

UMA ABORDAGEM SOBRE MODELOS E TÉCNICAS PROJETUAIS DE DESIGN E ARQUITETURA NAS FACHADAS BIOINTELIGENTES

AN APPROACH ON MODELS AND PROJECTUAL TECHNIQUES OF DESIGN AND ARCHITECTURE IN BIOINTELLIGENT FACADES



Hilma Santos

Universidade do Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

hilma.santos@ufpe.br



Fernanda Moreira

Universidade do Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

fernanda.regueira@ufpe.br



Amilton Arruda

Universidade do Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

amilton.arruda@ufpe.br

Resumo

Arquitetos e designers desenvolvem soluções para diversas necessidades do dia a dia. Novos conceitos de design inspirados na natureza foram uma ferramenta favorável à criatividade e à inovação. Baseado nas alternativas e princípios dos modelos bioinspirados em fachadas inteligentes, este artigo tem como objetivo explorar técnicas e conceitos relativos ao uso da biomimética e do ecodesign como ferramentas para gerar sistemas, tecnologias, materiais e soluções utilizadas em superfícies externas de edifícios. O processo metodológico para investigação através de estudos em literaturas bibliográficas existentes, apresenta e analisa três estudos de casos relevantes ao tema proposto, com intuito de apresentar definições nos modelos projetuais na arquitetura e no design. Como produto final, almeja-se uma abordagem que responda ao objetivo traçado e, privilegiando assim a análise da aplicação de novos conceitos envolvente na parte externa dos edifícios, como possíveis contribuições nas criatividade da prática e inovação do design e da arquitetura.

Palavras-chave: Biomimética. Ecodesign. Sustentabilidade. Biointeligente. Fachadas.

Abstract

Architects and designers develop solutions for various everyday needs. New design concepts inspired by nature have become a favorable tool for creativity and innovation. Based on the alternatives and principles of bio-inspired models for intelligent façades, this article aims to explore techniques and concepts relating to the use of biomimicry and eco-design as tools for generating systems, technologies, materials and solutions used on the external surfaces of buildings. The methodological process for research through studies in existing bibliographic literature, presents and analyzes three case studies relevant to the proposed theme, in order to present definitions in project models in architecture and design. As a final product, the aim is to provide an approach that responds to the objective set, thus focusing on the analysis of the application of new surrounding concepts on the outside of buildings, as possible contributions to creative practice and innovation in design and architecture.

Keywords: *Biomimetics. Ecodesign. Sustainability. Biointelligent. Facade.*

Introdução

Os insights tecnológicos provenientes da observação de novos conceitos e paradigmas de design originados na natureza seguem uma linha de pensamento em comum entre a história, apoiados em novos métodos e ferramentas que auxiliam o design a pensar em novas soluções, úteis e inovadoras, intimamente relacionado com a arquitetura (Bürdek, 2010).

Foram realizadas pesquisas exploratórias para discutir novas formas de design inspiradas em conceitos sustentáveis que trazem novos desafios como abordagem para resolução de problemas de soluções úteis e inovadoras (Arruda e Freitas, 2018). Portanto, traz desafios e novas perspectivas focadas no ecossistema com o objetivo de contribuir com princípios, formas e modelos sobre o ambiente natural. Por outro lado, o pensamento biomimético possibilitou o desenvolvimento do design que aparece como técnicas avançadas em soluções complexas em diferentes campos, tentando aprender com a natureza e compreender suas estratégias para a utilização do conhecimento em diferentes campos da ciência (Arruda 2018)..

3

Segundo Benyus (1997), a biomimética como ação inovadora, baseia-se não no que se pode abduzir da natureza, mas ter possibilidades em aprender, observar fenômenos e processos utilizando-se de mecanismos como inspiração para solucionar benefícios que contribuem em materiais, alimentos, energias como forma de favorecer os negócios (Ferreira; Arruda; Andrade, 2022).

Dessa maneira, essas ciências precederam e relacionaram ao conceito de biomemitemismo, determinado e difundido por autores que o enfatizaram para desenvolver a transferência de ideias e analogias da biologia para a tecnologia, conceito que descreve uma manifestação artística, onde busca soluções sustentáveis em mecanismos naturais inspirados para solucionar problemas da humanidade. Note-se que, segundo Sá (2021) a evolução da biomimética, definida como o domínio do conhecimento, propõe desenvolver soluções para os desafios humanos, sobretudo na área criativa, a partir de fundamentações em estudos biológicos.

