e prazos limitados (CAROLI, 2017).

A primeira etapa desse processo foi o alinhamento inicial, onde o propósito desta fase foi definir de maneira clara e objetiva o propósito do website e os requisitos essenciais que deveriam ser atendidos ao longo do processo de desenvolvimento, foi feita a definição dos requisitos funcionais e não funcionais pensando na melhor forma de apresentar as informações sobre as estratégias bioclimáticas de forma clara e acessível, conforme apresentado nas **Tabelas 8 e 9**.

Tabela 8. Requisitos Funcionais do Sistema.

N	Requisitos Funcionais do Sistema
R01	Deve conter as informações das estratégias bioclimáticas
R02	Deve dividir as informações em categorias de acordo com os sistemas construtivos e subsistemas
R03	Apresentar gráficos das soluções
R04	Permitir acesso aos dados originais
R05	Entrar em contato para sugerir alterações
R06	Informações sobre o clima da cidade
R07	Disponibilizar o código fonte

Fonte: Autor (2024).

Tabela 9. Requisitos Não Funcionais do sistema.

N	Requisitos Não Funcionais do sistema
RN01	Deverá ser gratuito.
RN02	Deverá ser de rápida utilização.
RN03	Deverá ter informações de uso.
RN04	Deverá ser intuitivo.

Fonte: Autor (2024).

Após o alinhamento inicial, a próxima etapa da metodologia *Lean Inception* foi a definição da pessoa (usuário), que visa entender o público-alvo, os principais tipos de usuários que irão interagir com o site e suas necessidades específicas relacionadas com o tema abordado nesse trabalho e a partir disso criar representações fictícias de usuários

reais, baseadas em dados e pesquisa que ajudam a orientar as decisões de design e funcionalidade do site.

Pensando nisso, foram identificados dois grupos principais de usuários: pesquisadores, acadêmicos, estudantes e educadores, e profissionais da área de engenharia civil e arquitetura. Esses grupos possuem necessidades e expectativas distintas em relação ao acesso a informações sobre estratégias bioclimáticas aplicáveis ao clima de Foz do Iguaçu-PR. Com base nessas diferenças, foram criados perfis de pessoas representativas para cada grupo, com o objetivo de guiar o desenvolvimento do site e garantir que suas funcionalidades atendem de maneira eficaz às necessidades específicas de cada público, conforme apresentado nas **Tabelas 10 e 11**.

Tabela 10. Pessoa do grupo acadêmico.

Características	Detalhes
Nome	Ana da Silva
Idade	34
Profissão	Professora universitária e pesquisadora na área de Arquitetura
Comportamento	Busca constantemente se atualizar sobre as melhores práticas e soluções bioclimáticas que podem ser aplicadas ao clima da região de Foz do Iguaçu. Ela utiliza essas informações, tanto em suas pesquisas acadêmicas, quanto em seu trabalho como educadora, para ensinar seus alunos
Necessidades	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar um repositório confiável e bem organizado que centralize estudos, artigos e dados sobre o tema; • Acesso rápido a informações científicas e acadêmicas sobre estratégias bioclimáticas; • Artigos e estudos de caso e referências para suas pesquisas; • Facilidade de uso para poder compartilhar e recomendar o conteúdo aos seus alunos.

Fonte: Autor (2025).

Tabela 11. Pessoa do grupo de profissionais do mercado.

Características	Detalhes
Nome	Joana Leite
Idade	29
Profissão	Engenheira civil e arquiteta
Comportamento	Trabalha em projetos de construção e revitalização urbana na região de Foz do Iguaçu e tem um forte interesse por soluções bioclimáticas. Seu objetivo principal é encontrar estratégias sustentáveis e eficazes para adaptar seus projetos ao clima local, promovendo conforto térmico e eficiência energética
Necessidades	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso rápido a estratégias bioclimáticas específicas para o clima de Foz do Iguaçu; • Estudos de caso e exemplos práticos de projetos anteriores que utilizaram soluções bioclimáticas de forma bem-sucedida; • Referências de materiais e técnicas específicas para construções sustentáveis; • Navegação intuitiva para encontrar rapidamente as informações necessárias, sem perder tempo com processos complexos.

Fonte: Autor (2025).

Com a criação das personas foi possível identificar as necessidades dos futuros usuários, que foram traduzidas em funcionalidades essenciais para o site e ditam a prioridade ao longo do processo.

- Acesso fácil a informações atualizadas sobre estratégias bioclimáticas em Foz do Iguaçu;
- Design intuitivo e responsivo, para garantir que o site seja acessível em diferentes dispositivos e de fácil navegação para os diferentes perfis de usuário;
- Estudos de caso e exemplos práticos utilizaram soluções bioclimáticas na região de Foz do Iguaçu.

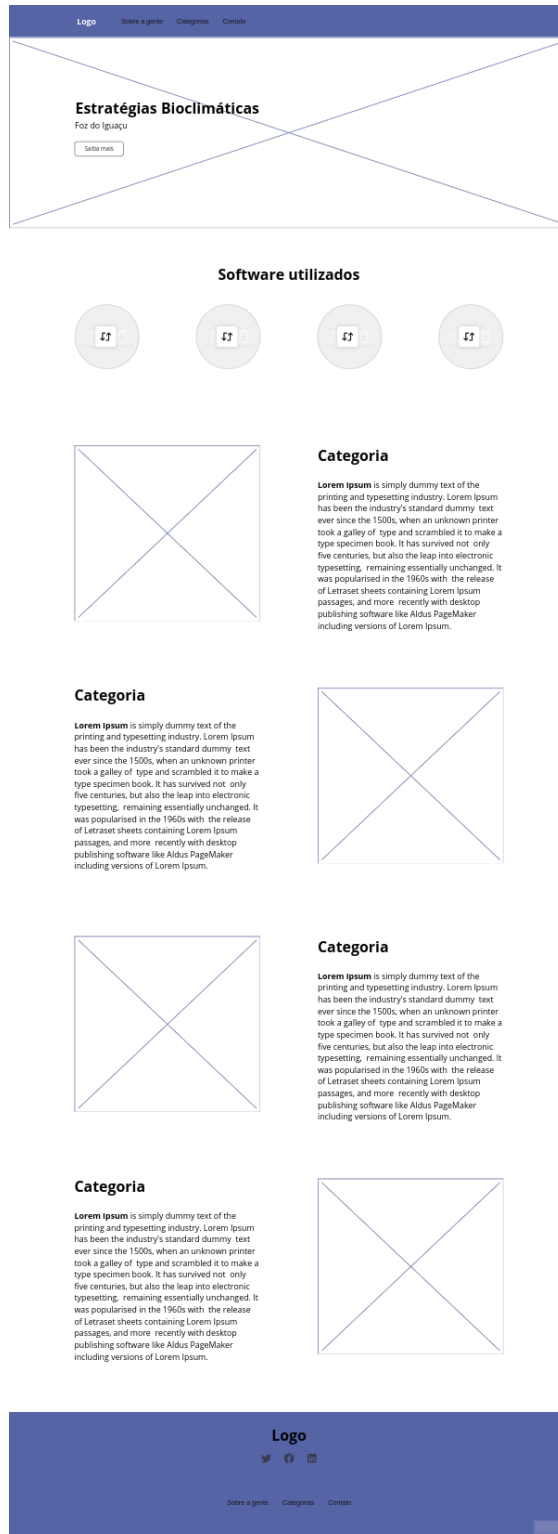
Considerando os dados levantados nas etapas anteriores, o próximo passo foi a construção do protótipo inicial para o *website*, baseado num design funcional e intuitivo que atendesse as necessidades dos usuários, para isso, foi desenvolvido um *wireframe* inicial, que é uma representação visual das páginas principais e das interações do usuário com o site.

