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

Fachadas responsivas de edificações em altura: análise do desempenho dos componentes da envoltória

Responsive facades of tall buildings: An analysis of the performance of the envelope components

Amanda Feitosa de Melo
Universidade de Brasília| Brasília | Brasil | amanda.feitosa@aluno.unb.br
Erica Mitie Umakoshi Kuniochi
Universidade de Brasília| Brasília | Brasil | eumakoshi@unb.br

Resumo

A presente pesquisa de iniciação científica objetivou demonstrar a importância do projeto de detalhamento dos componentes integrantes das fachadas dos edifícios em altura que visam alcançar o conforto térmico ambiental e a eficiência energética. Observa-se que estratégias que buscam o alto desempenho do edifício podem ser potencializadas através desse elemento dada a sua relevância na interferência no interior das construções e seu papel de mediação entre o ambiente externo e o interno do empreendimento. A metodologia da pesquisa consistiu na seleção e análise da envoltória de edifícios altos que fossem responsivas e que utilizassem componentes projetados para diminuir o uso de sistemas ativos nos ambientes internos. Foi realizada uma análise e uma tabulação dos dados encontrados. Como resultado da pesquisa, foi criado um site com dados dos projetos desses edifícios para fins de consulta e aprendizado tanto pelos estudantes de arquitetura como pelos profissionais de mercado.

Palavras-chave: Edifício alto. Sistemas construtivos de fachadas. Fachadas responsivas. Edifício sustentável. Componentes de fachadas.

Abstract

This undergraduate research aimed to demonstrate the importance of the detailed design of the components that make up the façades of tall buildings that aim to achieve environmental thermal comfort and energy efficiency. It is observed that strategies that seek high building performance can be enhanced through this element, given its relevance in interfering with the interior of buildings and its role as a mediator between the external and internal environments of the project. The research methodology consisted of selecting and analyzing the envelopes of tall buildings that were responsive and that used components designed to reduce the use of active systems in internal environments. An analysis and tabulation of the data found were performed. As a result of the research, a website was created with data on the projects of these buildings for consultation and learning purposes by both architecture students and market professionals.

Keywords: Tall building. Façade construction systems. Responsive façades. Sustainable building. Façade components.

Como citar:
MELO, A. F.; KUNIOCHI, E. M. U. Fachadas responsivas de edificações em altura: análise do desempenho dos componentes da envoltória. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

A evolução no projeto do edifício alto possui um período importante e determinante atribuído as fachadas que ocorreu no pós-guerra, onde houve a necessidade da industrialização da construção civil, a reconstrução das edificações da época e a utilização em massa de aparelhos de ar-condicionado. Essas tecnologias de ambientação artificial permitiram a criação de grandes espaços internos, isolando–os do ambiente externo [1]. Nesse ponto, observa-se que a fachada convencional de vidro selado possui, além de estética, a função de isolar o ambiente interno, ou seja, é uma envoltória que separa o interno do externo com pouco ou quase nada de interações.

O advento da crise econômica e da crise energética dos anos 70, trouxe à tona uma visão sustentável necessária para os edifícios em altura, visto que estes edifícios eram grandes consumidores de energia e possuíam alta emissão de CO2, estas novas soluções apresentadas agregaram valor ambiental e de mercado aos edifícios [1]. Um nome importante a ser considerado na contribuição da evolução das fachadas é o do arquiteto malaio, Ken Yeang, que se dedicou a pesquisar e testar utopias buscando soluções que traziam de volta a relação externo-envoltória-interno que existiam no começo do século 20, porém aplicando as novas tecnologias e até mesmo novas formas de projetar.

Pedro Santiago [2] faz um comparativo com o corpo humano e usa de metáforas para descrever um edifício alto ideal a partir do conceito de Edificação Inteligente, onde a pele, que ele denomina de Pele Inteligente, seria a fachada. Santiago a define da seguinte forma:

> *A pele inteligente incorpora a noção que o pano exterior do edifício não tem que ser inerte, mas pode alterar dinamicamente com o objetivo de reduzir as exigências energéticas do edifício. Versões primitivas deste tipo de edifícios preocupam-se com alterações obtidas manualmente.* [2, p.4]

Pensar o invólucro da edificação como uma pele permite entendê-la como um elemento formado por componentes sistêmicos responsáveis por manter um equilíbrio interno, onde tais componentes devem possuir um desenho sustentável capaz de funcionar de forma independente ou agrupada buscando o máximo desempenho para o conjunto.