A definição da palavra natureza, para Arruda (2018) inesgotavelmente é uma ideia ou pensamento com inspiração criativa para a humanidade. A complexibilidade dos sistemas biológicos caracterizados pela natureza são definidos como o domínio

do conhecimento e se propõem desenvolver soluções para os desafios humanos em relação à quebra de paradigma nos ambientes.

Diante do exposto, para Arruda e Freitas (2018), convém reconhecer que a biomimética trata-se da aplicabilidade de conceitos e elementos de uma extensão de disciplinas com diversas abordagens complexas, considerando o contexto, modelos, tecnologia para influências ambientais externas, cada vez mais utilizada em diferentes partes do mundo, estabelecendo considerações sobre a capacidade de adaptação e resposta ao ambiente e clima do local, favorecendo o termo ecodesign como um padrão de design focado em questões ambientais.

O ecodesign vem se expressando como alternativa entre os designers, arquitetos e projetistas de produtos em geral, objetivando e buscando matérias-primas que sejam reaproveitáveis. Segundo Papanek (2007), essa fase do ecodesign como projetos alternativos, investe em prol do bem estar, ou seja, no que torna um artefato competitivo no mercado e pode tornar o objeto ecológico através do redesenho de artigos existentes ou da concepção de novos produtos com benefícios ecológicos.

4

Assim, as abordagens diante das considerações requerem os conhecimentos científico-tecnológicos na busca por alternativas inovadoras das fachadas inteligentes bioinspiradas. A importância do estudo deve ser compreendida e justificada face à necessidade de uma abordagem prática às soluções técnicas e conceitos disponíveis em arquitetura. Contudo, o aporte do design pode gerar discussões sobre a implementação de novos estudos como alternativa em favor da sustentabilidade.

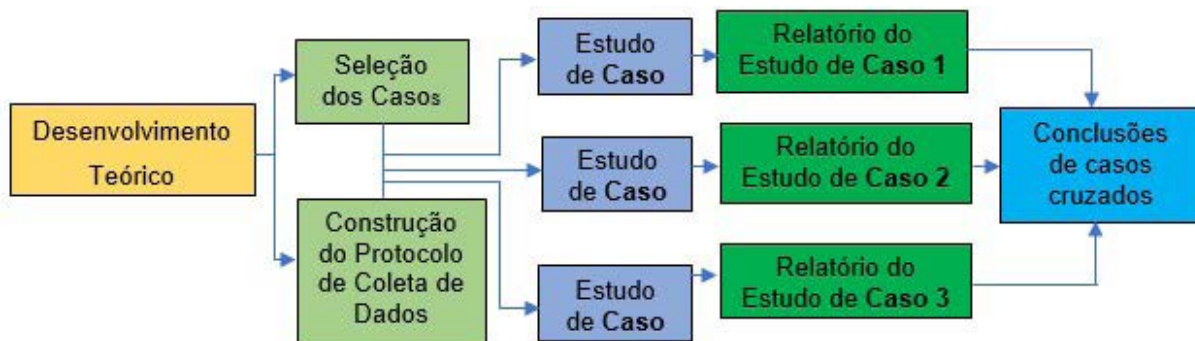
Dentro desse contexto, este artigo tem como objetivo explorar técnicas e conceitos relacionados ao uso da biomimética e do ecodesign como ferramentas para gerar sistemas, tecnologias, materiais e soluções utilizadas na envoltória predial, estruturados da seguinte forma: a seção 2, apresenta os materiais e procedimentos metodológicos como abordagem para elaboração do trabalho; seção 3, contempla conceitos e técnicas condicionados na evolução projetual dos estudos de casos relacionados nas fachadas inteligentes; seção 4, as discussões causadas pelos estudos de casos e suas especificidades; e por fim no item 5 as considerações finais.

Materiais e procedimentos

A fase da abordagem que corresponde ao estudo proposto, realizado com base em referência bibliográfica que tem como definição apresentar modelos e técnicas projetuais de invólucros inteligentes na arquitetura e design.

Nesta pesquisa inicialmente adotou-se a investigação de novos conceitos e/ou verificar qualitativamente elementos de estudos de caso múltiplos aplicados no mundo real, buscando esclarecer estratégia de ações e decisões que compreendam um método abrangente complexo do objeto de pesquisa em abordagens exclusivas de coleta e comportamentos futuros, quando se trata de um acontecimento específico que não pode ser estudados de tal forma a distorcer o significado pretendido (Yin, 2009). Além disso, os estudos obtidos de diferentes fontes, especialmente aqueles resultantes de fatos inormantes introduzidos na pesquisa (figura 1), podendo oferecer evidências mais fortes do que um caso estudado isoladamente.

