

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Natália de Oliveira Gindri

**FACHADA VENTILADA: ANÁLISE DA
EXECUÇÃO EM EDIFICAÇÃO HOSPITALAR DE
PORTO ALEGRE**

Porto alegre

Outubro 2022

Natália de Oliveira Gindri

**FACHADA VENTILADA: ANÁLISE DA
EXECUÇÃO EM EDIFICAÇÃO HOSPITALAR DE
PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto alegre

Outubro 2022

NATÁLIA DE OLIVEIRA GINDRI

**FACHADA VENTILADA: ANÁLISE DA EXECUÇÃO EM
EDIFICAÇÃO HOSPITALAR DE PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof.^a. Lais Zucchetti (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Engenheira Roberta Picanço Casarin (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha mãe, Maria Ermínia, que não mediu esforços para me proporcionar uma educação de qualidade e me deu todo o suporte possível, me impulsionou e incentivou a buscar o melhor mesmo que isso significasse estar mais longe de casa, te agradeço do fundo do meu coração, obrigada por tudo. Agradeço ao meu pai, Nei Carlos, que também foi fundamental para que eu chegasse até aqui, me deu apoio e acreditou que eu seria capaz, e também às minhas irmãs pelo apoio e força durante a minha caminhada.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos, que compartilharam os anseios, as risadas, as noites viradas estudando e que estiveram comigo nos piores e melhores momentos, vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao PET Civil UFRGS pela oportunidade de amadurecimento ao fazer parte do grupo e por me mostrar o quanto a universidade pode ser transformadora e o real significado da palavra empatia.

Às duas construtoras que me deram a oportunidade de estagiar, sem elas eu não estaria me tornando a profissional que sou hoje, por isso sou muito grata por todo conhecimento adquirido e também pelas pessoas que pude conhecer durante essa caminhada, aprendi um pouco com cada um de vocês, muito obrigada.

À minha orientadora, professora Cristiane Sardin, por toda paciência, apoio, dedicação e conhecimentos compartilhados comigo ao longo da elaboração deste trabalho.

Agradeço por fim à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória, é uma honra e a realização de um sonho receber o diploma dessa universidade e me sinto muito privilegiada por isso.

Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades.
Lembrai-vos de que as grandes proezas da história foram
conquistas daquilo que parecia impossível
Charles Chaplin

RESUMO

A fachada ventilada é um método construtivo relativamente novo e ainda pouco utilizado no Brasil, apesar disso possui vantagens, como a melhora do desempenho térmico da edificação. A fachada ventilada é considerada uma inovação construtiva, tanto no aspecto funcional como na questão estética. Nela, o revestimento externo, fica separado da vedação vertical externa da edificação, formando uma câmara de ar ventilada que gera o efeito chaminé, proporcionando maior conforto térmico e acústico para os usuários. Aliado com outros elementos como brises e fachadas de vidro, pode proporcionar um maior conforto térmico e aumentar a eficiência energética da edificação. No Brasil já se tem algumas empresas especializadas que além de executarem o projeto, com todas as estruturas e fixações necessárias, instalam a fachada in loco. O sistema, além das vantagens já citadas, apresenta produtividade durante a sua execução, além de diminuir o acúmulo de resíduos durante a instalação em obra. Ao mesmo tempo, a falta de normas específicas pode ser um dos motivos que dificulta o sistema de ser cada vez mais utilizado em nosso país. Assim, a metodologia do trabalho foi realizar a pesquisa de um referencial teórico para embasamento do tema, em seguida mostrar e analisar todo o processo executivo de um sistema de fachada ventilada em um empreendimento hospitalar em Porto Alegre e realizar entrevistas com profissionais ligados ao processo executivo. Os objetivos foram analisar a execução desse sistema e detalhar os materiais e componentes envolvidos no processo executivo. Além disso, analisar as vantagens e as desvantagens da utilização do sistema para o tipo de empreendimento do estudo de caso. Por fim, foi possível notar que o sistema instalado trará vantagens como a diminuição da manutenção das fachadas para o complexo hospitalar ao qual pertence e possibilitará a certificação ambiental a qual o complexo deseja.

Palavras-chave: Sistema de fachada ventilada.
Vantagens e desvantagens da fachada ventilada.
Câmara de ar ventilada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das fachadas conforme os tipos de fixação: fachada cortina tradicional (até os anos 70), fachada stick original (anos 80), fachada structural glazing (anos 80/Citibank), modelo intermediário (anos 90), fachada unitizada (anos 90/Unitizado).....	14
Figura 2 - Fachada Cortina construída em 1936, no Edifício Gustavo Capanema no Rio de Janeiro.....	15
Figura 3 - Edifício Centro Cândido Mendes.....	17
Figura 4 - Edifício Citicorp/Citibank.....	18
Figura 5 - Edifício Bank Boston.....	19
Figura 6 - Demonstração das aberturas inferiores e superiores da fachada ventilada possibilitando a criação da lâmina de ar na cavidade entre as duas paredes.....	21
Figura 7 - Perfil de uma fachada ventilada com a indicação de seus componentes.....	22
Figura 8 - Colocação das peças cerâmicas na estrutura metálica da fachada ventilada.....	23
Figura 9 - Sistemas de fixação visível e oculto.....	24
Figura 10 - Sistema com fixação indireta no suporte através de parafusos/rebites e estrutura intermediária metálica.....	26
Figura 11 - Estrutura intermediária simples e dupla.....	27
Figura 12 - Tipologia de juntas do sistema de fachada ventilada.....	28
Figura 13 - Corte esquemático do sistema com juntas abertas e como funciona a câmara de ar e chuva.....	29
Figura 14 - Fachada ventilada revestida com porcelanato.....	31
Figura 15 - Localização do empreendimento em Porto Alegre – vista superior.....	33
Figura 16 - Localização do empreendimento em Porto Alegre – perspectiva.....	33
Figura 17 - Planta de Localização/Planta Baixa - Geral do empreendimento.....	34
Figura 18 - Planta baixa Arquitetônica do 4º Subsolo – Farmácia.....	35
Figura 19 - Planta baixa Arquitetônica do Pavimento tipo (4º ao 9º Pavimento) – Internações.....	35
Figura 20 - Corte esquemático estrutural do empreendimento.....	36
Figura 21 - Imagem em 3D do empreendimento com projeto orientativo de fachada ventilada.....	38
Figura 22 - Imagem em 3D e projetos arquitetônicos das fachadas Sudoeste e Sudeste.....	39
Figura 23 - Imagem em 3D e projetos arquitetônicos das fachadas Nordeste e Noroeste.....	40
Figura 24 - Sistema de Fachada Ventilada com Placas de Porcelanato – Sistema PO10 com Sistema de Fixação Oculta com Clips.....	41
Figura 25 - Projetos executivos da paginação do revestimento externo da fachada ventilada.....	42
Figura 26 - Projetos executivos da estrutura metálica (subestrutura) da fachada ventilada.....	42
Figura 27 - Prédio com andaime fachadeiro, na imagem estão visíveis as fachadas Sudeste e Nordeste.....	43
Figura 28 - Trecho da fachada com os arremates de argamassa finalizados.....	44
Figura 29 - Indicação do tamanho da câmara de ar em um trecho da fachada.....	46
Figura 30 - Checklist ou Ficha de Execução e Controle da fachada ventilada.....	47
Figura 31 - Execução da impermeabilização com aspessor na fachada.....	48

Figura 32 - Trecho da fachada impermeabilizada.....	49
Figura 33 - Trecho da fachada impermeabilizada e com o gel selante nas juntas de alvenaria com estrutura de concreto armado.....	50
Figura 34 - Ajuste dos fios para marcar as prumadas e iniciar a fixação das cantoneiras metálicas.....	51
Figura 35 - Cantoneiras fixadas na alvenaria de vedação.....	52
Figura 36 - Cantoneiras maiores com tamanho em torno de 50cm de largura.....	53
Figura 37 - Cantoneiras maiores com tamanho em torno de 50cm de largura – vista lateral.....	53
Figura 38 - Cantoneiras com perfis metálicos fixados em pavimento intermediária.....	54
Figura 39 - Cantoneiras com perfis fixados em nível mais baixo do prédio – Térreo.....	55
Figura 40 - Abertura onde não há fachada ventilada, perfis com sobra que irão ser cortados.....	55
Figura 41 - Diferentes tipos de perfis fixados na fachada.....	56
Figura 42 - Local onde o revestimento era refilado e armazenado.....	57
Figura 43 - Posicionamento do revestimento para refilamento e início do processo.....	57
Figura 44 - Clipe de aço ensaiado da maneira que é fixado no perfil e no revestimento.....	58
Figura 45 - Local onde era realizado o refilamento dentro do pavimento.....	59
Figura 46 - Refilamento e posterior preparação do porcelanato com primer.....	59
Figura 47 - Perfil inferior que serve como base para fixação do porcelanato.....	60
Figura 48 - Perfil preparado com primer e com fita dupla face.....	61
Figura 49 - Sistema com cantoneira, perfil metálico e porcelanato fixado com dupla face e adesivo.....	62
Figura 50 - Detalhe visto de cima de como a fixação é feita com o clipe de aço.....	63
Figura 51 - Finalização da colocação do porcelanato em um trecho e execução de cortes e arremates na estrutura.....	64
Figura 52 - Trecho da fachada Nordeste onde foram fixados os acabamentos em alumínio.....	64
Figura 53 - Fixação dos rufos na cobertura com material em alumínio.....	65
Figura 54 - Colocação de estruturas auxiliares na platibanda para fixação do rufo em alumínio.....	65
Figura 55 - Fixação de brises no encontro com a fachada ventilada.....	66
Figura 56 - Vista das estruturas auxiliares para a fixação dos brises na fachada.....	67
Figura 57 - Colocação de acabamento de alumínio entre os brises e fachada de vidro na fachada Nordeste.....	67
Figura 58 - Colocação de brises faltantes na fachada Sudeste.....	68
Figura 59 - Fachada ventilada (Sudeste e Nordeste) após em torno de 1 ano do início da sua execução.....	69
Figura 60 - Fachada ventilada (Sudeste e Sudoeste) após em torno de 1 ano do início da sua execução.....	69
Figura 61 - Trecho da fachada Sudoeste onde a estrutura da marquise foi fixada.....	72
Figura 62 - Trecho da fachada Sudoeste após a estrutura da marquise estar finalizada e os arremates da fachada ventilada sendo executados.....	73
Figura 63 - Vista da fachada Sudoeste após a finalização dos arremates na estrutura da marquise.....	73

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivo Secundário	11
1.2 ESCOPO	11
1.2.1 Delimitações.....	11
1.2.2 Limitações.....	11
1.3 DELINEAMENTO	12
2. SISTEMAS DE FACHADAS.....	13
2.1 CONCEPÇÃO DE FACHADA	13
2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DE FACHADAS NÃO ADERIDAS	13
2.3 FACHADA VENTILADA.....	19
2.3.1 Contextualização	20
2.3.2 Conceito	21
2.3.3 Classificações	23
3. PROCESSO EXECUTIVO DE UMA FACHADA VENTILADA – ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO HOSPITALAR EM PORTO ALEGRE.....	32
3.1 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	32
3.2 PROJETO ARQUITETÔNICO DA FACHADA VENTILADA	37
3.3 PREPARO PARA A INSTALAÇÃO	43
3.4 COMPONENTES E MATERIAIS DO SISTEMA	45
3.4.1 Subestrutura metálica	45
3.4.2 Material de revestimento.....	46
3.5 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO	47
3.6 OBSERVAÇÕES SOBRE O USO DA FACHADA VENTILADA	70
3.6.1 Considerações da execução da fachada ventilada.....	70
3.6.2 Motivação da escolha do uso da fachada ventilada em empreendimento hospitalar	74
3.6.3 Vantagens e desvantagens da fachada ventilada	75
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento de novas tecnologias na construção civil, busca-se aperfeiçoar os sistemas construtivos para um melhor desempenho das edificações. As fachadas são a identidade de uma edificação ao associarem questões estéticas e funcionais, aliando essas duas características.

