

Análise nas fachadas cinética e dinâmica: um estudo de design sobre técnicas e modelos conceituais

Kinetic and dynamic facades analysis: a design study on techniques and conceptual models

FERREIRA, Hilma de Oliveira Santos; Doutoranda em Design; Universidade Federal de Pernambuco; hilma.santos@ufpe.br

ARRUDA, Amilton; Professor Associado PPG-Design; Universidade Federal de Pernambuco

amilton.arruda@ufpe.br

ANDRADE, Max; Professor Associado do Dep. Expressão Gráfica e MDU; Universidade

Federal de Pernambuco;

max.andrade@ufpe.br

Durante as últimas décadas, algumas tipologias arquitetônicas de fachadas aderiram a uma nova tecnologia, onde apresenta uma idealização apoiada no uso de método evolutivo de geração da forma. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar de que modo os profissionais das áreas de design, arquitetura, engenharias e empresários consideram as fachadas cinética e dinâmica como um recurso que proporciona sustentabilidade, economicidade e eficiência produtiva. Desta forma, os métodos de Entrevistas em Profundidade (EPs) e *focus group* são abordagens para coleta de dados; e a revisão bibliográfica para apresentar definições e princípios nas técnicas conceituais. Para codificar os resultados, espera-se que a pesquisa em desenvolvimento possa responder aos objetivos traçados e, assim, favorecer a análise real sobre a aplicação de princípios biomiméticos nas faces exteriores envidraçadas que delimita pontos cruciais ao design criativo.

Palavras-chave: fachadas inteligentes; sistema cinético e dinâmico; design e criatividade.

During the last decades, some architectural typologies of facades have adhered to a new technology, where it presents an idealization supported by the use of evolutionary method of generating the form. In this sense, the present article, has the objective of analyzing how professionals in the areas of design, architecture, engineering and entrepreneurs consider kinetic and dynamic facades as a resource that provides sustainability, economy and productive efficiency. Thus, the methods of In-Depth Interviews (EPs) and focus group are approach for data collection; and the literature review to present definitions and principles in the conceptual techniques. To codify the results, it is expected that the research under development can respond to the outlined objectives and thus favor the actual analysis on the application of biomimetic principles in exterior glazed faces that delimits crucial points to creative design.

Keywords: intelligent facades; kinetic and dynamic system; design and creativity

1 Introdução

A complexibilidade da arquitetura e do design de produtos de fachadas vem aumentando e possui suas peculiaridades devido às características de cada local. Esse novo projeto informacional e conceitual de construção gerou uma revolução de conhecimento técnico em soluções alternativas e na criatividade de um projetista ou equipe de projeto.

Esse processo criativo demonstra métodos e ferramentas que permitem ao design gerar soluções úteis e inovadoras. Em razão da evolução constante das fachadas envidraçadas ao longo dos últimos anos, novas técnicas se expandiram para os edifícios das cidades brasileiras, e vem cada vez mais diversificadas em termos de sistemas construtivos (CARDOSO, 2019).

Com a mudança de paradigma que coincide com os avanços da construção e da sustentabilidade, pesquisas foram conduzidas para discutir novas formas de projetos inspirados nos conceitos sustentáveis com validação e intensificação do uso da tecnologia responsiva de padrão cinético e dinâmico inteligente, com o propósito de adaptação climática. Ou seja, com controle ou aproveitamento de fontes de energia natural, que possuem a capacidade de sentir e agir em função da resposta aos requisitos de desempenho e condições do entorno variável, visando uma abordagem para resolver questões de design e arquitetura (LOONEN et. al, 2013).

De acordo com Pinto et al. (2015), devido ao clima tropical do Brasil, é sugerível a necessidade de desenvolvimento de proteções para fachadas como otimização do conforto térmico e luminoso dentro do ambiente construído. Uma das recomendações sugeridas para essa aplicação da sustentabilidade seria a utilização da energia solar através das¹fachadas cinéticas, onde diminuiria o consumo de energia elétrica, refrigeração e iluminação artificial (PINTO et al., 2015).

Pesquisas, atualmente, estão sendo exploradas por arquitetos, engenheiros e designers para melhorar a performance que envolve a aplicação de um recorrente sistema de automação, com o objetivo de gerar edifícios que respondam aos diferentes estímulos ambientais. Estudos indicam que a criatividade do design encontra soluções de projetos e buscam contribuições relevantes no processo de desenvolvimento do produto (ACHTEN, 2014).

De acordo com Achten (2014), as edificações com sistemas inovadores podem ser definidas como uma função que reage de forma inteligente nas condições de ambientes internos e externos.

Considerando a contemporaneidade dos edifícios, tecnologias para condições ambientais externas vêm sendo aplicadas de forma crescente em várias partes do mundo estabelecendo uma reflexão sobre a capacidade de se adaptar e responder ao ambiente e ao clima do lugar.

Com o desconforto visual proveniente dos contrastes luminosos, foram desenvolvidas soluções de projetos e materiais de anteparos para controle das condições térmicas e luminosas implantadas no país. Na arquitetura brasileira, dois elementos foram concebidos para ajudar tanto na incidência de luz quanto na ventilação natural das fachadas envidraçadas. Esses elementos – como o² cobogó e o³ brise soleil (figura 1) – deram impulso para os arquitetos Lúcio Costa e Oscar Niemeyer introduzirem no ano de 1936 uma técnica inovadora

¹ Fachadas arquitetônicas que mudam dinamicamente, transformando edifícios de monólitos estáticos em superfícies sempre em movimento.

² Tijolo perfurado ou elemento vazado, utilizado na construção de paredes ou fachadas perfuradas.

