ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

O papel das varandas e dos átrios: estratégia para mediação climática no projeto de edifícios altos

The role of balconies and atriums: a strategy for climate mediation in the design of tall buildings

Letícia Evelyn Soares Porto
Universidade de Brasília| Brasília | Brasil | let.evelyn.sp@gmail.com
Erica Mitie Umakoshi Kuniochi
Universidade de Brasília| Brasília | Brasil | eumakoshi@unb.br

Resumo

As alterações climáticas geram impactos significativos nas cidades e seus edifícios, impondo novas dinâmicas nos padrões de vida. Os requisitos de projeto mudam, se deparando com o desafio de adequar as demandas atuais à qualidade ambiental. A presente pesquisa de iniciação científica objetiva discutir, com base na observação da quantidade de edificações desconectadas do clima, os fluxos de projeto que melhor respondam às necessidades climáticas do contexto urbano, argumentando sobre o potencial dos átrios e varandas como estratégias para mediação climática no Brasil. A metodologia empregada inicia com o levantamento de projetos representativos, segue por uma síntese de possíveis disposições de átrios e varandas, destacando seu desempenho dentro das necessidades de projeto: aquecimento, resfriamento, ventilação e iluminação e, por fim, discute o potencial de ferramentas digitais integradas ao processo de geração de forma. Dessa maneira, a contribuição da pesquisa se dá por caracterizar e qualificar o processo de projeto, além de ressaltar a importância do conceito de adaptação ambiental a partir da concepção do projeto, oferecendo diagramas ilustrativos de análise que possam ser incorporados nas etapas iniciais de projeto.

Palavras-chave: Edifícios em altura. Desempenho ambiental. Átrios. Varandas. Estratégias para mediação climática.

Abstract

Climate change unexpectedly impacts cities and their buildings, imposing new dynamics on living standards. Project requirements change, facing the challenge of adapting current demands to environmental quality. These cientific iniciation research aims to discuss, based on the observation of the number of buildings disconnected from the climate, the project flows that best respond to the climate needs of the urban context, arguing about the potential of atriums and balconies as strategies for climate mediation in Brazil. The methodology used begins with a collection of representative projects, goes through a synthesis of possible layouts of atriums and balconies, highlights their performance within the project needs: heating, cooling, ventilation, and lighting and, at another point, observes the potential of digital tools integrated into the shape generation process. In this way, the contribution of the research is made by characterizing and qualifying the design process, in addition to highlighting the importance of

Como citar:
PORTO, L. E. S.; KUNIOCHI, E. M. U. O papel das varandas e dos átrios: estratégia para mediação climática no projeto de edifícios altos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

the concept of environmental adaptation based on design, offering illustrative analysis diagrams that can be incorporated into the initial design stages.

Keywords: Tall buildings. Environmental performance. Atrium. Balconies. Strategies for climate mediation.

INTRODUÇÃO

Termos como sustentabilidade e desempenho ambiental ainda são empregados de maneira equivocada no mercado da construção civil brasileira e, apesar de um significativo incremento, o papel do arquiteto como responsável pela qualidade de vida urbana e pelo conforto de usuários em edificações ainda pode se considerar pouco compreendido na forma de serem aplicados na atividade projetual. O mercado se encontra mais focado em adições tecnológicas que atendam os requisitos para se alcançar as características relativas à sustentabilidade de um edifício do que fluxos de trabalho que considerem a disposição adequada de atributos de climatização ao projeto arquitetônico. Para a busca de uma arquitetura de bom desempenho ambiental é necessária a adequada conexão do edifício com o contexto urbano inserido, tomando partido das características locais e buscando estratégias de desenho que melhor se adaptem a essa caracterização inicial. Átrios e varandas são ferramentas de desempenho ambiental pouco exploradas corretamente e que são mais vantajosas quando avaliadas nas etapas iniciais de projeto, o posicionamento acurado destes elementos pode oferecer benefícios a longo prazo. Corbella e Yannas [1], apontam que tal posicionamento promove redução do consumo de energia, mas que, muitas vezes, o projeto não alcança a associação mais satisfatória com seu entorno não apenas por desconhecimento das condicionantes climáticas como também pela falta de ferramentas que auxiliem os profissionais envolvidos no processo.

