MAPEAMENTO DE FACHADAS DUPLAS NO BRASIL: TECNOLOGIAS E MATERIAIS APLICADOS

MELA, Débora
Universidade Federal de Viçosa UFV, e-mail: debora.melaa@gmail.com
TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles
Universidade Federal de Viçosa UFV, e-mail: tmst83@hotmail.com

RESUMO

Atualmente, o mercado possibilita uma variedade de elementos e configurações de fachadas, variando em materiais, orientação solar, tamanho de janelas, tipo de vidro e, consequentemente, no orçamento. Dentre as configurações possíveis de fachadas, uma que vem se destacando em projetos de edifícios, tornando-se um importante elemento arquitetônico, que aproveita sistemas solares passivos, é a Fachada Dupla, um sistema muito utilizado em climas mais frios como na Europa e, principalmente, na Alemanha. Esta pesquisa é parte dos resultados de uma dissertação de mestrado e teve como objetivo caracterizar como essas fachadas duplas estão sendo inseridas no clima brasileiro, e os tipos de materiais que estão sendo aplicados nesta segunda pele da fachada. O estudo qualitativo utilizou como metodologia estudos de casos múltiplos e levantamento bibliográfico para identificação dos materiais que estão sendo aplicados como segunda pele para o projeto dessas fachadas no Brasil. Os resultados mostraram que, no Brasil, além da utilização da fachada dupla de vidro, outros seis tipos diferentes de materiais têm sido usados nessa segunda pele em edifícios, sendo elas: chapa metálica, membrana têxtil, madeira, concreto polímero, vergalhão de aço e os cabos de aço inox.

Palavras-chave: Fachadas Inteligentes, Fachada Dupla, Segunda Pele, Clima Tropical Brasileiro.

ABSTRACT

Currently, the construction industry enables a variety of elements and configurations of facades, varying in materials, solar orientation, window size, type of glass and, consequently, in the budget. Among the possible configurations of façades, one that has been prominent in building projects, becoming an important architectural element, which takes advantage of passive solar systems, is the Double Skin Facade. It is a system widely used in colder climates such as in Europe and, mainly, in Germany. This research is part of the results of a master's dissertation and had the objective of characterizing how these double skin façades are being inserted in the Brazilian climate, and the types of materials being applied. This qualitative study used multiple case studies and literature review as methodology to identify the materials that are being applied as second skin for the design of these façades in Brazil. Results showed that, in addition to the use of the double glass facade in Brazil, six different types of materials have been used in this second skin in buildings, such as metal plate, textile membrane, wood, polymer concrete, steel rebar and Stainless steel cables.

Keywords: Intelligent Facades, Double Skin Facade, Second Skin, Brazilian Tropical Climate.

1 INTRODUÇÃO

Visto que uma parte considerável da vida humana acontece no interior de espaços edificados, a qualidade ambiental e bem-estar nesses ambientes

MELA, D.; TIBÚRCIO, T. M. S. Mapeamento de fachadas duplas no brasil: tecnologias e materiais aplicados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 679-691. DOI https://doi.org/10.14393/sbqp19063.

refletem diretamente na satisfação do modo de morar e no bom rendimento da produtividade de trabalho desses usuários (CROOME, 2004). Dessa forma, a concepção de edifícios, que por vezes priorizam valores estético-formais, o desempenho do ambiente construído e sua qualidade funcional, passou a ser um desafio profissional para arquitetos e projetistas, instigando uma busca cada vez mais ampla por soluções arquitetônicas que contribuam com o meio ambiente e o contentamento do ser humano que habita esses espaços.

Nesse contexto, as fachadas de edifícios inteligentes (TIBÚRCIO, 2007) oferecem um meio privilegiado para atuar e se propor soluções arquitetônicas construtivas, capaz de controlar a passagem de iluminação, calor, som e ventilação para o ambiente interno (BAROZZI et al., 2016).

Dentre as possibilidades de fachadas inteligentes, um sistema que vem ganhando popularidade na prática de construção da fachada de edifícios é a fachada dupla, que usa a transparência como recurso estético. Esse sistema envolve a adição de uma segunda camada (segunda pele) à fachada convencional, criando uma cavidade de ar entre as camadas (ALBERTO; RAMOS; ALMEIDA, 2017; BARBOSA, 2015; MAZZAROTO, 2011; POIRAZIS, 2004). Porém, a aplicação dessa tipologia de fachada em países de clima tropical, como no Brasil, ainda é muito recente, o que denota a necessidade para mais investigações sobre o tema, principalmente, no sentido de se estabelecerem indicadores para se alcançar a qualidade e o bem-estar dos usuários em edifícios que incorporam tal solução tecnológica.