Por ser a “primeira impressão” do edifício, a fachada deve apresentar um aspecto visual agradável e, ao mesmo tempo, deve garantir a proteção e a vedação do interior da edificação contra os agentes externos, ou seja, também é responsável pela garantia do conforto, tanto a nível higrotérmico, como a nível acústico (CARNEIRO, 2015, p. 12).

As fachadas são responsáveis por criarem condições de habitabilidade para a edificação, servindo como mediadoras entre o ambiente interno e externo, podendo desempenhar um papel importante em relação à sustentabilidade, principalmente quando elas são projetadas para minimizar seus impactos ambientais (TENÓRIO, 2020, p 174).

Segundo a NBR 15575: Norma de desempenho (ABNT 2021) existem alguns requisitos de habitabilidade, e nessa norma é estabelecido um deles, o desempenho térmico, que visa garantir ao usuário do edifício as condições térmicas adequadas para o desenvolvimento das suas atividades.

Nesse sentido, o sistema de fachada ventilada consiste em um revestimento não aderido à estrutura do edifício utilizando uma subestrutura metálica de fixação no corpo da edificação. Assim, cria-se uma câmara de ar ventilada entre o revestimento e a vedação do edifício, que devido ao aquecimento do ar nesse espaço cria o “efeito chaminé”, responsável por uma ventilação contínua (Téchne, 2009; MORAIS F, 2019).

A execução das fachadas ventiladas é rápida e com elevada eficiência, pois as peças já vêm da fábrica prontas para instalação, evitando também os desperdícios gerados em obra. Além disso, como está disponível em uma série de acabamentos, dimensões e espessuras, ela pode ser aplicada aos mais diversos edifícios, inclusive os ocupados, porque faz o uso do sistema estrutural já existente em construções tradicionais (MOURA, 2009).

Ainda, a união desse sistema com outros elementos acessórios como brises (elemento arquitetônico utilizado em fachadas) pode gerar diversas disposições estéticas, além de contribuir positivamente para a eficiência energética e conforto térmico, já que proporciona um melhor controle de incidência solar e de ventilação natural do local. Dessa forma, os sistemas

favorecem que a edificação se torne mais sustentável, característica relevante para a obtenção da certificação ambiental, que é o caso da edificação em estudo de caso apresentada neste trabalho.

1.1 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos do presente trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é apresentar e detalhar o processo de execução do sistema de fachada ventilada em uma edificação de uso hospitalar em Porto Alegre/RS.

1.1.2 Objetivo Secundário

O objetivo secundário deste trabalho é detalhar os materiais que compõem a fachada ventilada do estudo de caso e apresentar as vantagens e desvantagens da adoção deste tipo de fachada para o empreendimento estudado.

1.2 ESCOPO

1.2.1 Delimitações

O presente trabalho delimita-se à elaboração de um estudo de caso referente à execução da fachada ventilada de uma edificação hospitalar na cidade de Porto Alegre/RS. Ao longo do trabalho, serão abordadas principalmente questões referentes ao processo executivo, assim como, projetos e materiais utilizados, componentes, elementos acessórios e pôr fim a identificação das vantagens e desvantagens da escolha do sistema para a edificação estudada.

1.2.2 Limitações

Neste estudo de caso não serão abordados critérios relacionados ao dimensionamento da fachada ou cálculos estruturais ou referentes ao projeto executivo, orçamentos, processo de manutenção das fachadas e seus acessórios, assim como também não será feito ou estudado nenhum tipo de ensaio, seja para avaliar o desempenho acústico e térmico ou qualquer outra característica do sistema. Não será também comparado esse tipo de fachada com outros revestimentos de fachada.

1.3 DELINEAMENTO

O presente trabalho se propôs, no capítulo 2, a realizar uma revisão bibliográfica acerca da concepção de fachada de um modo geral e a evolução do sistema de fachadas cortina e unitizada no Brasil, até os sistemas mais atuais de fachadas ventiladas. Já no capítulo 3 foi feita uma breve descrição do empreendimento e, após detalhado o acompanhamento do processo executivo do sistema de fachada ventilada em uma edificação localizada em Porto Alegre, através de informações da construtora, projetos e arquivo pessoal. Nesse capítulo também foram explicados o funcionamento do sistema, detalhes estruturais, sistema de fixação, materiais, revestimentos, paginação, componentes, além de outras informações relevantes.

Ainda no capítulo 3 foram feitas as considerações finais sobre o sistema, que foram baseadas na análise das vantagens e desvantagens, além de fatores determinantes para a escolha desse sistema para o empreendimento em questão. Essa análise foi possível através do contato com profissionais que detêm conhecimento do sistema, projetistas e materiais técnicos.

A conclusão deste trabalho foi realizada baseando-se nas informações coletadas em obra, projetos, manuais, informações técnicas, bibliografia, assim como em entrevistas realizadas com esses profissionais que tiveram contato direto com o sistema na fase de projeto, execução e finalização do processo em obra.

2. SISTEMAS DE FACHADAS

Este capítulo apresenta uma breve descrição do conceito de fachada de modo geral, definições e especificações dos sistemas de fachada, além de um resumo do panorama do desenvolvimento dos sistemas de fachadas envidraçadas no Brasil, até o advento do sistema unitizado para posteriormente o uso da fachada ventilada.

2.1 CONCEPÇÃO DE FACHADA

A fachada é a aparência de algo, ou seja, do edifício, assim “a palavra ‘fachada’ tem origem no século XIV, mas passa a ter uso comum no século XV. É cognato de *facciata*, palavra italiana proveniente do latim *facies*, que significa aparência, rosto, semblante” (LEÃO, 2013, p. 2).

Segundo Barth (2007), as fachadas têm poder de produzir a imagem do edifício e de criar a sua identidade visual. As fachadas podem, também, melhorar o desempenho ambiental, atuando como elemento condicionador natural para o empreendimento.

Ao mesmo tempo, a fachada do edifício é parte importante não apenas para a estética, mas também desempenha a função de estanqueidade, vedação, iluminação natural e embutimento de esquadrias (CARDOSO; CARNEIRO, 2020, p. 1).

Atualmente, devido à tipologia dos empreendimentos comerciais, por exemplo, esses costumam apresentar fachadas cada vez mais desenvolvidas e trabalhadas, muitas vezes compostas somente por estruturas em vidro, as fachadas conhecidas como cortina, que tem ganhado cada vez mais espaço nos empreendimentos e edificações brasileiras, sendo, portanto, fonte constante de evolução quanto às técnicas e materiais empregados (POTIGUARA, 2017).

Assim, as fachadas envidraçadas têm ganhado espaço não apenas em empreendimentos comerciais ou escritórios, mas também em outros tipos de empreendimentos, como hospitalares. Essas fachadas envidraçadas são também conhecidas como fachada-cortina, pele de vidro, envidraçamento estrutural e parede cortina.

2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DE FACHADAS NÃO ADERIDAS

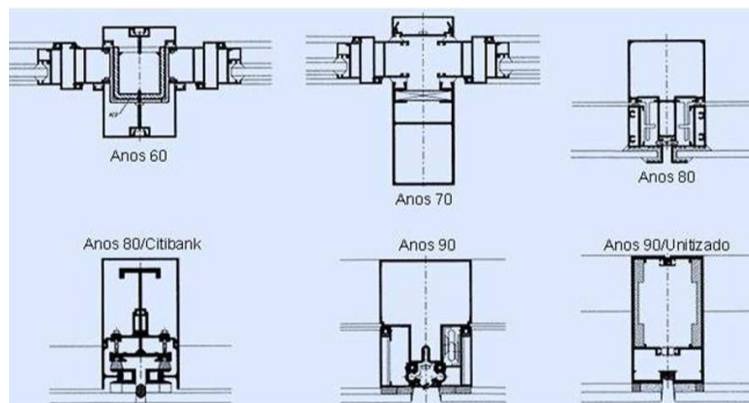
Como qualquer outro sistema construtivo as fachadas também passaram por transformações, seja pela mudança da concepção arquitetônica, seja pela busca por melhorias estéticas e

funcionais. Dessa forma se tornou cada vez mais comum a partir doséculo XX a busca por fachadas cada vez mais translúcidas, ou seja, o uso do vidro e materiais que pudessem auxiliar e também ser combinados com ele.

O uso cada vez mais comum de materiais como vidro e alumínio levou a um desenvolvimento significativo no mercado de fachadas, iniciando-se pela fachadacortina e progredindo para os atuais sistemas de fachadas unitizadas, chegando-se em sistemas mais modernos, como é o caso da fachada ventilada.

Santos (2013) data o surgimento da fachada cortina na década de 60, inicialmente sendo constituídas por aço e posteriormente na década de 70 por alumínio. Possuíam suascolunas de sustentação projetadas para o exterior do edifício (Figura 1).

Figura 1 - Evolução das fachadas conforme os tipos de fixação: fachada cortina tradicional (até osanos 70), fachada stick original (anos 80), fachada structural glazing (anos 80/Citibank), modelo intermediário (anos 90), fachada unitizada (anos 90/Unitizado).