Como resultado, surgem edifícios denominados ‘’verdes’’ como posicionamento inicial com uso de diversas tecnologias e que, partindo da compreensão da denominação, seu ciclo de vida deveria gerar menos gastos e consumo energético, mas o desfecho pode ser contrário, com mais gastos por manutenção e usos excessivos de meios de climatização artificiais. Como exemplo, em Brasília, uma das sedes do Banco do Brasil (Figura 1). O edifício possui pontuação alta na certificação LEED e pouco uso de sistemas de operação adequados, volumetricamente não há uma boa exploração de estratégias arquitetônicas, o projeto conta apenas com uma pele de vidro como proteção dos ambientes internos e há pouca integração com o espaço externo. Isso tudo resulta em altos custos energéticos pela dependência de uso de iluminação artificial e de sistemas de condicionamento de ar para garantir o conforto térmico que poderia ser resolvido nas etapas iniciais de projeto. Outro caso, em São Paulo, o edifício Eldorado Business Tower (Figura 2), do escritório Aflalo & Gasperini que, também possui certificação LEED, apresenta pouca diferenciação volumétrica como proteção solar para garantir conforto térmico e as estratégias utilizadas, mais uma vez, foram apenas artificiais e com maior intenção de garantir eficiência em insumos prediais necessários, nem tanto no desempenho ambiental.

Figura 1. Sede do Banco do Brasil, Brasília/DF.



Fonte: Material de divulgação.

Figura 2. Eldorado Business Tower, São Paulo.



Fonte: Material de divulgação.

JUSTIFICATIVA

No Brasil, são construídos cada vez mais edifícios em altura, com suas diversas necessidades climáticas e estratégias pouco adequadas ao contexto inserido. Nota-se a predominância de critérios estéticos formais sobre os aspectos funcionais e bioclimáticos na concepção da forma do edifício em altura, sem um estudo aprofundado que forneça propostas que estejam alinhadas com o contexto local, potencializando um desenho ambientalmente consciente para redução de consumo energético. É observado nos edifícios brasileiros a quantidade de sistemas artificiais de condicionamento térmico, escolhas tomadas após as etapas iniciais de desenho para reverter o desconforto térmico ao longo do período de ocupação da edificação. Se faz necessário buscar estratégias de condicionamento térmico passivo que possam ser utilizadas em edificações situadas no clima tropical, onde as temperaturas são, majoritariamente, elevadas e alternadamente apresenta características de clima úmido e seco, contemplando o condicionamento térmico dos ambientes internos desde a concepção do projeto arquitetônico, o que garante tanto o conforto dos usuários quanto a redução do consumo energético com aparelhos de climatização. Como estratégia para mediação climática de edifícios em zonas de clima tropical, as varandas e os átrios, tem grande potencial no desempenho ambiental que são desperdiçados pela falta de compreensão destes elementos como estratégia de projeto, sendo muitas vezes perdidos como solução de layout para extensão de ambientes internos, trazendo muitos prejuízos no desempenho termoenergético.

Mesmo quando a forma da arquitetura era a única tecnologia disponível para adequação ao clima, nem sempre foi desenvolvida da maneira mais viável e estratégica. Pode-se dizer que varandas e átrios ainda são utilizados mais como elementos que conferem certa monumentalidade ao edifício e tem apelo comercial do que como recurso relacionado à sustentabilidade do ambiente construído ou como estratégia de conforto. Vale ressaltar que quando projetados adequadamente, possibilitam comunicação visual entre espaços internos em diferentes pavimentos, ventilação natural em todos os ambientes e ainda funcionam como elemento de transição climática.