Assim como na pele, os fatores externos serão capazes de moldar, neste caso, o desenho e necessidade do projeto da fachada. Da mesma maneira em que a pele será adaptada ao clima, microclima local e agentes culturais e regionais que a caracterizam, a fachada será responsável por responder as mesmas necessidades de seus usuários e expressar as características e soluções arquitetônicas regionais.

Essas aspirações são respostas as necessidades exigidas de uma edificação eficiente e a fachada possui um papel de destaque, visto que as soluções sendo passivas ou ativas é o principal meio para a busca de edifícios sustentáveis.

JUSTIFICATIVA

A fachada de uma edificação apresenta-se como o elemento de maior extensão e de maior impacto na expressão do edifício em altura, sendo esse um elemento importante de referência do projeto. Além disso é o componente que faz a mediação climática entre o ambiente interno e externo e é capaz de potencializar em si contribuições energéticas, econômicas e de conforto para os usuários do interior da construção, bem como para o meio em que está inserida. É um importante sistema da edificação que envolve questões relacionadas a estética e a adaptabilidade.

Outro fator relevante relacionado a importância desse elemento e definidor para o desenvolvimento do projeto é custo global da construção atribuídos a fachada, e mais importante, o capital à longo prazo que podem ser reduzidos. A envoltória da edificação pode ser responsável por cerca de 15% a 40% do custo total de um edifício dependendo de sua interferência no interior, e pode ser capaz de acumular cerca de 40% dos gastos energéticos durante sua vida útil [2]. Não obstante, uma fachada de caráter sustentável, como por exemplo a fachada ventilada, é capaz de reduzir a longo prazo cerca de 50% de gastos energéticos em relação as fachadas tradicionais [3]. Além disso, o custo operacional e de manutenção durante o ciclo de vida de um edifício alto pode acabar por superar em altos valores o custo de construção dependendo de fatores como: materiais utilizados e demanda de recursos.

A demanda por novas soluções que melhorem os fatores ambientais, energéticos, econômicos, buscando o alto desempenho da edificação, e a crescente massa vertical nas atuais cidades criam um cenário inevitável para a busca de soluções flexíveis que sejam responsivas as novas formas de projetar.

Atualmente, cerca de 55% da população mundial reside em centros urbanos, porém presume-se que até a década de 2050 quase 70% da população global viverá nesses espaços, aumentando assim as pressões sobre os ambientes construídos, áreas urbanas e rurais próximas [4]. A busca por mais espaço nos centros urbanos possui um foco maior em edificações já construídas que necessitam de atualizações sustentáveis por meio de métodos como o chamado Retrofit Verde, que dentre muitas definições, o Green Building Council (USGBC) explica que seria “qualquer tipo de atualização em um edifício existente, total ou parcialmente ocupado para melhorar o desempenho energético e ambiental, reduzir o uso de água e melhorar o conforto e a qualidade do espaço em termos de luz natural, qualidade do ar e ruído – tudo feito de uma forma que seja financeiramente benéfica para o proprietário”. Como exemplo temos a que ocorreu em um dos edifícios mais renomados de Nova Iorque: o Empire State Building de 1930. As adaptações aliadas ao compromisso com a sustentabilidade resultaram em uma economia de cerca de US$ 2,8 milhões em consumo de água e de energia no período de 2009 a 2014 para o edifício que hoje com 92 anos possui nível Gold na Certificação LEED.

Na fase de projeto, as decisões tomadas para os sistemas construtivos de vedação são responsáveis por agregar valor ao edifício, bem como atualizações na fachada para melhorar seu desempenho. Um processo de projeto qualificado que atenda às demandas atuais e que leve em consideração as especializações nos sistemas construtivos e componentes que complementam a fachada é fundamental para garantir edificações mais sustentáveis em termos de conforto, uso de recursos, níveis de emissão de carbono e impacto no local de inserção.

OBJETIVO

A presente pesquisa de iniciação científica tem como objetivo analisar os projetos de componentes de fachadas de edifícios altos que possuem estratégias que resultem em envoltórias responsivas, apontando seus efeitos no ambiente interno e externo sob o olhar da sustentabilidade e da eficiência energética.

METODOLOGIA

Revisão de Literatura

Na etapa de revisão da literatura buscou-se a compreensão do tema através de repositórios e bibliotecas universitárias, além de estudo dos projetos por meio dos escritórios responsáveis para se analisar os componentes. Nas principais fontes teóricas buscou-se a compreensão da importância e aplicabilidade do projeto sustentável dos componentes integrantes da envoltória da edificação e a análise desse sistema como um sistema inteligente e responsivo.

