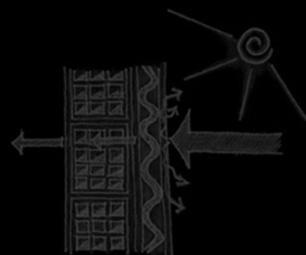


05

Avaliação de viabilidade e desempenho performativo:
estudo de caso de edifício comercial em Projeto VII



Highcharts.com



INÉRCIA TÉRMICA
PARA AQUECIMENTO



VENTILAÇÃO
NATURAL



AQUECIMENTO
SOLAR PASSIVO

POR Este artigo consiste em um estudo de caso realizado em sala de aula, que faz parte do projeto de pesquisa em andamento sobre projetos performativos. A análise parte do estudo de viabilidade de um edifício comercial de alto padrão para a cidade de Porto Alegre, a fim de compreender a relação entre o objeto arquitetônico e o lugar. O objetivo é, portanto, associar o uso de ferramentas computacionais ao ensino do projeto performativo de arquitetura e urbanismo, observando seus impactos no desenvolvimento de edificações de maior desempenho, ainda na fase inicial de projeto. O estudo de caso é desenvolvido através de três propostas de composições morfológicas, visando prever impactos no entorno e na edificação concebida através de um software BIM. A conclusão, portanto, destaca o processo de design através do dinamismo, integração e precisão, compreendendo nas etapas iniciais escolhas decisivas para o seu desenvolvimento.

ENG **Feasibility assessment and performative performance: case study of commercial building in Project VII**

This article consists of a case study analyzed in class, which is part of an ongoing-research work on performative projects. The starting point is the feasibility study of a high standard commercial building for the city of Porto Alegre to understand the relationship between projected object and place. Thus, the objective is to associate the use of computational tools with the teaching of performative architecture and urbanism design, assessing their impacts on the development of higher performance buildings, even at the initial design stage. The case study is developed through three proposals of morphological compositions, aiming to predict effects on the surroundings and on the building itself by using BIM software. The conclusion highlights the design process through dynamism, integration, and precision, comprising decided choices for its development at the final stages.

ESP **Evaluación de viabilidad y desempeño performativo: estudio de caso de edificio comercial en Proyecto VII**

Este artículo consiste en un estudio de caso realizado en un salón de clases de arquitectura y se encuadra en un proyecto de investigación en curso sobre proyectos performativos. El análisis parte del estudio de viabilidad de un edificio comercial de alto estándar económico para la ciudad de Porto Alegre, con el fin de comprender la relación entre el objeto arquitectónico y el lugar. El objetivo es asociar el uso de herramientas de computación a la enseñanza de taller de proyecto performativo de arquitectura y urbanismo, observando sus impactos en el desarrollo de edificaciones de mayor desempeño, aún en la fase inicial de proyecto. El estudio de caso se desarrolla a través de tres propuestas de composiciones morfológicas, apuntando a prever impactos en el entorno y en la edificación concebida a través de un software BIM. La conclusión destaca el proceso proyectual a través del dinamismo, integración y precisión, comprendiendo desde las etapas iniciales las elecciones decisivas para su desarrollo.

Autoras:

Dra. Arq. Ana Elisa Moraes Souto

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

anaearq@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4486-4324>

Est. Yasmim Costa Pinzon

Curso de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

yasmimpinzon@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-2169-8160>

Palavras-chave: arquitetura bioclimática, avaliação de impacto ambiental, consciência ambiental, elaboração de projetos, tecnologia digital.

Keywords: bioclimatic architecture, environmental impact assessment, environmental awareness, project development, digital technology.

Palabras clave: arquitectura bioclimática, evaluación de impacto ambiental, conciencia ambiental, desarrollo de proyectos, tecnología digital.

Artículo Recibido: 30/06/2023

Artículo Aceptado: 01/11/2023

CÓMO CITAR

Moraes Souto, A. E., & Costa Pinzon, Y. Avaliação de viabilidade e desempenho performativo: estudo de caso de edifício comercial em Projeto VII. *ARQUISUR Revista*, 13(24), 68–81. <https://doi.org/10.14409/ar.v13i24.12993>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 13 | N° 24 | DIC 2023 – MAY 2024

PÁG. 68 – 81

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v13i24.12993>



INTRODUÇÃO

O presente relato de caso, descreve a metodologia em desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», aplicada em ambiente acadêmico, na disciplina de Projeto VII, do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, durante o primeiro semestre de 2023. O objeto de estudo consiste no Projeto Otto, um edifício em altura de caráter comercial, desenvolvido pela aluna acadêmica de graduação e integrante do presente projeto de pesquisa em desenvolvimento Yasmim Costa Pinzon, e pela aluna acadêmica de graduação Caroline Bartmann, orientado na disciplina pelas professoras Dra. Ana Elisa Moraes Souto e Dra. Débora Gregoletto. O objetivo da pesquisa visa o desenvolvimento de uma metodologia pedagógica, haja vista a produção existente, a fim de estimular a aplicação de estratégias adequadas para o clima local em fases de concepção projetual, através da análise de viabilidade pelo método qualitativo e quantitativo. Assim, o processo de projeto performativo enquadra-se nesse campo de estudo e investigação, compreendendo o modelo de projeto como um objeto capaz de suportar as transformações, resultantes da avaliação do desempenho através de simulações (Oxman, 2008). A disciplina tem por objetivo o desenvolvimento do anteprojeto de um edifício em altura de caráter comercial, a fim de responder aos fatores físico-ambientais de maneira performativa, além de atender às necessidades socioambientais e culturais, bem como promover a reflexão sobre as relações entre os elementos da paisagem. Dessa maneira, a disciplina também atua como parte da pesquisa em andamento, investigando o ensino e aprendizagem de projetos arquitetônicos performativos orientados à qualidade ambiental de edificações situadas em meio às variações climáticas expressivas, e por vezes de soluções bioclimáticas antagônicas. Além disso, investigam-se as ferramentas digitais utilizadas para projetar em sala de aula, suas potencialidades no aprendizado e desenvolvimento do projeto, com foco no desempenho da edificação. O impacto socioambiental do modelo de produção tradicional é evidente e, portanto, este assunto torna-se uma pauta importante e necessária a ser revisada, discutida e experimentada em sala de aula, visando a transformação de um modelo de ensino e produção arquitetônica já não suportado pela natureza e pelas necessidades