Apesar de a maioria dos estudos dedicados às fachadas duplas terem foco o uso do vidro como material para a segunda camada, outros materiais têm sido recentemente considerados para o projeto da segunda pele como, por exemplo: membrana têxtil (PAECH, 2016); a membrana de PVC (ZHANG et al., 2016); chapa metálica perfurada (BLANCO et al., 2016); tela reticulada de cabos de aço inox (AECWEB, 2017); vergalhão de aço (ARCHDAILY, 2014); painéis de concreto polímero (ULMA, 2017); e a madeira (STAZI et al., 2014).

No entanto, embora diferentes possibilidades de materiais terem sido considerados, ainda há falta de estudos que considerem a influência da condição climática sobre o desempenho ambiental da fachada dupla, além de comparações entre fachadas com diferentes materiais, a fim de fornecer suporte técnico para projetistas ao determinar o tipo de material mais adequado para um determinado projeto em um determinado clima (ZHANG et al., 2016).

Diante disto, este artigo tem como principal objetivo apresentar alguns dos materiais que estão sendo utilizados como segunda pele para o projeto da fachada dupla no Brasil, além do vidro. Para isso, foi empregado o método de estudos de casos múltiplos, onde foi possível comparar a diversidade de materiais que estão sendo empregados na camada externa da fachada dupla, em condições climáticas brasileiras.

1.1 Fachada dupla

O termo "Fachada Dupla" passou a ser difundido a partir de 1990, e utilizado intensamente na Europa, principalmente, em edifícios coorporativos. Essa tendência foi impulsionada pela exploração da transparência na arquitetura e inovações tecnológica do vidro.

Em períodos mais quentes, grandes áreas envidraçadas passaram a se tornar um problema nos edifícios já no século XIX na Europa. Foi quando em 1849, Jean-Baptiste Jobar, sugeriu uma versão de fachada dupla ventilada, mencionando que o ar entre panos de vidro pudesse ser aquecido ou resfriado intencionalmente e assim modificar o comportamento das grandes fachadas envidraçadas (BRAHAM, 2005). Com essa definição, configurava-se uma das primeiras versões de fachada dupla mecanicamente ventilada.

Segundo Barbosa et al., (2013, p.122) "a fachada dupla é composta, em geral, de uma camada de vidro colocada a certa distância da camada interior, e juntas formam uma cavidade, permitindo que o ar circule entre elas". Mazzaroto (2011) explica que:

> No inverno, a fachada dupla representa uma cobertura adicional para o edifício, e no verão poderá ser sua proteção do sol [...]. No espaço entre as duas camadas, podem ser alocados dispositivos de proteção solar, para sombreamento, mantendo o espaço para circulação do ar, de forma que a temperatura do ar interno se mantenha o mais próximo possível do ar externo. As aberturas da fachada dupla podem ser abertas no verão para permitir a circulação do ar, e fechadas no inverno para criar uma camada isolante, reduzindo as perdas de calor do edifício (MAZZAROTTO, 2011, p. 19).

A cavidade formada por esses dois panos de vidro funciona como um isolamento contra as temperaturas extremas, os ventos fortes e ruídos (POIRAZIS, 2004; MAZZAROTTO, 2011; BARBOSA; TIBÚRCIO, 2012). Em outras palavras, Poirazis (2004) diz que esse sistema de fachada se caracteriza como um vidro que cobre um ou mais pavimentos de um edifício, composta por várias camadas, onde as peles podem ser estanques ou não à entrada do ar. O fluxo do ar na cavidade intermediária pode ser de três formas: natural, mecânica ou artificial. Essa ventilação que passa na cavidade, a origem e o destino do ar pode ser diferente dependendo, principalmente, das condições climáticas, do uso, da localização, do período de ocupação do edifício e da estratégia utilizada. (MAZZAROTTO, 2011).