De início o layout do *website* foi pensado para ser desenvolvido o mais direto possível, para ser simples, com menus intuitivos divididos por categorias relacionadas às

estratégias bioclimáticas, evitando complexidade na navegação, facilitando o acesso, tanto para pesquisadores e acadêmicos, quanto para profissionais da engenharia civil e arquitetura e urbanismo, permitindo que cada grupo encontre rapidamente o que busca, conforme suas necessidades específicas.

O *wireframe* inicial é apresentado nas **Figura 20** à **Figura 24**, somente em termos de layout e está dividido da seguinte forma, na **Figura 20** contém uma visão geral do site, com links rápidos para as principais categorias de estratégias bioclimáticas e estudos de caso específicos para o clima de Foz do Iguaçu. Na **Figura 21** são apresentadas as divisões das categorias, organizadas por sistemas construtivos e subsistemas, conforme os requisitos funcionais definidos e links de acesso rápido a cada trabalho, na **Figura 22** contém o esboço do formulário de contato onde os usuários podem enviar dúvidas, sugestões, etc. Na **Figura 23** encontram-se as informações principais sobre o projeto, sua origem e a finalidade, e por fim, na **Figura 24** são apresentadas as informações detalhadas sobre a solução bioclimática selecionada e link para acesso ao trabalho completo, contendo os dados brutos usados na pesquisa.

Figura 20. Página principal.



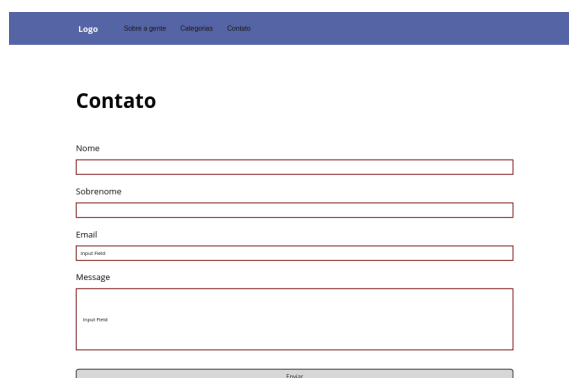
Fonte: Autor (2025).

Figura 21. Página de categorias.

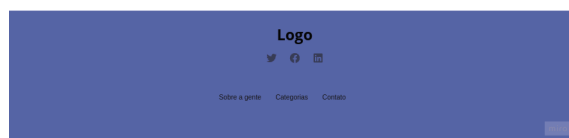


Fonte: Autor (2025).

Figura 22. Formulário de contato.

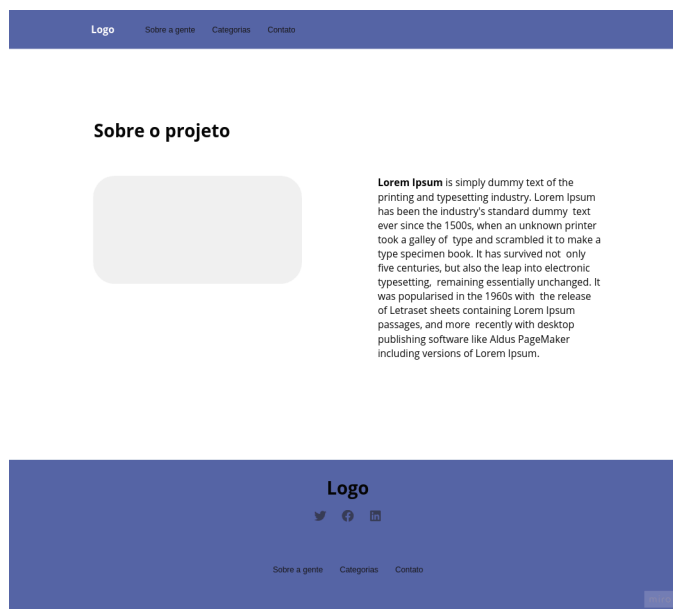


The screenshot shows a contact form titled "Contato" on a dark blue background. At the top, there is a navigation bar with links for "Logo", "Sobre a gente", "Categorias", and "Contato". The form fields include: "Nome" (text input), "Sobrenome" (text input), "Email" (text input with "input type=" email" attribute), and "Message" (text area with "input type=" text" attribute). A "Enviar" button is located at the bottom of the form.



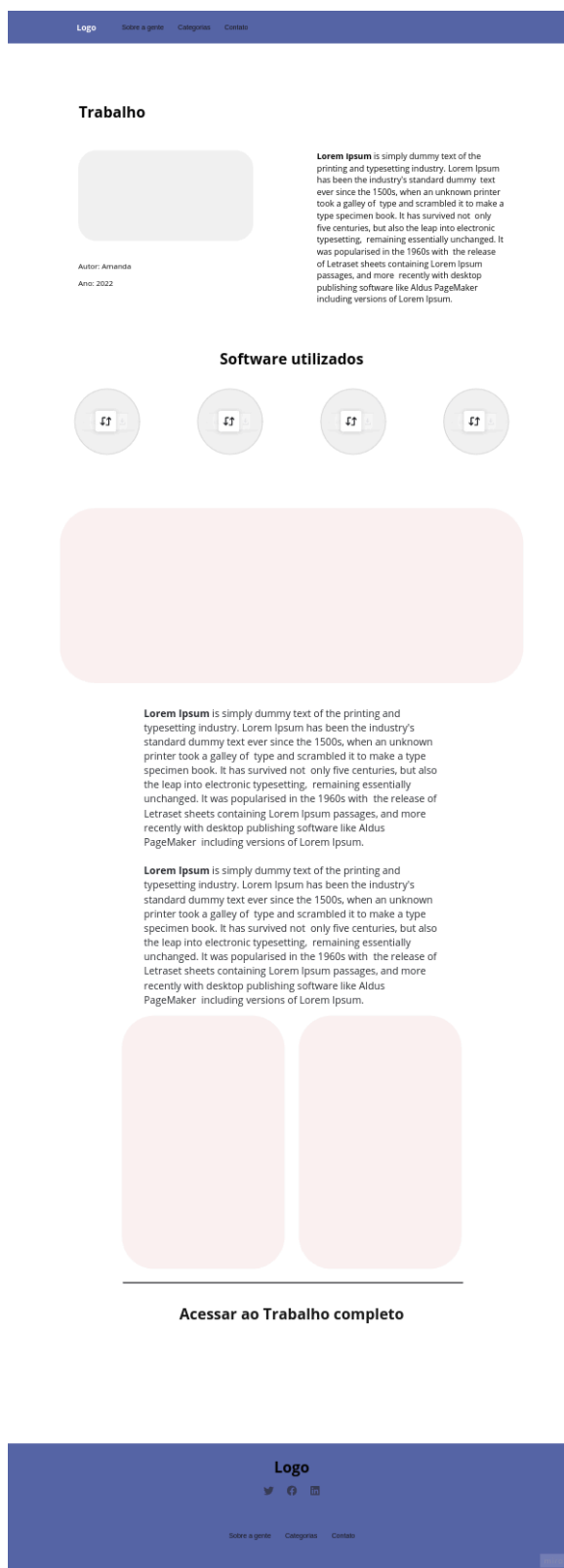
Fonte: Autor (2025).