gerais da sociedade. Dessa maneira, torna-se essencial o papel do projetista frente às variáveis climáticas e espaciais, para garantir a promoção de escolhas coerentes e assertivas, conforme a realidade local. É por meio da identificação e organização das informações de levantamento inicial, bem como dos objetivos a se alcançar e priorizar, que se definem os critérios para as definições básicas projetuais. O avanço do projeto, portanto, é um processo sucessivo e combinado frente à cada situação, utilizando-se de simulações, a fim de alcançar propostas embasadas no lugar de implantação, mas ainda assim dependentes do poder interpretativo do autor de projeto, condição determinante e inerente à identidade projetual (Souto, 2023:52). Assim, integrar ferramentas que auxiliem na visualização em tempo real de resultados, como os meios digitais, torna-se um apoio, frente aos grandes desafios enfrentados em um projeto performativo. Em projetos performativos, parâmetros pautados no desempenho do edifício podem ser norteadores para a concepção da forma (Andrade & Ruschel, 2012:09), o que pode desempenhar novas formas criativas e eficientes de projetar. Portanto, havendo a compreensão das diversas etapas as quais o processo de projeto é composto, a fase de viabilidade e estudo preliminar destacam-se no presente trabalho, por compreender o levantamento de informações do lugar, a percepção e cultura local, bem como os condicionantes físico-ambientais. Além disso, esta fase é responsável por definições as quais se relacionam com grandes fatores de mudança na paisagem, como as relações tipológicas com o entorno, a orientação solar de fachadas, suas estratégias bioclimáticas e os necessários sombreamentos, mas também com parâmetros, metas e valores que se deseja alcançar no projeto. Em suma, a presente investigação estrutura-se por meio da visão performativa de projeto e reflete sobre práticas tradicionais de concepção, desenvolvendo-se inicialmente a partir de projetos referências demonstrados em sala de aula, bem como por pesquisas de estratégias recomendadas para o lugar de implantação do projeto, o qual determinou o cenário existente e suas deficiências. Após, foram mapeados e analisados os objetivos a se alcançar, demonstrando ao aluno as diversas possibilidades de respostas em relação a diferentes situações, sejam elas de localização ou mesmo de diretrizes. Portanto, soluções podem variar conforme vivência projetual e necessidades gerais que envolvem o lugar, o cliente, e o usuário.

DESENVOLVIMENTO

A produção atual tem como necessidade questões ambientais e de conforto que qualifiquem o espaço no meio em que está inserido, e que assuma a consciência da busca de uma boa conduta para com o meio em que está situado. Ao mesmo tempo, fatores como regime volumétrico, definidos nas legislações vigentes de cada cidade, bem como escolhas de projeto, como o programa de necessidades, são indispensáveis para definir escolhas viáveis no processo de projeto. Dessa forma, para a produção de um projeto devem ser consideradas balizas que devem chegar a um consenso com as demais definições a serem alcançadas em termos projetuais e de composição. Além disso, o ato de projetar exige que se utilizem de ferramentas usuais, vigentes, e de grande potencial de visualização e experimentação pelas informações obtidas, frente a tantos objetivos a se alcançar. As informações devem ser integradas, de rápida visualização e de fácil acesso e entendimento para a obtenção de resultados de grande aplicabilidade, principalmente em sala de aula. A possibilidade de informações integradas e modificadas em tempo real auxiliam o ensino de uma maneira mais palpável ao aluno. É possível integrar informações legais, como recuos e volumetrias vizinhas, além de elementos e materiais no modelo, permitindo a visualização de como estas e outras diversas escolhas trabalham juntas em um mesmo projeto. A universidade, portanto, compreende uma posição determinante no desenvolvimento de atividades que ampliem a tecnologia, a sua usabilidade e o entendimento aplicado no aprimoramento do projeto. A utilização de ferramentas que integram as escolhas de projeto são fundamentais para o desenvolvimento de fases iniciais responsáveis e comprometidas a alcançar um acordo entre diretrizes e objetivos, em um período determinado pelo semestre letivo. Dessa maneira, optou-se pelo software *Revit 2023* (Autodesk, 2023), que permite a aquisição da licença estudantil gratuita de um ano ao aluno, utilizando-se da metodologia *BIM (Building Information Modeling)* de projeto, e possibilitando a integração de processos. Assim, ao adotar parâmetros balizadores qualitativos, definidos pela norma de desempenho NBR 15575:2013 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 2013) e orientados no guia da mesma normativa (Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2013), a presente pesquisa em desenvolvimento qualifica e aproxima os alunos do entendimento sobre o comportamento e o uso da edi-