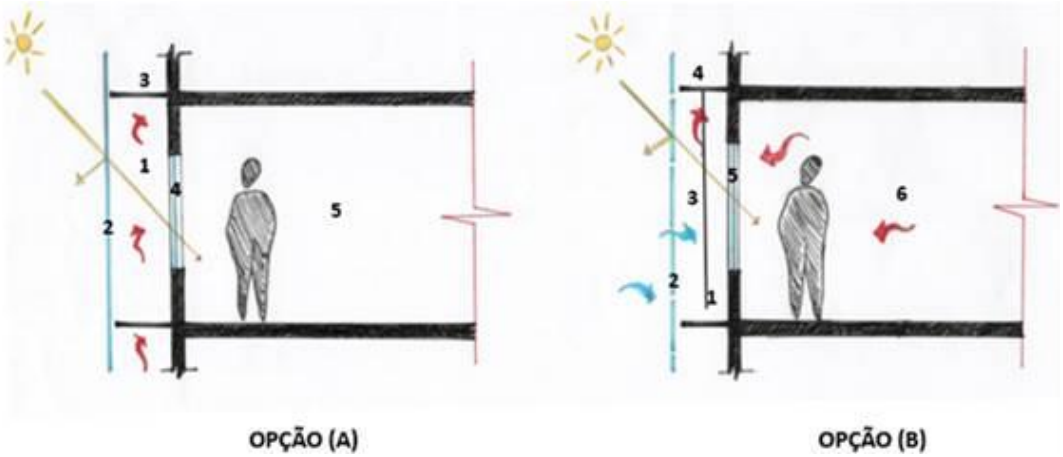

Figura 1 – Principais componentes da fachada dupla. Opção A: (1) Cavidade intermediária, (2) Pele externa, geralmente em vidro, (3) Grade para manutenção, (4) Janela operável interna, (5) Ambiente interno do edifício. Opção B: (1) Cavidade intermediária, (2) Pele externa, geralmente em vidro, (3) Dispositivo de sombreamento, (4) Grade para manutenção, (5) Janela operável interna, (6) Ambiente interno do edifício -

Fonte: Autores (2019)

As vantagens deste tipo de fachada, é permitir que o funcionamento do edifício seja mais dinâmico, procurando se adaptar ao momento climático do ano com menor dependência da climatização artificial. Além disso, esse sistema apresenta bom isolamento acústico, proteção contra incêndio, visão estética, desempenho energético. A Figura 1 mostra um esquema desse sistema.

Como podemos ver na Figura 1, geralmente, essas são as principais características que as fachadas duplas apresentam: uma abertura para exaustão do ar para o exterior, um dispositivo de sombreamento, uma janela operável interna, a pele externa, uma cavidade intermediária, a abertura para insuflamento do ar externo, a pele interna, e uma grade para manutenção.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, com caráter exploratório-descritivo porque busca entender e caracterizar o objeto de estudo desta pesquisa, as fachadas duplas. O método adotado parte de uma revisão de literatura seguido de estudos de casos múltiplos realizados para identificar os novos materiais que vem sendo aplicados como segunda pele em edifícios brasileiros. As avaliações foram feitas por observação direta, utilizando a pesquisa eletrônica, primeiramente, para encontrar os edifícios e em seguida observar os mesmos para coleta de dados qualitativos.

Nesta pesquisa, edifícios brasileiros que apresentavam uma segunda pele (fachada dupla), transmitindo a ideia mostrada na Figura 2 (A) foram investigados.

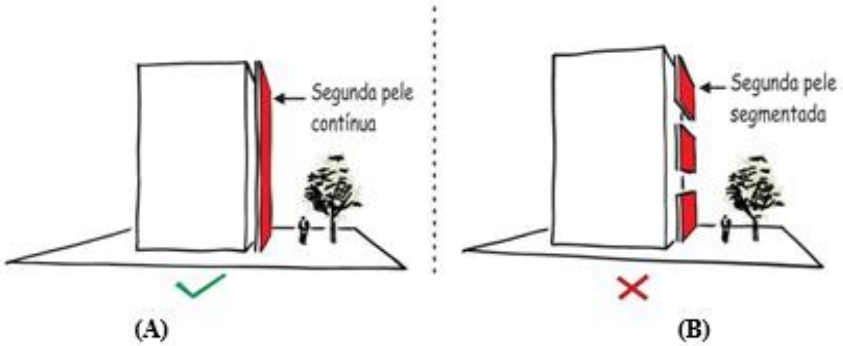

Figura 2 – Esquema da segunda pele que foi considerada para o estudo (A) -
Fonte: Autores (2019)

Para a realização dos estudos de casos múltiplos, a pesquisa teve como foco estratégico a identificação dos materiais que estão sendo utilizados como segunda pele para o projeto da fachada dupla no Brasil, além do vidro. Ao todo, foram identificados 26 edifícios que utilizam a tecnologia de fachadas duplas. No entanto, como o foco dessa pesquisa foi mostrar outros materiais que estão sendo utilizados como segunda pele para essas fachadas, os edifícios encontrados com fachada dupla de vidro não serão apresentados neste artigo.