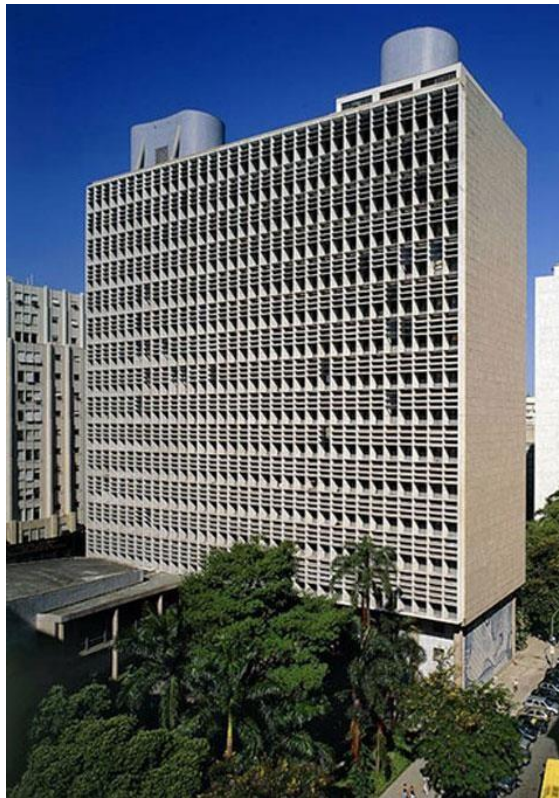
Fonte: FINESTRA (2005).

Ainda, segundo Hunt Jr (1958, *apud* SIQUEIRA JÚNIOR, 2003) a primeira definição para o termo fachada cortina foi proposta pelo *Porcelain e namel Institute*, segundo o qual fachada cortina pode ser entendida como “uma parede exterior não aderida e suportada pelo edifício em qualquer pavimento por uma armação estrutural”.

Inicialmente, os caixilhos e fachadas de alumínio foram introduzidos no mercadobrasileiro na década de 60, como já foi mencionado, coincidindo com a construção de Brasília. “Na época, o novo material conquistou rapidamente espaço por apresentar vantagens que outros não conseguiam, como vedação, praticidade, leveza e acabamento” (AECWEB, 2010, n.p).

No entanto, anos antes do sistema ser amplamente difundido foi realizada no Brasil a primeira construção mundial de uma fachada cortina (*curtain-wall*), em 1936 no edifício que hoje abriga o Ministério da Educação e Cultura (MEC) no centro do Rio de Janeiro (RJ), localizado na rua da Imprensa, nº16, que hoje é Palácio Gustavo Capanema (Figura 2). Na época foi um grande marco para a arquitetura brasileira, contando com uma equipe composta pelo renomado arquiteto franco-suíço Le Corbusier (ARAUJO, 2021).

Figura 2 - Fachada Cortina construída em 1936, no Edifício Gustavo Capanema no Rio de Janeiro.



Fonte: Coisas da Arquitetura (2022).

Já no início dos anos 70, o aço foi eliminado totalmente da fachada e o perfil de alumínio extrudado, identificado como coluna, passou a cumprir função estrutural. A coluna era sempre usada pelo lado externo da fachada, dando um efeito verticalizado de marcações e escondendo um pouco a planicidade do vidro (AECWEB, 2010).

Ao mesmo tempo, Arruda (2010) afirma que apesar de muito utilizado, o sistema convencional da fachada cortina não atendia alguns requisitos requeridos da época, como menos alumínio aparente, e a premissa de uma fachada mais limpa começou a ser mais difundida. Além disso, o vidro era monolítico (preto ou bronze), tendo como desvantagem absorver muito calor e transferir grande parte deste para o interior do edifício, gerando gastos elevados com sistemas de climatização.

Com o passar dos anos, a arquitetura se tornou mais avançada e em meados do fim da década de 70 se optou por utilizar mais o vidro – material que também teve considerável avanço tecnológico, incorporando recursos termoacústicos e de segurança, através do vidro laminado. E foi assim que toda a estrutura da fachada ganhou um novo design, passando a coluna para o lado interno da estrutura, e dessa maneira surgiram as fachadas pele de vidro.

A primeira utilização de fachada pele de vidro no Brasil foi em 1977 e está localizada no edifício Centro Cândido Mendes (Figura 3) na região central do Rio de Janeiro. Esse tipo de fachada possui os vidros (na época de cor preta ou bronze) encaixilhados com perfis de alumínio de acordo com Araujo (2021).

Figura 3 - Edifício Centro Cândido Mendes.



Fonte: Flickr, 2008.

Apesar de toda a evolução, essa fachada ainda não oferecia a segurança necessária com relação à vedação. Embora com duas camadas, a vedação entre os perfis era descontraída, além de o vidro ser encaixilhado, resultando em enorme dificuldade para sua substituição (AECWEB, 2010).

Vazquez (2018) também afirma que foi na década de 1980 que a pele de vidro foi introduzida no mercado como uma evolução do sistema tradicional, dando origem ao termo sistema *stick*, onde as estruturas passam a ser projetadas internamente, enquanto o vidro permanece encaixilhado, fazendo com que ele se destaque em relação ao alumínio das molduras e destacando a planicidade do vidro nas fachadas. Contudo, este sistema construtivo ainda apresentava muitas demarcações perimetrais dos vidros, além de não oferecer, muitas vezes, segurança necessária em relação à vedação (AECWEB, 2010).

Na década de 80, o conceito pele de vidro passou por uma importante evolução. A partir desse momento a fachada cortina se transformou em um grande pano de vidro, sem perfil de alumínio marcando a fachada pelo lado externo. Predominariam os vidros de tonalidade azul, além disso, a utilização do sistema Structural Glazing ou envidraçamento estrutural, que começou a ser difundido devido aos vidros serem colados com silicone estrutural nos quadros. A referência desse conceito é o edifício Citicorp/Citibank (Figura 4), inaugurado em 1986 na Avenida Paulista, em São Paulo (SP) (CANAL DO SERRALHEIRO, 2022, n.p).

Esta nova solução, o *structural glazing*, não apenas resolveu alguns dos problemas de vedação da fachada, como também permitiu que a fachada se tornasse mais homogênea, ou seja, com uma maior quantidade de vidro em sua estrutura (AECWEB, 2010).

Figura 4 - Edifício Citicorp/Citibank.



Fonte: Aflalo gasperini arquitetos, 2022.

De acordo com Santos (2013), o *structural glazing* foi a primeira opção de fachada totalmente envidraçada revelado com o aperfeiçoamento do sistema *stick*. Mantem-se a coluna do lado interno da edificação, com o vidro colado com silicone estrutural nos caixilhos de alumínio, propiciando estanqueidade à estrutura.

Assim, foi em 2002, para dar maior velocidade à obra do edifício Bank Boston (Figura 5) na Marginal Pinheiros, em São Paulo, utilizou-se pela primeira vez no país o sistema de fachada *unitized* (conhecido como sistema unitizado). Aceito em todo o mundo, esse sistema conta com tecnologia considerada a mais moderna para fachadas cortina. Não necessita de colunas e travessas, pois os próprios perfis dos quadros já fazem essa função. A instalação dos módulos prontos é executada pelo lado interno da fachada com o auxílio de mini guindastes (CANAL DO SERRALHEIRO, 2022).

Figura 5 - Edifício Bank Boston.



Fonte: Encontra Brooklin, 2022.

Vazquez (2018) também afirma que uma das maiores evoluções de fachadas envidraçadas foram os módulos unitizados, que chegaram ao Brasil no final dos anos 90. Esse sistema se caracteriza pela produção de módulos completos, montados em fábrica, que correspondem à altura do pé direito do pavimento.

“Estes módulos possuem colunas desmembradas em macho e fêmea que agregam rapidez e facilidade ao processo de instalação” (POTIGUARA, 2017, p. 40).

As maiores vantagens observadas no sistema unitizado são a velocidade de instalação e o controle de qualidade feito no solo, o que resulta em maior eficácia e a possibilidade de execução simultânea com a estrutura do prédio (MACHADO, 2004, *apud* VEDOVELLO, 2012).

2.3 FACHADA VENTILADA

Este item aborda o conceito de fachada ventilada, a sua evolução no contexto da construção civil e as possíveis classificações conforme o sistema de fixação e ancoragem, a tipologia das juntas e os tipos de revestimentos externos.

2.3.1 Contextualização

“A arquitetura sustentável tem se tornado um segmento essencial na construção civil. As gerações nascidas nas últimas décadas têm uma preocupação muito grande com a proteção ao meio ambiente e dão preferência a projetos minimamente lesivos” (BIANCOGRES, 2010, n.p).

Entre as décadas de 40 a 70, a arquitetura adquiriu um padrão composto por caixas de vidro, que era considerado como o ideal, pois se acreditava que controlava as condições ambientais do edifício junto à tecnologia dos aquecedores e aparelhos de ar condicionado. Já nos anos 70 a utilização de energia solar através de placas fotovoltaicas foi difundida e nos anos 80, a então chamada “arquitetura solar” passou a ser chamada de “arquitetura bioclimática”, que buscava um maior equilíbrio entre o desempenho energético e o conforto térmico (DOMINGOS DE ARQUITETURA, 2022).

Ao mesmo tempo, devido à necessidade de avanços, segurança, agilidade e modernização da construção, houve uma evolução tecnológica significativa dos sistemas construtivos nas mais variadas áreas da engenharia civil. Como as fachadas sempre fizeram parte integrante das edificações, também se inserem nesta área de desenvolvimento, evoluindo das tradicionais fachadas pintadas até as envidraçadas, e posteriormente as ventiladas, que aliam características tanto estéticas quanto funcionais sustentáveis.

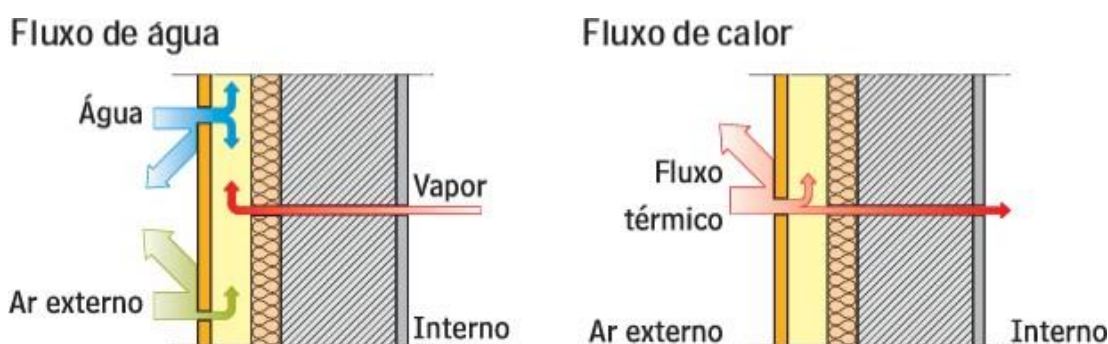
Conforme Kiss (1999), a primeira vez que o termo fachada ventilada foi descrito foi em 1968 na norma francesa “*Directives Communes pour l’Agrement des Façades Légères*” do CSTB (*Centre Scientifique et Technique Du Batiment*). Segundo esta norma, a fachada é classificada como ventilada quando há comunicação com o exterior por meio de orifícios que possibilitam uma ventilação de forma permanente de baixo para cima.