Esses tópicos contribuem para uma maior produtividade em ambientes de trabalho a partir do bom desempenho e conforto térmico para os usuários, além de promover a

redução do consumo energético por compreender quando e quanto será necessário fazer uso de métodos artificiais de iluminação, resfriamento ou aquecimento interno. Diante disso, destaca-se a importância de se ressaltar estratégias já conhecidas, mas não utilizadas de forma adequada, visando uma redução de consumo energético e justificando tomadas de decisão de projeto, tanto para profissionais quanto para estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais concreto.

OBJETIVO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o potencial dos átrios e varandas como elementos estratégicos de mediação climática e concepção volumétrica no projeto de edifícios altos comerciais a partir das demandas climáticas do contexto urbano em que estão inseridos, oferecendo diretrizes projetuais para a sua utilização.

Além disso, tem como objetivo secundário fazer uma reflexão crítica acerca dos atuais processos de projeto de edifícios em altura em climas tropicais e oferecer um arquivo base com tópicos de análise relevantes para observar durante a utilização de ferramentas digitais integradas ao processo de geração da forma.

MÉTODO

A metodologia da pesquisa foi dividida em 4 etapas:

1. Revisão bibliográfica acerca do tema edifícios em altura, desempenho ambiental e consumo energético.

2. Levantamento de edifícios altos representativos, tanto nacionais quanto internacionais, que utilizem varandas e átrios como estratégia de projeto para mediação climática e seus ganhos após o uso adequado destes elementos.

3. Levantamento de ferramentas digitais que, quando integradas ao processo de geração de forma, possam oferecer estudos analíticos comparativos dos impactos significativos de modelo com e sem o uso destas estratégias.

4. Criação do manual visual rápido de possibilidades existentes de disposição e um arquivo base de análise para simulação.

REVISÃO SISTEMÁTICA ACERCA DO TEMA

Na etapa de revisão sistemática a compreensão do tema foi buscada através de bibliotecas universitárias, repositórios, livros e artigos científicos, com objetivo de compreender a problemática através da integração dos temas edifícios em altura, desempenho ambiental e consumo energético.

LEVANTAMENTO DE EDIFÍCIOS ALTOS REPRESENTATIVOS

Para o levantamento de edifícios altos representativos foram buscados edifícios que, no contexto brasileiro foram considerados adequados para a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e no contexto internacional foi observado o levantamento feito na dissertação de UMAKOSHI [2], sintetizando um total de 4 edifícios, sendo dois desses aplicados no arquivo base de análise.

LEVANTAMENTO DE FERRAMENTAS DIGITAIS

A presente pesquisa não teve pretensão de simular os modelos levantados, e sim de fomentar a discussão acerca do tema e além de buscar uma reflexão sobre os atuais processos de projeto. Foram analisadas ferramentas digitais que podem contribuir para o processo de concepção da forma adequada ao seu contexto urbano, validando o uso de estratégias de mediação climática como átrios e varandas. O estudo mais aprofundado se deu no LadyBug e ClimateStudio, ambos associados ao programa Rhinoceros e seu plugin Grasshopper.

CRIAÇÃO DE MANUAL VISUAL E ARQUIVO BASE DE ANÁLISE

A fim de ampliar e simplificar o acesso ao conhecimento acerca do tema, foram sintetizadas a partir de pesquisas bibliográficas algumas possíveis disposições de átrios e varandas combinadas com o átrio de forma ilustrada. Além disso, foi possível levantar tópicos de análise relevantes no processo de concepção de forma com auxílio de ferramentas digitais, disponibilizados em formato de tabela que pode ser utilizada como arquivo base de análise.