Contou-se com o apoio da pesquisa eletrônica, onde foram citadas palavras-chaves mais aderentes ao tema pesquisado. Estas foram utilizadas como entrada no banco de dados de projetos dos sites ArchDaily Brasil e Arcoweb. As principais expressões utilizadas para essa busca foram: "Fachadas Duplas"; "Fachadas com dupla pele"; "Fachadas para o clima tropical"; "Envelopes de edifícios"; "Segunda pele de edifícios".

Além dessa busca na plataforma online da ArchDaily e Arcoweb, a busca em Bases de Dados Bibliográficos também foi aderida para a pesquisa. Nela foram utilizadas as mesmas expressões nas plataformas online da Elsevier e Science Direct Books: "Double skin" (GRATIA; DE HERDE, 2007)," Double skin facades" (ALBERTO; RAMOS; ALMEIDA, 2017), "Building envelope" (GHAFFARIANHOSEINI et al., 2016), "Facades with second skin", "Double façades for the tropical climate" (BARBOSA; IP; SOUTHALL, 2015)

3 RESULTADOS

Dos 26 edifícios com fachada dupla encontrados com os estudos de casos múltiplos, 20 apresentam outros seis tipos diferentes de materiais aplicados nessa segunda pele da fachada, sendo: chapa metálica, tela de cabo de aço inox, membrana têxtil, madeira, vergalhão de aço e concreto polímero, conforme é mostrado na sequência de cada quadro.

Para melhor entendimento, os edifícios estudados são nomeados como "Caso 1 ao Caso 20" nos quadros a seguir, para facilitar a referência no momento de redigir as próximas análises dos resultados. As informações desses quadros estão divididas por localização e autores, parâmetros técnicos, os materiais aplicados na segunda pele e a região que cada edifício se encontra.

3.1 Chapas metálicas

Foram encontrados dez exemplos de edifícios que empregaram esse material como fachada dupla (Quadro 1). Os casos encontrados estão localizados no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, com maior concentração na região Sudeste. Além disso, observa-se que a maior parte dos edifícios que foram encontrados usando a chapa metálica como fachada dupla no Brasil é de uso corporativo e estão distribuídos até 11 pavimentos.

As composições da superfície dessas fachadas são formadas por painéis de chapas metálicas perfurada na cor branca, fixados em uma estrutura metálica e encostados um ao lado do outro, onde juntos formam uma única pele e não podem ser abertas. Os únicos casos encontrados no Brasil que permitem a abertura dessas fachadas são os Casos 02, 08 e 10 porque possuem uma superfície formada por painéis verticais que podem ser rotacionados de acordo com o ângulo desejado. Todos os casos encontrados apresentam um grau de perfuração nas chapas, o que permite a iluminação natural e ventilação entre as fachadas, porém, o Caso 06 apresenta placas 100% impermeáveis ao vento e a passagem da radiação solar. Para a entrada de luz e ar no Caso 06, as placas são movimentadas ao ângulo desejado.

Alguns autores, como Blanco et al. (2014) e Minioli (2014), afirmam que quanto maior essa taxa de perfuração, menor a diferença de temperatura com o exterior, e a utilização de alumínio na cor branca como foi visto, é mais favorável. Quanto aos aspectos ambientais, esse material se enquadra em

tecnologias passivas, pois não dependem de acionamento mecânico para atuarem. Além disso, o uso destes componentes proporciona ao usuário uma integração visual com o ambiente externo.

No entanto, vale ressaltar que o uso errado desse material pode infelizmente levar a condições gerais de desconforto no interior do edifício, além do aumento do consumo de energia. Alguns autores orientam que aplicação desses materiais em clima quente-úmido, devemos manter a chapa metálica afastada da janela interna do edifício, criando um espaço de ar ventilado para propiciar um sombreamento e auxiliar na dissipação do ar quente. Já em condições de climas frios, o autor diz que as chapas perfuradas podem ser aplicadas próximas à fachada da edificação, sem apresentar uma cavidade ventilada. Pois assim, irá ocorrer um acúmulo de calor que irá ajudar aquecer a edificação (MINIOLI, 2014).