³ Conhecido como quebra-sol, tem como função sombreamento nas fachadas.

móvel de operação independente, permitindo diferentes orientações que muda conforme a direção da fachada, isto é, controla minimizando a radiação solar e a temperatura interna (BARNUEVO, 2017).

Figura 1 – Fachadas em cobogós e brises soleil, 2015.



Fonte: BARROS (2018)

A técnica dessas fachadas com brises, funciona graças a lâminas fora da edificação, paralelas entre si, onde fazem parte da identidade arquitetônica e com design diversificados e posições diferentes.

Características ambientais e climáticas são parâmetros que variam de acordo com determinado local. Na arquitetura convencional, edifícios com fachadas estáticas e elementos mecânicos dinâmicos ajudam a melhorar as condições de conforto ao ambiente interno. (BARNUEVO, 2017)

Nesta perspectiva, a inovação das fachadas cinéticas, deve ser um catalisador que proporcione um salto significativo de ideias com implantação de sistemas nas ⁴envoltórias tradicionais, constituídas de paredes executadas em blocos ou tijolos, revestidas em argamassa, e possa ser em outros materiais pré-fabricados como painéis de concreto, placas cimentícias, placas de vidros, painéis de ACM (Aluminum Composite Material) ou de cerâmica, adaptando-as às tecnologias através do conceito projetual.

Sendo assim, diante dessas considerações, a pesquisa tem a hipótese de que uma fachada cinética dinâmica autônoma venha a melhorar funcionalidade técnica, custo e construtibilidade nos modelos conceituais em função da proteção solar, inserindo a prática de projetos e os avanços científicos em harmonia com o meio ambiente.

Portanto, o avanço das tecnologias procura trazer desafios e novos olhares focados na manutenibilidade e impacto da melhoria ambiental dos edifícios, visando contribuir para novos princípios, formas, processos e estruturas sobre o ambiente natural. Em contra partida, o pensamento biomimético vem permitindo o desenvolvimento de estudos e pesquisas projetuais que surgem como técnicas avançadas em soluções complexas em diversas áreas como na engenharia, na arquitetura e no design, buscando aprender com a natureza e entender suas estratégias para utilizar conhecimento em diferentes domínios da ciência.

Diante do motivo exposto, é justificada a importância do estudo em função da necessidade de expandir conhecimentos mais aprofundados de forma prática nas soluções técnicas dos avanços científicos tecnológicos de fachadas padrões disponíveis na arquitetura contemporânea. Entretanto, a contribuição para o campo do design em harmonia com a ⁵biomimética poderá proporcionar discussões em torno da implantação de tecnologias emergentes nas envoltórias das edificações (BARROS, 2019).

⁴ Função de uma edificação que trata de um conjunto formado pelas fachadas e pela cobertura de um edifício.

⁵ Ciência que busca praticar e estudar métodos e modelos em função presentes da natureza.

Desse modo, o objetivo principal do artigo propõe analisar de que modo os profissionais das áreas de design, arquitetura, engenharias e empresários, consideram as fachadas inteligentes como um recurso que proporciona sustentabilidade, economicidade e produtividade para uma nova implementação de um sistema com modelo conceitual padrão de características cinética e dinâmica. Neste documento foram elaboradas quatro etapas como objetivos específicos: Investigar os modelos conceituais térmicos e luminosos para controle nas fachadas; Documentar estudos teóricos sobre os sistemas cinéticos e dinâmicos; Mapear técnicas operacionais que permitam analisar processos sobre fachadas cinéticas e dinâmicas em contexto real nas empresas; e verificar a implementação dentro da área do design a possíveis aplicações de soluções e técnicas inspiradas na Biomimética.

Dentro desse contexto, como a pesquisa está ainda em fase de desenvolvimento, a estratégia do estudo foi o primeiro passo para uma definição maior da tese de doutorado e mostrar os resultados que pode avançar ao longo do processo, permitido demonstrar que o design criativo poderá auxiliar no sistema de novos conceitos teóricos somando a áreas de conhecimento científico na arquitetura e na sustentabilidade.

2 Estudo da pesquisa e procedimentos metodológicos

Como procedimento metodológico para a realização deste estudo, a pesquisa exploratória tem como objetivo mapear – na região do nordeste – técnicas que permitam a análise de processos sobre fachadas cinéticas e dinâmicas em contexto real nas empresas de envoltória de vidro.

Nesta pesquisa adotamos como natureza teórica duas estratégias, levantamentos bibliográficos e estudo de caso, respondendo às questões e à hipótese apresentada na introdução.

Tem como metodologia desenvolver os principais temas envolvidos de forma experimental com abordagem no problema e objetivos, caracterizando uma pesquisa de ação em entrevistas, artigos científicos e fontes de livros. Segundo Fonseca (2002), essas pesquisas se caracterizam na ciência como uma forma particular de conhecer o mundo. Entretanto, deseja fornecer um conhecimento provisório, que facilite a interação, possibilitando previsões confiáveis sobre acontecimentos futuros e indicar mecanismos de controle que possibilitem uma intervenção sobre eles (FONSECA, 2002).

Entretanto, o estudo de caso é classificado como exploratório. Segundo Ellram (1996), essa metodologia vem ganhando atenção crescente: o interesse pelos métodos empíricos vem aumentando devido à necessidade de incorporar dados reais às pesquisas e, com isto, obter resultados mais efetivos. Além disso, o estudo de caso também atribui possibilidades de realizar uma análise de fatos ocorridos, é útil para investigar em casos similares no intuito de prever repetibilidade das ocorrências.