Coleta e catalogação

Para a coleta de dados foram selecionadas edificações em altura que possuem envoltórias com desenhos e/ou componentes diversos, que aplicam estratégias de melhor utilização de recursos naturais, eficiência energética e que proporcionem conforto térmico-ambiental aos usuários. As edificações selecionadas para esta análise foram de projetos que trataram a envoltória como um elemento formado por componentes sistêmicos responsáveis por manter o desempenho termo energético específico para cada região onde foram construídos.

Análise de dados

A revisão dos projetos busca apresentar a aplicabilidade dos componentes no contexto em que são inseridos e demonstrar os resultados obtidos no âmbito do conforto e da eficiência energética. Além disso, a pesquisa consiste em reunir as edificações e seus projetos de fachadas em um website a fim de que sirva de plataforma de pesquisa e acesso à informação.

Estudo de caso

Foram selecionados dois estudos de caso dentre os edifícios catalogados para aprofundamento da análise. Os critérios utilizados para seleção dos dois edifícios foram, principalmente, o desempenho térmico da envoltória, o ganho energético atribuído a eficiência das fachadas e o impacto no contexto urbano. Os edifícios apresentados são: o NBK Osaki Building, sede da Sony Corporation, que foi construído em 2011 em Tóquio (Japão) e apresenta um sistema eficiente de reaproveitamento de águas pluviais na fachada principal chamada de Bioskin. Esse sistema contribui para a redução da temperatura ambiente e do entorno imediato e, consequentemente, o consumo energético. O segundo é Torre Reforma, localizada na Cidade do México (México) e finalizada em 2016. O projeto dentre outros fatores, proporciona em cerca de 90% dos seus ambientes luz e ventilação natural durante a maior parte do ano, reduzindo seus gastos energéticos.

RESULTADOS

NBF Osaki Building

O NBF Osaki Building, comumente chamado de Sony City Osaki (Figura 1 e 2), é um edifício corporativo da Sony Corporation que possui 133 metros de altura distribuídos em 25 pavimentos. A edificação está localizada em Tóquio (Japão) e sua construção foi finalizada em 2011.

O projeto se destaca por apresentar uma inovação para aplicação em fachadas secundárias chamada de BioSkin. Tal inovação utiliza um sistema de resfriamento inspirado no uchimizu, uma antiga prática japonesa de borrifar água nas ruas, além de comportar um sistema de reutilização da água. Tal sistema foi capaz de reduzir a temperatura interna dos ambientes ao mesmo tempo em que baixou a temperatura de entorno imediato em 2°C, suprimindo o fenômeno da ilha de calor. Estima-se que sua eficiência energética alcance 35% comparado a edifícios tradicionais na mesma região. Dentre vários prêmios, o empreendimento recebeu o 10 Year Award 2021 Award of Excellence pela CTBUH Awards.

Figura 1 e 2: NBF Osaki Building, fachada principal (à esquerda) e vista da varanda de acesso á BioSkin (à direita).

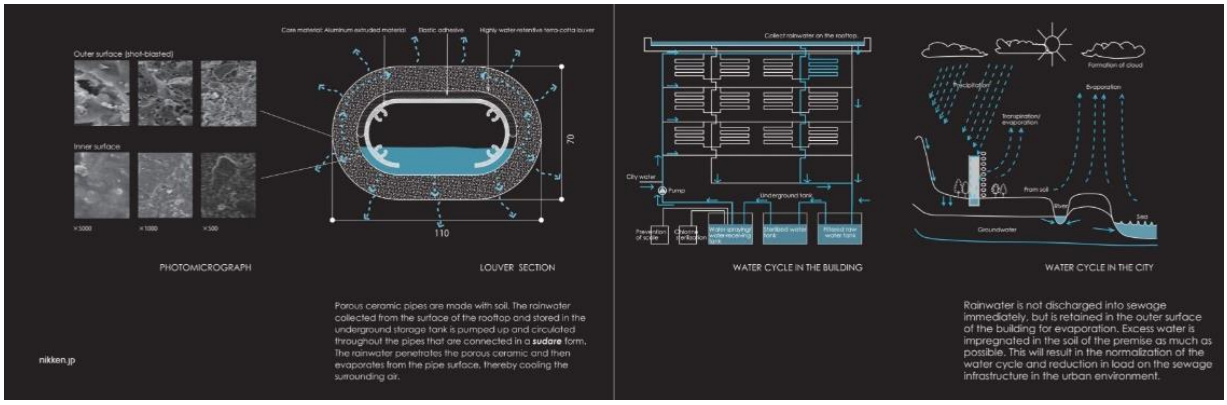


Fonte: [5]

O sistema utilizado na fachada da edificação trata-se de uma estrutura de tubos de cerâmica sem esmaltação, que utilizam da vaporização da água da chuva retida através da porosidade desses tubos para aumentar a carga de resfriamento interno do edifício. Essa estrutura compõe a fachada principal que foi projetada com um recuo da fachada interna, de contato direto com o usuário, formando varandas ao longo de toda a fachada como observado na figura 2.