Quadro 01 – Edifícios encontrados com Chapa Metálica

FACHADA DUPLA DE CHAPA METÁLICA						
Casos	**Imagem**	**Autor/ Escritório**	**Número de pav.**	**Finalidade/ Uso**	**Características do Material**	**Região**
Caso 01 Canoas, RS 2014		Escritório: OSPA	Térreo + 5 pav.	Universidade	Chapa perfurada de alumínio Branco com 30% de perfuração	Sul
Caso 02 Curitiba, PR 2013		Escritório: Luiz Volpato Arquitetura	Térreo + 3 pav.	Corporativo	Chapas de aço galvanizadas e perfurada na cor cinza	Sul
Caso 03 São Leopoldo, RS 2009		Escritório: SIAA	Subs. + Térreo + 2 pav.	Corporativo	Chapa metálica perfurada na cor branca	Sul
Caso 04 São Paulo, SP 2015		Escritório: Eduardo de Almeida, Mindlin Loeb + Dotto Arquitetos	Térreo + 2 pav.	Universidade	Chapa metálica perfurada na cor Cinza	Sudeste
Caso 05 São Paulo, SP 2014		Escritório: Techne Arquitetos Associados	11 pav.	Comercial	Chapa metálica perfurada pré-pintadas em azul, verde e cinza	Sudeste

Continua...

Continuação do Quadro 01

Caso 06 São Paulo, SP 2014		Escritórios: Base Urbana, Kipnis Arquitetos associados e Pessoa arquitetos	Térreo + 3 pav.	Escola	Chapa metálica em tons de laranja e cinza com 100% de permeabilidade e variação de ângulos	Sudeste
Caso 07 Rio de Janeiro, RJ 2015		Escritório: Bernardes Arquitetura	Térreo + 3 pav. + terraço	Corporativo	Chapa metálica perfurada na cor branca	Sudeste
Caso 08 São Paulo, SP 2009		Escritório: Daniel Corsi, Dani Hirano e Reinaldo	Térreo + 1 pav.	Institucional	Chapa de alumínio na cor branca	Sudeste
Caso 09 Brasília, DF 2016		Escritório: Mira Arquitetos	Térreo + 2 pav.+ terraço	Corporativo	Chapa de aluzinco na cor branca	Centro-Oeste
Caso 10 Brasília, DF 2010		Escritório: gruposp + Luciano Margotto	Térreo inferior, térreo superior + 2 pav.	Corporativo	Chapa de aço carbono de 1,2 mm, perfurada e dobrada na cor cinza	Centro-Oeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.2 Tela com cabo de aço inox

O Cabo de Aço Inox, material muito utilizado nas estruturas da construção civil, também têm ganhando espaço nas fachadas, como pode ser visto no Quadro 02. Três edifícios brasileiros nas regiões Sudeste e Centro-Oeste foram encontrados utilizando esse material na segunda pele da fachada dupla.

De acordo com os dados que foram apresentados no Quadro 02, a maior parte dos edifícios que foram encontrados com fachada dupla de cabo de aço inox no Brasil, são de uso corporativo e compõem de 3 a 5 pavimentos. Quanto a superfície que compõe a fachada dupla, essa é composta por uma cortina formada por cabos de aço inox estendidos sobre toda área da fachada do edifício, e possuem a cor natural do aço (cinza). Essa cortina apresenta espaçamentos entre os cabos tornando possível a passagem de ar e outros agentes naturais.

Quadro 02 – Edifícios encontrados com Tela de cabo em aço inox

FACHADA DUPLA COM TELA DE CABO DE AÇO INOX						
Casos	Imagem	Autor	Número de pav.	Finalidade/ Uso	Características do Material	Região
Caso 11 São Paulo, SP 2013		Arquitetos: Pedro Taddei e Francisco Spadoni	Térreo + 5 pav	Centros educativos	Cabo de aço inox na cor cinza	Sudeste
Caso 12 Brasília, DF 2011		Escritório: Siegbert Zanettini	Térreo + 4 pav. + Solário	Corporativo	Cabo de aço inox na cor cinza	Centro-Oeste
Caso 13 Belo Horizonte, MG 2016		Escritório: Studio Prudencio	Térreo + 3 pav.	Corporativo	Cabo de aço inox na cor cinza	Centro-Oeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A vantagem em utilizar a tela metálica para arquitetura é permitir efeitos visuais únicos às fachadas de edifícios projetados em consonância com requisitos de conforto térmico e lumínico, pois a envoltória do edifício é protegida pela tela de aço inox que filtra a incidência de raios solares e permite a ventilação direta, ao mesmo tempo em que propícia um efeito óptico de luz e sombra na malha da tela metálica para fachada.