Para Yin (2009), esse tipo de estudo procura responder questões do tipo “como” e “por que”, objetiva explicar e demonstrar fatos com características holísticas e significativas. Importante é buscar casos que representem de fato o fenômeno e estruturar o estudo para atingir os objetivos pretendidos. A análise e a combinação dos dados obtidos das diversas fontes, sobretudo as decorrentes do viés dos informantes, produz resultados mais estáveis e confiáveis (YIN, 2009).

Dentre os diversos instrumentos de pesquisa utilizados, a entrevista é um dos mais importantes. Isto porque, além de estar direcionada aos objetivos específicos, produz o aprofundamento e a riqueza das informações que se espera da metodologia. Além disso, segundo Lakatos e Marconi (2010), falam que o objetivo da pesquisa depende daquilo que se

propôs alcançar, deve ser previamente estabelecido e relacionado com determinada ciência ou ramo de estudo.

Pela complexibilidade, a área do design, em geral, requer análises metodológicas que ampliam conhecimentos pelos limites e desafios envolvidos no processo de investigação, considerando o método de produção teórico-prático como uma estratégia de abordagem do problema (MARTIN e HANINGTON, 2012).

Com base nessa lógica de pensar e intervir no design emergem procedimentos metodológicos para aplicação das pesquisas qualitativas, utilizamos duas abordagens de forma virtual: a primeira destina-se a Entrevista em Profundidade (Eps), técnica que permite explorar um ou mais temas com maior profundidade, aplicada em um público-alvo mais específico na intenção de ver o sentimento e percepções de cada um, para assim confrontar em relatórios posteriores. Como segunda estratégia, utilizamos o método *focus group*, que consiste em discussões realizadas em grupos, perfis pré-definidos, direcionado a apresentar conceitos/produtos com objetivo de trazer pontos-chaves entre os envolvidos, coletar opiniões e críticas relacionadas ao tema. Com foco na evolução da metodologia aplicada, inserimos o uso de elicição visual *autodring*, assim chamado cientificamente nas pesquisas acadêmicas em foto-elicição, que vem sendo aplicada com o objetivo de explorar técnicas que ofereçam maior compreensão nas imagens dos fenômenos e perspectivas dos participantes.

Sobretudo, tais desafios implicam, ao final do processo da pesquisa, procurar responder às perguntas complexas de forma mais eficaz e eficiente.

Como possibilidade para atender a metodologia qualitativa estratégica, sistematizamos etapas sequenciais, articuladas em movimentos circulares interativos e dinamizadores do processo (Figura 2).

Figura 2 – Pesquisa estratégica sistêmica



Fonte: Adaptado pelos Autores 2022.

3 Metodologia

Os métodos aplicados para pesquisa inicial tiveram uma contribuição satisfatória, onde participantes multidisciplinares como arquitetos, designers, engenheiros e construtores de

fachadas, foram bastante participativos e tiveram um grande interesse no tópico abordado. Por ser um tema desconhecido por muitos, a evolução da coleta de dados deu-se pelo *Google Forms* (<https://docs.google.com/forms/d/1R9nPquxEc9LsvhUtAkZepuX6933pKkSzsZD8FRhgxQ/edit#responses>), que apesar de ser uma plataforma virtual, foi uma alternativa viável para sanar as necessidades e confrontar com os objetivos propostos. As perguntas elaboradas contêm respostas com múltipla escolha, textos curtos para esclarecer suas alternativas e tirar dúvidas sobre o tema, conforme será mostrado no Quadro 2 na seção dos resultados.

A coleta de dados contou com a participação de 35 integrantes, sendo eles arquitetos, engenheiros, designer e empresários. A escolha da amostra se deu pelo processo de conveniência.

Depois de realizado este estudo de caso, no sentido de aprofundar-se ainda mais no contexto das fachadas cinéticas e dinâmicas optou-se por proceder com a metodologia *focus group*, que pode ser aplicada em qualquer fase da investigação, podendo ser combinada com outras técnicas, segundo Sá, Costa e Moreira (2022) poderá ser explorada como abordagem que permite investigar mais sobre o assunto, recolher dados para desenvolver ou propor plano de ação. Na tentativa de implementar esse método, foi selecionado um grupo de especialistas e empresários que atuam em tal segmento.

O planejamento do *focus group* constituiu-se de um roteiro para operacionalização conforme o objetivo do estudo. Houve participação de um pequeno grupo, formado por oito integrantes com experiência do modelo conceitual, dos quais: dois arquitetos, dois engenheiros, dois empresários e dois designers (Quadro 1).

Quadro 1 – Integrantes da Metodologia *Focus Group*

EMPRESA A	EMPRESA B	ARQUITETA A	ARQUITETO B
Empresário	Empresário	Doutoranda em Design	Arquiteto e Urbanista
Pórtico Esquadrias	WX Esquadrias	UFPE	
Gênero: Masculino	Gênero: Masculino	Gênero: Feminino	Gênero: Masculino
‘Reside no Brasil - PE	Reside no Brasil – JP	Reside no Brasil - JP	Reside no Brasil - PE
ENGENHEIRO A	ENGENHEIRA B	DESIGNER A	DESIGNER B
Doutor em Engenharia Mecânica - USP	Mestre em Engenharia de Produção - UNIBRA	Mestranda em Design PUC-Rio	Doutoranda em Arquitetura - UFPB
Gênero: Masculino	Gênero: Feminino	Gênero: Feminino	Gênero: Feminino
Reside no Brasil - SP	Reside no Brasil – PE	Reside no Brasil - PE	Reside no Brasil - PB

Fonte: Elaborado pelos Autores 2022.