Figura 1 - Recorte do Método de Estudo de Caso de Yin, 2009



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Yin (2009), esse tipo de estudo busca responder questões “como” e “por que” e visa exemplificar fatos com características completas e relevantes. Para atingir os objetivos pretendidos, é importante procurar casos que representem verdadeiramente o fenômeno e estruturarem o estudo. Cabe ao pesquisador a definição de quantos e quais casos deverão compor seu estudo, sendo que a escolha dos cenários investigados precisa ser feita com base em critérios, que permitem similaridades entre resultados, ou prever resultados com repetibilidade das ocorrências.

O campo do design geralmente requer, por sua complexidade, análises metodológicas que ampliem o conhecimento devido aos limites e desafios associados ao processo de pesquisa, ao mesmo tempo em que consideramos o método de produção teórico-prático como estratégia de abordagem do problema (Martin e Hanington, 2012).

Conceitos e técnicas

O uso excessivo de superfícies envidraçadas em edifícios do início do século XIX no Brasil é cada vez mais comum na construção civil, causando problemas térmicos e luminosos com a penetração da luz natural, radiação solar e redução da ventilação no interior do ambiente construtivo (Ferreira; Arruda; Andrade, 2022).

A partir deste contexto, diferença intuitiva e conceitual de modelo de envoltória na arquitetura é cada vez maior e elas possuem suas particularidades justamente dos conceitos de sua forma e função. Este novo sistema de informação e design conceitual gera uma revolução no conhecimento em recursos criativos e inovadores. Dessa forma, mudanças e expressões nas edificações estão cada vez mais desenvolvendo características próprias em função das condições ambientais e climáticas de cada local e região (Barnuelo, 2017).

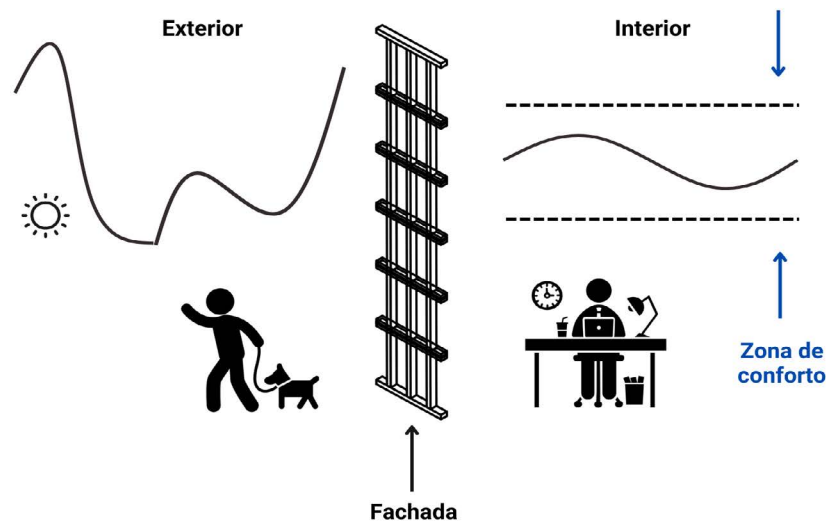
Deste ponto de vista, é essencial que a arquitetura tome medidas sustentáveis e tente reduzir suas alterações que geram danos para o ambiente e participe ativamente na sua revivificação. Com a evolução das fachadas em sintonia com seus materiais construtivos, proporcionam um salto significativo de ideias com implementação de modelos e formas de acordo com sua função e tipologia.

Exemplos de modelos projetuais na contemporaneidade pode ser visualizado em todo o mundo. As envoltórias dos edifícios são conhecidas como segundas peles, segundo Fortmeyer e Linn (2014), descreve com sendo a primeira a pele humana e a segunda analogamente às roupas que alguém veste.

O invólucro que liga o edifício aos ambientes externos e internos acaba por complementar diversas funções com informações técnicas básicas que devem ser exploradas ao máximo para garantir que o usuário se satisfaça (Figura 2). Segundo Fortmeyer e Linn (2014) a pele humana servirá como exemplo para as envoltórias dos edifícios futuramente serem cada vez mais vistas como elementos básicos do revestimento, que protege a edificação de fatores vindos do exterior

e que, entre outras funções importantes, participa ativamente na gestão das condições internas.

Figura 2 - Interface entre ambiente interno e externo.



Fonte: Autores, Referência: Klein, 2013.