Figura 23. Página sobre o projeto.



Fonte: Autor (2025).

Figura 24. Página de cada trabalho.



Fonte: Autor (2025).

Após o desenvolvimento do *wireframe*, o próximo passo foi o desenvolvimento do site, que inclui todos os dados e informações pesquisadas ao longo do processo, no qual foi adotada a metodologia ágil para acompanhamento durante o desenvolvimento, utilizando ciclos curtos de desenvolvimento (*sprints*) e revisões contínuas. Mesmo sendo um projeto individual, a abordagem ágil permitiu um controle eficaz do desenvolvimento e a implementação de melhorias durante o desenvolvimento.

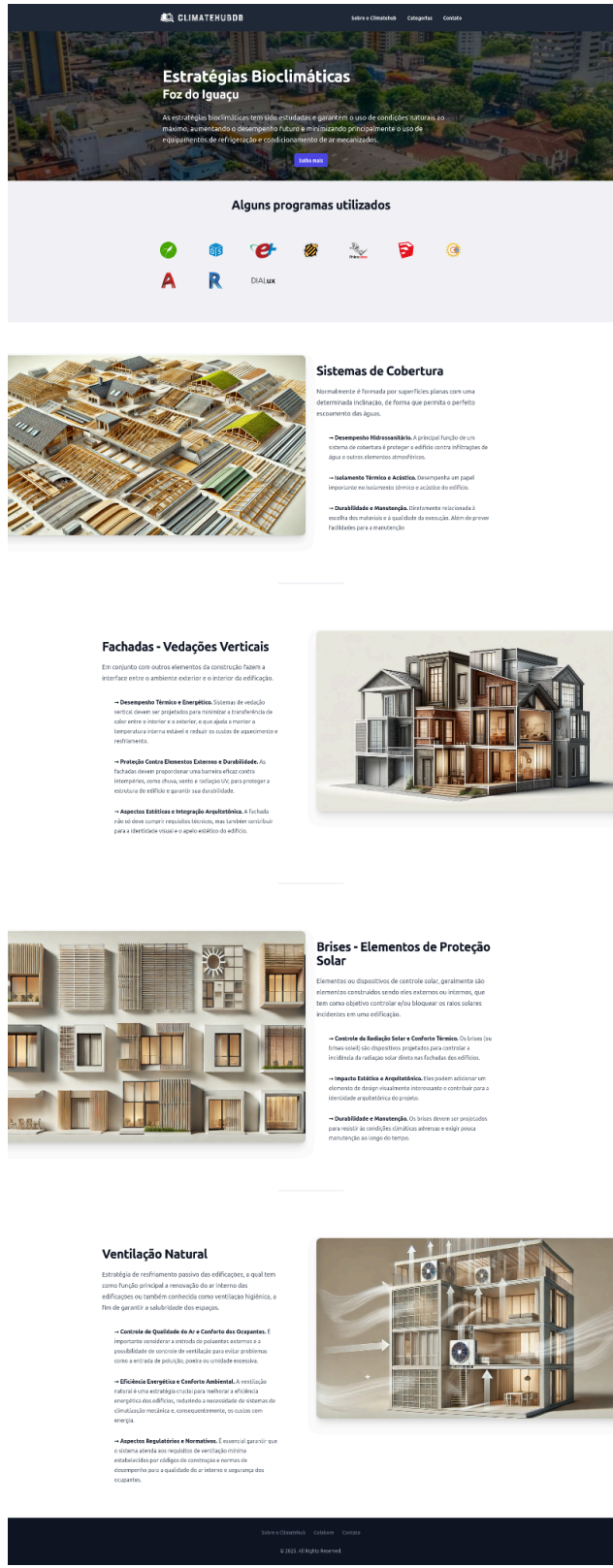
5. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos durante o desenvolvimento do *website*² de *climatehubdb*, seguindo a metodologia detalhada no capítulo anterior. A partir das etapas e abordagens descritas, será possível observar como cada fase do processo contribuiu para a construção da plataforma, bem como os principais desafios enfrentados e as soluções implementadas. A análise dos resultados visa evidenciar o cumprimento dos objetivos propostos, bem como as melhorias alcançadas em termos de funcionalidade, usabilidade e desempenho do site. O nome do site *climatehubdb* vem a junção de três palavras em inglês a palavra *climate* da tradução de clima fazendo ênfase nas soluções bioclimáticas, *hub* que traz esse significado de conexão, ponto central e pelo acrônimo *db* da palavra *database* ou banco de dados, que juntas representam o objetivo do site.

Na **Figura 25** temos a página inicial (*home*) do website, a porta de entrada para os usuários foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma navegação intuitiva e agradável, seguindo os requisitos definidos na fase de planejamento e sendo de fácil acesso às principais funcionalidades do site.

² Link onde a versão final pode ser visitada www.climatehubdb.com.br

Figura 25. Página principal versão desktop.



Fonte: Autor (2025).

Em termos de funcionalidades, a home foi desenvolvida para ser responsiva, adaptando-se de forma eficiente a diferentes dispositivos e tamanhos de tela, conforme apresentado na **Figura 26**, temos um menu hambúrguer conhecido e identificado pelo seu ícone de três linhas horizontais, que quando é clicado, se expande, exibindo as principais opções de navegação de forma compacta, pensado como um elemento ao qual grande parte dos usuários já estão familiarizados por serem comuns em outros tipos de aplicações.

Figura 26. Página principal versão mobile.



Fonte: Autor (2025).

Conforme descrito no capítulo anterior foi utilizada a linguagem *javascript* através de seu *framework* React. O trecho de código apresentado na **Figura 27** ilustra a implementação das categorias e suas imagens apresentadas na página inicial.