Sua forma foi inspirada no sudare: telas ou esteiras japonesas tradicionais feitas de bambu. A água penetra e percorre os tubos porosos fluindo e evaporando, possibilitando o resfriamento do interior da edificação e amenizando também o calor áreas próximas (Figura 3). Outra parte da água acumulada é armazenada no subsolo para posteriormente através da energia elétrica obtida da luz solar ser extraída e reutilizada.

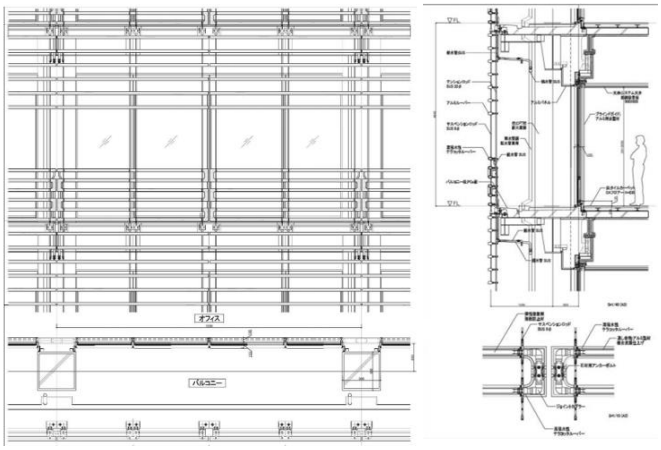
Figura 3: Detalhes técnicos e ilustrativos da Bioskin.



Fonte: [5]

A Bioskin é composta por tirantes que sustentam sua estrutura de tubos (Figuras 4 e 5). A incorporação do elemento responsivo na fachada torna-se praticamente imperceptível ao compor o conjunto. Esse sistema é possível devido ao desenho de detalhe de projeto que concebe a sustentabilidade e a eficiência energética incorporadas as necessidades do usuário e do local em que a edificação está inserida, fazendo com que o elemento não seja apenas uma adição, mas um componente sistêmico que funcione de forma independente e ao mesmo tempo em conjunto, a fim de cooperar para o maior desempenho da edificação.

Figura 4 e 5: Detalhes do desenho técnico da vista (à esquerda) e corte (à direita) da Bioskin.



Fonte: [5]

TORRE REFORMA

O projeto da Torre Reforma (Figuras 6 e 7) localizada na Cidade do México (México), foi concebido pelo arquiteto mexicano Benjamín Romano, fundador da LBR&A Arquitetos. Sua construção foi iniciada em 2008 e o edifício foi concluído em 2016, se tornando um marco na Cidade do México.

O empreendimento é marcado por sua forma volumétrica triangular que possui 246 metros e se assemelha a forma de um livro aberto. O edifício é composto por 57

pavimentos e abriga diversos usos que incluem instalações esportivas, espaços abertos, bares, restaurantes, jardins, auditórios e salas de reuniões.

Figura 6 e 7: Fachadas principais da Torre Reforma.



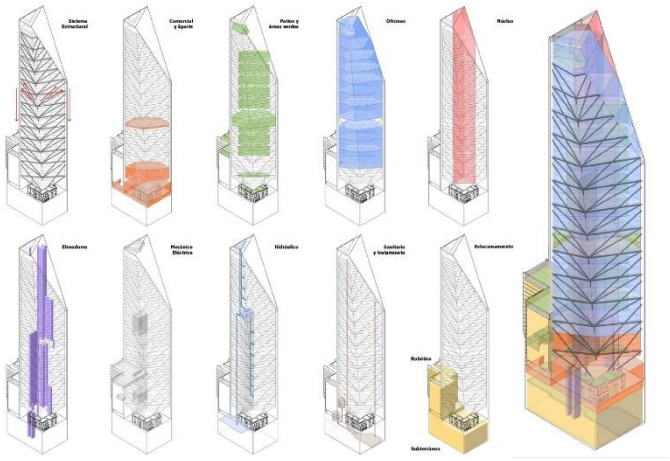
Fonte: [6]

O edifício pode ser analisado a partir de duas fachadas principais, onde uma é formada por duas paredes de concreto aparente com elementos vazados, que permitem a ventilação natural, e a outra fachada composta por uma pele dupla envidraçada, que destaca um pavimento aberto para o exterior, servindo também como mirante com vistas panorâmicas para o Bosque de Chapultepec.