Kiss (1999, *apud* CAUSS, 2014, p. 5) menciona também que, nos dias atuais o conceito mais utilizado é oriundo da Itália e foi difundido em 1990. Consta na norma italiana que a fachada ventilada diz respeito a um sistema de revestimento externo em que há a existência de uma camada isolante sobre a parede de vedação e uma camada externa de revestimento, estanque à água, sendo composta por painéis modulares, fixada à construção através de uma estrutura metálica. A norma prevê, ainda, que o sistema deve dispor de um espaço vazio que permita através do efeito chaminé uma ventilação contínua no sentido vertical.

Assim, o Sistema de Fachadas Ventiladas (SFV) foi desenvolvido nas últimas décadas por laboratórios europeus, a partir da necessidade de redução dos custos com energia para refrigeração e calefação das edificações cujo princípio fundamental – e que a distingue da *curtain wall* – é o fato de possuir juntas abertas (CARNEIRO, 2015, p. 14).

O espaço entre as placas do invólucro (as juntas) não recebe vedação completa nas aberturas inferiores e superiores possibilitando, assim, a criação da lâmina de ar na cavidade entre as duas paredes (TÉCHNE, 2009) conforme Figura 6.

Figura 6 - Demonstração das aberturas inferiores e superiores da fachada ventilada possibilitando a criação da lâmina de ar na cavidade entre as duas paredes.



Fonte: Téchne, 2009.

Embora esse sistema seja amplamente utilizado em países da Europa por mais de 30 anos, no Brasil essa tecnologia ainda está começando a ser utilizada. Por aqui, o sistema ainda está sendo implementado pois desperta interesse tanto pelos efeitos estéticos quanto pelo desempenho térmico prometidos. Com a necessidade de reduzir o consumo energético das edificações o sistema pode contribuir para reduzir esse consumo, ao mesmo tempo, protegendo a estrutura da edificação (TÉCHNE, 2009).

No Brasil não há uma norma específica para o sistema de fachada ventilada, por isso pode-se usar as normas e os cadernos/manuais internacionais europeus, que desenvolveram materiais específicos para o sistema.

2.3.2 Conceito

“A fachada ventilada surgiu como uma inovação construtiva do processo evolutivo das fachadas e, atualmente, é considerado de extrema importância não só pela questão estética e econômica, mas também pela sua funcionalidade” (CARNEIRO, 2015, p.14).

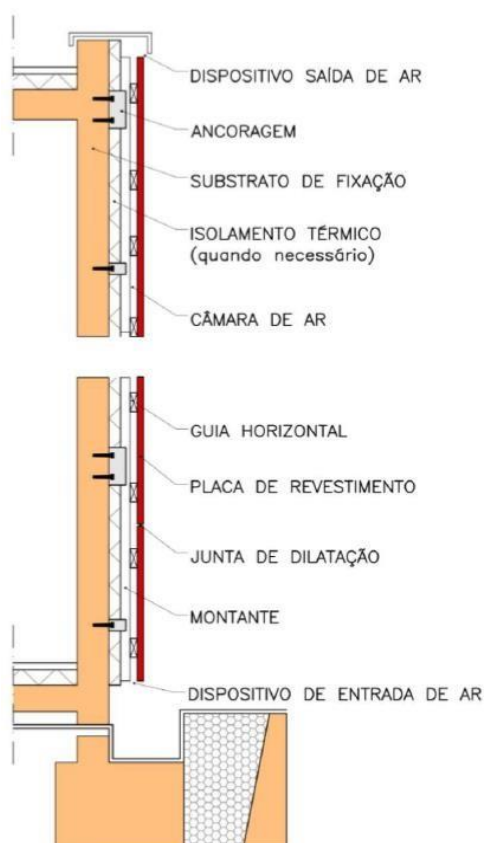
O Sistema de Fachada Ventilada (SFV) é um recurso técnico pelo qual é obtido um efeito de ventilação entre o revestimento e as paredes externas do edifício através de um afastamento físico e regulável, que ocorre na fase de projeto. Este afastamento é feito por meio da utilização de uma subestrutura metálica, constituída geralmente por perfis de alumínio que servem para a acoplagem do revestimento (KERAGAIL, 2013).

“Ainda, é possível afirmar que o SFV pode ser definido como um sistema de proteção e revestimento externo de edifícios, caracterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando, assim, uma câmara de ar em constante movimento” (CONSTRULINK, 2006, n.p).

Na Figura 7, está representado um perfil de fachada ventilada com a indicação dos seus principais componentes.

A câmara de ar ventilada e as juntas abertas, quando corretamente dimensionadas, são responsáveis pelo bom desempenho termoacústico do sistema e pela estanqueidade à água (CARNEIRO, 2015).

Figura 7 - Perfil de uma fachada ventilada com a indicação de seus componentes.



Fonte: Siqueira Júnior, 2003.

Assim, o sistema cria uma “segunda pele” em relação à fachada principal do edifício, protegendo-a, como pode ser observado na Figura 8. Seu revestimento é fixado a uma armação de alumínio (ou de aço inoxidável) que se ancora na estrutura da edificação, mantendo a fachada afastada da alvenaria de vedação (ARCHDAILY, 2022).

Figura 8 - Colocação das peças cerâmicas na estrutura metálica da fachada ventilada.



Fonte: TÉCHNE, 2009.

2.3.3 Classificações

O sistema de fachada ventilada é formado por alguns componentes, entre eles: base suporte de fixação, camada de material isolante, câmara de ar, sistema de fixação e ancoragem, revestimento externo e juntas entre os painéis ou placas.

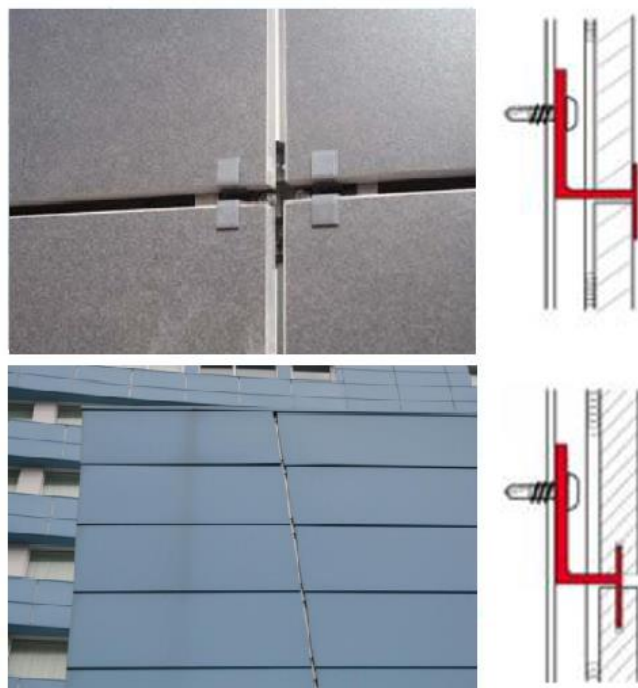
Neste item será apresentado brevemente as classificações dos tipos de fachada ventilada de acordo com três componentes: o sistema de fixação e ancoragem, a tipologias das juntas e os tipos de revestimentos externos.

2.3.3.1 Sistema de fixação

Um dos elementos essenciais na concepção de uma fachada ventilada é o tipo de fixação utilizada. Este está intimamente correlacionado com o tipo de suporte base que osustenta como também ao tipo de revestimento que vai receber, levando em consideração peso, bem como a geometria dos painéis (MORAIS F., 2019).

De acordo com o mesmo autor a fixação do revestimento externo pode ser visível ou oculta. A fixação é considerada visível quando o elemento de fixação fica aparente na fachada e oculta quando ocorre o inverso (Figura 9).

Figura 9 - Sistemas de fixação visível e oculto.



Fonte: Adaptado de Silva, 2015.

Além disso, as fachadas ventiladas ainda podem ser classificadas de acordo com os dispositivos empregados para ancorá-las no edifício, ou seja, em ancoragens diretas/pontuais ou indiretas/contínuas.

A ancoragem pontual é o sistema de fixação em que o revestimento é diretamente fixado à estrutura da edificação por meio de perfurações, evitando a utilização de estruturas de suporte auxiliares, tornando o sistema menos oneroso. Elas podem ser de dois tipos: químicas ou mecânicas. A ancoragem química é baseada na utilização de resinas para realizar a união da fixação com a estrutura, utilizando do processo de expansão da mesma. Já a ancoragem mecânica consiste na utilização de argamassa nos chumbadores para gerar a fixação do revestimento junto à estrutura (DUTRA, 2010).

Já a fixação do tipo indireta ou contínua faz o uso de uma estrutura intermediária ou subestrutura, o que torna o sistema mais rápido de executar e também possibilita a utilização de mais tipos de revestimentos.

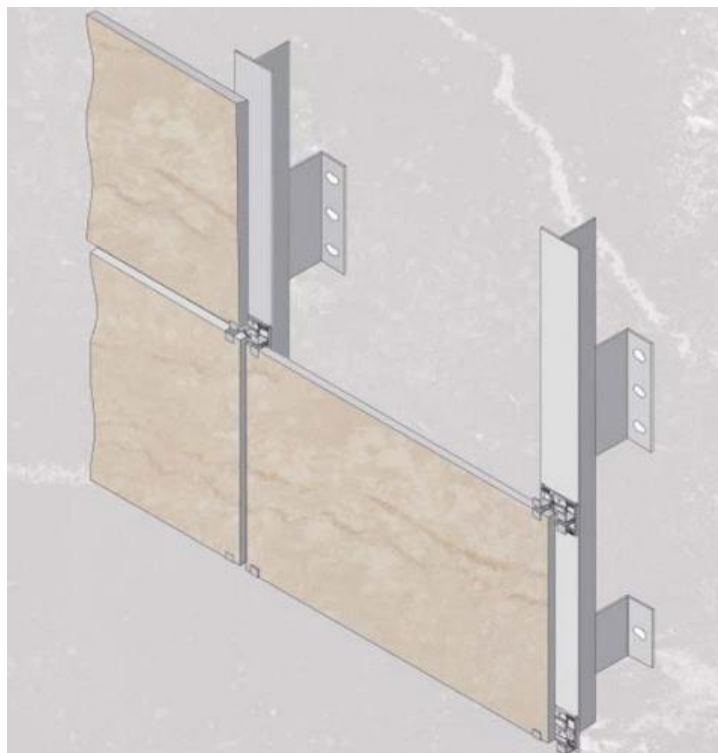
Sousa (2010) também afirma que a fixação mecânica dos revestimentos pode ser feita diretamente ao suporte (no edifício) ou por meio de uma subestrutura ou estrutura intermediária, que pode ser de madeira ou aço inoxidável. A hipótese de fixação sem recorrer a uma subestrutura, aplica-se essencialmente em ancoragem por cavilhas e algumas soluções de ancoragem de tardez. Dessa forma, todas as outras soluções são aplicadas por intermédio de uma subestrutura de madeira ou em aço inoxidável, sendo a segunda a mais utilizada, por ser mais durável e resistente aos agentes exteriores (SOUSA, 2010).