Figura 27. Código categorias

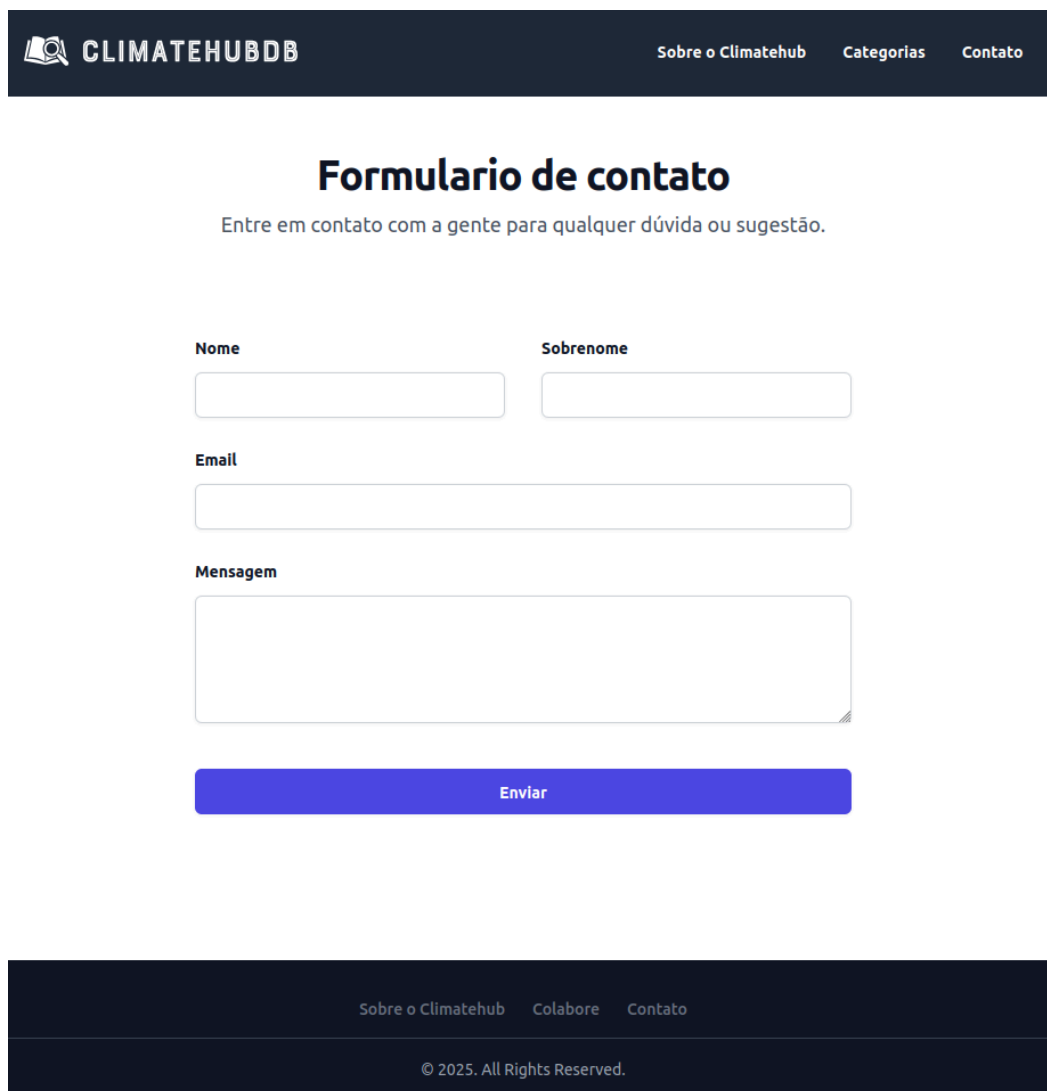
```
{categories.map((category, index) => (
  <div className="overflow-hidden ■ bg-white pt-16 sm:pt-24">
    <div className="mx-auto max-w-7xl px-6 lg:px-8">
      <div className="mx-auto grid max-w-2xl grid-cols-1 gap-x-8 gap-y-16 sm:gap-y-20 lg:mx-0 lg:max-w-none lg:grid-cols-2">
        <div
          className={`lg:pr-8 lg:pt-4 ${
            index % 2 === 0 ? "lg:order-2" : "lg:order-1"
          } order-1`}
        >
          <div className="lg:max-w-lg">
            <p className="mt-2 text-3xl font-bold tracking-tight □ text-gray-900 sm:text-4xl">
              {category.name}
            </p>
            <p className="mt-6 text-lg leading-8 □ text-gray-600">
              {category.description}
            </p>
            <dl className="mt-10 max-w-xl space-y-8 text-base leading-7 □ text-gray-600 lg:max-w-none">
              {category.features.map((feature) => (
                <div key={feature.name} className="relative pl-9">
                  <dt className="inline font-semibold □ text-gray-900">
                    <span aria-hidden="true">➔ </span>
                    {feature.name}
                  </dt>{" "}
                  <dd className="inline">{feature.description}</dd>
                </div>
              ))}
            </dl>
          </div>
          <div className={`${index % 2 === 0 ? "lg:order-1 flex flex-row-reverse" : "lg:order-2"} order-2`}
            >
            <img
              alt="Product screenshot"
              src={category.image}
              width={2432}
              height={1442}
              className="w-[48rem] max-w-none rounded-xl shadow-xl ring-1 □ ring-gray-400/10 sm:w-[57rem] md:-ml-4 lg:-ml-0"
            />
          </div>
        </div>
      </div>
      <div className="pt-24">
        <hr
          className={`mx-auto my-4 h-1 w-48 rounded border-0 ■ bg-gray-100 md:my-10 □ dark:bg-gray-700 ${
            index === categories.length - 1 ? "hidden" : ""
          }`}
        />
      </div>
    </div>
  )})}
```

Fonte: Autor (2025).

A seguir na **Figura 28**, apresenta-se a tela de contato na versão desktop, na qual o *layout* foi pensado para que o usuário tenha fácil acesso aos dados de contato e ao formulário, tornando a interação o mais simples possível, de forma a garantir uma comunicação eficiente entre os usuários e os responsáveis pela plataforma. A implementação dessa funcionalidade buscou atender aos requisitos de usabilidade e agilidade, oferecendo ao usuário uma forma de interação. Já na versão *mobile*, o formulário

foi compactado, os campos foram reorganizados para otimizar o espaço e facilitar a navegação em dispositivos móveis.