Além disso, devido à robustez do material e consistência, ele é resistente a intempéries e à corrosão, podendo ser facilmente limpo com apenas a chuva recebida nas zonas exteriores. Outro ponto positivo é que essas telas metálicas se adaptam tanto a grandes dimensões como também a dimensões de difíceis detalhes.

3.3 Membrana de PVC

A membrana e tecidos plásticos possuem como vantagens controlar a transmitância de luz, leveza, alta resistência, resistência à corrosão e isolamento térmico. O Quadro 03 mostra três edifícios brasileiros que foram encontrados utilizando esse material como fachada dupla, um na região Centro-Oeste e dois no Sul do país.

Os edifícios encontrados possuem um uso diversificado, variando entre institucional, corporativo e comercial. Já a distribuição desses edifícios varia de 3 a 6 pavimentos. Quanto à cor utilizada, não houve uma frequência entre os casos, cada um adotou um jogo de cores diferente. Porém, os casos que adotaram cores claras terão menos absorção térmica e possivelmente dissiparão mais calor para fora da fachada. Em relação à permeabilidade visual do material, as malhas que são perfuradas são revestidas com PVC e podem atingir até 90% de transparência para quem está no lado interno do edifício.

Quadro 03 – Edifícios encontrados com Membrana de PVC

MEMBRANA DE PVC						
Casos	Imagem	Autor	Número de pav.	Finalidade/ Uso	Características do Material	Região
Caso 14 Brasília DF 2010		Escritório: PPMS Arquitetos Associados	Térreo + 4 pav.	Corporativo	Membrana de PVC perfurada na cor verde	Centro-Oeste
Caso 15 Curitiba PR 2016		Escritório: Arqbox Arquitetura	6 pav.	Institucional e Corporativo	Membrana de PVC perfurada na cor branco gelo	Sul
Caso 16 Florianópolis SC 2012		Escritório: Idein	Térreo + 3 pav.	Comercial	Membrana de PVC na cor cinza	Sul

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Segundo Zhang et al. (2016), essas fachadas de membrana têxtil oferecem oportunidades para a expressão arquitetônica, com formas livres e complexas estruturalmente viáveis e economicamente atraentes. Além disso, possuem como vantagem controlar a transmitância de luz, leveza, alta resistência, resistência à corrosão e isolamento térmico.

3.4 Madeira

A crescente popularidade no uso de madeira na indústria da construção tem ganhado espaço em fachadas de edifícios. No Brasil, dois casos que se assemelham à fachada dupla foram encontrados, um no Sudeste e outro no Centro-Oeste do país. O Quadro 04 apresenta esses casos.

Quadro 04 – Edifícios encontrados com Madeira

MADEIRA						
Casos	Imagem	Autor	Número de pav.	Finalidade/ Uso	Características do Material	Região
Caso 17 São Paulo SP 2015		Arq: Rosenbaum e Muti Randolph	Térreo + 1 pav.	Comercial	Madeira plástica no tom natural	Sudeste
Caso 18 Brasília DF 2006		Arq: Francisco Fanucci e Marcelo Ferraz	Térreo + 4 pav.	Comercial	Madeira no tom natural	Centro-Oeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com base nas informações acima, a finalidade de uso desses edifícios é o comercial, apresentando uma altura de até 4 pavimentos. Nota-se que os dois casos apresentam características distintas mesmo usando o mesmo material. O Caso 17 adotou a composição dos brises na vertical, que podem mudar de

ângulo criando pequenas aberturas. Já o Caso 18, usou uma tela em perfilado de madeira na horizontal do edifício.

O uso desse material em fachadas pode trazer muitos benefícios significativos como: economia de energia, conforto e luz natural, especialmente para condições de conforto interior. Segundo Stazi et al. (2014), a madeira apresenta maior capacidade calorífica específica, e menos condutividade térmica. Essa menor condutividade térmica determina as suas propriedades isolantes mais elevadas e, consequentemente, a sua capacidade de armazenar o calor e liberá-lo em um tempo de atraso (durante a noite).

Dependendo tanto da espécie como da sua localização na construção, a madeira pode ser facilmente tratada com conservantes para protegê-la contra agentes externos, quando expostos a ambientes agressivos, estendendo assim um ciclo de vida natural (PELAZ et al., 2017).

3.5 Vergalhão de Aço

Esse sistema é um elemento amplamente utilizado na construção civil, e aos poucos tem ganhado espaço na composição e projeto de fachadas. No Brasil, um edifício foi identificado com esse material e está localizado na região Sul como mostra o Quadro 05 a seguir.