Assim, é apresentado abaixo as possíveis soluções para a fixação os revestimentos:

- ancoragem por cavilhas ou discos (sem subestrutura);
- ancoragem por grampos;
- ancoragem linear (com grampos);
- ancoragem no tardez;
- fixação por parafusos ou rebites (subestrutura presente);
- moldura ou caixilharia;
- sistema de encaixe;
- fixação de lâminas fixas ou móveis.

Como pôde ser observado, existem muitas maneiras e disposições de sistemas de fixação. O sistema de fixação indireto através de parafusos ou rebites que contém subestrutura metálica (Figura 10), foi utilizado no estudo de caso descrito no capítulo seguinte.

Figura 10 - Sistema com fixação indireta no suporte através de parafusos/rebites e estrutura intermediária metálica.

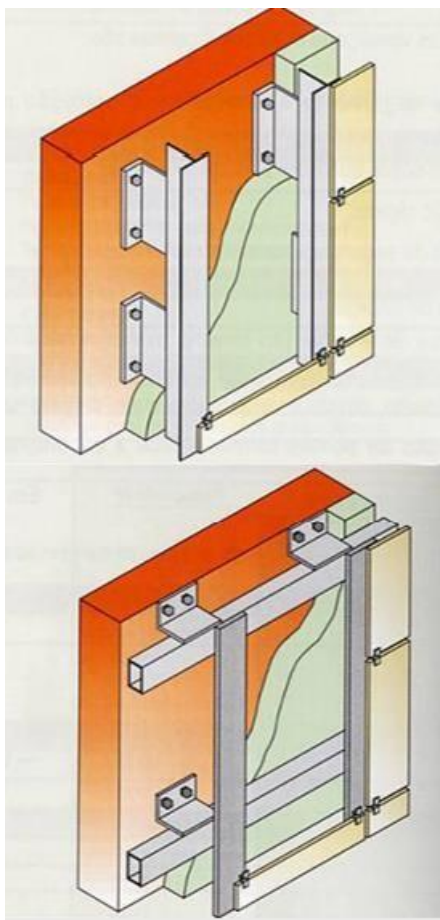


Fonte: ARIOSTEA, 2022.

Se a estrutura intermediária for executada em madeira, a fixação dos painéis é com parafusos; se for metálica podem ser fixados com parafusos ou rebites. Os perfis utilizados nas estruturas metálicas são em “ômega”, “L”, “U” ou “Z”. Os revestimentos podem ter diversas formas como a típica retangular ou em escama (soletos de ardósia). Nesta última hipótese, podem ser usados perfis horizontais sobre os verticais para a sua fixação (SOUSA, 2010).

De acordo com Ribeiro (2010), a estrutura intermediária consiste em elementos paralelos entre si, na horizontal ou na vertical (estrutura simples) ou em ambos os sentidos sobrepostos (estrutura dupla). Neste último caso, a estrutura é composta por elementos de dimensões e resistências distintas, sendo que os que estão em contato direto com o suporte (edifício) são denominados de estrutura primária enquanto que os elementos perpendiculares e sobrepostos a estes se designam por estrutura secundária (Figura 11).

Figura 11 - Estrutura intermediária simples e dupla.



Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2010.

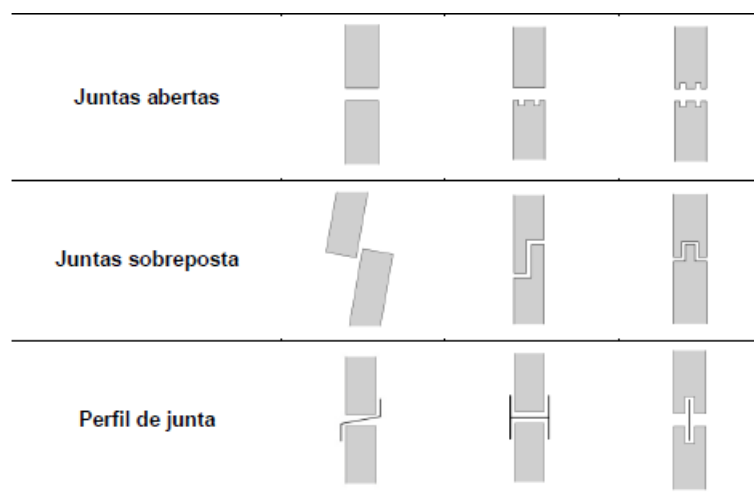
2.3.3.2 Tipologia das juntas

Siqueira Júnior (2003) ressalta que as juntas entre componentes são responsáveis pela capacidade de absorção das deformações de origem estrutural, de expansão e retração do revestimento. As juntas também são responsáveis pela estanqueidade do revestimento e devem permitir fácil manutenção.

Numa fachada ventilada o revestimento é a primeira barreira à entrada de água. Se a fachada ventilada apresentar juntas é natural que a água da chuva tenda a entrar através das mesmas. A água que atravessar irá escorrer através da parte interior do revestimento. Os revestimentos fixados mecanicamente com interposição de lâmina de ar têm, em geral, juntas abertas. Esta solução permite manter a capacidade para absorver as deformações (VEIGA, 2004, *apud* DUTRA, 2004).

De acordo com Sousa (2010), podem-se apresentar três tipos de juntas: juntas abertas, juntas sobrepostas ou a utilização de perfil de junta (Figura 12).

Figura 12 - Tipologia de juntas do sistema de fachada ventilada.



Fonte: Sousa, 2010.

Além disso, é importante ressaltar que as juntas entre os revestimentos externos não possuem a presença de material colante de característica elastomérica (mastiques) (Figura 13) de rejunte ou quaisquer outros componentes de estanqueidade. Também deve-se respeitar o tamanho das juntas indicado em projeto no momento da concepção para assegurar um bom funcionamento da circulação de ar na câmara interna e evitar a entrada excessiva de água (BLAZIUS, 2019).

Segundo Silva (2015), em localidades com condições climáticas extremas, as juntas abertas não devem ser usadas, uma vez que não possuem uma proteção adequada contra a ação da chuva, como já foi mencionado.

Figura 13 - Corte esquemático do sistema com juntas abertas e como funciona a câmara de ar e chuva.



Fonte: Master Editora, 2019.

2.3.3.3 Tipos de revestimento externo

O revestimento externo de um sistema de fachada ventilada tem principalmente uma função estética e de proteção das paredes do edifício. Sendo a parte exterior do sistema, vai estar exposta à ação dos agentes climáticos e não só, sendo ao mesmo tempo uma parte importante esteticamente, responsável pelo aspecto exterior do edifício (RIBEIRO, 2010).

De acordo com Siqueira Júnior (2003), os revestimentos, que são aplicados afastados da base, auxiliam a vedação a cumprir sua função, quais sejam: isolamento acústico e térmico, estanqueidade à água, bem como a segurança ao fogo. Além disso, desempenham as funções de proteger as vedações, evitando a degradação precoce, aumentando a durabilidade e reduzindo os custos de manutenção dos edifícios.

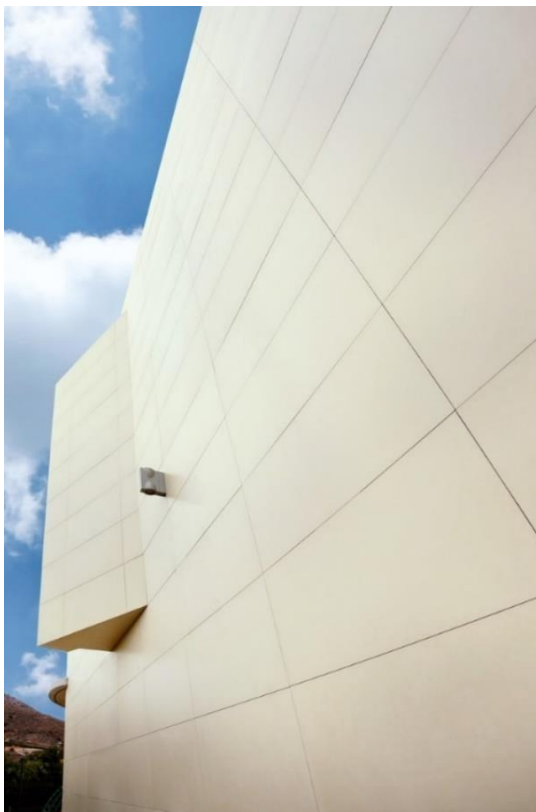
Esses revestimentos consistem em placas pré-fabricadas de dimensões variáveis, enquanto que a sua espessura normalmente não ultrapassa os 5 cm, embora alguns tipos de revestimentos tenham exigências mínimas de espessura, dependendo do tipo de fixação a utilizar (RIBEIRO, 2010).

As placas que podem compor a fachada ventilada podem ser feitas de diversos materiais que possuem características um pouco distintas, sendo alguns deles os seguintes:

- placas de pedra natural;
- placas cerâmicas/porcelanato;
- placas de Grés;
- placas de alumínio composto (ACM);
- painéis fenólicos;
- painéis de concreto polímero;
- vidro;
- madeira;
- painéis Fotovoltaicos.

Neste estudo de caso foi utilizado placas de porcelanato na fachada ventilada, como exemplificado na Figura 14. O porcelanato é um revestimento cerâmico, mas difere-se dos convencionais pois em seu processo de fabricação são utilizados materiais refinados e porcelana. Além disso, em sua fabricação o material é submetido a uma temperatura de queima mais elevada, o que garante peças com mais resistência mecânica e baixíssima porosidade. Os porcelanatos são uma boa opção para revestimento de fachadas, pois dentro da categoria são os revestimentos que menos absorvem água, com um índice que varia entre 0,1% e 0,5% (INCEPA, 2020; ABNT 1996).

Figura 14 - Fachada ventilada revestida com porcelanato.



Fonte: ArchDaily, 2019.