Figura 28. Página de contato

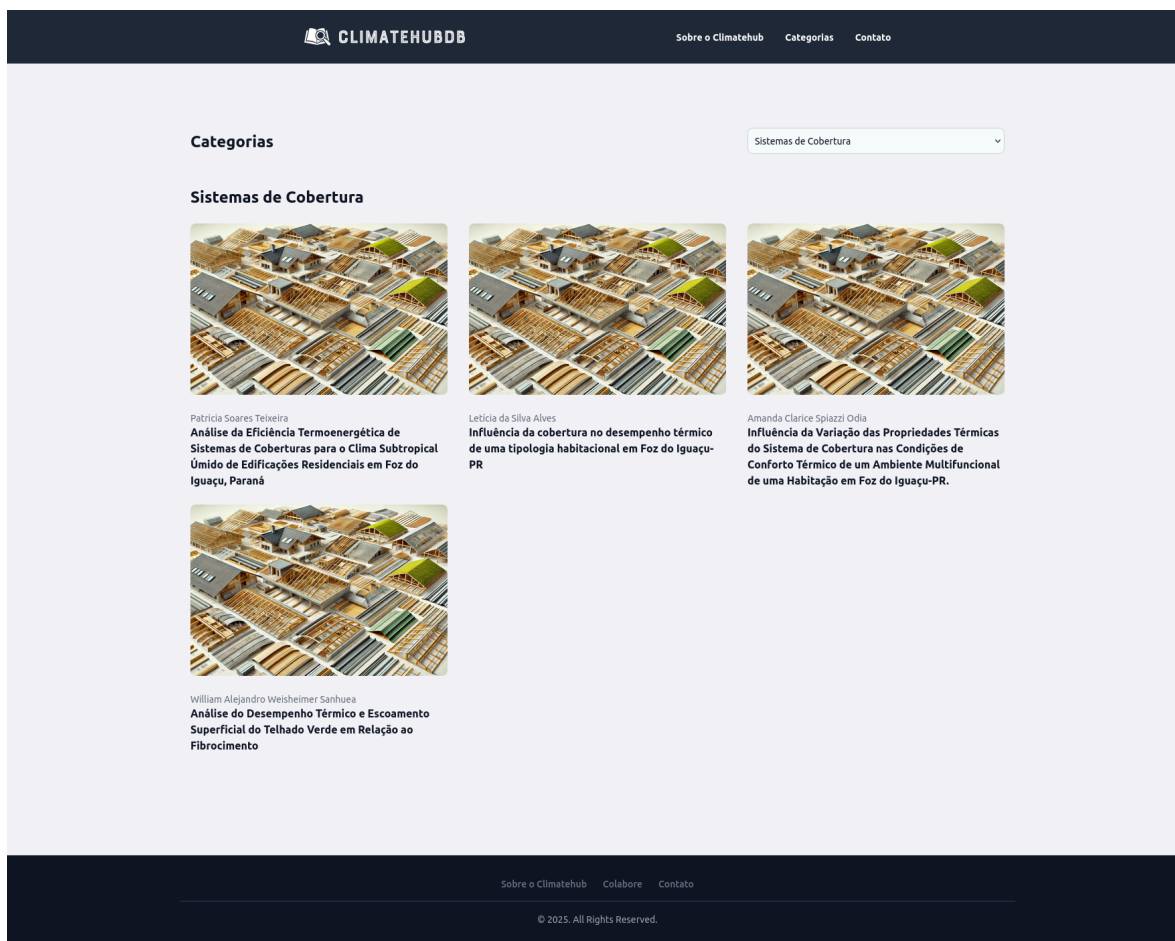


The image shows a contact form on a dark-themed website. At the top left is the logo for CLIMATEHUBDB. To the right of the logo are three navigation links: 'Sobre o Climatehub', 'Categorias', and 'Contato'. The main heading is 'Formulario de contato', followed by the instruction 'Entre em contato com a gente para qualquer dúvida ou sugestão.' Below this are four input fields: 'Nome' and 'Sobrenome' (two separate text boxes), 'Email' (one text box), and 'Mensagem' (a larger text area). A blue 'Enviar' button is positioned below the message field. At the bottom of the page, there is a footer with three links: 'Sobre o Climatehub', 'Colabore', and 'Contato', and a copyright notice: '© 2025. All Rights Reserved.'

Fonte: Autor (2025).

Na **Figura 29**, apresenta-se a página de categorias na versão desktop, onde as opções estão dispostas de maneira clara e acessível, com imagens representativas para cada categoria, facilitando a identificação dos temas e permitindo aos usuários uma navegação mais ágil e focada no conteúdo que desejam acessar.

Figura 29. Página de categorias



Fonte: Autor (2025).

Nas **Figura 30 a 34** são apresentadas páginas dedicadas à exibição detalhada de exemplos do conteúdo de cada trabalho nas diferentes seções, nelas são incluídas informações relacionadas ao tema, metodologia utilizada, imagens e outros dados relevantes. A página foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma leitura fluida e agradável, com foco no conteúdo principal e na experiência do usuário.

Figura 30. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura

CLIMATEHUBDB
Sobre e ClimateHub | Categorias | Contato

Análise da Eficiência Termoenergética de Sistemas de Coberturas para o Clima Subtropical Úmido de Edificações Residenciais em Foz do Iguaçu, Paraná

Metodologia
Simulada

Autor
Patricia Soares Teixeira

Ano de publicação
2022

Categoria
cobertura



Modelagem de edificação com as zonas térmicas.

Aviso sobre Direitos Autorais e Uso de Informações Acadêmicas

Esta publicação contém informações detalhadas sobre o trabalho acadêmico descrito acima. Todos os dados e conteúdo apresentados referem-se exclusivamente a este projeto acadêmico. Os direitos autorais sobre o trabalho acadêmico são reservados e pertencem ao autor ou à instituição responsável. A reprodução, distribuição ou uso de qualquer parte do conteúdo para além do contexto específico deste trabalho pode infringir direitos autorais e outras regulamentações legais. Para informações adicionais sobre o trabalho acadêmico e suas diretrizes de uso, consulte a documentação associada ao projeto ou as orientações fornecidas pelo autor ou pela instituição. Certifique-se de seguir todas as normas estabelecidas para garantir a conformidade com os requisitos acadêmicos e legais aplicáveis.

[Acesse ao trabalho completo](#)

Objetivo

Avaliar a eficiência termoenergética de diferentes sistemas de coberturas, de uma edificação residencial, unifamiliar, inserida em Foz do Iguaçu

Metodologia

A seguir, são apresentados os principais pontos da metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, destacando as etapas e os procedimentos essenciais para sua execução. Cada fase foi planejada para garantir a consistência e a qualidade dos resultados, assegurando a relevância e a precisão das análises realizadas.

- A primeira envolveu a definição dos parâmetros do projeto arquitetônico, com o desenvolvimento de um modelo real de edificação localizado em Foz do Iguaçu, PR, considerando características climáticas e o programa habitacional Casa Verde e Amarela.
- A segunda etapa foi a modelagem da edificação e a configuração dos parâmetros para simulação termoenergética, utilizando o programa EnergyPlus e o plugin Euclid no SketchUp, com ajustes conforme os requisitos da NBR 15575-1, incluindo ventilação natural e ar-condicionado.
- A terceira etapa consistiu na avaliação do desempenho termoenergético dos sistemas de coberturas, comparando o modelo real com o modelo de referência da norma, por meio de 66 simulações, que contemplaram variações de materiais e sistemas de cobertura, incluindo telhas, forro, manta aluminizada e laje.

Programas utilizados




Planta baixa da edificação-modelo real.
Zonas térmicas da edificação modelo.

Principais Resultados

- A pesquisa reforça as recomendações da norma ABNT 15220 para a ZB3, destacando que as coberturas leves e isoladas ($U \leq 2,00$) proporcionam melhor desempenho, com melhores resultados de percentual de horas dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT), especialmente nas composições sem laje.
- As melhores performances de desempenho térmico e energético foram alcançadas em coberturas que incorporam isolamento térmico, como telhas termoacústicas e mantas aluminizadas, que proporcionam um controle mais eficiente da temperatura interna, independentemente do uso de outros elementos como laje ou forro.
- As coberturas que utilizaram telhas comuns, como fibrocimento, cerâmica e aço trapezoidal, apresentaram grandes variações no desempenho térmico quando combinadas com a manta aluminizada. Para a ZB3, a principal melhoria no desempenho energético ocorre quando é adicionado material isolante à cobertura.
- As composições que apresentaram melhor desempenho energético resultaram em uma redução significativa da carga térmica total da edificação, com a melhor composição alcançando uma redução de até 43%.

Sobre e ClimateHub | Categorias | Contato
© 2025. All Rights Reserved.

Fonte: Autor (2025).

Figura 31. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura fachadas

CLIMATEHUBDB
Sobre o Climatehub | Categorias | Contato


Análise Térmica de Parede Externa em Ligth Stell Framing

Metodologia
Medições in loco

Autor
Andrey Edygoras Tombaccaro

Ano de publicação
2020

Categoria
fachadas



Execução da estrutura metálica em Steel Framing.

Aviso sobre Direitos Autorais e Uso de Informações Acadêmicas

Esta publicação contém informações detalhadas sobre o trabalho acadêmico descrito acima. Todos os dados e conteúdo apresentados referem-se exclusivamente a este projeto acadêmico. Os direitos autorais sobre o trabalho acadêmico são reservados e pertencem ao autor ou à instituição responsável. A reprodução, distribuição ou uso de qualquer parte do conteúdo para além do contexto específico deste trabalho pode infringir direitos autorais e outras regulamentações legais.