Quadro 05 – Edifícios encontrados com Vergalhão de Aço

VERGALHÃO DE AÇO						
Casos	Imagem	Autor	Número de pav.	Finalidade/ Uso	Características do Material	Região
Caso 19 Curitiba, PR 2011		Escritório: Luiz Volpato Arquitetura	Sub. Solo+ térreo+ 3 pav.	Corporativo	Painéis e Malha com vergalhões em camadas em um tom avermelhado	Sul

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Esse edifício apresenta dois tipos de vedação. Nas fachadas Noroeste e Sudeste é formada por chapas de aço patinável, e a fachada Nordeste é compostas por uma malha com vergalhões em camadas, que apoiam o paisagismo natural que ainda está em desenvolvimento.

Esse material possui alta resistência e durabilidade, garantindo aplicações que vão da estrutura ao envelopamento de edificações. O uso em fachadas vale-se dessas propriedades combinadas a outras qualidades técnicas e estéticas. Além disso, seu uso é particularmente recomendado em ambientes altamente agressivos com contato à radiação UV (radiação ultravioleta), além de regiões litorâneas ou industriais.

3.6 Concreto Polímero

Atualmente é possível encontrar esse produto em fachadas de edifícios em formato de painéis. No Brasil, um edifício (Quadro 06) foi identificado na região Sudeste, utilizando esse material como fachada dupla.

Quadro 06 – Edifícios encontrados com Membrana de PVC

CONCRETO POLÍMERO						
Casos	Imagem	Autor	Número de pav.	Finalidade/ Uso	Características do Material	Região
Caso 20 Rio de Janeiro RJ 2014		Escritório: Diller Scofidio + Renfro	2 Sub. + Térreo + 7 pav.	Institucional	Concreto Polímero, com contrastes entre o preto e o branco feito com placas modulares 0,15x0,15 m	Sudeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A fachada Oeste desse edifício consiste de um sistema de fachada dupla em concreto polímero, constituída por um mural tridimensional composto de placas modulares de 15 m por 15 m, em seis tons entre preto e branco. Esse material é constituído por uma combinação de agregados de sílice e quartzo misturados com resinas de poliéster estável. Essa miscelânea é controlada por rigorosos padrões de qualidade, o que assegura o desenvolvimento de um produto de características mecânicas quatro vezes maiores do que às do concreto convencional.

4 CONCLUSÕES

A pesquisa identificou que, apesar das fachadas duplas serem bastante difundidas em países com temperaturas amenas, em climas tropicais como o do Brasil, esse sistema também tem sido utilizado nos últimos anos. Além da utilização da fachada dupla convencional de vidro, outros seis tipos diferentes de materiais foram mapeados no Brasil, conforme os 20 edifícios encontrados com a aplicação de materiais como a chapa metálica, membrana têxtil, madeira, concreto polímero, vergalhão de aço e os cabos de aço inox.

Esses edifícios estão em diferentes regiões e cidades brasileiras, sendo que as regiões que mais concentram a utilização de fachadas duplas é a Sudeste, assim como maior diversidade de materiais empregados nesse sistema.

A maioria dos edifícios estudados com fachada dupla no Brasil é de uso corporativo e estão distribuídos até 11 pavimentos. Porém, os casos mais frequentes são de 2 a 3 pavimentos. Geralmente, são edifícios com uma volumetria mais horizontal, traços limpos e tendo abordagem da sustentabilidade como uma das premissas.

A chapa metálica é o material mais utilizado entre os casos estudados onde, geralmente, aparecem na cor branca e com painéis perfurados. Esses painéis são fixados em uma estrutura metálica e encostados um ao lado do outro, onde juntos formam uma única pele sem possibilidade de aberturas. Além de ser um dos mais utilizados no Brasil, esse material possui melhor resistência e menor manutenção do que o vidro.

Existe uma predominância de cores claras em quase todos os fechamentos exteriores, o que colabora para o desempenho térmico ao refletir o máximo de incidência de radiação e, consequentemente, diminuir a transmissão de calor para o interior do edifício. Porém, alguns dos casos apresentados adotaram a cor natural do material, tons mais escuros.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFV e ao Grupo de Pesquisa INOVA – CNPq.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, A.; RAMOS, N. M. M.; ALMEIDA, R. M. S. F. Parametric study of double-skin facades performance in mild climate countries. **Journal of Building Engineering**, v. 12, n. May, p. 87–98, 2017.

