



Composição Gráfica em Vidro: técnica e modelo conceitual no design bioinspirado

Graphic Composition on Glass: technique and conceptual model in bio-inspired design

Hilma Ferreira, Doutoranda em Design, Universidade Federal de Pernambuco
hilma.santos@ufpe.br

Fernanda Moreira, Doutoranda em Design, Universidade Federal de Pernambuco
fernanda.regueira@ufpe.br

Amilton Arruda, Professor do PPG Design, Universidade Federal de Pernambuco
amilton.arruda@ufpe.br

[Linha temática: T7. Design biofílico, design bioinspirado, biônica, biomimética]

Resumo

Os estudos em biotecnologia produzem soluções diversas em modelos inspirados a partir de células vegetais para melhoria do subsistema constituído pela interface entre ambiente interno e externo de uma edificação. O fornecimento adequado focado no ecossistema é responsável por filtrar as condições estáveis de conforto ao mundo externo das edificações, permitindo a criação de envoltórias sustentáveis e mais uma infinidade de recursos artísticos. Assim, este artigo aborda a relação entre a técnica e modelo conceitual quanto ao uso de estratégias projetuais de design de superfície para o processo de composição gráfica em vidro nas fachadas. Para tal, será levado em consideração os recursos naturais; conceitos e tipologias dos edifícios envidraçados e elementos do design de superfície. O processo metodológico se caracteriza como qualitativo, descritivo e de natureza teórica sistemática em literatura recente.

Palavras-chave: Fachadas inteligentes; Bidesign; Tecnologias digitais em vidro.

Abstract

Biotechnology studies produce diverse solutions in models inspired by plant cells to improve the subsystem constituted by the interface between the internal and external environment of a building. Adequate supply focused on the ecosystem is responsible for filtering stable comfort conditions to the outside world of buildings, allowing for the creation of sustainable envelopes and a multitude of other artistic resources. Thus, this article addresses the relationship between technique and conceptual model regarding the use of surface design strategies for the process of graphic composition on glass façades. To this end, it will take into account natural resources; concepts and typologies of glazed buildings and elements of surface design. The methodological process is characterized as qualitative, descriptive and of a systematic theoretical nature in recent literature.

Keywords: *Smart façades; Bidesign; Digital technologies on glass.*

1. Introdução

No atual momento, a complexibilidade da Arquitetura Contemporânea exige inovação a cada dia e tem aumentado suas peculiaridades devido às características de cada local. A mudança de paradigma é resultado dos avanços tecnológicos, apoiados em novos métodos e ferramentas que auxiliam o design a pensar em novas soluções, úteis e inovadoras.

Na implementação de novas técnicas construtivas de fachadas, projetos informacionais e conceituais têm sido uma idealização nas últimas décadas. Em razão da evolução constante, as fachadas de vidro, nos anos 1960 e 1970, começaram a aparecer nas cidades brasileiras, e vêm cada vez mais se diversificando em termos de sistemas construtivos (Cardoso, 2019). 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.

A partir da década dos anos 1970, foram implementados os sistemas de alumínio extrudado identificado como coluna, onde passou a cumprir função estrutural, dando um efeito verticalizado de marcações e escondendo um pouco a planicidade do vidro. Dez anos depois a arquitetura mais avançada, optou por mostrar mais vidro – material que também teve considerável avanço tecnológico – incorporando recursos termoacústicos e de segurança. Conseqüentemente, toda a estrutura da fachada ganhou um novo design, garantindo a visualização com maior aparência do vidro (Ferreira, 2022).

Com o conceito de sustentabilidade, o vidro tem um importante papel na fachada, por ser um dos materiais mais versáteis em termos de uso, assumindo hoje a condição de produto indispensável para a arquitetura e decoração moderna. Segundo Queiroz (2023), a interferência do vidro ao conforto térmico do edifício está associada ao nível de transparência, à área de abertura, à combinação com elementos de proteção solar e revestimentos de baixa emissividade que ajudam a reduzir a perda de calor no inverno e o ganho de calor no verão.