ficação, a qual irá sofrer variações segundo os condicionantes de cada lugar, estimulando o respeito ao mesmo. Esses critérios atuam como metas a serem alcançadas e, considerando o tempo de aproveitamento da disciplina, procurou-se atuar principalmente no desempenho térmico da envoltória, através da avaliação por «Procedimento 1 A – Simplificado (normativo)» (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC, 2013:138). Por meio da envoltória e da seleção estratégica de materiais e elementos bioclimáticos em conformidade com os valores de referência, o aluno passa a compreender que suas escolhas têm um impacto no resultado da edificação e no ambiente circundante. Segundo o guia «o desempenho térmico depende de diversas características do local da obra (topografia, temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento, etc.) e da edificação (materiais constituintes, número de pavimentos, dimensões dos cômodos, pé-direito, orientação de fachadas, etc)» (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC, 2013:136). Para determinar em qual zona bioclimática a cidade está situada, foi utilizado o Anexo A da NBR 15220-3:2005 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 2005:16), revelando-se como a Zona Bioclimática 03 (ZB3). Nesse sentido, a normativa estipula as seguintes estratégias bioclimáticas a serem aplicadas: a ventilação cruzada para o verão, e o aquecimento solar passivo e a inércia térmica para o inverno, identificadas na Tabela 9 da NBR 15220-3:2005 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 2005:5). Dessa forma, identificando a zona bioclimática é possível consultar os valores referenciais a se alcançar na análise da envoltória, podendo-se verificar o valor da Transmitância térmica máxima (U) e da Capacidade térmica mínima (CT) de coberturas e paredes, segundo o método de avaliação utilizado. Utilizando-se da plataforma *Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (PROJETEEE, 2023)*, a qual consiste na primeira plataforma em âmbito nacional do Brasil, que realiza o agrupamento de soluções estratégicas para edifícios, visou-se a eficiência energética e o incentivo a escolhas bioclimáticas de projeto. Essa, foi escolhida por ser uma ferramenta pública e intuitiva que, através de seu banco de dados de diversas cidades brasileiras, indica para o estudo preliminar, dados climáticos que incluem Gráficos de Temperaturas, Gráficos de Rosa-dos-ventos, Carta Solar, entre outros (Figura 1).

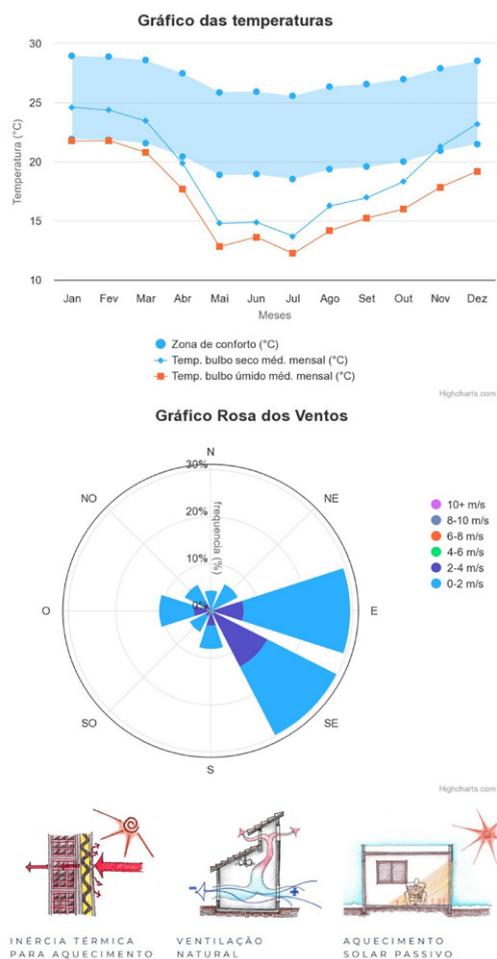


FIGURA 1 | Dados climáticos e estratégias bioclimáticas referentes à cidade de Porto Alegre. Fuente: PROJETEEE, 2023.

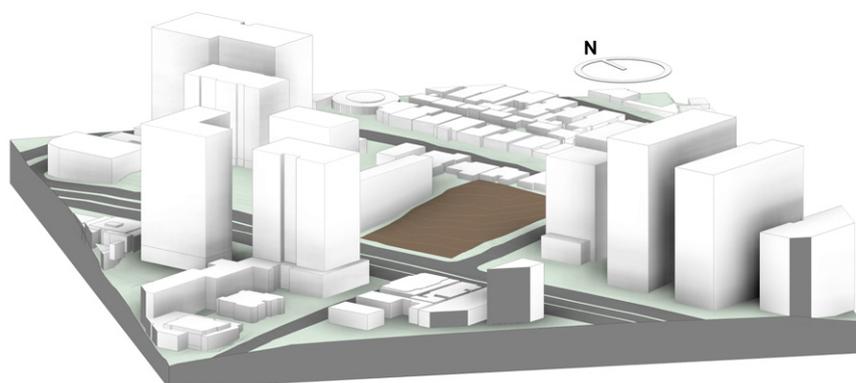


FIGURA 2 | Terreno de estudo em perspectiva isométrica. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.



FIGURA 3 | Estudo solar em solstício de inverno durante horário crítico e definição de recuos. Fonte: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

Além disso, são fornecidas diretrizes para o conforto, apresentando percentuais de condições de conforto ao longo do ano, juntamente com as estratégias bioclimáticas recomendadas, permitindo também uma análise sazonal e horária. Posteriormente, a plataforma também recomenda estratégias a serem aplicadas na fase de Anteprojeto, como os componentes construtivos, permitindo-se a aplicação de filtros segundo a NBR 15575 e a NBR 15220, além da utilização da calculadora de propriedades (PROJETEEE, 2023).