ESTRATÉGIAS PROJETUAIS

Há diversos tópicos a serem considerados em projeto de edifícios em altura, a começar pelas complexidades para implementação de práticas sustentáveis, estratégias utilizadas em andares inferiores podem não ter o mesmo desempenho em andares mais altos por exemplo, ou soluções para qualificar a permeabilidade visual podem resultar em excesso de incidência solar no espaço interno. Isso se dá pelo ambiente urbano possuir condicionantes que farão com que os ambientes respondam de maneiras distintas, estudos apresentados por Balter [3] demonstram que o clima em torno de uma abertura abaixo da copa de uma árvore se distingue da que se localiza acima dela. Um processo de geração de forma com instrumentos de análise que definam o comportamento de cada pavimento de um edifício em altura resulta na possibilidade de um projeto que responda às condicionantes do entorno.

ÁTRIOS E VARANDAS

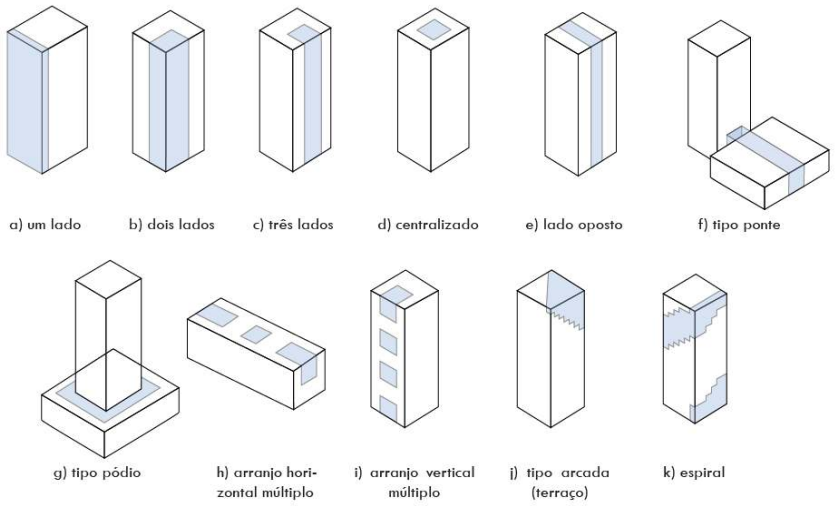
As fachadas são um dos fatores principais relacionados ao conforto nos espaços internos, associadas a forma, estão nas etapas iniciais do projeto e devem ser consideradas com estratégias que evitem excessos de calor e prejudiquem a qualidade energética do edifício. Como exemplos de estratégia: átrios e varandas, estes são elementos que afetam diretamente a resposta do edifício às condicionantes em que

está exposto, estratégias passivas, onde a forma da edificação, disposição das aberturas e o desempenho térmico dos materiais influenciam. A combinação destas estratégias com outros elementos de projeto pode resultar em zonas de transição e mediação climática por estabelecer maior comunicação entre o ambiente externo e interno e melhor reação às variáveis de ocupação dos edifícios.

O design do átrio é um resultado dependente das características climáticas do entorno, os parâmetros de análise gerados com a implementação do átrio auxiliam em uma maior compreensão do impacto do projeto, como relação de ganho-perda de calor, movimentos do ar, relação com os espaços adjacentes, entrada de luz natural, entre outros dados que contribuem na otimização do desempenho térmico do edifício.