De modo geral, a construção civil entrou na era da tecnologia de ponta. Novos materiais e sistemas reduzem a um novo cenário que passa a ser montado. Pode-se dizer que um dos itens que começa a ser percebido na leitura das edificações, é o sistema de envidraçamento dos edifícios (Figura 1), onde, assume função de fechamento e ganha status de revestimento, passando a cobrir toda a fachada. Este sistema permite atender a uma série de exigências e requisitos tanto do ponto de vista estético como funcional, técnico e racional.



Figura 1: Grande Impacto Visual. Fonte: Cardoso.

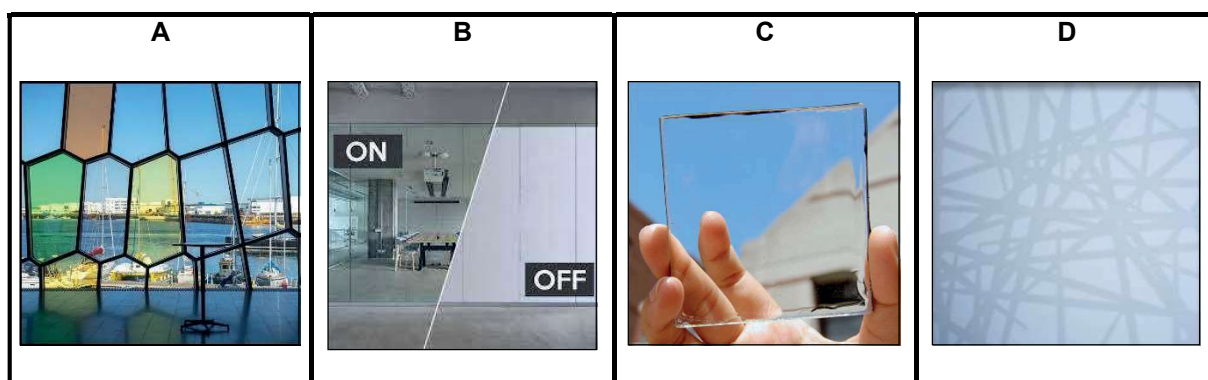
Como cada projeto tem as suas especificidades, a predominância do sistema fica de acordo com o seu clima local, dependente da latitude, vegetação, estação do ano e orientação da fachada. Sendo assim, com o avanço da tecnologia, os arquitetos e designers criam soluções para melhoria da performance do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

1.1 Breve histórico

Entre mudanças significativas que propuseram o uso do vidro na Arquitetura, várias inovações e avanços ocorreram no campo da construção civil e na indústria. Segundo Westphal (2022), estima-se que cerca de 70% da produção total de vidros é usada no Brasil, principalmente, em novos edifícios ou renovação de fachadas. Com a modernização do produto, o mercado vidraceiro vem permitindo que os profissionais criativos concebam verdadeiras obras de arte com características estéticas, funcionais e possibilidade de uso de grandes dimensões, favorecendo um recurso de transparência e integração entre ambientes.

Com a inovação e evolução tecnológica na indústria vidreira, necessidades de novos produtos têm sido incorporadas aos vidros para melhoria e acompanhamento sustentável. Atualmente, há diferentes tipos de vidros inteligentes para demandas especiais na construção civil, como vidros termocromáticos (A), que alteram a cor e a transparência em função da quantidade de luz que recebem; vidros laminados com cristal líquido comandados de forma eletrônica (B), também conhecido como polarizado, modifica sua característica de transparência para translúcido, com o apertar de um botão; vidros fotovoltaicos (C), com capacidade de gerar energia elétrica a partir da energia solar; vidros bioinspirados (D) em organismo da natureza, vidro que conta com fibras internas que, aos olhos das aves, assemelha-se a uma teia de aranha (Quadro 1).

Quadro 2: Tipos de vidro sustentáveis.



Fonte: Autores.