7

Sendo assim, a envoltória sempre terá a função responsável por impedir que as condições dinâmicas e estáveis de conforto ambiental reajam de forma inteligente internamente e externamente.

A propensão atual nas pesquisas é interpretar o envelope externo como pele humana real. A face do edifício é uma membrana fina que cobre o esqueleto da construção (estrutura), regula os órgãos (mecânico, catalisador e elétrico) e define seu espaço interno. Para Scheliga e John (2016), os edifícios do futuro serão cada vez mais vistos como elementos essenciais de um revestimento que protege o edifício dos agentes externos e que, entre outras funções importantes, participa ativamente na gestão das condições internas.

Os projetos bioinspirados, seja por meio da biônica ou da biomimética, consistem em um método inovador que visa soluções sustentáveis modeladas a partir da natureza que utilizam os padrões e estratégias de tecnologias responsivas com padrões cinéticos e dinâmicos inteligentes, vêm surgindo para se adaptarem ao clima. Ou seja, de acordo com Ferreira, Arruda e Andrade (2022) a gestão ou utilização de recursos energéticos naturais possuem a capacidade de perceber e agir em resposta aos requisitos de desempenho e às mudanças nas condições ambientais, onde vale ressaltar que os sistemas foram operados de forma mista

e representaram uma segunda pele na uma forma que responda aos estímulos climáticos e à razoabilidade.

Figura 3 - Fachadas cinéticas bioinspiradas



Fonte: Barnuevo e Aviani, 2019.

Ambos possuem um sistema inovador com sombreamento dinâmico, com ângulos em movimento de acordo com o impacto dos raios solares. O primeiro modelo a esquerda, a envoltória de vidro é revestida por uma armação de aço com brises móveis em elemento sustentável de madeira, trazendo controle das condições térmicas e luminosas. O segundo modelo, a tela funciona como uma parede cortina, colocada a dois metros da fachada externa do edifício, um design que responde a estímulos ambientais inteligentes e possui um sistema ativo angular com movimentos conforme a radiação solar.

Em países altamente desenvolvidos os projetos estão utilizando tecnologias e materiais de ponta para criar edifícios visualmente impressionantes, com fatores de melhorias climáticas interagindo com a sustentabilidade.

Embora esse sistema ainda seja utilizado com menor frequência no Brasil, os arquitetos buscam transformações na construção e mudanças de paradigma. Uma nova perspectiva sobre a evolução da arquitetura, despertam ideias modernas e surgem para levar a várias alternativas em relação ao seu design. Para Ferreira *et al.* (2022 p.7) a figura 4 mostra uma forma de fachada dinâmica e interativa que desencadeia o seu próprio movimento, os painéis de vidro mudam de cor

em resposta aos sons ambientais e reagem aos estímulos do meio ambiente em tempo real.

Figura 4 - WZ Hotel Jardins – São Paulo – Brasil



Fonte: Ferreira, Arruda e Andrade, 2022.

Estudos analíticos serão compostos neste artigo como exemplos de aplicação em abordagens bioinspiradas na natureza e recursos artísticos, em construir a pele do edifício para reduzir o consumo de energia, centrados nas técnicas e estratégias aplicadas com objetivos de obter formas, funções e características voltadas para a biomimética e o ecodesign.

Fachada Bioinspirada

O termo “bioinspirado” remete de desenvolvimentos criativos de novas estruturas, processos ou dispositivos a partir da observação de fenômenos, guiados por configurações de fatores bióticos (correspondem às comunidades vivas de um ecossistema) e abióticos (elementos físicos, químicos ou biológicos do ambiente) que representam as relações existentes e permitem o equilíbrio do ecossistema (Sá, 2021).

A expressão “biotécnica” descreve os processos pelos quais o ser humano realizava seus empreendimentos construtivos a partir da observação de estruturas, muitas delas naturais, segundo Arruda (2018) esses processos envolvem manipulação no campo da ciência e concentra-se no uso de sistemas e organismos vivos para criar e melhorar tecnologias e produtos.

Através da biônica ou biomimética, os produtos inspirados pela natureza são desenvolvidos com a intenção de criar soluções inovadoras e sustentáveis. Eles são moldados a partir de modelos de sistemas biológicos e estratégias de sobrevivência. Detanico *et al.* (2010 p.103) relata sobre uma abordagem revolucionária e completamente inovadora que se fundamenta no conhecimento entregue pela natureza, ao invés do que conseguimos extrair dela. Essa perspectiva poderia promover uma transformação na maneira como cultivamos alimentos, desenvolvemos materiais, geramos energia, promovemos cura e preservamos informações. De acordo com Brocco (2017 p.87), esse conceito descreve a manifestação artística do design que, além da tecnologia, procura soluções sustentáveis nos mecanismos naturais, inspirando-se no estilo de vida adaptado à Terra ao longo da extensa trajetória evolutiva.