As placas cerâmicas de grandes dimensões têm se tornado bastante competitivas quando comparadas aos materiais utilizados na execução de fachadas com revestimento não aderido. As dimensões mais utilizadas para esse tipo de revestimento são de 30 x 60cm e 60 x120 cm. As principais características das placas cerâmicas utilizadas para essa finalidade são a alta resistência mecânica e baixa absorção de água (SIQUEIRA JÚNIOR, 2003).

O sistema mais comum para a aplicação de uma fachada ventilada em cerâmica é composto por perfis metálicos de suporte, que são fixados na parede pelo exterior. Os painéis são, posteriormente, acoplados aos perfis por meio de encaixes metálicos do tipo “clips” (CONSTRULINK, 2006).

3. PROCESSO EXECUTIVO DE UMA FACHADA VENTILADA – ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO HOSPITALAR EM PORTO ALEGRE

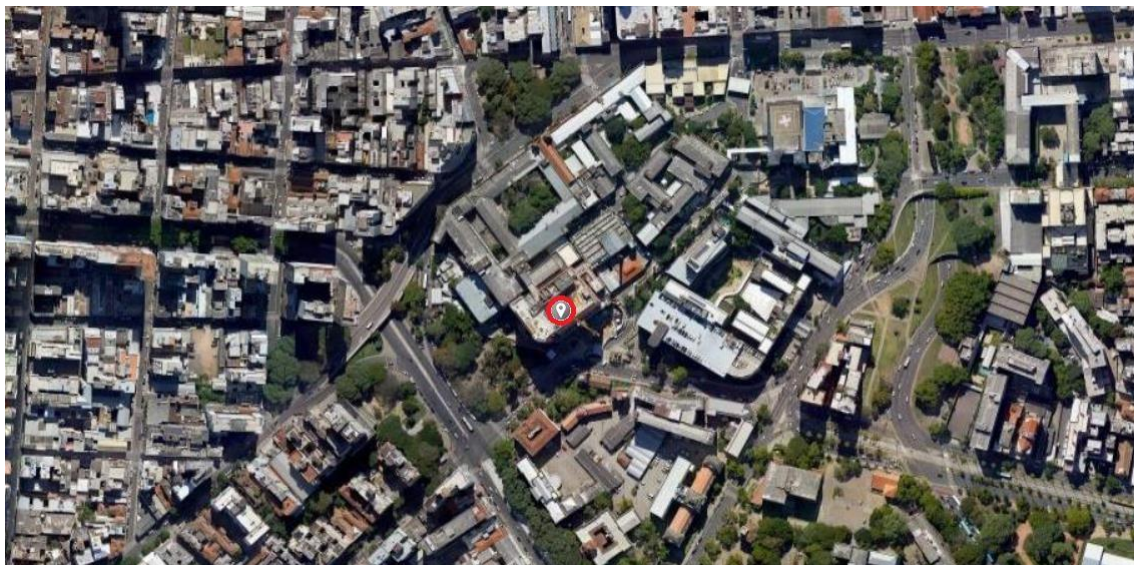
Neste capítulo, foi proposto analisar o processo executivo de um sistema de fachada ventilada em um empreendimento do tipo hospitalar localizado na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.

A seguir será detalhado desde a situação e localização do empreendimento, seu uso, área e outros dados que forem pertinentes até o processo executivo da fachada propriamente dito, relatando como foram os preparos do substrato da edificação para receber a instalação, os componentes e materiais necessários e demais detalhes, projetose informações que sejam úteis para o pleno entendimento do processo.

3.1 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento deste estudo de caso é o oitavo hospital de um complexo hospitalar localizado na cidade de Porto Alegre, no Rio grande do Sul. Localizado na região central da cidade (Figura 15 e 16) é uma obra de difícil acesso por estar rodeada de outros prédios com grande movimentação, como o complexo hospitalar do qual faz parte e também por estar perto do Campus Centro da UFRGS.

Figura 15 - Localização do empreendimento em Porto Alegre – vista superior.



Fonte: Google Maps.

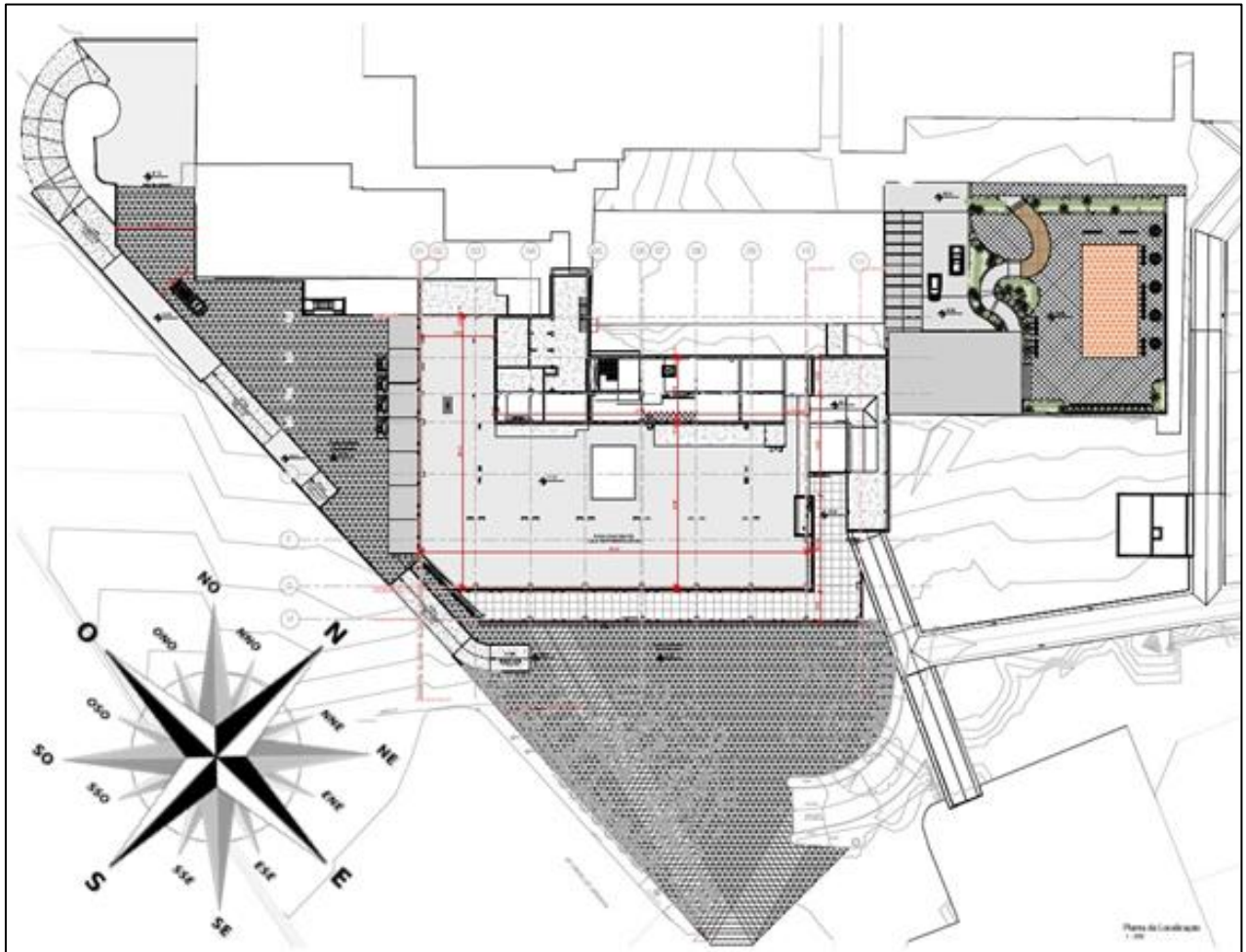
Figura 16 - Localização do empreendimento em Porto Alegre – perspectiva.



Fonte: Arquivo da construtora.

A obra é considerada um hospital de porte médio a grande, pois conta com cinco subsolos, térreo, nove pavimentos, sendo seis destes pavimentos tipo e a cobertura, com uma área total de aproximadamente 30mil m². A seguir está a planta baixa de localização do empreendimento (Figura 17).

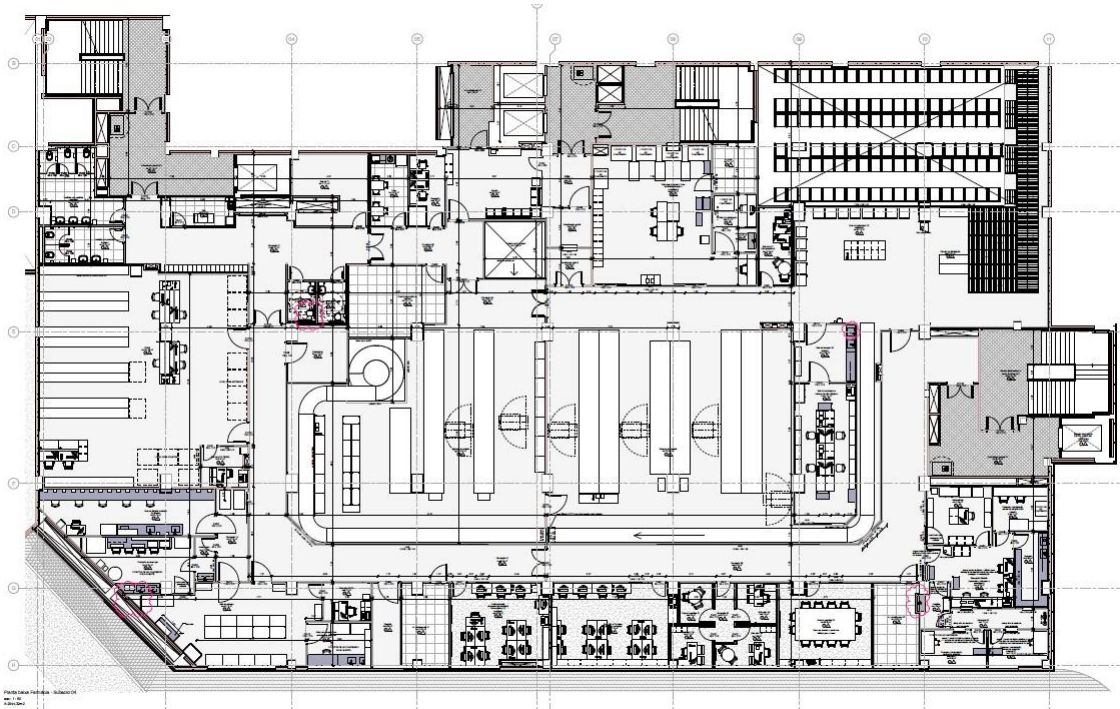
Figura 17 - Planta de Localização/Planta Baixa - Geral do empreendimento.