Para apresentar ao grupo presente, demonstramos um painel com vários modelos sobre fachadas cinéticas e dinâmicas (Figura 3) com isso, pode-se propiciar um momento de aquecimento grupal, fundamental para articulação de ideias para o debate (RIVIÉRE, 1988).

Reservamos uma sala de conferência na plataforma virtual *Google Meet* para contextualizar a temática no período de uma hora e cinquenta minutos no dia 31 de Março de 2022. Implementamos o processo com objetivo de acompanhar e registrar o conhecimento técnico com a intenção de estabelecer ideias e *feedbacks* para alcance de melhores resultados (ANDRADE, et. al., 2020).

Figura 3 – 1: Kolding Campus – University of Southern Denmark – Dinamarca;
 2: Kiefer Technic Showroom – Áustria; 3: Media-ICT – Barcelona, Espanha;
 4: Galleria Centercity – Coréia do Sul; 5: Brisbane Airport – Australia;
 6: WZ Hotel – Brasil.



Fonte: Casa Vogue – Globo (2019)

Dessa forma, o trabalho apresentado traz alguns resultados da busca por desenvolver um processo geral de análise das relações em função das fachadas inteligentes que delimitaram o problema, com vistas a fornecer informações que subsidiem a tomada de decisões sobre a delimitação das áreas de conhecimento científico. Assim, teve um questionamento polêmico que norteou e ressaltou ainda mais na investigação: Que importância o estudo em design sobre a técnica utilizada nos novos modelos conceituais da pesquisa veio a favorecer nas indústrias, aos usuários e à sociedade nordestina?

Para responder a pergunta em questão, consequentemente, confrontar com os objetivos específicos, descreve-se os princípios constituintes e de funcionamento para um melhor entendimento das tecnologias que estão cada dia tomando força na realidade brasileira.

Para o avanço da pesquisa, futuramente usaremos dois processos metodológicos que compreendem terminologias de formas diferentes: o primeiro baseado em análises desenvolvidas por Bonsiepe (2012), Diacrônica: servirá para coleta de dados históricos do produto e Sincrônica: identificar, confrontar e examinar as fachadas. O segundo método conforme a técnica adotada por Lopéz (2017), com princípios na biomimética, baseado em função aos parâmetros climáticos da natureza e em problemas referidos às questões de como abstrair e transformar as ideias inovadoras em diferentes tipos de construções. A importância dessas análises servirá como benefício para constatar a evolução do produto em favor das mudanças tipológicas das fachadas inteligentes.

4 Recursos naturais nas Fachadas

O uso excessivo de áreas de vidros nas edificações no início do século XIX no Brasil, tem vindo a ser cada vez mais frequente na construção civil, provocando problemas de caráter térmico e lumínico com a entrada de luz natural, radiação solar e redução da ventilação no interior dos ambientes.

Com o desconforto visual proveniente dos contrastes luminosos, foram desenvolvidas soluções de projetos e materiais de anteparos para controle das condições térmicas e

luminosas implantadas no país. Na arquitetura brasileira, dois elementos foram concebidos para ajudar na incidência de luz quanto na ventilação natural nas fachadas envidraçadas. Esses elementos como cobogó e o brise soleil deram impulso para os arquitetos Lúcio Costa e Oscar Niemeyer introduzirem no ano de 1936 uma técnica inovadora móvel de operação independente, permitindo diferentes orientações que muda conforme a direção da fachada, isto é, controla minimizando a radiação solar e a temperatura interna (BARNUEVO, 2017).

Como cada projeto tem as suas particularidades, a predominância do sistema fica de acordo com o seu clima local, dependente da latitude, vegetação, estação do ano e orientação da fachada. Sendo assim, com o avanço da tecnologia, os arquitetos, designers e engenheiros criam soluções para melhoria da performance do ambiente interno, através de técnicas construtivas e escolha de materiais a favor do isolamento térmico.

5 Tipologia cinética e dinâmica

Recentemente, o processo tecnológico das fachadas está se transformando e permitindo que os projetistas desenvolvam um design que responda a estímulos ambientais inteligentes, aprimorando as condições necessárias dos usuários e dos espaços internos. Muitas vezes essas estruturas são denominadas em diversas terminologias para o termo como fachada: ativa, inteligente, interativa, cinética, responsiva, multifuncional, adaptativa (STOFELLA; VAZ; BERTOLI; KÓS, 2016 apud BARROS, 2019).

O primeiro modelo de fachada foi apresentado no pavilhão dos Estados Unidos, segundo Barnuevo (2017), o criador tentou demonstrar a aplicação de um sistema cinético autoregulável para controle da condição ambiental do espaço interno.

Outros exemplos de fachadas dinâmicas podem ser vistos na arquitetura contemporânea em toda Europa. Cabe ressaltar que os sistemas foram operacionalizados de forma mista apresentando a segunda pele que responde a estímulos climáticos (Figura 4).

Os dois possuem sistema de inovação com sombreamento dinâmico, com ângulos de movimentação de acordo com a incidência dos raios solares.

Figura 4 – (1) SDU Campus Kolding. (2) Torres Al Bahar.



Fonte: Archdaily (2015)

Entretanto, a fachada cinética funciona como uma pele para o edifício, tomando-se uma infinidade de formas com cinemática. Muitas vezes, se dividem entre estética e utilidade, conciliando visuais exóticos e proteção ambiental.