Estudos estão aprimorando cada vez mais o desempenho térmico e óptico dos vidros. Com a transformação e mudança de paradigma nas edificações, busca um novo olhar para a

evolução da Arquitetura. Isso sem falar nos exemplos das ideias contemporâneas que estão despertando alternativas diferenciadas com os novos designs.

Diante disso, surge nas envoltórias criação de 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 2), chamadas “amigas dos pássaros”, que minimizem em até 98% a colisão contra superfícies dos vidros (CHIC PELÍCULA, 2023).



Figura 2: Película Amiga dos Pássaros. Fonte: Schneider.

1.2 Estratégias aos Princípios da Natureza – Fachadas Bioinspiradas

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, p. 20).

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, p. 188), esses processos envolvem manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.

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 p. 199).

Os produtos bioinspirados, sejam através da biônica quanto da biomimética, constituídos por um método inovador que visa soluções sustentáveis seguindo o exemplo da natureza, na qual se utiliza de padrões e estratégias de sobrevivência dos sistemas biológicos. Segundo Detanico et al. (2010) 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. De acordo com 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.

O estudo de caso apresentado na figura 2, traz uma concepção de forma geométrica de um cubo d'água. Conhecido como o Centro Aquático Nacional, construído para os jogos olímpicos de 2008, em Pequim. O conceito do projeto concebido pela equipe PTW Architects, trouxe a biomimética exemplificada ao imitar a forma de bolhas de sabão traduzidas azuis em forma arquitetônica. Seu design trouxe abordagem para a biologia, e o conceito combinou o simbolismo da praça com a cultura chinesa local.

A pele do edifício foi capaz de dividir os espaços em células de tamanhos iguais com cerca de três 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 (Figura 3).



Figura 3: Centro nacional de natação - Pequim. Fonte: PTW

Para a fachada do edifício chegar ao estudo correto há três modos de operação para responder ao verão, inverno e meia estação. As estruturas claras e translúcidas de polímero termoplástico, à base de flúor, projetado para ter alta resistência à corrosão e resistência em uma ampla faixa de temperatura, entretanto mais leve que o vidro, possui elementos que o tornam mais flexível. Como material de construção, em dispositivo interno no desenho da pele, permitirão altos níveis de luz diurna, o que evita o uso de iluminação artificial durante o dia.

Os resultados obtidos ambientalmente o levaram a alcançar um projeto energeticamente eficiente, maximizando a luz natural com capturas de energia solar para aquecer os ambientes internos, principalmente as piscinas. Segundo o cientista, a eficiência hídrica foi alcançada por meio de sistemas de captação de água da chuva, reciclagem, filtragem eficiente e retrolavagem.

Para todos os criadores, a superação de todos os desafios e objetivos através da aplicação da Arquitetura biomimética, desmistificou a ideia equivocada da imitação e da excentricidade,

demonstrando na prática o quanto ela fez parte do futuro para o Design (PTW Architects, 2003).

2. Procedimentos Metodológicos

No presente artigo pretende-se repensar no método projetual gráfico em vidro para o contexto climático nos invólucros a partir da analogia biológica, experimentação do material inteligente – filme termocrômico – em transmissão passível de imagens e composição de análise artística. Espera-se, neste trabalho, identificar hipóteses e estratégias possíveis, para se ter respostas definitivas que contribuíram para a definição de desenvolvimentos da averiguação.

Para concepção da teoria, foram estabelecidas três questões que deram impulso à pesquisa: Como? Porquê? O quê? As respostas para as perguntas, está estruturada em dois processos metodológicos que compreenderam terminologias diferentes para abordagens biomiméticas: o primeiro baseado em análise, em função aos parâmetros climáticos da natureza em soluções que descrevem, interpretam e abstraem os conceitos para novos projetos e tecnologias; e o segundo baseado em problemas referidos às questões de como abstrair e transformar as ideias inovadoras em diferentes tipos de construções, conforme a técnica adotada por López et al. (2017) (Figura 4). Os autores estabelecem um paralelo entre tais características e especificam que o avanço nos conceitos biomimético para arquitetura e design requer algumas etapas, uma vez que o emprego de abordagens complexas e multidisciplinares se encontram submetidos às variações climáticas locais (Sá, 2021).