Fonte: Arquivo da construtora.

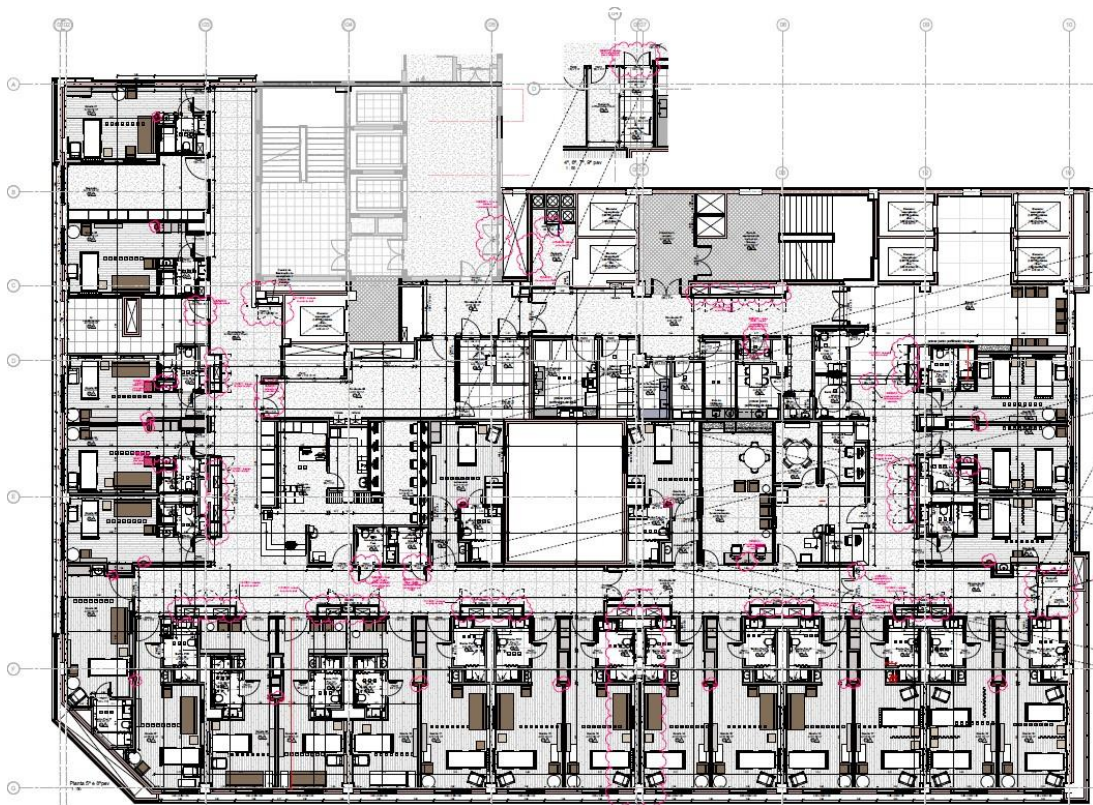
Os subsolos possuem uma área de 2.200m² cada, já os outros pavimentos (térreo a cobertura) que compõem a “torre” do hospital possuem uma área de 1.800m². Na Figura 18 está apresentada as plantas baixas do 4º subsolo onde fica localizada a Farmácia e a Figura 19 apresenta o pavimento tipo (4º ao 9º pavimento) onde serão as internações do hospital.

Figura 18 - Planta baixa Arquitetônica do 4º Subsolo – Farmácia.



Fonte: Arquivo da construtora.

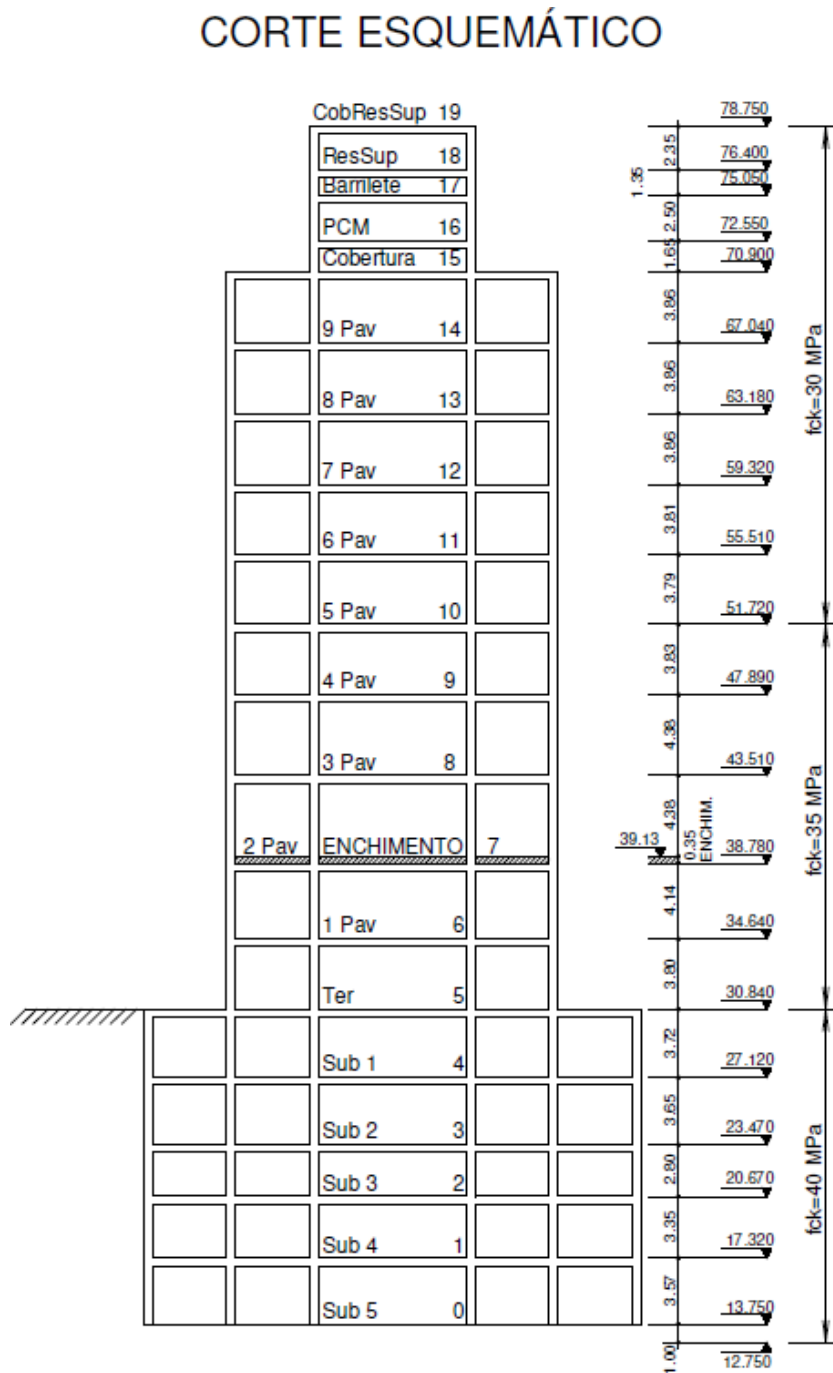
Figura 19 - Planta baixa Arquitetônica do Pavimento tipo (4º ao 9º Pavimento) – Internações.



Fonte: Arquivo da construtora.

Os subsolos possuem um perímetro maior que os outros pavimentos, o que se pode constatar no corte esquemático apresentado na Figura 20. No corte também é apresentada a cota total do prédio, o pé direito de cada andar e o tipo de concreto que deve ser utilizado na estrutura.

Figura 20 - Corte esquemático estrutural do empreendimento.



Fonte: Arquivo da construtora.

A construtora responsável pela obra já realizou outros empreendimentos com o mesmo uso e também com o sistema de fachada ventilada em Porto Alegre e em outras cidades do Brasil. Ainda é importante ressaltar que este é o primeiro hospital do complexo com fachada ventilada, pois todos os outros são com revestimento de argamassa ou pastilhas/cerâmicas aderidas na fachada.

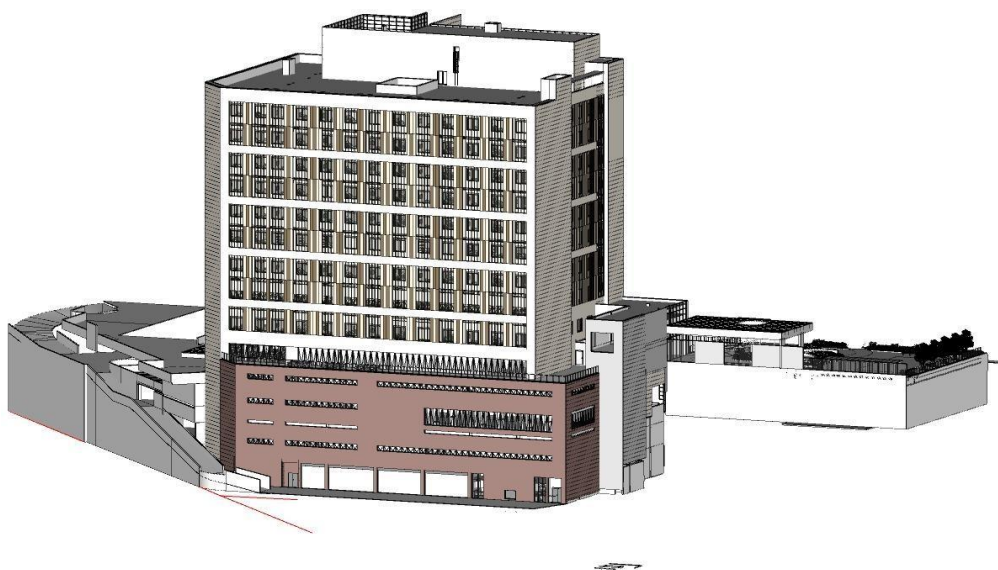
A inauguração oficial para o completo uso do empreendimento está prevista para final do ano de 2022 ou início de 2023, no entanto, a fachada ventilada já está parcialmente concluída há algum tempo.

3.2 PROJETO ARQUITETÔNICO DA FACHADA VENTILADA

O projeto arquitetônico da fachada ventilada foi primeiramente idealizado pelo cliente (equipe de engenharia e arquitetura do complexo hospitalar) juntamente com um escritório de arquitetura de Porto Alegre.

Após a concepção do projeto arquitetônico (orientativo) pelo arquiteto e a aprovação do cliente ele foi apresentado para a construtora (assim como todos os outros projetos) que ficou responsável por orçar com fornecedores e possíveis empresas que prestassem o serviço e tornassem a proposta exequível. O *layout* final e a composição da fachada ventilada com todos os elementos podem ser observados no 3D na Figura 21.