No Brasil, o primeiro edifício residencial dinâmico construído em 2001, está localizado na cidade de Curitiba, projetado pelo arquiteto brasileiro Bruno de Franco. Cada um dos onze

andares gira em 360 graus no sentido horário (Figura 5). Segundo o autor do projeto, o prédio foi desenvolvido para funcionar de forma giratória todos os lofts de 120m² de maneira independente, com ação de sistema de rodas dentadas acionadas por motores setorizado na parte externa, cômodos localizados no centro do edifício foram construídos para ter uma estabilidade fixa, toda a dinâmica foi elaborada por um painel eletrônico instalado na parede com controle de luz, ar condicionado e sistema de segurança próprio.

Figura 5 – Vollard Suite – Curitiba



Fonte: Revista Contramarco (2021)

Por conta do alto valor imobiliário e de problemas administrativos, nunca chegou a ser habitado. Alterações implementadas pela reforma trabalhista e civis, movidas contra a empresa de engenharia levaram o edifício a ser penhorado e um impasse na justiça impediu que ele pudesse ser utilizado.

Com a evolução do tempo outra fachada inteligente foi realizada no Brasil, em função de um projeto de retrofit, situado na cidade de São Paulo, tem um diferencial na sua expressão, pois o pano de vidro altera de cor conforme o ruído do seu entorno, fruto da mistura entre as instâncias analógica e virtual (Figura 6). Esta pele metálica colorida ganha vida ao anoitecer, acesa cria uma dinâmica interativa e habita a fachada com um comportamento próprio, que reage em tempo real aos estímulos do ambiente (BARNUEVO, 2017).

“A partir de agora fazemos arquitetura não apenas com matéria física, mas também com o digital” (BARNUEVO, 2017). Sensores e atuadores se integram ao tijolo, vidro e concreto.

Figura 6 – WZ Hotel Jardins – São Paulo - Brasil.



Fonte: Galeria da Arquitetura (2021)

A partir da análise, durante a pesquisa optou-se como ferramenta para captura de dados algumas questões direcionadas aos integrantes do *focus group*, na intenção de promover alternativa viável para desenvolvimento de fachadas cinéticas e dinâmicas no Brasil e no Nordeste. O resultado mostrou pontos positivos e negativos para realização da mesma, porém durante as entrevistas, os empresários ficaram em dúvida se o sistema seria viável para a negociação, fabricação e manutenção, mas em relação à sustentabilidade foi unânime apontando positivamente suas respostas, como mostra no Quadro 2 na seção dos resultados.

6 Componentes dos Sistemas Inteligentes

O design de fachadas desempenha um papel significativo na qualidade de um edifício, formando uma barreira entre o espaço interno e o externo. Dispõe de diferentes tipos de materiais e modelos padrões ou até mesmo confeccionado de acordo com a necessidade de cada obra.

Um modelo convencional de fachadas é composto de elementos com estrutura em alumínio e vidro, fornecido em diversas linhas comerciais que atende perfeitamente ao mercado da construção civil e sua modelagem requer rapidez em sua fabricação e instalação (CARDOSO, 2019).

Porém, com a transformação e mudança de paradigma nas edificações, as empresas de fachadas buscam um novo olhar para a evolução da arquitetura, isso sem falar nos exemplos das ideias contemporâneas que estão despertando alternativas diferenciadas com seu design.

No decorrer do processo de projeto (Figuras 7 e 8), a empresa contratada desenvolveu um protótipo específico, com o intuito de atender a solicitação dos projetistas. Sendo assim, as indústrias estão proporcionando aos designers de produto oportunidades de transformar ideias em realidade, desafios constantes de superar as expectativas inovadoras e atender aos mais diversos projetos conceituais.

Figura 7 - WSTC – Fortaleza



Fonte: Empresa de fachada (2018)

Figura 8 - BS Design – Fortaleza



Fonte: Empresa de fachada (2019)

Na fase conceitual são buscados princípios de solução para apresentar procedimentos de geração de ideias criativas e, assim, as indústrias buscam um constante aprimoramento dos produtos para concorrer com a competitividade do mercado.

Para chegar a um conceito técnico nos componentes dos sistemas inteligentes, primeiramente, é importante pensar na inovação do produto, o porquê está sendo criado, qual

sua função e o que vai auxiliar para atender às necessidades. Trata-se de uma escolha do sistema operacional adequado e capaz de identificar e assimilar todos os componentes e elementos fundamentais para ter ideias e criatividade no produto final.

7 Oportunidade e Design de Inovação

O design de produto atua de forma relevante no projeto, notadamente é uma área do conhecimento que utiliza processos criativos em seus métodos, sendo ele uma disciplina que lida constantemente com o desenvolvimento ou o aprimoramento de sistemas cada vez mais complexos.

A criatividade é um elemento primordial para diversas áreas do conhecimento. Muitos estudos apontam o tema como um desejo básico do ser humano, atuando no anseio da geração de ideias, sendo a inovação o processo pelo qual as ideias criativas se transformam em processo, métodos, produtos ou serviços.

Segundo Lobach (2001), a forma de trabalhar com um produto é racionalizar o uso de componentes e melhorar a tecnologia que possa ser realizada por profissionais especializados. Dessa forma, todo processo criativo conta com inspiração do projetista, como métodos e ferramentas que permitam a criatividade. É possível entender que todo indivíduo com algum conhecimento técnico, com motivação e entendendo os métodos seja capaz de gerar soluções úteis e inovadoras, segundo Braxter (2011) um processo criativo precisa saber direcionar soluções adequadas para um problema, de forma prática e objetiva, são questões que diferem da arte de design.

Com relação ao domínio do design, a criatividade relacionada às fachadas cinéticas e dinâmicas, na fase conceitual de um produto, busca-se princípios de soluções técnicas de funções definidas através de práticas, procedimentos que possam dar impulso ao processo de realização do produto.