Figura 4: Geração da concepção do design na criação biomimética. Fonte: Maciel et al.

As informações expostas na posição em verde à esquerda referem-se a ambos os eixos climáticos (natureza e arquitetura). Nessa coluna, segundo Sá (2021), é ressaltada a importância de considerar o contexto bioclimático local e suas características biológicas. O método proposto é dividido em duas partes: primeira parte – descobrir estratégias e mecanismo em células vegetais; e a segunda – conceituar e solucionar ideias em soluções técnicas através de experiências com novas tecnologias que incluem avanços na ciência dos materiais, com a pretensão de traçar componentes relacionados com implementação de imagem e propriedades em sistema de modelagem artística.

3. Aplicação

Na primeira etapa desenvolveu-se uma pesquisa aprofundada no referencial teórico, sobre as questões que envolvem as fachadas inteligentes e seus componentes de evolução diante das tipologias e seus anteparos de proteção solar. Buscou-se determinar tendências em tecnologias e materiais bioinspirados que pudessem contribuir para ação climática das edificações em vantagem à sustentabilidade.

Em relação à abordagem biomimética, definiu-se um recorte específico sobre o conceito do projeto "Water Cube" em 2008, que tem sua estrutura desenvolvida a partir da bolha de sabão, segundo PTW Architects (2003), sua abordagem levou para a construção uma estratégia de pensamento, onde as formas da água transformam-se e desmaterializam o edifício em molécula em seu estado de espuma.

Nesse sentido, para trazer o estudo biomimético em relação com a biotecnologia ao projeto, pensou-se desenvolver, a primeira técnica através das células vegetais (Figura 5) uma viabilidade de extrair sua forma geométrica em um modelo que pudesse ser adaptado a uma modelagem artística em forma de mosaico em função a um conjunto de componentes lógicos.

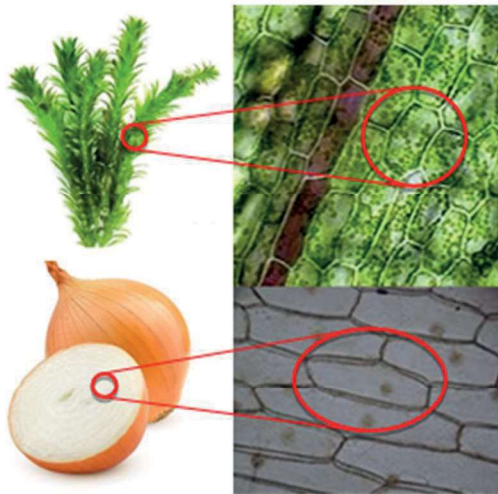


Figura 5: Diagrama das células vegetais. Fonte: ConceptoABC.

O desafio inicial do projeto é a observação nas folhas de *Elodea sp* ou película da escama da cebola. Esses vegetais possuem organelas com funções e texturas em formas geométricas bem definidas em diversos tamanhos, sendo possível levá-las a uma sobreposição em cores, o que permite definir modelos com diferentes densidades de células.

Esse estudo procura intencional e desenvolver uma textura que possa levar a processos de mapeamento de mosaico inteligente adaptável, inspirado nas técnicas criada pelo Designer Charis Amazing Tsevis - pioneiro em scripts personalizados de mosaicos complexos - inserindo curvas e formas em imagens extraídas da ferramenta *Photo Mosaic* (Figura 6). A ideia é misturar pastas de imagens com texto gerados por uma composição de células pelo computador, criando efeitos estilizados e abstratos. O processo de modelagem será moldado pelo software *Synthetik Artist Studio*.