Para informações adicionais sobre o trabalho acadêmico e suas diretrizes de uso, consulte a documentação associada ao projeto ou as orientações fornecidas pelo autor ou pela instituição. Certifique-se de seguir todas as normas estabelecidas para garantir a conformidade com os requisitos acadêmicos e legais aplicáveis.

[Acesse ao trabalho completo](#)


Objetivo

Avaliar experimentalmente a variação térmica entre os painéis compostos de diferentes materiais e composições do sistema LSF em paredes externas.

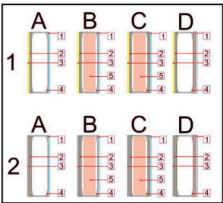
Metodologia

A seguir, são apresentados os principais pontos da metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, destacando as etapas e os procedimentos essenciais para sua execução. Cada fase foi planejada para garantir a consistência e a qualidade dos resultados, assegurando a relevância e a precisão das análises realizadas.

- Foi feito o levantamento de dados para construção da câmara térmica ou câmara quente.
- Foram realizados ensaios experimentais em 8 painéis em LSF.
- Com a obtenção das temperaturas for realizada a análise dos dados obtidos



Câmara térmica.



Representação do corte dos camadas dos painéis.

Principais Resultados

- As paredes de sistema Steel Framing, resistem muito mais a transferência de calor independentemente das configurações dos painéis apresentados. No painel de configuração com transmitância alta, mesmo assim, o valor de transmitância térmica fica mais de 75% abaixo do especificado em norma.
- A diferença final de variação da temperatura com apenas a troca de um tipo de placa externa a Placa Cimentícia e a Placa Glasroc X, fica em 14,9 °C.
- Pela norma todos os painéis, independentemente das configurações passaram nos cálculos normativos.
- Os painéis com placa Cimentícia são menos vantajosos em relação aos painéis com placa Glasroc X, pois aquecem mais rápido e tem temperaturas mais elevadas devido a transmitância térmica do material.

Sobre o Climatehub | Colabore | Contato

© 2015. All Rights Reserved.

Fonte: Autor (2025).

Figura 32. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura projeto

CLIMATEHUBDD
Sobre o ClimateHub | Categorias | Contato

Estratégias bioclimáticas para habitação de interesse social: análise do desempenho térmico e da viabilidade econômica para zona bioclimática 3

Metodologia Simulação	Autor Gisela Szwarcztajn
Ano de publicação 2023	Categoria projeto



Modelo utilizado para as simulações de HIS Referência

Aviso sobre Direitos Autorais e Uso de Informações Acadêmicas

Esta publicação contém informações detalhadas sobre o trabalho acadêmico descrito acima. Todos os dados e conteúdo apresentados referem-se exclusivamente a este projeto acadêmico. Os direitos autorais sobre o trabalho acadêmico são reservados e pertencem ao autor ou à instituição responsável. A reprodução, distribuição ou uso de qualquer parte do conteúdo para além do contexto específico deste trabalho pode infringir direitos autorais e outras regulamentações legais. Para informações adicionais sobre o trabalho acadêmico e seus direitos de uso, consulte a documentação associada ao projeto ou as orientações fornecidas pelo autor ou pela instituição. Certifique-se de seguir todas as normas estabelecidas para garantir a conformidade com os requisitos acadêmicos e legais aplicáveis.

[Acesse ao trabalho completo](#)

Objetivo

Analisar o desempenho térmico e o impacto econômico da utilização de estratégias bioclimáticas em habitações de interesse social para a Zona Bioclimática 3.

Metodologia

A seguir, são apresentados os principais pontos da metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, destacando as etapas e os procedimentos essenciais para sua execução. Cada fase foi planejada para garantir a consistência e a qualidade dos resultados, assegurando a relevância e a precisão das análises realizadas.

- A primeira etapa foi a definição, caracterização da HIS para as simulações.
- A segunda etapa foi configurar e simular HIS Real e de Referência.
- A terceira etapa as estratégias bioclimáticas a serem utilizadas foram definidas, as quais foram divididas em Diretrizes Geométricas e Diretrizes Construtivas.
- A quarta etapa foi realizado uma análise de sensibilidade dos parâmetros estipulado.
- A quinta etapa foi realizada a otimização do modelo, de forma que todos os parâmetros utilizados na etapa 2 foram simulados entre si.
- Na sexta etapa foram analisados os resultados e definidos as edificações para uma análise de viabilidade financeira.
- Na sétima etapa foram analisados indicadores econômicos como o custo de energia conservada, payback simples e conservado.

Programas utilizados




Principais Resultados

- Os resultados indicam que as soluções analisadas levaram a uma redução no consumo de energia em comparação com o modelo Real. As melhores soluções sempre envolveram o uso de venezianas como controle solar, além de paredes e coberturas com absorção de 0,2, e as paredes com uso de EPS estiveram presentes em todos os modelos do Pareto Front.
- As análises financeiras foram satisfatórias, embora nenhum modelo tenha atingido um custo-benefício positivo. No entanto, os cálculos de payback simples e descontado demonstraram viabilidade, com os modelos R91 e R92
- Os custos adicionais variaram entre 6,07% e 6,72%, o que é relativamente baixo, considerando que as edificações alcançaram um PHFT (percentual de horas dentro da faixa de temperatura operativa) de cerca de 80%, resultando em economia de energia de até 82,61%
- Soluções simples de estratégias bioclimáticas podem influenciar no desempenho das edificações, e além de ganhos de desempenho, também geram ganhos econômicos, uma vez que este investimento inicial é recuperado com os anos de utilização da edificação

Sobre o ClimateHub | Categorias | Contato
© 2025. All Rights Reserved.

Fonte: Autor (2025).

Figura 33. Exemplo de página com trabalho sobre cobertura ventilação

CLIMATEHUBDB
Sobre o ClimateHub | Categorias | Contato

Ventilação com Tubos Enterrados para Climatização Natural de Ambientes nas Zonas Bioclimáticas do Sul do Brasil

Metodologia
Metodologia e Simulação

Autor
Thais Alina Soares

Ano de publicação
2021

Categoria
ventilação



Distribuição dos tubos nos ambientes

Aviso sobre Direitos Autorais e Uso de Informações Acadêmicas

Esta publicação contém informações detalhadas sobre o trabalho acadêmico descrito acima. Todos os dados e conteúdo apresentados referem-se exclusivamente a este projeto acadêmico. Os direitos autorais sobre o trabalho acadêmico são reservados e pertencem ao autor ou à instituição responsável. A reprodução, distribuição ou uso de qualquer parte do conteúdo para além do conteúdo específico deste trabalho pode infringir direitos autorais e outras regulamentações legais.

Para informações adicionais sobre o trabalho acadêmico e suas diretrizes de uso, consulte a documentação associada ao projeto ou as orientações fornecidas pelo autor ou pela instituição. Certifique-se de seguir todas as normas estabelecidas para garantir a conformidade com os requisitos acadêmicos e legais aplicáveis.

[Acesse ao trabalho completo](#)

Objetivo

Verificar a influência do sistema trocador de calor misto tipo terra-ar na climatização dos ambientes quarto e sala para grupos bioclimáticos da região sul do Brasil

Metodologia

A seguir, são apresentados os principais pontos da metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, destacando as etapas e os procedimentos essenciais para sua execução. Cada fase foi planejada para garantir a consistência e a qualidade dos resultados, assegurando a relevância e a precisão das análises realizadas.