O design busca um constante aprimoramento nas indústrias para concorrer com a competitividade do mercado. Para ter alcance com metas favoráveis e necessárias, conceitos de funcionalidade, estética, economia e sustentabilidade, darão respostas de otimização do produto, apropriando-se de recursos que sirvam de ferramentas para o auxílio durante o processo de geração de alternativas para o projeto em estudo (DETANICO; TEIXEIRA; SILVA, 2010).

Diante disso, ideias surgem como ponto positivo das fachadas criando barreiras de impacto para minimizar choques dos arranha-céus. Os bons exemplos da tendência contemporânea de design em harmonia com a natureza são os edifícios com aplicação de películas adesivas inteligentes (Figura 9), chamadas “amigas dos pássaros”, que minimizem em 95% a colisão contra superfícies dos vidros (CHIC PELÍCULA, 2021).

Pensando de forma sistêmica e biomimética, empresas de vidros estão desenvolvendo produtos inspirados em algum organismo específico da natureza, gerando resultado positivo, onde os animais conseguem ter percepção de um espectro de UV mais amplo que o dos humanos. Segundo Brocco (2017), a técnica do vidro que conta com fibras internas, aos olhos das aves, se assemelha a uma teia de aranha (Figura 9) e mostrou 70% de eficácia em testes desenvolvidos em túneis de voo, diminuindo drasticamente as colisões de pássaros em fachadas que utilizam essa tecnologia.

Figura 9 – 1: Película amiga dos pássaros;
 2: Chapa de vidro inspirada na teia de aranha – Ornilux



Fonte: Casa Vogue – Globo (2019)

O biomimetismo ou a biônica são abordagens técnicas orientadas para aplicar as lições de design da natureza que busca solucionar os problemas atuais da humanidade. Portanto, a ciência procura trazer desafios e novos olhares focando no ecossistema, visando contribuir para novos princípios, formas, processos e estruturas sobre o ambiente natural (ARRUDA, 2018).

Segundo Benyus (1997), a biomimética é uma abordagem radicalmente inovadora, baseada não no que se pode extrair da natureza, mas o que é possível aprender com ela, onde é possível mudar a forma de cultivar alimentos, de produzir materiais, de gerar energia, de curar, de armazenar informações e de realizar negócios (DETANICO; TEIXEIRA; SILVA, 2010). Segundo Brocco (2017), o conceito descreve, além da tecnologia, uma manifestação artística do design, que busca soluções sustentáveis em mecanismos naturais, inspirados nos modos de vida que se adequaram à terra durante o longo período de evolução dos seres vivos.

8 Resultados

Após a realização da pesquisa e análise dos dados, de como o envolvimento das grandes empresas de fachadas inteligentes estão acompanhando a evolução da tipologia cinética e dinâmica, com propósito de verificar a implementação dentro da área do design, da arte, da arquitetura e da engenharia, possíveis aplicações de princípios de soluções técnicas inovadoras, como também a inspiração da Biomimética possa se adaptar ao contexto dessas fachadas.

Os dados foram sistematizados em perguntas que envolviam conhecimento técnico nas fachadas inteligentes e inovadoras. Entre 35 participantes, os gráficos apontam uma desigualdade de respostas conforme Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 – Questionário no *Google Forms*

PERGUNTAS	RESPOSTAS		
	SIM	NÃO	NÃO SEI
Você conhece o sistema cinético em fachadas nas edificações?	52,9%	47,1%	-
As fachadas cinéticas e dinâmicas são uma solução viável para a sustentabilidade?	67,6%	32,4%	0%
As fachadas cinéticas e dinâmicas contribuem para eficiência nos edifícios arranha-céus?	85,3%	14,7%	0%
Com o avanço das tecnologias, os arquitetos, designers e as empresas de fachadas devem se preocupar com manutenibilidade no sistema cinético?	91,2%	2,9%	5,9%
Para comercialização no Brasil é viável as soluções de fachadas cinéticas e dinâmicas como proposta para um projeto arquitetônico?	52,9%	2,9%	44,1%
Para fabricação de um modelo cinético, as empresas de esquadrias estão preparadas para atender ao contexto na produção industrial como na montagem?	14,7%	41,2%	44,1%
O tempo de execução é satisfatório quando se compara um sistema convencional de fachada de pele de vidro ao sistema de fachada cinética e dinâmica?	14,7%	14,7%	70,6%
Nos países da Europa esse sistema é bastante usado devido ao clima. É viável usar esse sistema no nosso país?	73,5%	0%	29,5%
Será que uma fachada cinética e dinâmica vem a melhorar a funcionalidade técnica e acústica dos ambientes?	76,5%	0%	23,5%
Fachadas dinâmicas terão um impacto na Arquitetura Brasileira?	85,3%	0%	14,7%
A Biomimética como método criativo irá contribuir para soluções naturais em um projeto de fachadas envidraçadas?	95,7%	0%	4,3%

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

De acordo com o Quadro apresentado, notou-se que um percentual considerável de respondentes não conheciam o sistema cinético de fachadas (47,1%), esse fato pode ser explicado por ser um recurso que está em ascendência, mas ainda não é observado de um modo geral nas construções urbanas.

Apesar do considerável percentual de desconhecimento da tecnologia, ressalta-se que ainda sim grande parte dos entrevistados (67,6%) considerou que o uso dela pode proporcionar efeitos sustentáveis, bem como eficiência para as edificações (85,3%). A redução do uso de energia elétrica foi considerada essencial para o positivismo das respostas obtidas (conforme observações deixadas no questionário *Google Forms*).