1. Estudo de caso

O presente estudo de caso, desenvolvido em sala de aula, busca desenvolver uma modelagem capaz de permitir análises e simulações capazes de atender a parâmetros de desempenho da ZB3. As análises provenientes da modelagem, como geometria, localização e materiais, podem determinar adequação às regras de desempenho de uma edificação (Junior & Mitidieri Filho, 2018:337). Dessa forma, ao compreender os parâmetros e objetivos a serem atingidos, otimizar as estratégias a serem implementadas no local do projeto torna-se mais apropriado ao contexto, resultando especialmente no conforto térmico dos ocupantes.

As investigações iniciais para a compreensão do projeto envolveram a coleta de informações relacionadas à localização e ao clima, bem como sobre a edificação e as propriedades térmicas dos materiais. A inclusão desse processo tem como objetivo adaptar o projeto ao clima subtropical úmido da cidade em estudo, conhecida por suas amplas variações térmicas. Além disso, foram observadas as características geomorfológicas do local e suas interações com o ambiente circundante e a cidade, a fim de identificar elementos que influenciam, ampliam ou apresentam desafios a serem abordados (Figura 2).

O terreno está situado em uma das vias principais da cidade, caracterizada por um tráfego intenso. Além disso, a área circundante apresenta tipologias de edifícios de base-corpo-coroamento, predominantemente comerciais e de grande altura. Suas delimitações incluem orientações laterais, onde as fachadas principais estão voltadas para sudoeste e sudeste, enquanto as fachadas traseiras estão voltadas para nordeste e noroeste, o que evidencia o desafio e a necessidade de desenvolver estratégias eficazes para os espaços de uso contínuo. A proximidade com os edifícios vizinhos é uma parte integrante do projeto, já que in-

fluenciam nas condições de sombreamento (Figura 3), exigindo uma consideração cuidadosa do impacto desses fatores sobre o edifício planejado.

Ainda, o terreno é característico por ser de esquina, possibilitando acessos nas duas vias de entorno. Entretanto, estas possuem fluxos diferentes, e orientam diretrizes funcionais, condicionando o acesso pela via de deslocamento lento e a saída pela via de fluxo rápido. A topografia também indica os acessos de maior aproveitamento e respeito a mesma, optando-se pelo acesso na extremidade superior da orientação sudeste e a saída na extremidade com vizinhança pela orientação sudoeste. Dessa maneira, o percurso veicular interno do terreno procura um maior aproveitamento, utilizando-se somente de extremidades posteriores ao edifício, permitindo maior segurança ao usuário nas fachadas mais ativas da edificação e qualificando fachadas de interesse ao pedestre. Havia ainda um programa de necessidades definido pela disciplina, devendo-se prever um *porte cochère* no acesso principal da edificação, além de um grande hall, com portaria. Os elevadores de serviço e sociais, bem como os sanitários, deviam estar previstos próximos ou na prumada de circulações verticais, além de ambientes de apoio e serviço como a sala de administração e controle, o *delivery center* e a guarita, a doca de abastecimento, os depósitos e medidores, bem como o apoio para funcionários com sanitários, vestiários e copa, deveriam estar presentes no pavimento térreo. A casa de máquinas, bem como os reservatórios devem ser previstos na cobertura ou no subsolo, e os estacionamentos de vagas fixas e rotativas poderiam estar sobre coberturas ou em subsolos de acesso pelo térreo. No que diz respeito aos pavimentos tipo, estes foram concebidos com lajes desobstruídas, permitindo a flexibilidade para diversas configurações de *layout*. Um deles deveria prever um pavimento de *coworking*. Entre as orientações estabelecidas, incluía-se a incorporação de estratégias para o conforto e a eficiência energética, juntamente com a análise das orientações solares para a concepção de estratégias, visando preservar o microclima e minimizar a necessidade de uso de sistemas de condicionamento artificial. Ainda, considerando-se o Regime Urbanístico do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre, PDDUA, 2019), o qual determina definições limites sobre o índice de Aproveitamento (IA), a Taxa de Ocupação (TO), as alturas máximas da edificação e da base, os recuos necessários indicados na Figura 3,

além da Referência de Nível (RN), o aluno é instruído a observar e respeitar a legislação vigente, verificando como estas afetam as definições de projeto. Dessa forma, uma das diretrizes torna-se alcançar o índice máximo de aproveitamento, de maneira que, ao definir as áreas adensáveis e não adensáveis, em conjunto com a definição do RN, se possa alcançar a maior previsão de áreas de uso. A referência de nível, portanto, interfere diretamente na localização, e este deve ser definido nesta etapa também. Através da simulação de geometrias resultantes, é permitido a visualização de seus impactos, tanto na paisagem quando em proposições formais, funcionais e técnico-construtivas, visualizando-se o caráter performativo a qual a localização condiciona, definindo materiais e visuais através do estudo climático e resultando no desempenho da edificação.