É importante apontar que as paredes que compõe a envoltória do edifício também gerar a estruturação da torre e têm suas fundações a 60 metros abaixo do nível do térreo. A estruturação e a escolha dos materiais das fachadas desse edifício permitem o uso de espaços livres e versáteis sem pilares, assim como a redução do consumo de energia dentro da torre por reduzir o uso de sistemas ativos de iluminação e ventilação durante boa parte do ano.

A edificação conquistou a Certificação LEED Platinum pelo US Green Building Council. Dentre outros fatores, a envoltória do edifício tem uma grande contribuição para a certificação por conta de seu rendimento energético que garante uma redução de 24% em seus gastos de acordo com a ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineer). O desenho das fachadas promove grande parte da redução no consumo de energia da edificação, onde as paredes de concreto e a fachada dupla de vidro com caixilharia permite a iluminação natural em 90% dos espaços habitáveis (Figura 8), proporcionando aos usuários espaços internos com alto valor estético e conforto térmico, onde 94% das áreas regularmente ocupadas têm vista para o exterior e 79% das áreas regularmente ocupadas têm acesso à luz natural.

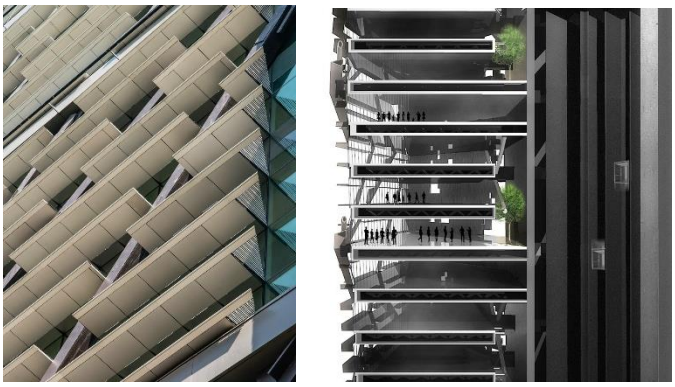
Figura 8: Diagramas da composição da torre.



Fonte: [6]

Além de apresentar fachada dupla, que promove a renovação do ar e a proteção de temperaturas altas características da região, foram implementadas placas na fachada principal dispostas horizontalmente, proporcionando o sombreamento em determinadas horas do dia (Figuras 9 e 10), o que permite a concentração das atividades dos usuários próximas as fachadas, em contato direto com o exterior.

Figura 9 e 10: Sombreamento horizontal da fachada (à esquerda) e corte esquemático (à direita).



Fonte: [6]

O projeto da fachada da Torre Reforma está atrelado diretamente com sua função e carrega em sua estética a sensibilidade de um desenho sustentável no qual se percebe o entorno, ou seja, utilizou-se os componentes da envoltória para cumprir sua função de suprir o conforto termo energético em mesma medida que compõe o conjunto estético da edificação.

WEBSITE – COMPONISYS

As informações disponíveis na internet sobre projetos de edificação em altura, em grande parte, possuem a tendência a apresentar as fachadas através de renders ou informações com viés estético, com pouco ou nenhuma informação técnica de projeto. É de suma importância que essas informações sejam fornecidas com fácil acesso para que profissionais possam criar novas perspectivas sobre o projeto de fachadas. Nesse

sentido, o website Componisys (Figura 12 e 13) tem o objetivo de reunir e detalhar as informações projetuais de fachadas de edifícios altos catalogados (Quadro 1) em diferentes localidades (Figura 11), considerando os critérios apresentados pela pesquisa. O site está disponível no link: < https://componysis.wordpress.com/>.