Também foi possível observar positivismo quanto à viabilidade das fachadas cinéticas e dinâmicas (73,5%), funcionalidade técnica e acústica dos ambientes (76,5%) e soluções naturais (95,7%) considerando, portanto, que essa tecnologia impactará de forma acentuada a Arquitetura Brasileira (85,3%).

Além disso, quando indagados sobre os aspectos de manutenibilidade do sistema cinético e como os profissionais das áreas de design, arquitetura, engenharia e empresas devem acompanhar essas dinâmicas, observou-se que, quase de forma unânime (91,2%), afirmaram que esta deve ser considerada uma preocupação, uma vez que é preciso e essencial manter a qualidade das respectivas funções dos recursos que foram aplicados.

No entanto, a grande preocupação se mostrou nas perguntas que trataram sobre preparação das empresas de fachadas brasileiras e tempo de execução, pois embora as respostas acima tenham sido bastante favoráveis ao uso do sistema cinético e dinâmico nas fachadas, observa-se que a grande parte dos entrevistados acredita que as empresas não estão preparadas para lidar com esses avanços tecnológicos (41,2%), bem como também afirmam ter dúvidas acerca do tempo de execução (70,6%).

Essas questões são fundamentais para implementação e disseminação do sistema cinético e dinâmico, uma vez que, se as organizações empresariais não estão preparadas, limita o uso da tecnologia e impede que os profissionais se engajem na proposta.

Em relação à metodologia *focus group*, os oito participantes do grupo de debate foram questionados a respeito de: **Como seriam as fachadas atuais padrões construídas em alumínio e vidro na região nordestina com adaptações de tipologias inovadoras que muitos não tem conhecimento nos sistemas?** Esta etapa contou com a disponibilização de um novo desafio, a saber: **Como criar um modelo conceitual de fachada que atendesse às aplicações de princípios de soluções técnicas inovadoras inspiradas na natureza e também nas funções diante da produtividade, operacionalidade e viabilidade.** Implementamos de modo a incentivar a interação interpessoal e liberdade de expressão de ideias, onde haja informações, retroprocessos e *feedbacks* dos ali presentes, mesmo sabendo que o processo de design possui uma abordagem de pensamento sistêmico e não linear.

Como estratégia na evolução do processo de criação para pesquisa e entrevistas, a primeira etapa contou com a divisão de dois grupos A e B formados pelos profissionais citados no Quadro 1. Infelizmente o engenheiro A não pôde participar desta etapa, e assim formulamos a Equipe 1 com quatro participantes de Pernambuco e Equipe 2 com três participantes de João Pessoa (Quadro 3).

Quadro 3 – Formação das equipes para discussões

GRUPO 1 (PE)	GRUPO 2 (JP)
EMPRESA A	EMPRESA B
ARQUITETO B	ARQUITETA A
ENGENHEIRA B	DESIGNER B
DESIGNER A	

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2022.

Mantido o desafio da etapa criando duas salas virtuais no *Google Meet* para que cada equipe pudesse individualmente compartilhar suas ideias e informações durante 30 minutos, apresentando de maneira clara e objetiva as questões: (a) Conceitos; (b) Soluções; e (c) Quais soluções técnicas resolvem. Após a realização e discussões das equipes, reunimos em outra sala a fim de debatermos as questões definidas por cada grupo sobre o tema proposto durante 50 minutos. Todos os relatórios foram registrados através de gravação, para controle das informações foi desenvolvido um cronograma com as principais perguntas e confrontar no final os resultados e *feedbacks* encaminhados pelos grupos de forma escrita, onde facilitou a definição concreta para o próximo passo.

A evolução do debate proporcionou experiências surpreendentes devido a troca de conhecimentos entre os participantes. Por ser um diálogo interativo entre empresários, arquitetos, designers e engenheiros, proporcionou a todos os envolvidos uma dinâmica enriquecedora.

Um dos pontos positivos que chamou a atenção durante o debate dos Empresários e Designers

foi a expectativa de como seriam as fachadas atuais na cidade do Recife nesse novo panorama tecnológico e de como ficariam as edificações de arranha-céus na visão dos usuários no interior do ambiente com as películas e os vidros inteligentes instalados para ajudar a natureza em relação aos impactos dos pássaros em ambiente urbano.

Os Arquitetos A e B abordaram em conjunto sobre a conscientização e a educação sobre a questão das colisões que têm crescido no mundo. A chamada para a implementação de películas amigas dos pássaros tem força não apenas na comunidade arquitetônica e de construção, mas também nos estudos científicos multidisciplinares.

Como houve participação de um Engenheiro, foi questionado aos arquitetos sobre como ficaria a entrada da claridade nos ambientes dos empresariais, onde precisava ser bem planejada e contar com soluções eficientes para não elevar a temperatura dentro das edificações, nem gerar desconforto visual e até mesmo danos a pisos, revestimentos, móveis, equipamentos e eletrônicos. Após o término, os dados das respostas qualitativas do debate e as quantitativas das discussões do questionário, pôde dar seguimento para o próximo passo de evoluções da pesquisa.

Os resultados, ainda que parciais, mostram a importância das análises em diversos aspectos da história do produto. Sendo assim, a pesquisa alcançou resultados satisfatórios para a aplicabilidade como plano de ação no conhecimento específico que poderá dar seguimento futuro, aprimorando princípios para o designer lançar à criação de produtos mais inteligentes, que aliam estética, economia e funcionalidade.

9 Considerações Finais

A pesquisa desenvolvida a partir da integração e utilização de plataformas intuitivas teve como auxílio, no processo de registro, uma dinamicidade do grupo focal.