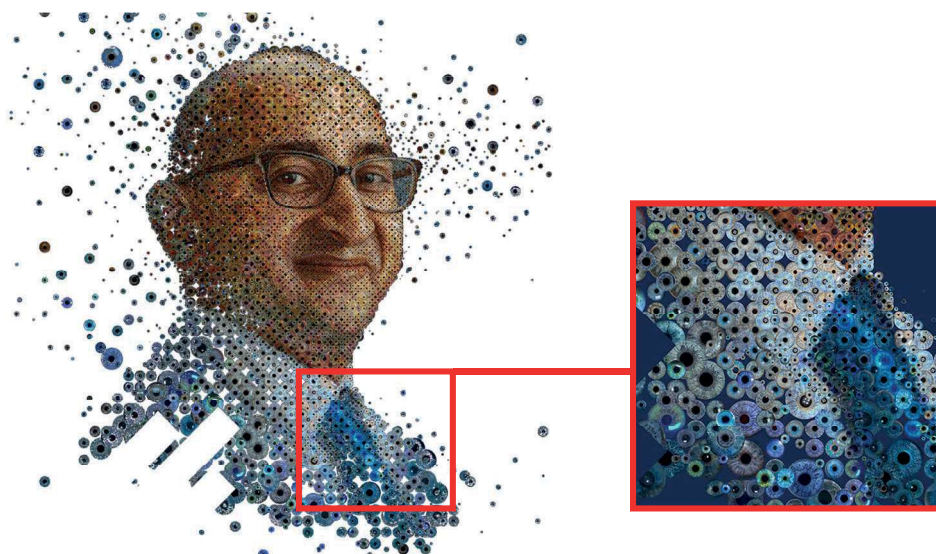


Figura 6: Técnica do mosaico digital. Fonte: Revista Ilustrar.

Após a diagramação das imagens projetadas no software com a técnica de Tsevis, outra metodologia será inserida como implementação para reprodução em impressão digital em película inteligente termocrômica (material que muda de cor em resposta às mudanças de temperatura) transformando a técnica padrão plana para imagens translúcidas em cores. A película é produzida através da incorporação de pigmentos termossensíveis em um material, geralmente polímeros ou tintas. Esses pigmentos mudam de cor em resposta a variações de temperatura, e possui uma composição por uma combinação de polímeros termoplásticos, corantes termocrômicos (substâncias químicas extraídas do vanádio que mudam de cor quando expostos a diferentes temperaturas). O quadro 2 mostra como a película age em favor da temperatura do ar e muda sua visão de acordo com a luz solar.

Quadro 2: Efeito solar da película termocrômica.





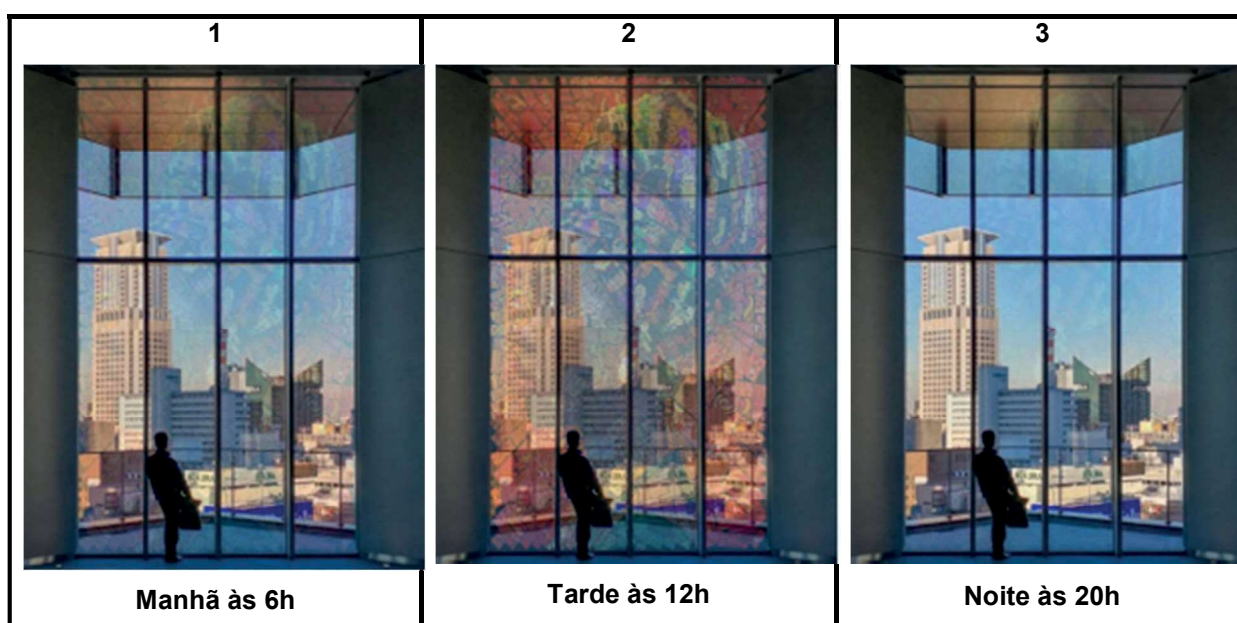
Fonte: Autores.