Primeiro estudo de caso apresentado vem com o cubo d'água em Pequim. Conhecido como o Centro Aquático Nacional, construído para os jogos olímpicos 2008 (Figura 5).

Figura 5 - Watercube – Centro Nacional de Natação



Foto: Beijing Olympics Water Cube por Richard Giles. Licença: CC BY - NY 2.0 DEED.
Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/richardgiles/2756318221>

O conceito do projeto concebido pela equipe PTW Architects, trouxe a biomimética exemplificada ao imitar a forma de bolhas de sabão traduzidas em forma arquitetônica. Seu design trouxe abordagem para a biologia, e o conceito combinou o simbolismo da praça com a cultura chinesa.

A pele do edifício foi capaz de dividir os espaços em células de tamanhos iguais com cerca de 3 mil bolhas de plástico em tamanho gigante, o desenhista Tristan Carfrae com os estudos do cientista Plateau, descobriu que o formato em poliedros permitia que o espaço poderia ser dividido em células iguais, dando tamanhos com a menor área de superfície entre eles. Portanto, a abordagem foi de visualizar a matriz de espuma em uma determinada orientação e depois remover o bloco a fim de obter a geometria da estrutura.

Os resultados obtidos ambientalmente o levaram a alcançar um projeto energeticamente eficiente e a superar todos os desafios e objetivos através da aplicação de uma abordagem bioinspirada na biomimética.

11

Fachada com impressão digital vitrificada

Sempre há novas tendências no mercado, elementos culturais e históricos tendem a ser considerados. Algumas superfícies de fachadas podem ser feitas de materiais naturais ou inspirados na natureza, outras podem ser pensadas e realizadas de maneira sustentável feitas com materiais manufaturados.

O segundo estudo apresentado dessas tendências se trata da impressão digital vitrificada com uma obra fundada em 1887, o hospital Harlem em Nova York, que passou por uma grande reforma e criou enorme fachada de vidro representando murais icônicos através de uma técnica específica. Foram usados 429 painéis de vidro laminado colorido, que reproduzem as cores, o estilo da arte e cultura historicamente significativos em escala cívica. (Figura 6)

Uma solução versátil com uma ampla gama de aplicações, permitindo a escolha de uma infinidade de recursos artísticos e uma perfeição em imagens e qualidade, a empresa israelense criadora da tecnologia afirma que os arquitetos e designers estão gerando conceitos inovadores que se concretizam em processos, métodos, produtos ou serviços.

Figura 6 - Impressão digital vitrificada

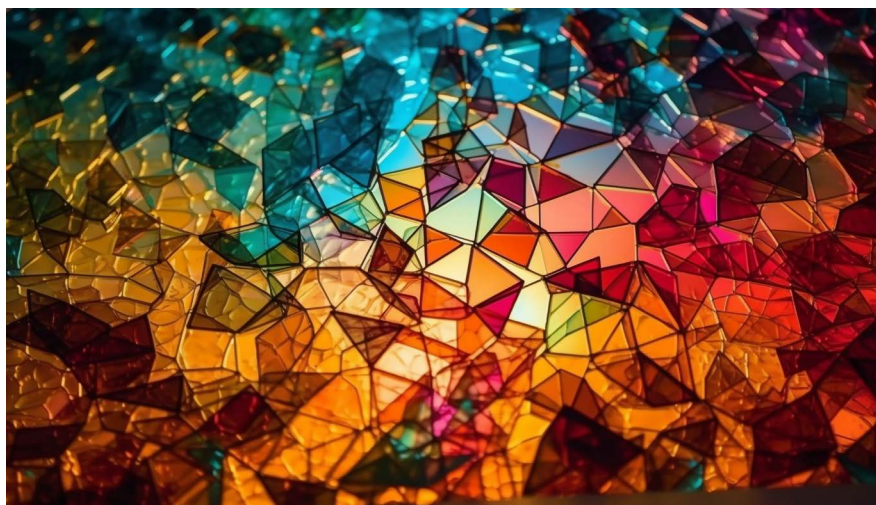


Foto: Harlem Hospital Center por ajay_suresh. Licença: CC BY 2.0 DEED.
Disponível em: https://www.flickr.com/photos/ajay_suresh/52009404886

12

A impressão digital com tintas cerâmicas de alto desempenho e com características do design de novos produtos sustentáveis vem trazendo uma tecnologia inovadora e versátil para superfícies em vidro. Por um lado, a técnica permite o uso de uma paleta de cores básica para criar qualquer imagem (Figura 7), podendo permanecer intacta por mais de 50 anos sem despigmentar, mesmo quando expostos às intempéries (Vidroimpresso, 2019).