2. Propostas de viabilidade

A etapa A do exercício projetual de análise de viabilidade construtiva para a definição do partido arquitetônico, objetivou a aplicação e entendimento de dispositivos de controle da edificação previstos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre (PDDUA) (2019), por meio de três estudos de viabilidade construtiva, levando em consideração não apenas as normativas vigentes, mas também as relações de tipologias em relação ao lote, quadra e entorno imediato, bem como condições de conforto. Estimulou-se ao mesmo tempo, a busca pela ampliação de referenciais de mesmo uso e situação de sítio. Assim, ao propor variadas propostas com diferentes objetivos e diretrizes, abrange-se o olhar sobre o objeto arquitetônico e sua resposta como inserção no local.

Um dos elementos fundamentais da arquitetura performativa descritos por Malkawi (2005), é o processo de simulação, o autor relata a importância de automatizar alguns dos processos de simulação, a fim de que o projeto possa utilizar critérios de desempenho térmico e ventilação como meio de gerar alternativas de design. (Leite & Pereira, 2013 como citado em Malkawi, 2005:582)

Nesta etapa, avaliam-se condicionantes da forma, como declividade do terreno, estudos solares por volumetria, mas também escolhas resultantes de análises de condicionantes, potencialidades e deficiências, como fluxos, zoneamentos, percepção do pedestre, relação com o entorno imediato, entre outros. Dessa



FIGURA 4 | Propostas de viabilidade 01, 02 e 03. Fonte: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

maneira, foram elaboradas diretrizes que definiram as formas gerais obtidas, dentre elas estão o recuo lateral noroeste para favorecer o sombreamento, a definição do nível de referência na área central do terreno para o aproveitamento de áreas adensáveis, a centralização da prumada de circulações verticais no interior do lote como maneira de qualificar os fluxos e o aproveitamento de planos de envoltória a fim de favorecer o conforto térmico em áreas de permanência, determinando a geometria geral. Em concordância, a proposta 01 (Figura 4) visou principalmente o escalonamento de volumes a fim de proporcionar visuais interessantes para o pedestre, além de se adaptar a edificação ao terreno natural. Além disso, buscou-se a centralização dos fluxos, prevendo-se a subdivisão de salas em fachadas principais e a adição de um volume frontal e um posterior à edificação, o qual auxiliaria em sombreamentos conforme as estações do ano. O seguinte estudo volumétrico, denominado proposta 02 (Figura 4), chama a atenção pelo resultado gerado com base em diretrizes bioclimáticas. A forma em L aumenta o plano de incidência solar na fachada noroeste, possibilitando maior conforto em estações frias, as quais são de predominância na cidade. Esta forma performativa também está de acordo com a direção dos ventos predominantes (Figura 1), com esquadra voltada à orientação leste, além de planos con-

tínuos de fachada, permitindo o fluxo de ar natural. As fachadas de interesse comercial onde, permite-se um grande bloco de salas comerciais ao estarem situadas à sudeste e sudoeste, possuem desconforto térmico por frio, entretanto, por abrangerem três fachadas, entre elas a noroeste, possibilitam a aplicação de estratégias de inércia térmica e, para o verão, a ventilação cruzada. Além disso, possibilita-se a diversidade de divisão de salas, que poderiam variar de um pavimento inteiro a pequenos conjuntos de salas. Assim como na proposta um, trabalha-se com o escalonamento da base e com a centralização da prumada vertical, entretanto a base superior é espelhada, para permitir a incidência solar direta sobre o pavimento inferior. A proposta 03 (Figura 4) busca a união das duas propostas anteriores. Deslizam-se dois blocos verticais, mantendo a área de incidência solar de fachadas, entretanto nesta proposta as quatro fachadas são sombreadas pela morfologia gerada, verificando-se um menor desempenho em relação às propostas anteriores. Entretanto, além de manter a adição de volumes e aumentar as áreas de sala em relação à proposta 01, também mantém a prumada vertical centralizada na torre.

Dessa maneira, identificando-se as áreas não adensáveis em amarelo (Figura 4), verifica-se que o acesso principal da edificação acontece no nível da rua Cam-

AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DO DESEMPENHO TÉRMICO (NBR 15575/2013)											
Propriedades termofísicas de paredes e coberturas para ZB 3											
Transmitância térmica MÁXIMA (U) W/m ² K						Capacidade térmica MÍNIMA		Área mínima de ventilação de ambientes de permanência prolongada	Absortância (α)		
S (Superior)		I (Intermediário)		M (Mínimo)		S (Superior)		I (Intermediário)		M (Mínimo)	
Paredes externas			Coberturas			Paredes externas	Coberturas	Aberturas	Pintura		
-		-		U ≤ 3,7 (se α ≤ 0,6)	U ≤ 1 (se α ≤ 0,6)	U ≤ 1,5 (se α ≤ 0,6)	U ≤ 2,3 (se α ≤ 0,6)	≥ 130	-	Médias A ≥ 7 % da área de piso ou legislação específica do local	Cores médias ou claras (α ≤ 0,6)
(proceder-se a outro método de avaliação)		(proceder-se a outro método de avaliação)		U ≤ 2,50 (se α > 0,6)	U ≤ 0,50 (se α > 0,6)	U ≤ 1 (se α > 0,6)	U ≤ 1,50 (se α > 0,6)				

TABELA 1 | Tabela de parâmetros de referência de propriedades termo físicas. Fonte: NBR 15575:2013 (2013) adaptado pelas autoras Y. C. Pinzon e A. E. M. Souto, 2023.

pos Sales e, portanto, devem ser trabalhados os desníveis conforme as calçadas em active existentes. Logo, nesta etapa destaca-se a importância da previsão das mesmas, haja vista que a entrada ao hall deve ser acessível, intuitiva e permitir o *porte cochère* para o embarque e desembarque dos usuários. Dessa maneira, a proposta escolhida para o desenvolvimento e aprimoramento no partido foi a proposta 02, pois se destacou em funcionalidade e desempenho formal. Assim, avançou-se para a definição de materiais e aberturas, com base em parâmetros normativos estudados, dispostos em uma tabela conforme ilustrado na Tabela 1. Além disso, a análise solar das fachadas em momentos cruciais influenciou decisivamente a seleção dos tipos de brises e outras estratégias visando o conforto térmico e lumínico.