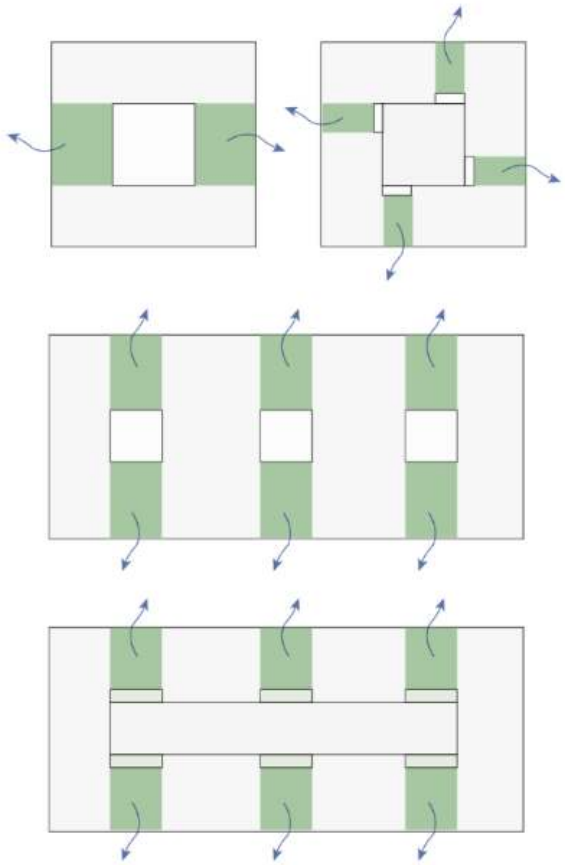
Ayçam e Arslantaş[4] apresentam diferentes configurações de átrios e a eficiência energética que desempenham em relação a zonas climáticas e alturas diversas, como o elemento pode se tornar um sistema de resfriamento, ventilação, iluminação ou até mesmo de energia renovável quando controlado adequadamente. Como ilustrado na figura 3, foi realizada uma síntese de possibilidade de disposições de átrios, estas que podem variar de acordo com o clima, entorno, orientação ou quaisquer outras variáveis, já na figura 4, a combinação de algumas destas disposições com varandas, o que permite a criação de pavimentos de entrada e saída de ar.

Figura 3. Disposição de átrios



Fonte: Autoral, adaptado de Atrya Systems [4].

Figura 4. Disposição de átrios unidos a varandas como pavimentos de entrada e saída de ar



Fonte: Autoral, adaptado de Cotta [5].

Estes exemplos auxiliam na compreensão de que átrios e varandas são além de dois elementos físicos de mediação climática, mas soluções que permitem certa flexibilidade de não serem resultado de uma dependência de alta tecnologia, mas de estudo de forma, de uma cultura de projetar que, alinhada à tecnologia, consegue alcançar níveis de desempenho não apenas na esfera ambiental, mas também na social, pela real apropriação do espaço.

O DESEMPENHO DOS ÁTRIOS E VARANDAS COMO ESTRATÉGIAS DE MEDIAÇÃO CLIMÁTICA

Aquecimento

Em períodos frios a partir do átrio é possível viabilizar o aquecimento passivo, onde a luz solar recebida pode ser armazenada como massa térmica e proteger os ambientes internos, reduzindo perdas de calor. Junto as varandas, podem ser utilizadas estratégias de sombreamento para evitar excessos de ganhos de calor, obstruindo a passagem direta da luz a partir de seus avanços horizontais ou das superfícies envidraçadas quando fechadas, voltando a atenção para que a radiação solar recebida não seja excessiva.

Resfriamento

Em casos de resfriamento é importante fazer boa utilização dos recursos naturais junto a sistemas de resfriamento passivos que potencializem o uso do átrio. Quando atrelado às varandas é possível criar pavimentos de entrada e saída de ar (figura 4)

para permitir que o ar externo chegue até os vazios em caso de átrios posicionados no interior da planta, a junção destes pode criar um efeito chaminé que retarde o aquecimento por massa térmica.

Ventilação

O estudo do local de implantação é fundamental para o aproveitamento de uma ventilação favorável no edifício, além de compreender seu futuro uso, a fim de projetar de forma a evitar consumos excessivos de energia. Além disso, átrios projetados ao longo de um edifício alto, como o átrio de tipo i (figura 3) podem prejudicar elementos de entrada e saída de ar dependendo da localidade, sendo assim, é necessário voltar a atenção para não criar fluxos de ar indesejáveis. As varandas neste caso podem auxiliar no controle da ventilação que acessa os ambientes internos e excesso de umidade.