- Levantamento climático e do solo de Foz do Iguaçu (PR), análise do estudo de caso, instalação do sistema de trocador de calor terra-ar e coleta de dados.
- Seleção de cidades representativas dos grupos bioclimáticos da região sul e levantamento de dados de solo, foi feita a definição dos programas de simulação, modelo de célula, equipamentos, perfil de uso e parâmetros para avaliação dos resultados.

Programas utilizados










Fachada oeste residência



Esquema de Funcionamento do Trocador de Calor Terra-Ar

Principais Resultados

- Apesar do seu potencial para redução de consumo energético e possíveis contribuições para a saúde do ar interno dos ambientes, existem locais com características climáticas onde os trocadores de calor precisam ser combinados ao uso do ar-condicionado, para promover conforto térmico aos espaços.
- Características como elevada umidade relativa, temperatura do solo, umidade do solo e condutividade térmica do solo são influenciadores determinantes para a definição da melhor tipologia do sistema a ser utilizada.
- O sistema apresentou aumento das horas ocupadas em conforto térmico e redução do consumo energético do quarto e da sala, para janelas em ambas as orientações.
- O consumo energético sem trocador de calor foi de 38,46 Kwh/m² e com trocador de calor foi de 16,13 Kwh/m², havendo uma redução de 22,33 Kwh/m²

Sobre o ClimateHub | Colaboração | Contato
© 2025. All Rights Reserved.

Fonte: Autor (2025).

Os resultados apresentados neste capítulo indicam que as etapas planejadas para o desenvolvimento do site foram concluídas com sucesso, atendendo aos objetivos propostos e as principais necessidades levantadas na fase de planejamento, ao analisar possíveis usuários do site. A estrutura e funcionalidades do site, desde a página inicial até as seções de trabalhos específicos, foram projetadas e implementadas de forma a proporcionar uma experiência de navegação intuitiva, responsiva e agradável, adequada tanto à dispositivos *desktop*, quanto móveis.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Desenvolveu-se uma ferramenta web voltada para a indicação de estratégias bioclimáticas adaptadas ao clima de Foz do Iguaçu-PR, utilizando como base os trabalhos de pesquisa existentes sobre o clima da região. A principal contribuição dessa ferramenta é tornar essas informações mais acessíveis e utilizáveis para os profissionais da área, como arquitetos e urbanistas, engenheiros e estudantes de graduação e pós-graduação para uso durante o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado ou teses de doutorado, na qual podem consultar algumas recomendações práticas baseadas em trabalhos que vêm sendo desenvolvidos na área.

A ferramenta foi projetada para ser simples e intuitiva, permitindo fácil acesso aos trabalhos, onde podem observar estudos e recomendações sobre soluções como ventilação natural, sombreamento adequado e escolha de materiais, todas baseadas em trabalhos de pesquisa realizados especificamente para o clima de Foz do Iguaçu. Dessa forma, a ferramenta contribui para a aplicação prática dessas soluções em projetos reais, tornando o conhecimento técnico mais acessível e direto.

A implementação de uma ferramenta web para a indicação de estratégias bioclimáticas, abrangendo aspectos térmicos, de ventilação, fachadas e projeto arquitetônico, entre outros, justifica-se pela necessidade de consolidar e disseminar o conhecimento produzido pelas universidades sobre o tema, bem como pela lacuna existente na organização e acessibilidade dessas informações. Os principais fatores que levaram a essa iniciativa foram:

- Deficiência das plataformas de busca acadêmica: As ferramentas de pesquisa de documentos científicos e acadêmicos frequentemente apresentam

dificuldades no refinamento de buscas específicas, especialmente para temas interdisciplinares e específicos como arquitetura bioclimática. Dessa forma, torna-se complexa a identificação rápida de estratégias adaptadas ao clima de Foz do Iguaçu-PR;

- Falta de informações organizadas e resumidas: O conhecimento acadêmico produzido sobre estratégias bioclimáticas encontra-se disperso em artigos, teses e dissertações, muitas vezes de difícil acesso ao público-alvo, que inclui arquitetos, urbanistas e gestores públicos. A ferramenta proposta visa estruturar essas informações de forma clara, sintetizada e de fácil consulta. Soma-se a isso a própria ausência de informações diretas sobre os tópicos: objetivos, metodologia empregada e resultados obtidos, mesmo nos resumos dos documentos;
- Contribuição para a sustentabilidade e eficiência energética: A ferramenta permitirá a disseminação de soluções arquitetônicas e urbanísticas adaptadas às condições climáticas locais, promovendo indicações para projetos de reabilitação e novas edificações mais eficientes e sustentáveis. Com isso, possibilitará maior aplicação de estratégias passivas para conforto térmico e redução do consumo energético;
- Facilidade de acesso e ampliação do público-alvo: Ao disponibilizar informações em uma plataforma web, aumenta-se significativamente a acessibilidade para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados na aplicação de soluções bioclimáticas, promovendo desta forma maior integração entre academia e mercado de trabalho;
- Fomento à inovação tecnológica e ao desenvolvimento regional: A iniciativa contribuirá para a modernização dos métodos de disseminação do conhecimento acadêmico, alinhando-se às novas tecnologias da informação. Além disso, ao consolidar diretrizes e soluções adaptadas à realidade de Foz do Iguaçu-PR, incentiva-se o desenvolvimento regional e a valorização da identidade climática local.

Dessa forma, a criação da ferramenta web não apenas visa responder a uma demanda por acessibilidade e organização de informações técnicas, mas também impulsiona a adoção de estratégias sustentáveis, adequadas ao clima e inovadoras no setor da construção civil e urbanismo, beneficiando, tanto a comunidade acadêmica, quanto profissionais e tomadores de decisão na região.

Para trabalhos futuros, uma possível melhoria seria a expansão e manutenção constante da base de dados de estudos utilizados pela ferramenta, incorporando novas pesquisas que tenham maior abrangência, de forma a manter as recomendações sempre alinhadas com as condições atuais e normas norteadoras. Além disso, pode-se expandir a ferramenta para outros tipos de climas específicos, permitindo o acesso a trabalhos de pesquisa que vêm sendo desenvolvidos e que ainda não tiveram aplicação prática.

Uma das possibilidades de aprimoramento da ferramenta seria o aumento da base de dados utilizada para gerar as recomendações bioclimáticas. À medida que novos estudos, pesquisas e projetos arquitetônicos e urbanísticos, que abordam o clima de Foz do Iguaçu e de outras regiões se tornam disponíveis, a plataforma pode ser constantemente atualizada para incorporar essas novas informações, concentradas num único local, tornando as recomendações ainda mais precisas e adaptadas às mudanças climáticas ao longo do tempo. Para facilitar esse processo de expansão e integrar a plataforma com outras ferramentas ou sistemas, uma solução futura poderia ser o desenvolvimento de uma *API* (Interface de Programação de Aplicações), que faria esse processo de integração das estratégias bioclimáticas com outras plataformas, ampliando o alcance e a flexibilidade da ferramenta, possibilitando assim a criação de um ambiente ainda mais dinâmico e colaborativo.

Uma outra sugestão importante, que futuramente pretende-se implementar, seriam ações de divulgação da plataforma, o que daria maior visibilidade e passasse a ser mais acessível para estudantes de graduação e pós-graduação nas universidades; bem como para uso de profissionais que atuam em projetos na área de arquitetura e engenharia civil, tendo como base o clima de Foz do Iguaçu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKSAMIJA, A. **Sustainable facades**: Design methods for high-performance building envelopes. John Wiley & Sons, 2013.