4. Aplicação dos métodos

A proposta tem dois segmentos a serem considerados para sua realização: desempenho térmico e desempenho da luz natural no ambiente interno de um edifício envidraçado. A seleção do método de simulação para desempenho térmico, é um aspecto importante para o andamento do modelo de otimização, apesar que a pesquisa sobre os materiais desejável, encontra-se em evolução, no que pode afetar a previsão dos resultados e consequentemente, as decisões do projeto.

Diante da iniciativa de ideias e posteriormente da implementação da aplicação dos métodos, realizou-se com intenção para a alternativa de visualização, uma simulação simples, com uma composição de imagem e transparência. implementada para sentir a visão aplicada da técnica sugerida, e ter como sugestão a visão do usuário dentro do ambiente internamente e externamente na edificação (Quadro 3).

Quadro 3: Simulação de imagens mosaico + pele de vidro



Fonte: Autores.

Para compreensão e simulação futura da implementação do modelo, imagens que mostram o efeito de visão do usuário dentro do ambiente construído, estimou-se os três horários do dia: na primeira figura (1), pela manhã às 6:00hs, horário onde o clima proporcionar uma temperatura baixa, na segunda (2) à tarde às 12:00hs, o vidro se mantém mais escuro, devido a temperatura está bastante quente, a terceira (3) à noite às 20:00hs, o clima aparece em temperatura fria, proporcionando uma visão extremamente translúcida, com pouca visão do mosaico.

Para abordar a técnica de impressões na película de acordo com a imagem extraída de um modelo abstrato das células, o processo consiste na transferência a partir de um arquivo digital em formatos gráficos de forma que difere em termos de pigmentos termocrômicos em cores primárias impressos e prensado entre vidros laminados submetido à têmpera 600°C, fazendo com que a tinta ou polímeros forme uma camada vitrificada, totalmente incorporada ao vidro (Figura 7).

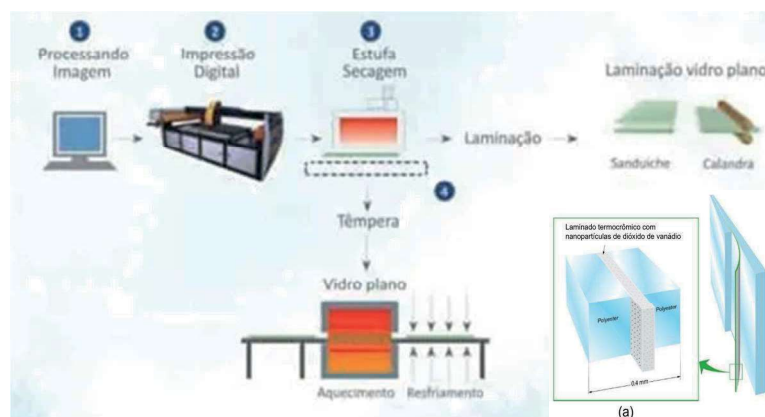


Figura 7: Fluxo do processo de impressão. Fonte: <https://www.aecweb.com.br>, 2023.