Figura 7 - Impressão digital colorida



Fonte: Image by Vecstock. License free. Disponível em: Image By vecstock

As aplicações permitem a criação de desenhos podendo controlar a transparência da imagem e absorção dos raios UV, benefícios como economia de energia e bem estar em espaços naturalmente iluminados.

No Brasil, a tecnologia ainda não é muito disseminada, mas o produto tem um grande potencial de crescimento, os arquitetos e designers brasileiros precisam reconhecer que é um produto de valor agregado e que pode possibilitar infinitas possibilidades nos projetos. Em 2016, com a chegada do maquinário no país, algumas obras foram realizadas nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro trazendo um diferencial ao que permitiu uma escolha de infinidade em recursos artísticos, proporcionando projetos imponentes e muito diferenciados, que muitas vezes acabam se tornando referência em algumas regiões e até cartões postais de cidades.

Diante de fatos reais pesquisados, a técnica procura atender aos objetivos e requisitos de arquitetura ambientalmente responsável, fornecendo funcionalidade ecológica, como eficiência energética e controle solar. Segundo os inventores desse método, apostam na simplificação dos projetos com propósito de renovação e preservação urbana e comprovam a redução significativamente das colisões de pássaros

13

Fachada com impressão paramétrica

Para Cardoso (2019), nos últimos anos, o desenvolvimento contínuo de fachadas de vidro levou a novas formas de edificar e transformou-se progressivamente mais heterogênea em termos de sistemas construtivos.

Como parte do projeto de investigação, o terceiro estudo de caso aparece diante de um sistema e elementos que oferecem aos arquitetos e designers graus de liberdade na concepção artística, com multiplicidade de possibilidades para reagir a parâmetros com proteção solar e ângulo de visão favorável a superfícies curvas de fachada.

Do ponto de vista expressivo da linguagem do desenho, a própria geometria disponibiliza sombreamentos em conformidade por meio de impressões paramétricas, onde o nível de irradiação da respectiva geometria do vidro varia

em torno de 75% a 15% da densidade solar para o ambiente interno (Fuchs; Torres, 2016).

O objetivo de impressão das bordas dos vidros, era desenvolver um sistema de fachada para permitir a liberdade geométrica tanto na unidade de chapa individual quanto em todo o sistema, a intenção dessa forma é deixar o aspecto parecer o mais homogêneo possível. Na impressão paramétrica de proteção solar, permite o mascaramento do vidro estrutural manipulado de forma gradiente de transparência contínua (Figura 8).

Figura 8 - Impressão paramétrica de sobreamento solar



Foto: Modern parametric building with a hollow in glass facade of My Zeil mall by Marco Verch Professional Photographer. License CC BY 2.0 Deed Disponível em: Image By vecstock

Essa técnica na fase do ecodesign como projetos alternativos, oferece enorme liberdade através da configuração de áreas com unidades opacas ou transparentes para controle de luz natural ou geração de energia solar, contribui para versatilidade e ideias inovadoras para o design de fachadas envidraçadas. Papanek (1995) fala que a preocupação com o ambiente não deve ser encarada como uma moda e

que o design seja ecológico e socialmente responsável, é preciso dedicar-se aos princípios da natureza e fazer escolhas conscientes durante todo o processo desde a criação.

Discussões

Tais etapas de construção da abordagem embasaram a seleção, a descrição e a comparação dos três casos que empregaram ferramentas inteligentes em projetos de fachadas e produtos para edificações. Esse estudo de casos múltiplos evidenciou que as ferramentas foram usadas pelos arquitetos e designers na fase de criação conceitual, sendo que em alguns casos suas metas não teriam sido alcançadas se tivessem optado por recursos “convencionais”. A ferramenta reconhece que estimula elementos de sustentabilidade através do princípio de encontrar um equilíbrio entre a disponibilidade de recursos naturais. Ao se analisar o uso das técnicas e modelos projetuais, é possível pensar que a biomimética, impressões vitrificadas e impressões paramétricas trouxeram alternativas que fornecessem subsídios mais significativos, mas seriam necessários estudos suplementares para um exame aprofundado sobre essas tendências no Brasil, podendo apresentar suas vantagens ou desvantagens no produto final.