Quadro 1: Exemplos de edifícios selecionados para análise

Edifício	Localização	Ano	Autor	Componente
Bligh Street	Sydney, Austrália	2011	Architectus + Ingen hoven architects	Fachada dupla de vidro e átrio central que permite a ventilação e iluminação natural.
Torre Reforma	Cidade do México, México	2016	LBR&A	Fachada dupla de vidro com detalhamento de brises horizontais para sombreamento; outra fachada de concreto com elementos vazados permitindo iluminação e ventilação natural.
BBVA Bancomer Tower	Cidade do México, México	2016	Legorreta, Rogers Stirk Harbour + Partners	Pavimentos intermediários com pé direito duplo reservados à jardins abertos para o exterior; fachada dupla com detalhamento de sombreamento, sendo a primeira fachada com telas multiperfuradas permitindo passagem de luz e ventilação.
Commerzbank Hedquarters	Frankurt, Alemanha	1997	Foster+Partners	Fachada dupla com sistema de automatização inteligentes, átrio central e pavimentos jardins.
NBF Osaki Building	Tóquio, Japão	2011	Nikken Sikkei Ltd y Sony Facility Management Corporation	Bioskin: fachadas com sistema de reaproveitamento de águas pluviais para evaporação e resfriamento de ambientes e entorno imediato.

Fonte: o autor.

Figura 11: Mapa representando as regiões de implantação dos edifícios.



Fonte: o autor.

Figura 12 e 13: Interface principal do website (à esquerda) e exemplo de postagem na web (à direita).





Fonte: [7]

CONCLUSÃO

O edifício alto caracteriza-se como um agente contribuidor para o aquecimento urbano, agravando as mudanças climáticas decorrente do aumento da emissão de CO_2 e formação de ilhas de calor nos grandes centros urbanos.

A pesquisa destaca que repensar a forma de projetar fachadas pode contribuir para o melhor desenvolvimento das cidades, principalmente em ambientes urbanos densamente construídos. O projeto da envoltória se mostra um viés com grande potencial para ser um caminho ao melhoramento dos ambientes urbanos, pois trata-se do elemento que possui contato direto com o exterior e o usuário, além de possuir dimensão suficiente para impactar positivamente o contexto imediato da construção. Dessa forma, é importante agregar a este elemento componentes que sejam capazes de contribuir energeticamente para o edifício e a para o conforto do usuário. Projetar uma fachada inteligente é pensar sobretudo no usuário, pois trata-se do elemento do qual a

forma e componentes integrantes tem o papel de controle sobre a luz, temperatura, som, ventilação e qualidade do ar interno.

Os estudos de caso apresentados demonstram que o projeto eficiente para as fachadas não visa apenas a redução dos custos, mas principalmente o desempenho térmico interno que será promovido através de soluções decorrentes das necessidades do local de inserção de cada edificação. Sabe-se que os edifícios selecionados e catalogados são apenas uma pequena mostra de todo o universo de edifícios em altura. Mais pesquisas são necessárias para a continuidade e a alimentação do banco de dados para que os estudantes de arquitetura e os profissionais da área possam ter em mãos informações suficientes para o projeto de edifícios altos de melhor desempenho ambiental.

Assim, pode-se concluir que pensar na sustentabilidade do edifício alto é pensar sobre o futuro das cidades em termos de conforto ambiental e nas alternativas de economia de recursos naturais e aproveitamento de fontes renováveis para fins energéticos.

REFERÊNCIAS

[1] UMAKOSHI, Erika. **Uma Visão Crítica do Edifício Alto sob a Ótica da Sustentabilidade.** Dissertação (Mestrado.em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, 2008.

[2] SANTIAGO, Pedro. **Fachadas Inteligentes e Bioclimática - Metáfora organica**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia 4. Porto. ISSN 1646-0499.4, 38-47, 2007.

[3] MACIEL, Cristina Hinckel; WARMLING, Ana Clara Dal Bosco. **Fachada ventilada: um comparativo sobre seu desempenho perante o sistema convencional de construção de fachadas.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade do Sul de Santa Catarina, 2019.

[4] NEARY, Jonh; GLASSMAN, Elliot. Place-Based Sustainability, Research and design extending Pathways for ecological stewardship. **Chapter 7: The new localism in design: considering climate, codes and context in façades design strategies for achieving a net-zero commercial building in New York City**. Cambridge Scholars Publishing, 2023.p.160- 189.

[5] NBF Osaki Building. Disponível em: https://www.nikken.co.jp/en/projects/office/nbf_osaki_building.html. Acesso em: 02 fevereiro de 2023.

[6] Torre Reforma. Disponível em: https://www.lbrarquitectos.com/portfolio/torre-reforma/ Acesso em: 15 de janeiro de 2023.

[7] Componysis. Dispovível em: https://componysis.wordpress.com/. Acesso em: 27 de maio de 2024.