Iluminação

O tamanho do átrio é o principal responsável para permitir que a luz solar incidente atinja os ambientes internos e andares inferiores de forma satisfatória. A entrada de luz solar excessiva, podendo gerar desconforto térmico, pode ser controlada com as varandas nas etapas de concepção da forma.

Como apresentado por Umakoshi [6], avaliações de desempenho ambiental realizadas durante a fase de projeto, no caso do edifício Commerzbank que utiliza átrios integrados a terraços como estratégia, demonstraram que as zonas internas de escritórios voltados para os átrios apresentam menor demanda anual por aquecimento e arrefecimento, além de melhores condições para ventilação natural, pelo cenário microclimático resultante no interior dos ambientes protegidos pelo fechamento dos terraços, além de oferecer uma expressão arquitetônica distinta ao edifício.

Um desenho passivo traz novos conceitos de adaptação ambiental, com oportunidades de que os ocupantes possam também encontrar suas próprias condições de conforto em um espaço onde os ambientes foram potencializados em função do clima através de um estudo consciente da forma possuam comunicação [7].

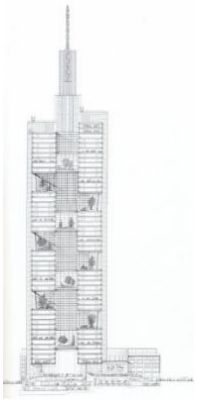
FERRAMENTAS DIGITAIS INTEGRADAS À CONCEPÇÃO VOLUMÉTRICA

TEMPLATE DE ANÁLISE

Como parte do processo de projeto, foram estudadas duas ferramentas digitais associadas ao programa Rhinoceros e seu plugin Grasshopper: LadyBug e ClimateStudio. A partir dos estudos-teste foi observado como o auxílio de ferramentas digitais para validar os impactos que estratégias de mediação climática como estas possuem caráter decisivo nas escolhas, análises de contexto urbano e maior controle de gastos e consequências futuras. Foram selecionados dois edifícios comerciais internacionais representativos que, mesmo de climas que diferem das condições do objeto de estudo aqui apresentado, tiveram foco em desempenho ambiental no processo de projeto e fizeram uso de estratégias passivas para garantir a eficiência

energética do edifício desde as etapas iniciais, o principal debate do trabalho. Não é objetivo da presente pesquisa simular os modelos citados, mas como tópico de discussão e reflexão é proposto um template de análise com os parâmetros de performance dos átrios e varandas comentados anteriormente e que podem ser aplicados nos estudos de projeto de edifícios altos comerciais em clima tropical, apresentados nos quadros 1 e 2 a seguir:

Quadro 1: Edifício Commerzbank HQ – Foster + Partners

Local e Clima: Frankfurt, Alemanha / Cfb - Temperado	**Direção Predominante dos Ventos:** Sudoeste
Forma	**Figura 5. Commerzbank**  Fonte: Foster and Partners[8]
Tipo do Átrio	Central
Aquecimento	Superfícies envidraçadas duplas proporcionam ganho de calor e reduzem a perda de calor no frio
Resfriamento	Efeito chaminé a partir das aberturas inferiores e superiores de cada seção
Ventilação	Recebe ventilação da fachada externa pelas aberturas e interna pelo átrio. Superfícies envidraçadas duplas, protegendo contra correntes de vento.
Iluminação	Arranjo espacial dos espaços internos
Operação	Estação climática na cobertura, informando o usuário quando pode ser feito o uso das aberturas ou não e travando estas automaticamente quando necessário

Fonte: Autoral.