Em concordância com o resultado depois da simulação de sobreposição da imagem na técnica do mosaico, a perspectiva para os edifícios como parte fundamental na interação solar e na temperatura exterior do ar, irão influenciar para dar probabilidade e definir o foco do desenvolvimento e do avanço da investigação, que a partir desses estudos, passou a incentivar cada vez a evolução para novos materiais artístico nas fachadas envidraçadas (Figura 8).



Figura 8: Aplicação de imagens na parte externa da fachada. Fonte: Autores.



Os modelos utilizados como protótipo de visualização externa, consiste em garantir a confiabilidade dos processos de otimização de fachadas proposto com base em proteção solar, desempenho térmico, iluminação natural e estética.

5. Considerações Finais

A proposta metodológica a partir da integração multidisciplinar, teve como auxílio uma dinamicidade das estratégias a favor da diversidade tecnológica. Contribuiu, tanto para o contexto de fazer design quanto para investigação exploratória, como o desenvolvimento de práticas avançadas na utilização de novos projetos inspirados, no que possibilitou uma ampla gama de possibilidades inventivas.

Foram considerados o conhecimento e a apropriação de ferramentas relevantes para repensar, em conjunto, sobre os conceitos de projeto, técnicas e modelos conceituais que permita a tomada de decisão, baseada em dados específicos a partir de materiais alternativos na utilização da biomimética e da biotecnologia. Se tratando de peles de edifícios, a principal função destes subsistemas das edificações é de mapear os meios externo e interno e favorecer a importância da proteção solar sem fazer uso dispositivos eletromecânicos. Dessa maneira, também seria possível averiguar aprimoramentos de materiais adaptáveis a fachadas em prol da sustentabilidade.

Em futuros desdobramentos serão considerados o conhecimento e a apropriação de ferramentas gráficas relevantes para repensar, sobre as técnicas e estratégias conceituais que permitam a tomada de decisão, baseada em dados específicos a partir de procedimentos e materiais alternativos, que proporcione proteção contra a penetração de luz solar e sobreaquecimento nas peles dos edifícios envidraçados.

Referências

ARRUDA, A. J. V. de. Métodos e processos em Biônica e Biomimética: a Revolução Tecnológica pela natureza. São Paulo: Blucher, 2018.

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. Brasília, 2017. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31038/1/2017_ThalesEnriqueBarnuevodeAzevedo.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

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.



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.

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.

LÓPEZ, M.; RUBIO, R.; MARTÍN, S.; CROXFORD, B. How plants inspire façades. From plants to architecture: Biomimetic principles for the development of adaptive architectural envelopes. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2017.

MACIEL, F. de F.; OLIVEIRA, C. E. A.; SILVA, L. F. da.; SOUSA, F. C. de.; TINÔCO, I. de F. F.; GATES, R. S. Implementation of biomimetics as an optimization process of animal production structures. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e42410615974, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15974. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15974>. Acesso em: 07 jul. 2023.

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.

PTW Architects. Watercube. Centro Nacional de Natação. 2003. Disponível em: <https://ptw.com.au/project>. Acesso em: 15 dez. 2022.

QUEIROZ, N. Projeto da envoltória guiado por desempenho: método paramétrico interoperável com enfoque no desempenho térmico, visual e luminoso: Universidade Federal de Santa Catarina, 2023.

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

REVISTA-ILUSTRAR - Ed. 44-PtBr. Disponível em: <https://revistailustrar.com.br/wp-content/uploads/2023/07/Revista-Illustrar-44-PtBr>. Acesso em: 10 jul. 2023.

WESTPHAL, Fernando Simon. Manual Técnico do Vidro Plano para Edificação. São Paulo : Abividro, 2016.