A partir da visualização de valores referência referentes a paredes externas e coberturas, com base no guia da NBR 15575:2013 (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC, 2013:141), referentes a zona bioclimática estudada, é visualizado de maneira dinâmica os valores a se verificar em materiais e elementos que compõem a envoltória, a fim de garantir o atendimento aos valores de referência ideais para cada orientação de fachada, por meio do método de avaliação simplificado. Dessa maneira, definiram-se os elementos de envoltória que atendessem às necessidades técnico-construtivas e de conforto, utilizando-se a plataforma PROJETEEE como ferramenta de cálculo e consulta de propriedades. Além disso, optou-se por cores claras de paredes opacas, prevenindo valores baixos de absortância. Essas, são paredes

de alvenaria com argamassa interna e externa de 2,5 centímetros e bloco cerâmico de 24 centímetros, com a Transmitância de 2,39 W/m²K, capacidade térmica de 152 KJ/m²K, atraso térmico de 3,3 horas e resistência de 0,42 m²K/W. Ainda sobre a envoltória, optou-se pelo vidro insulado de alto desempenho térmico, com controle solar *Low-e* (*Low emissivity*), de baixa transmitância. Este foi utilizado em todas as fachadas como forma de promover a inércia térmica nos ambientes, promovendo unidade compositiva. Entretanto, cada fachada deve ser analisada individualmente, pois possuem necessidades diferentes. A orientação noroeste, por exemplo, possui alta incidência solar durante o ano todo, o que caracteriza uma fragilidade em conforto térmico para o verão, pois nesta orientação não há sombreamento de edifícios vizinhos sobre a torre (Figura 5 e Figura 6). No entanto, para o período de inverno, é necessário permitir a entrada de aquecimento solar passivo. Assim, a estratégia bioclimática adotada consiste em brises horizontais contínuos, projetados a partir das lajes maciças, juntamente com amplos elementos verticais nas extremidades das fachadas. Esses elementos não apenas contribuem para a estética da composição, mas também proporcionam sombreamento, contribuindo para o conforto térmico durante o inverno. Os brises horizontais de dimensões de 80 centímetros, projetam o sombreamento em horários críticos das 10 às 13 horas. Além disso, foi necessária a previsão de um peitoril interno nos pavimentos tipo, com painéis móveis por meio de trilhos (Figura 7), possibilitando a criação de planos opacos conforme a necessidade do usuário. Para a orienta-

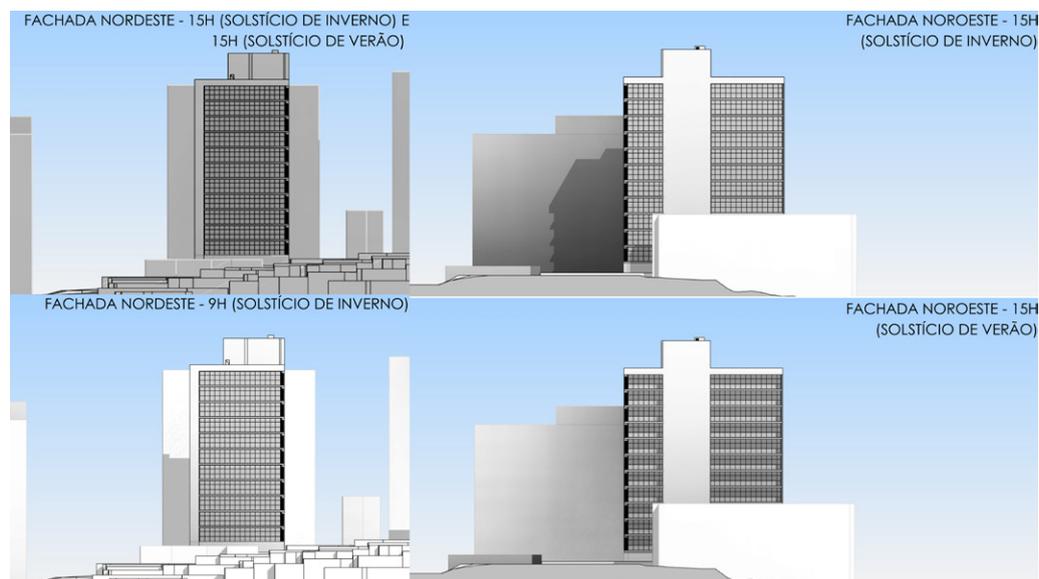


FIGURA 5 | Estudo de sombreamento em horários críticos durante solstícios em fachadas nordeste e noroeste. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