ARCHDAILY. **OXI:** Luiz Volpato ARQ. Projetos. Edifícios de Escritórios. 2014. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/757642/oxi-io-arquitetura> Acesso em: 05 jul. 2017.

BARBOSA, S. A.; TIBÚRCIO, T. M. S.; CARLO, J. C.; GUIMARÃES, I. B. B. E. Método de utilização do programa Energyplus para verificação de desempenho térmico de ambientes com fachadas duplas. **Ambiente Construído,** Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 121-134, jul./set. 2013.

BARBOSA, S. A.; TIBÚRCIO, T. M. S. Fachadas Duplas Em Clima Tropical De Altitude : Análise Do Potencial De Ventilação De Ambientes Por Meio De Simulação Computacional. **XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, n. 1, p. 4050–4059, 2012.

BARBOSA, S. A. **Thermal performance of naturally ventilated office buildings with double skin façade under Brazilian climate conditions**. [s.l.] University of Brighton, 2015.

BARBOSA, S. A.; IP, K.; SOUTHALL, R. Thermal comfort in naturally ventilated buildings with double skin façade under tropical climate conditions: The influence of key design parameters. **Energy and Buildings**, v. 109, p. 397–406, 2015.

BAROZZI, M.; LIENHARD, J.; ZANELLI, A.; MONTICELLI, C. The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture. **Procedia Engineering**, v. 155, p. 275–284, 2016.

BLANCO, J. M.; ARRIAGA P.; ROJÍ, E.; CUADRADO, J. Investigating the thermal behavior of double-skin perforated sheet façades: Part A: Model characterization and validation procedure. **Building and Environment**, v. 82, p. 50–62, 2014.

BLANCO, J. M. BURUAGA, A.; ROJÍ, E.; CUADRADO, J.; PELAZ, B. Energy assessment and optimization of perforated metal sheet double skin façades through Design Builder; A case study in Spain. **Energy and Buildings**, v. 111, p. 326–336, 2016.

BRAHAM, W. Active Glass Walls : A Typological and Historical Account Active Glass Walls : A Typological and Historical Account. 2005.

CROOME, D. C. **Building Environment, architecture and people.** In: (Org.). Intelligent Buildings: Design, Management and operation. Cornwall: MGP Books, Lta, 2004. cap,3.

GHAFFARIANHOSEINI, A.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; BERARDI, U.; TOOKEY, J.; LI, D. H. W.; KARIMINIA, S. Exploring the advantages and challenges of double-skin

facąde (DSFs). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 60, p. 1052–1065, 2016.

GRATIA, E.; DE HERDE, A. Greenhouse effect in double-skin facade. **Energy and Buildings**, v. 39, n. 2, p. 199–211, 2007.

MAZZAROTO, A. C. E. K. U**so do sistema de fachadas duplas ventiladas em edifícios em Curitiba**. Dissertação de Mestrado - PPGCC - Programa de Pós Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2011.

MINIOLI, A. R. B. Chapas metálicas perfuradas para protação solar. **Universidade de São Palo - São Paulo**, p. 140, 2014.

PAECH, C. Structural Membranes Used in Modern Building Facades. **Procedia Engineering**, v. 155, p. 61–70, 2016.

PELAZ, B.; BLANCO, J. M.; CUADRADO, J.; EGILUZ, Z.; BURUAGA, A. Analysis of the influence of wood cladding on the thermal behavior of building façades; characterization through simulation by using different tools and comparative testing validation. **Energy and Buildings**, v. 141, p. 349–360, 2017.

POIRAZIS, H. **Double Skin Façades for Office Buildings: Literature Review Report**. 2004. Disponível em: <http://archiglass.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0211/211331.qk1es137bl.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

STAZI, F.; MARINELLI, S.; DI PERNA, C.; MUNAFO, P. Comparison on solar shadings: Monitoring of the thermo-physical behaviour, assessment of the energy saving, thermal comfort, natural lighting and environmental impact. **Solar Energy**, v. 105, p. 512–528, 2014.

TIBÚRCIO, T. M. S. The impact of high-tech learning environments on pupils' interactions. PhD.Thesis. The University of Reading, Reading. UK.2007

ULMA. **Architectural Solutions**. Fachadas ventiladas. Disponível em: <http://www.ulmaarchitectural.com/br/fachadas-ventiladas/info-geral/o-que-e-uma-fachada-ventilada/> Acesso em: 05 jul. 2017.

ZHANG, T.; TAN, Y.; YANG, H.; ZHANG, X. The application of air layers in building envelopes: A review. **Applied Energy**, v. 165, p. 707–734, 2016.