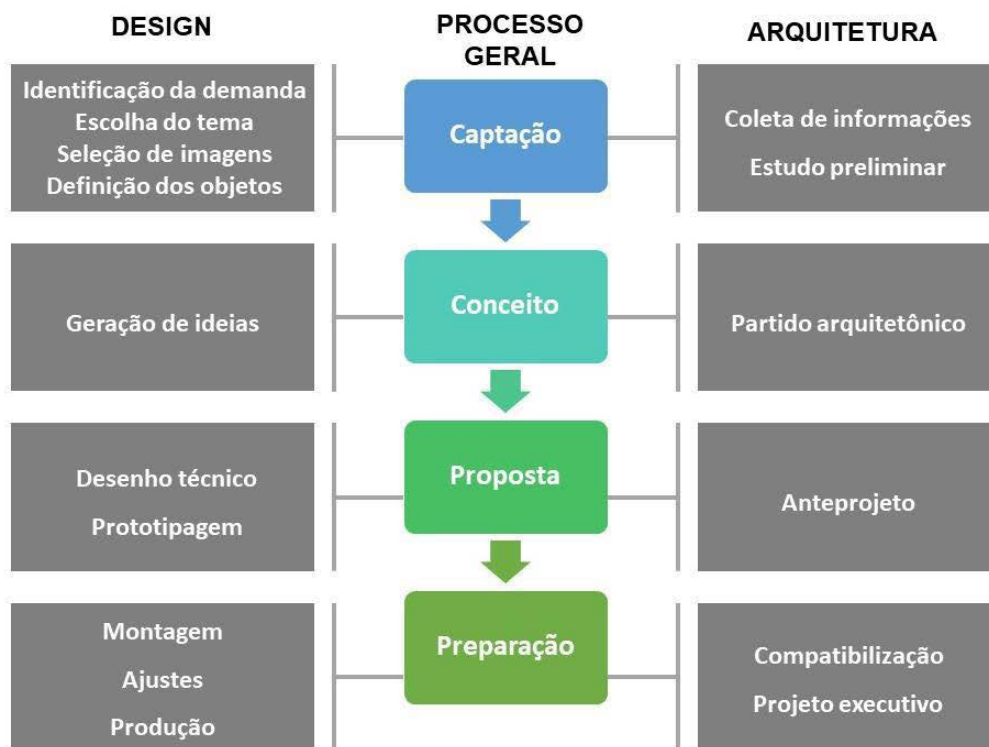
Considerando o conhecimento e divulgação de ferramentas relevantes para pensar conceitos, métodos e modelos conceituais de projetos, com grupo multidisciplinares capazes de tomar decisões com base em dados concretos de materiais alternativos. Para seguir a ideia gerada por Monte *et al.* (2020) um modelo foi empregado tendo em conta a importância do processo padrão (Figura 9) e está dividido em quatro etapas, cada uma das quais inclui todas as fases e atividades identificadas na arquitetura e no design.

Para testar a implementação do design, da arquitetura e da arte, a aplicabilidade de princípios de soluções tecnológicas inovadoras, pode se inspirar sobre biomimética e sustentabilidade, adaptando-se ao contexto perante as envoltórias de vidro.

As descobertas demonstram a importância da abordagem de várias maneiras em contexto nos aspectos da história do produto. Portanto, os resultados da investigação abrangeram efeitos satisfatórios para a prestabilidade específicas para os arquitetos como para os designers. Darão, respostas para aprimorar e

otimizar produtos, apropriando-se de recursos que sirvam de ferramentas para o auxílio durante o processo de geração de alternativas para o projeto em estudo.

Figura 9 - Modelo de conferência entre os métodos padrões de design e arquitetura.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso, planeja-se sugerir uma nova direção comandada pelas contribuições atribuídas aos princípios e comportamento da biomimética, considerando o conhecimento e a apropriação de ferramentas relevantes para repensar, sobre os conceitos de projeto, técnicas e modelos conceituais que permitam a tomada de decisão em favor das peles dos edifícios envidraçados.

Conclusões

O estudo foi desenvolvido a partir da integração de estudos de caso apoiados por uma dinamicidade das estratégias a favor da diversidade tecnológica. A proposta metodológica contribuiu, tanto para contextos de design como de pesquisa exploratória, como o desenvolvimento de práticas de ponta no uso de projetos inspirados na natureza, permitindo uma ampla gama de possibilidades criativas.