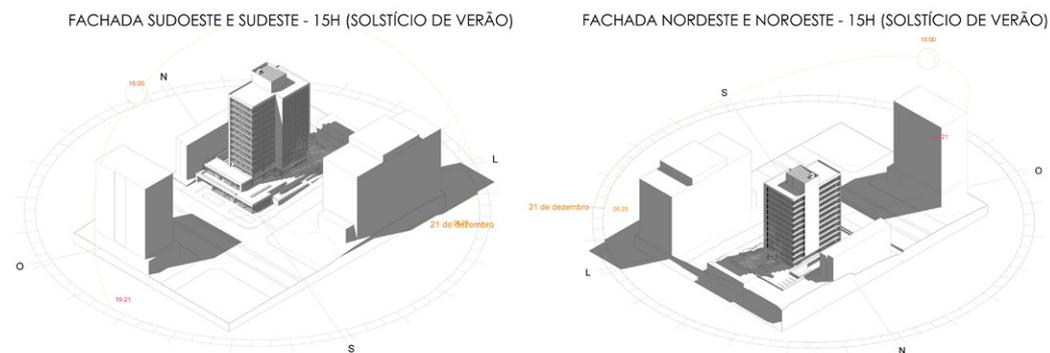


FIGURA 6 | Estudo solar em horário crítico em solstício de verão. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

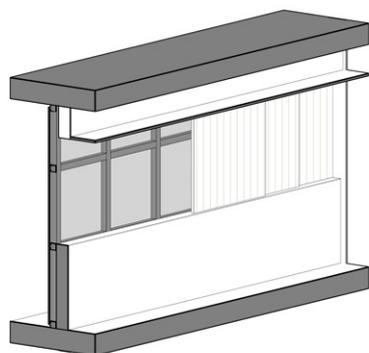


FIGURA 7 | Esquema de estratégia bioclimática utilizada em fachadas nordeste e noroeste. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

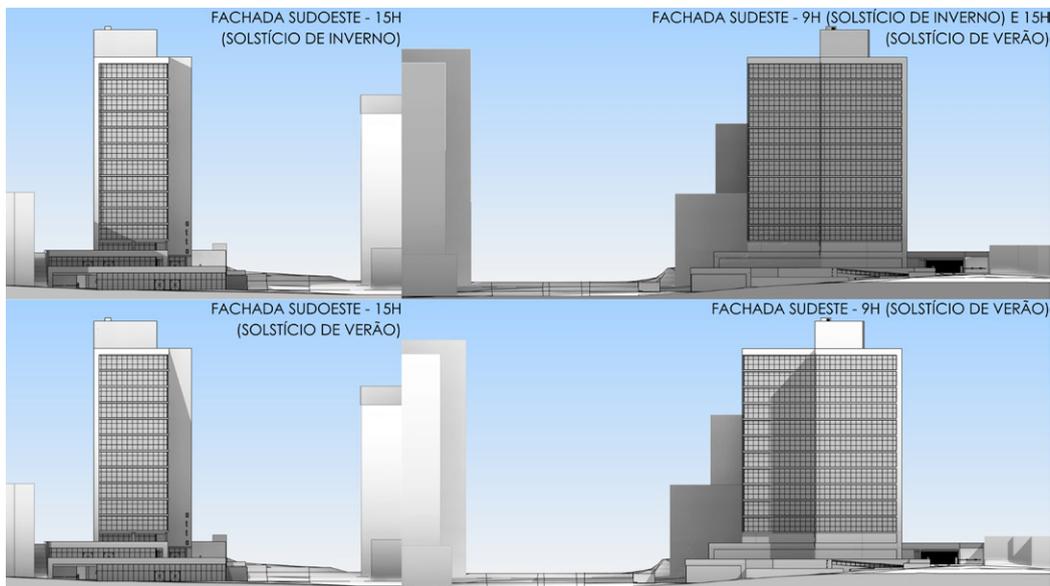


FIGURA 8 | Estudo de sombreamento em horários críticos durante solstícios em fachadas sudoeste e sudeste. Fonte: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

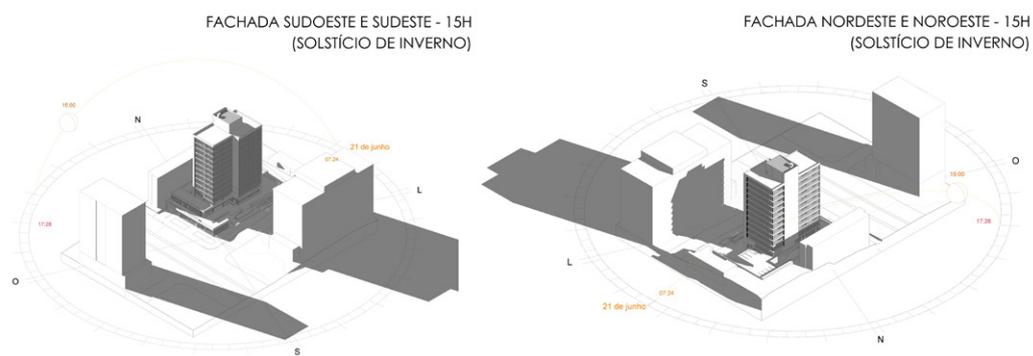


FIGURA 9 | Estudo solar em horário crítico em solstício de inverno. Fonte: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.