ALVES, L. **Influência da Cobertura no Desempenho Térmico de uma Tipologia Habitacional em Foz do Iguaçu-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2022. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/7005>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho. Rio de Janeiro, 2024.

_____. (ABNT). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: 2013.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: 2013.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: 2021.

_____. (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: 2021.

BADALOTTI, G. M. **Introdução ao desenvolvimento de sistemas web**. Uniasselvi, Indaial, 2014. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=24577> Acesso em: 12 Fev. 2025.

BITTENCOURT, L. **O uso de cartas solares diretrizes para arquitetos**. 5ª edição, Maceió, 2014.

BOMBASSARO, A. E. **Análise térmica de parede externa em *light steel framing***. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UDC. Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://www.udc.edu.br/libwww/colegios/uploads/uploadsDiversos/files/CIVIL2020-3.pdf>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

BRAUHARDT, B. **Sistema construtivo em *Wood Frame***: Desempenho Térmico das Vedações Verticais e Potencial de Aplicação para Habitação Social em Foz do Iguaçu-PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2016. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/5471>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

BUSS, C. **Conforto Térmico E Eficiência Energética De Salas De Aula Destinadas Ao Ensino Superior**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2023. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/items/50082856-ae4b-417b-aa00-cdfd86f7fe02>. Acesso em: 12 Abr. 2024.

CAROLI, P. **Lean Inception**: Como alinhar pessoas e construir o produto certo. São Paulo, 2017.

CB3E, C. B. D. E. E. E. E. **Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência**

Energética de Edificações Residenciais. 2018. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/2020.11.09-INI-R_V1.pdf. Acesso em: 12 Fev. 2025.

CHONG, C. R. **Modelagem e simulação de uma residência empregando o Sistema Estrutural *Light Steel Frame* (LSF).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2017. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/2944>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

CLIMATE CONSULTANT (versão 6.0 de 24 de setembro de 2021). **Programa *Climate Consultant*.** *Sociedad de Educadores de Ciencias de la Construcción* (SBSE). Disponível em: <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

CREATO. **Desenvolvimento de conteúdo técnico arquitetura bioclimática,** 2022. Disponível em: <https://www.createo.com.br/novo-blog-1/2022/6/8/plataforma-tecnologica-projeteee>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **BEN 2023:** - Relatório Síntese - Ano base 2023. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia - MME. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 12 Fev. 2025.

FEIERTAG, G. A. **Análise do conforto térmico de um ambiente com placas de EPS nas faces internas de paredes de fachada por simulação computacional.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UDC. Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://www.udc.edu.br/libwww/colegios/uploads/uploadsDiversos/files/CIVIL2021-2.pdf>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

FOWLER, M. **Padrões de arquitetura de aplicações corporativas.** Porto Alegre, 2007.

FROTA, A.; RAMOS, S. **Manual de Conforto Térmico.** São Paulo, 2001.

GitHub. (2025). **GitHub Docs**: Introdução ao Git e GitHub. Disponível em: <https://docs.github.com/en/github/getting-started-with-github>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

Google Trends - **Pesquisa sobre PHP, JavaScript e Python**. Disponível em: <https://trends.google.com.br/trends/explore?q=%2Fm%2F02p97,%2Fm%2F05z1,%2Fm%2F060kv&hl=pt-BR>. Acesso em: 07 Mar. 2025.

LANGNER, M. **Design generativo para criação de elementos de controle solar para a arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6095>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

LUKIANCHUKI, M. A. **Sheds extratores e captadores de ar para indução da ventilação natural em edificações**. 2014. Tese (Doutorado) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-07082015-180544/publico/marieli_final.pdf. Acesso em: 12 Fev. 2025.

MARTINS, E. T. R. **Caracterização de Sistemas de Reabilitação de Fachadas: Soluções Existentes e Inovadoras**. Dissertação (Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis) - Universidade do Minho, 2013. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28123/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Elisa%20Martins_Dez2013.pdf. Acesso em: 12 Fev. 2025.

MELLO, M. F. et al. A IMPORTÂNCIA DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS NO PROJETO ARQUITETÔNICO **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, vol. 10, agosto, 2017, pp. 9-25 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil. Disponível em <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273452299002>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

MEQUERT, N. R. **Habitação bioclimática modular para Foz do Iguaçu-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2022. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6765>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

PROJETEEE - **Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/projeteee/>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

PYPL - **PYPL Popularity of Programming Languages**. Disponível em: <https://pypl.github.io/PYPL.html>. Acesso em 12 Fev. 2025.

RORIZ, M. **ZBBR 1.1**. Zoneamento bioclimático do Brasil. Programa computacional. Universidade Federal de São Carlos (UFScar), São Carlos, 2004. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/pt-br/downloads/softwares/zbbr>. Acesso em 12 Fev. 2025.

SACHT, H. M. et al. Análise de Conforto Urbano do Marco das Três Fronteiras em Foz do Iguaçu – PR. **ACE: Architecture, City and Environment**, 15(43), 8295. UPC Barcelona, Espanha, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.15.43.8295>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

SAINT GOBAIN – PLACO. Glasroc X. 2024. Disponível em: <https://www.placo.com.br/solucoes/glasroc-x#marketing-description> Acesso em: 12 Fev. 2025.

SANHUEZA, W. A. **Análise do desempenho térmico e escoamento superficial do telhado verde em relação ao fibrocimento**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://www.udc.edu.br/libwww/colegios/uploads/uploadsDiversos/files/CIVIL2021-25.pdf>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

SMANIOTTO, J. G. **Estratégias bioclimáticas para habitação de interesse social: análise do desempenho térmico e da viabilidade econômica para zona bioclimática 3**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2023. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/items/bd690459-0376-4f5e-9a42-78930901d9a8>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

SIRONI, T. J. **Sistema desktop para centros de estética**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). Universidade

Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2015. Disponível em: Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15488/3/PB_COADS_2015_1_07.pdf Acesso em: 12 Fev. 2025.

SOARES, T. **Ventilação com tubos enterrados para climatização natural de ambientes nas zonas bioclimáticas do sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2021. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6453>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software 10. ed.** São Paulo, 2018

SPIAZZI, A. C. **Influência da Variação das Propriedades Térmicas do Sistema de Cobertura nas Condições de Conforto Térmico de um Ambiente Multifuncional de uma Habitação em Foz do Iguaçu-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2023. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/7198>. Acesso em: 12 Abr. 2024.

STANKIEWIES, N. G. **Containers como material alternativo para construção de casas populares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário UDC. Foz do Iguaçu, 2020. Disponível em: <https://www.udc.edu.br/libwww/colegios/uploads/uploadsDiversos/files/CIVIL2020-22.pdf>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

TAKASHIMA, I. T. **A casa adaptável**. O uso da construção em *Light Steel Framing* como ferramenta para a edificação e ampliação de casas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura). Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/7898>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

TEIXEIRA, P. S. **Análise da eficiência termoenergética de sistemas de coberturas para o clima subtropical úmido de edificações residenciais em Foz do Iguaçu, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Integração

Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, 2022. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6765>. Acesso em: 12 Fev. 2025.

W3Techs - **Web Technologies Usage Statistics**. Disponível em: https://w3techs.com/technologies/history_overview/client_side_language/all. Acesso em: 12 Fev. 2025.