A proposta metodológica, embora incipiente, contribuirá, tanto para o contexto de fazer design quanto para investigação qualitativa em geral, como o desenvolvimento de práticas avançadas na utilização da Biomimética em função das estruturas naturais, no que abre uma ampla gama de possibilidades inventivas.

Consideramos o conhecimento e a apropriação de ferramentas relevantes para repensarmos, em conjunto, com equipe multidisciplinar conceitos de projeto, técnicas e modelos conceituais que permita a tomada de decisão, baseada em dados específicos a partir de materiais alternativos e do uso intensivo de design industrial.

Posteriormente, pretende-se representar uma nova direção conduzida aos princípios Biomiméticos aplicados nas fachadas inteligentes, que de fato possa auxiliar o designer durante a geração de alternativas do projeto de um produto.

10 Referências

ANDRADE, T. et al. **Overview of Nastic Movements in Plants: A Data Collection for Developing Responsive Facades.** 2020. In 4th INTERNATIONAL CONFERENCE FOR Biodigital Architecture & Genetics, ed. Alberto T. Estévez. Barcelona: iBAG-UIC, 212–21.

ACHTEN, H. **One and Many: An Agent Perspective on Interactive Architecture source.** Fonte: ACADIA 14: Design Agency, Proceedings of the 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), Los Angeles, p. 479-486.

Archdaily. (2013, mar 28). **As Torres Al Bahar e sua fachada sensível**, por Aedas Architects. Acesso em abril de 2022 em <http://www.archdaily.com.br/br/01-93779/as-torres-albahar-e-sua-fachada-sensivel-por-aedas-architects>.

ARRUDA, A. J. V. de. **Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: A Revolução Tecnológica Pela Natureza.** 2018. São Paulo: Blucher.

BARROS, C. A. **Proposta de esquadria para componente de fachadas cinéticas.** Graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, RJ, 2019. Disponível em:< <http://www.uezr.rj.gov.br/tcc/ep/Carolina-Abreu-Barros.pdf> >Acesso em: 07 abr. 2022.

BARNUEVO, T; AVIANI, F. **Superfícies Dinâmicas Funcionais:** O potencial de tecnologias responsivas para a construção de fachadas. Dissertação de mestrado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. 65 Brasília, 2017. Disponível em: < http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31038/1/2017_ThalesEnriqueBarnuevodeAzevedo.pdf >. Acesso em: 18 mar. 2022.

BONSIEPE, G. **Design como prática de projeto.** São Paulo: Blucher, 214 p. 2012.

BAXTER, M. **Projeto de Produto:** Guia Prático para o Design de Novos Produtos. São Paulo. Edgard Blucher, 2011.

BENYUS, J. **Biomimicry: Innovation inspired by nature.** New York. Quill Publishes, 1997.

BROCCO, G. C. **Método Biomimético Sistêmico:** Proposta Integrativa do Método de Pensamento Biomimético e do método de pensamento sistêmico. 2017, 178 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2017.

CARDOSO, A.B. **Esquadria de alumínio no Brasil – Histórico, tecnologia, linhas atuais, gráficos de desempenho.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://fesqua.com.br/category/pdf>>. Acesso em: 05 out. 2021.

Casa Vogue-Globo, 2019. Disponível em: <<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Edificios/noticia/2019/09/fachada-cinetica-10-projetos-inovadores-no-mundo.html>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

Chic Película Adesivas, 2019. **Faixas amiga dos pássaros.** Disponível em: <<https://www.peliculachic.com.br/faixas-amigas-dos-passaros.html>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, Tânia L. K. da. **A biomimética como método criativo para o projeto de produto.** Design & Tecnologia, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 2, p. 101-113, dez. 2010. Disponível em: www.researchgate.net/publication/279750227. Acesso em: 10 abr. 2022.

ELLRAM, L. **The use of the case study method in logistics research,** Journal of Business Logistics, Vol. 17, No. 2, 93-138, 1996.

FONSECA, J. J. S. **Apostila de metodologia da pesquisa científica.** João José Saraiva da Fonseca, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010

LOBACH, Bernd. **Desenho Industrial.** São Paulo, Editora Edgar. 2001

LOONEN, R., TRČKA D., CÓSTOLA D., HENSEN J.: **Climate adaptative buildings shells:** State-of-the-art and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews 25, 483-493. (2013)

MARTIN, B.; HANINGTON, B.: **Choice Reviews Online Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions.** 2012. United States of America: Rockport Publishers. Película Chic, 2021. Disponível em: <<https://www.peliculachic.com.br/amiga-dos-passaros.html>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

PINTO, H. R. S.; CARDOSO, A. R. B.; QUEIROZ, N.; SOUSA, J. P. M. **O desenvolvimento de elementos de proteção de fachada responsivos:** explorando o cobogó. UFPE, Brasil, 2015. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2015_10.138.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

RIVIÈRE, E.P. **Teoria do vínculo.** São Paulo: Martins Fontes, 1988.

SÁ, Patrícia; COSTA, António Pedro; MOREIRA, António. **Reflexões em torno de Metodologias de Investigação:** recolha de dados. Vol.2. Editora: UA Editora. 2022

STOFELLA, A.; VAZ, C. E. V.; BERTOLI, L. F.; KÓS, J. R. **O desenvolvimento de um sistema de proteção de fachadas cinéticos:** um protótipo responsivo ao comportamento do usuário. SIGraDi 2016, XX Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital. Buenos Aires, Argentina, 2016.

Yin, R.K. (2009) **Case study research, design and methods** (applied social research methods). Thousand Oaks. California: Sage Publications.