FIGURA 10 | Perspectiva axonométrica da fase de Anteprojeto do estudo de caso. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

DESENVOLVIMENTO NO PROJETO DE PESQUISA				
Etapas	Desenvolvimento			
Pesquisa bibliográfica sobre o processo performativo em arquitetura, a relação e o papel das teorias na práxis contemporânea				
Verificação dos procedimentos e competências que caracterizam e são necessários para a prática do projeto performativo				
Verificação dos objetivos e parâmetros necessários para o alcance de critérios do Procedimento 1 A – Simplificado, para a envoltória, conforme ZB3 (NBR 15575:2013)				
Verificação de potencialidades de análises com o software BIM Revit Autodesk e outras ferramentas digitais de análise bioclimática				
FASE DE VIABILIDADE E ESTUDO PRELIMINAR				
Levantamento inicial de dados físico-ambientais, socioculturais e relações tipológicas				
Revisão e definição de critérios e diretrizes projetuais e de estratégias bioclimáticas, normativos e legais				
Simulações de viabilidade de propostas volumétricas e estudos ambientais				
Estudo sobre materiais, estratégias bioclimáticas e de conforto térmico e luminicoa				
Escolha da proposta para desenvolvimento do Anteprojeto				

TABELA 2 | Etapas de desenvolvimento. Fuente: Acervo do projeto de pesquisa em desenvolvimento intitulado «Investigação sobre o Processo de Projeto Performativo: as Edificações Bioclimáticas e Energeticamente Eficientes», 2023.

ção nordeste também foi identificada a necessidade das mesmas estratégias bioclimáticas. No inverno, as fachadas frontais de orientações sudeste e sudoeste, e de interesse comercial, são mais vulneráveis, visto que possuem baixa incidência solar durante o ano (Figura 8 e Figura 9). Desta forma, o vidro insulado é capaz de potencializar a inércia térmica do ambiente. Neste caso o peitoril interno não foi necessário, promovendo a iluminação natural em todo plano destas fachadas, mas possibilitando a instalação de cortinas.

O processo de projeto performativo, portanto, é consequência de diversos fatores pré-existentes e intrínsecos no local de inserção do projeto. Certamen-

te, a proposta volumétrica final do Anteprojeto (Figura 10) do presente estudo de caso, demonstra que decisões feitas na etapa de viabilidade possuem fator determinante em etapas finais de projeto. Estas, atuam desde a modelagem formal, até mesmo em informações que serão posteriormente indicadas em fase de detalhamento. Desta maneira, promover o estudo de viabilidade visando proporcionar um maior desempenho térmico para a edificação, por meio de ferramentas projetuais que promovam definições assertivas e dinâmicas de projeto ao aluno, além de promover a análise crítica sobre as decisões, garante a consciência do impacto das edificações sobre o meio previsto.

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que o presente relato de caso caracteriza a construção de uma metodologia da pesquisa em desenvolvimento. Integrada ao ensino, volta-se para o lugar a fim de reconhecê-lo através do projeto performativo. É através das condicionantes, potencialidades e deficiências locais identificadas, bem como dos critérios arquitetônicos, os quais devem ser considerados para garantir a qualidade do projeto em diversos âmbitos, que o estudo de viabilidade se destaca no processo projetual. Conforme demonstrado na Tabela 2, contempla etapas de pesquisa, revisão bibliográfica e levantamento de dados, bem como simulações digitais, por meio de práticas conceituais, análise técnica e qualitativa, abrangendo a possibilidade de integração de estratégias eficientes e ambientalmente conscientes. O auxílio da maquete, seja ela digital ou física, é importante para que o aluno possa compreender relações de acessos e respeito da topografia, trabalhando-se com calçadas e patama-

res. Nessa experiência, o aluno se depara diretamente com restrições reais relacionadas às regulamentações em vigor no local planejado, exigindo a harmonização entre a forma arquitetônica e questões de composição e conformidade. Nesse contexto, a ferramenta BIM se destaca por sua utilidade visual, permitindo a visualização do impacto da escolha da orientação solar e como ela influencia o perfil topográfico do terreno. Além disso, a capacidade de realizar estudos solares proporciona testes em tempo real na modelagem, avaliando parâmetros de iluminação e sombreamento. Portanto, o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa permitirá a organização de parâmetros específicos voltados para a ZB3, permitindo ao aluno o rápido entendimento dos processos e necessidades a serem adotadas em projetos que buscam ser performativos, aprimorando a análise crítica individual sobre os impactos e soluções de um edifício em altura. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. & Ruschel, R. C. (2012). Projeto performativo na prática arquitetônica recente. Categorias e características. *Arquitextos*, São Paulo, 13(150.07). *Vitruvius*. <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.150/4587>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2013). *NBR 15575: Edifícios habitacionais – Desempenho*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- (2005). *NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro.
- Autodesk (2023). *Revit* (Versão 2023). <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2013). *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. Gadioli Cipolla Comunicação.
- Junior, M. A. S. & Mitidieri Filho, C. V. (2018). Verificação de critérios de desempenho em projetos de arquitetura com a modelagem BIM. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 9(4), 334-343.
- Leite, L. S. & Pereira, A. T. C. (2013). A Controvérsia Entre os Métodos de Análise de Projetos de Referência em Arquitetura e o Ensino de Projeto Performativo. *Blucher Design Proceedings*, 1(7), 581-585.
- Oxman, R. (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, 29(2), 99-120.
- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre (PDDUA) (2019). Prefeitura Municipal de Porto Alegre.
- Projeteeee (2023). *Projetando Edificações Energeticamente Eficientes*. <http://www.mme.gov.br/projeteeee>
- Souto, A. E. (2023). Processo de projeto performativo para edificações energeticamente eficientes (Capítulo 3). In *Engenharia e Arquitetura, construindo o Mundo Moderno*. Vol. I (pp. 47-70). Editora Real Conhecer. <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/734757/2/Engenharia%20e%20Arquitetura%20Construindo%20o%20Mundo%20Moderno%20-%20Volume%201.pdf>