Quadro 2: Edifício Harbin Twin Towers – Spatial Practice

Local e Clima: Harbin, China / Dwa - Continental Úmido	**Direção Predominante dos Ventos:** Sul
Forma	**Figura 6. Harbin Twin Towers**  Fonte: Spatial Practice, [9]
Tipo do Átrio	Dois lados

Aquecimento	Posicionamento do átrio fornece ganho passivo de calor
Resfriamento	Posicionamento do átrio fornece resfriamento passivo
Ventilação	Os jardins internos voltados para o átrio criam um microclima em resposta às condições climáticas extremas da cidade
Iluminação	Fornecida em todo o edifício pelas aberturas superior e inferior no lado sul e norte, atingindo tanto o nascer do sol quanto o pôr do sol
Operação	-

Fonte: Autoral.

Se apresenta então uma necessidade de renovar hábitos de projeto em edificações sustentáveis, o aumento do acesso a conhecimento em ferramentas tecnológicas que auxiliem esse processo pode influenciar positivamente na qualidade dos resultados, principalmente pelo maior controle destes e estudo abrangente do contexto urbano de trabalho e suas condicionantes, diminuindo futuros custos de operação do edifício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi discutido e apresentado, é possível observar que o adequado estudo das condicionantes ambientais e necessidades do contexto em que o edifício será inserido desempenham um papel fundamental na demanda energética futura, qualidade e controle dos espaços internos e responsabilidade climática. Em climas tropicais, a entrada de radiação solar dever ser controlada cuidadosamente a fim de evitar o superaquecimento e alto consumo energético para resfriamento dos ambientes. Nos edifícios brasileiros apresentados, nas figuras 1 e 2, apesar das certificações LEED, fazem pouco uso de sistemas de operação adequados e baixa exploração volumétrica em busca de estratégias passivas que melhor respondessem às condições climáticas de seus locais de implantação. O bom uso de ferramentas ao alcance e de avaliações atentas extraídas do ambiente natural podem reduzir gastos excessivos futuros e melhorar o conforto térmico dos usuários. Se faz então fundamental a abertura à discussão de observações críticas acerca dos fluxos de trabalho atuais desde os anos iniciais na academia até escritórios consolidados, auxiliando na formação de novas gerações de arquitetos e ampliando a visão de profissionais para novos conceitos de adaptação ambiental a partir do desenho, a primeira tecnologia de um arquiteto.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CnPQ pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] CORBELLA, Oscar e YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos.** Rio de Janeiro, 2009.

[2] UMAKOSHI, Erica. **Uma Visão Crítica do Edifício Alto sob a Ótica da Sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, 2008.

[3] BALTER, Julieta; ALCHAPAR, Noelia; CORREA, Erica; GANEM, Carolina. **Modelado urbano microclimático para la simulación termo-energética de viviendas en edificios en altura en Mendoza, Argentina. Integración del software ENVI-met y EnergyPlus**. Argentina, 2021.

[4] AYÇAM, Idil e ARSLANTAŞ, Ayşe Şeyma. **Energy efficient atrium design for different climate zones**. Universidade de Gazi: Turquia. 2021

[5] COTTA, João Pinto de Oliveira. **Estratégias de ventilação natural para edifícios de escritório em São Paulo com ênfase no desempenho dos átrios.** Dissertação de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, 2021.

[6] UMAKOSHI, Erica. **Avaliação de Desempenho Ambiental e Arquitetura Paramétrica Generativa para o Projeto do Edifício Alto.** Dissertação de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, 2014.

[7] PELLEGRINI, Juliana. ***A cultura do processo de projeto do edifício de alto desempenho em ambientes de trabalho:*** **As Práticas Contemporâneas nas Cidades de São Paulo e Londres, no Contexto de Descarbonização, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, 2022.

[8] Commerzbank Headquarters. Foster + Partners. Disponível em: https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters . Acessado em: 7 de agosto de 2023.

[9] Harbin Twin Towers. Spatial Practice. Disponível em: https://www.spatialpractice.com/work/harbin-twin-towers/ . Acessado em: 3 de setembro de 2023.