Considera-se o conhecimento e o uso de ferramentas relevantes para repensar conjuntamente conceitos, técnicas e modelos conceituais de projeto para permitir a tomada de decisões, com base em dados específicos de materiais alternativos, na utilização da biomimética e do ecodesign, se tratando de peles de edifícios a principal função destes subsistemas prediais é mapear o ambiente externamente e internamente, ao mesmo tempo em que promove a importância de estudos com uma abordagem mais aprofundada sobre o ciclo de vida útil dos sistemas relatados.

Para uma nova perspectiva, tem em vista dois procedimentos metodológicos que incluem terminologias diferentes para métodos biomiméticos: o primeiro é de base analítica, baseado nos parâmetros climáticos da natureza em soluções que representem, traduzem e resumem conceitos para novos projetos e tecnologias, e o segundo processo é baseado em problemas. Foram levantadas questões sobre como concentrar e modificar ideias criativas em diferentes tipos de edificações.

Referências

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

ARRUDA, Amilton José Vieira de; FREITAS, Theska Laila de. **Novas estratégias da biomimética: as analogias no biodesign e na bioarquitetura**. Mix Sustentável, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 73-82, 1 mar. 2018. Disponível em: www.sites.ojs.ufsc.br. Acesso em: 1 jan. 2023. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2018.v4. n 1.73-82

ASK NATURE TEAM. **It's time to ask nature**. 2021. Disponível em: <https://asknature.org>. Acesso em: 30 mar. 2021.

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. 18 mar. 2022.

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

BÜRDEK, B. E. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010. 500 p. Tradução de: Freddy Van Camp.

CARDOSO, A. B. **Esquadria de alumínio no Brasil** – Histórico, tecnologia, linhas atuais, gráficos de desempenho. São Paulo, 2019. 05 out. 2021.

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. 10 abr. 2022. DOI: 10.23972/det2010iss02pp101-113

FERREIRA, H. O. S.; ARRUDA, A.; ANDRADE, M., **Análise nas fachadas cinética e dinâmica: um estudo de design sobre técnicas e modelos conceituais**. Design & Tecnologia, Rio de Janeiro. dez. 2022. 10 mar. 2022. DOI: 10.5151/ped2022-6947492

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

FORTMEYER, R.; LINN, C. D. **Kinetic Architecture**: designs for active envelopes. Australia: Images Publishing, 2014.

FUCHS, Andreas; TORRES, Belen. **“Digital Patterns”**, Parametrischer Glasdruck für selektive Transparenz in der Gebäudehülle. Stahlbau, v. 85, n. S1, p. 417-425, 2016.

KLEIN, T. **Integral Façade Construction**: towards a new product architecture for curtain walls. Alemanha: Delft University of Technology, 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.

MONTE, A. C.; SILVA, H. A; MEDEIROS, W. G.: **Processos projetuais no design e na arquitetura**: estudo em campina grande – PB. Projeto e Percepção do Ambiente v.5, n.3, setembro de 2020. DOI: 10.21680/2448-296X.2020v5n3ID19879

PAPANEK, Victor. **Arquitetura e design**: ecologia e ética. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2007. 286 p.

PTW Architects. Watercube – Centro Nacional de Natação. Disponível em: <https://ptw.com.au/project>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SÁ, A. A. M. de.; **Ferramentas da biomimética no design**. Aportes da natureza para a prática projetual. Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SHELIGA, R.; JOHN, V. **Fachadas adaptativas: arquitetura dinâmica orientada ao desempenho**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, set. 2016.

VIDRO IMPRESSO. **Impressão digital:** Técnica cria diferente tipos de imagem com alta qualidade de resolução e durabilidade. Ano 9 n° 51 – pag. 50, 2020.

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

NOTAS

Agradecimentos

Ao meu esposo, companheiro e amigo, por todo o apoio, paciência e dedicação, mas principalmente pelo estímulo e assistência durante essa jornada trilhada em busca do Doutorado, como também familiares e amigos.

Ao meu orientador Amilton José Vieira de Arruda, por sua valiosa e imprescindível participação na construção desse trabalho e na minha futura formação como designer.

A revista pela oportunidade de expor um documento importante que fará parte de um conteúdo positivo para minha qualificação do doutoramento.

Aprovação do texto

Texto selecionado pela Comissão científica do ENSUS 2023 para compor o Dossiê Temático ENSUS 2023 na Revista Jatobá.

Publisher

Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-graduação Projeto e Cidade. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

RECEBIDO EM: 23/05/2023

APROVADO EM: 09/08/2023

PUBLICADO EM: 04/11/2023