Figura 21 - Imagem em 3D do empreendimento com projeto orientativo de fachada ventilada.



Fonte: Arquivo da construtora.

O edifício possui quatro fachadas, nomeadas de acordo com a sua orientação solar, são elas: Sudeste, Nordeste, Noroeste e Sudoeste. Além do revestimento de fachada ventilada o edifício possui alguns elementos acessórios na composição da fachada com as especificações listadas abaixo.

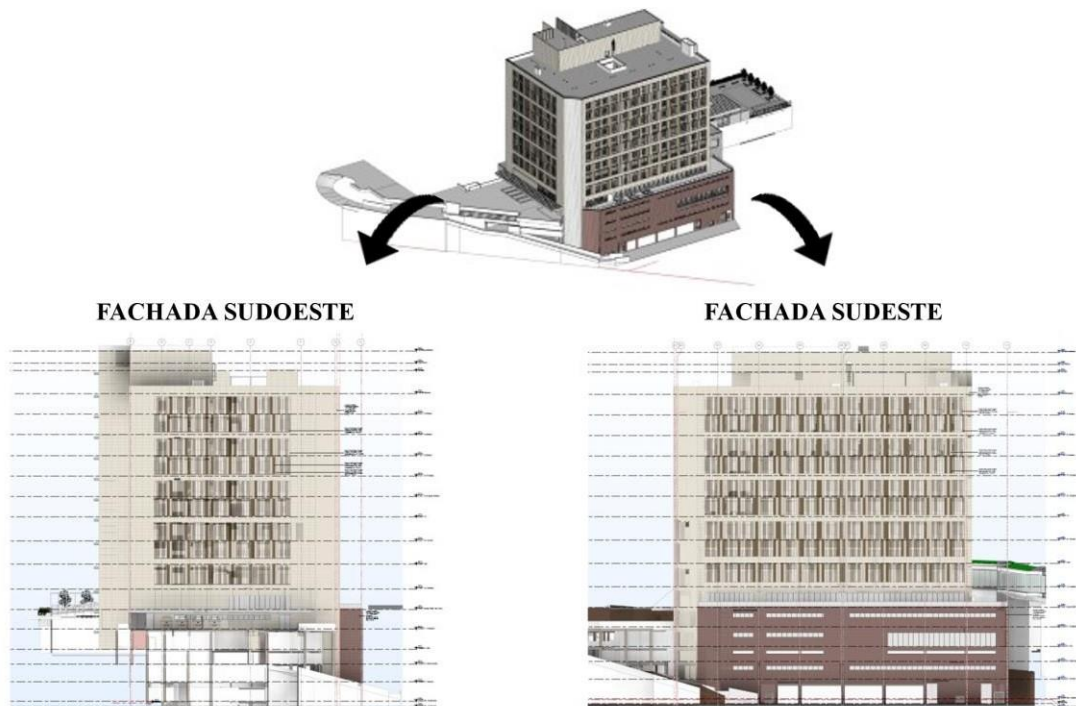
- Esquadrias fixas, compondo fachada de vidro usando sistema *stick*, com montantes recuados deixando apenas o visual do vidro, em alumínio anodizado.
- Janelas de correr, 2 folhas, em alumínio anodizado.
- Quatro tipos de brises fixos com as seguintes especificações:
 - Largura 0,48m altura: 3,30m - Perfuração #AV2, Cor: Dourado Claro;
 - Largura 0,48m altura: 3,30m - Perfuração #AV2. Cor: Cinza Tempestade;
 - Largura 0,48m altura: 3,30m - Sem perfuração. Cor: Cinza Tempestade;
 - Largura 0,48m altura: 3,30m - Sem perfuração. Cor: Dourado Claro.

Os brises fixos foram adquiridos de um fornecedor nacional e estão posicionados em frente às esquadrias móveis (janelas de correr de duas folhas), para melhorar a ventilação e circulação de ar, e as outras esquadrias fixas (sistema *stick*) estão posicionadas em locais específicos seja por estética ou para melhorar a iluminação dos ambientes.

Esses itens acessórios não serão detalhados ao longo do trabalho, mas é importante ressaltar que além de contribuírem com a estética esses elementos possuem um papel funcional, pois aliados com a fachada ventilada irão contribuir para melhorar características de uso do prédio, como controle da ventilação e do sombreamento, diminuindo custos com energia elétrica, por exemplo, entre outros benefícios.

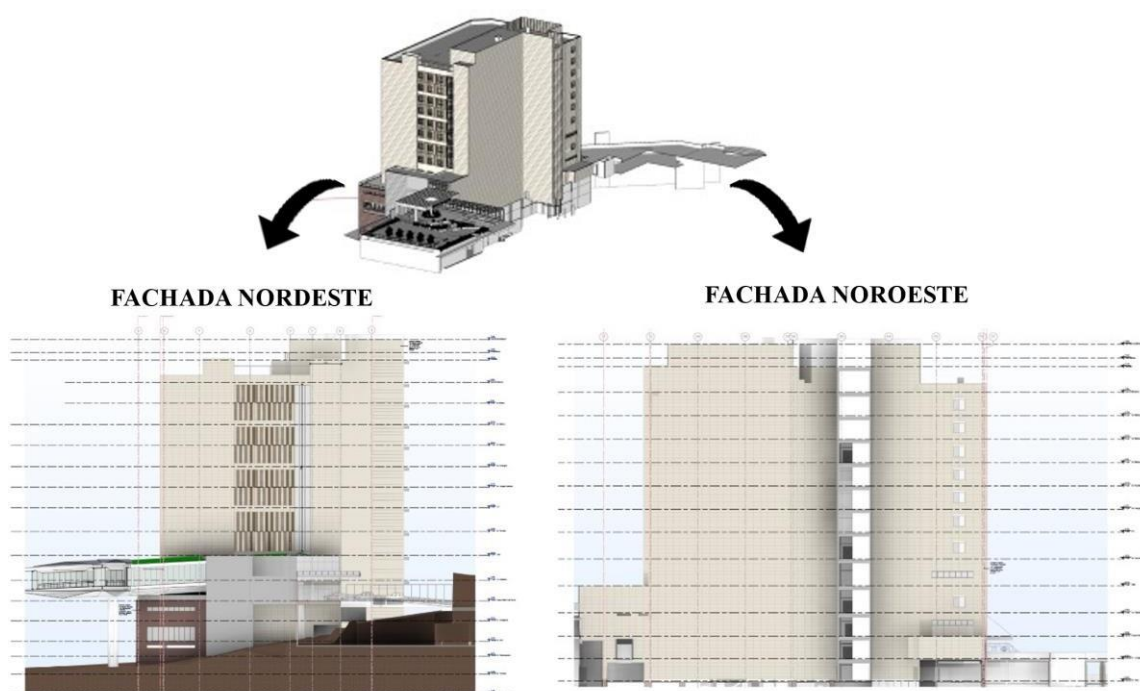
A seguir estão os projetos arquitetônicos das quatro fachadas executados pelo escritório de arquitetura contratado pelo cliente (projeto orientativo) e o 3D do prédio para ajudar no entendimento e localização, nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 - Imagem em 3D e projetos arquitetônicos das fachadas Sudoeste e Sudeste.



Fonte: Adaptado da construtora.

Figura 23 - Imagem em 3D e projetos arquitetônicos das fachadas Nordeste e Noroeste.



Fonte: Adaptado da construtora.

Os revestimentos externos da fachada ventilada especificados pelo projetista foram os dois listados abaixo, já a solução e qual sistema de fixação a utilizar ficava a critério da empresa contratada para executar a fachada.

- Revestimento porcelanato: marca de referência nacional, cor: CRU, dim: 600 x 1200 mm, espessura: 10 mm. Retificado. Junta de instalação com 4 mm.
- Revestimento porcelanato: marca de referência nacional, cor: CONHAQUE, dim: 600 x 1200 mm, espessura: 10 mm. Retificado. Junta de instalação com 4 mm.

Assim, após a definição e execução dos projetos, do *layout* e a especificação dos revestimentos pelo arquiteto foi entregue à construtora o conjunto de todos os documentos para ser realizada a orçamentação. A construtora fez uma busca no mercado de empresas que pudessem executar o que estava especificado em projeto e trouxesse uma solução de sistema viável, que atendesse

um prazo estipulado, além de um bom custo benefício aliado com um serviço de qualidade.

A empresa contratada para executar o serviço conta com um departamento técnico especializado para encontrar boas soluções arquitetônicas para cada caso e projeto. O sistema de fachadas ventiladas escolhido pelos projetistas da empresa foi um sistema composto por placas de porcelanato de 10 mm para revestimento externo. Cada fabricante de porcelanato deve dar as garantias físico-químicas do material e a empresa designada já trabalha há 10 anos com esse sistema então garante uma instalação com todas as responsabilidades técnicas de execução e nos projetos executivos (caderno de montagem com diversos tipos de solução).

A execução detalhada do sistema escolhido e os materiais necessários para executar a fachada ventilada do hospital serão detalhados nos capítulos seguintes. A solução e o sistema oferecido pela empresa que atendia o projeto arquitetônico do cliente foi o de Placas de Porcelanato – Sistema PO10 com Sistema de Fixação Oculta com Clips (Figura 24).

Figura 24 - Sistema de Fachada Ventilada com Placas de Porcelanato – Sistema PO10 com Sistema de Fixação Oculta com Clips.

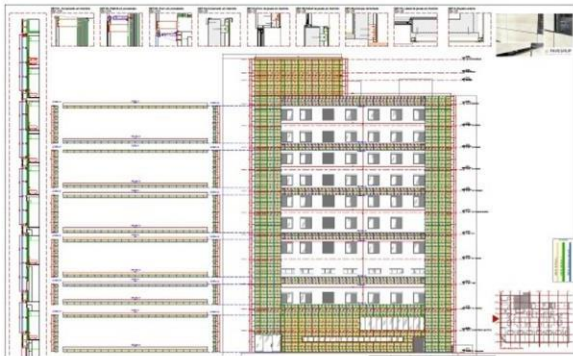


Fonte: Arquivo da construtora.

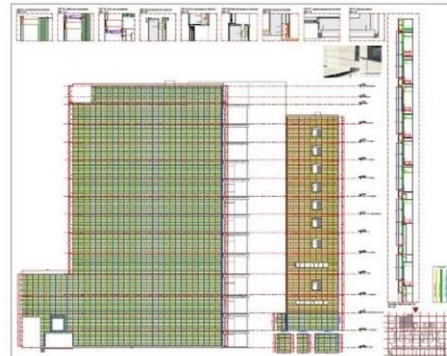
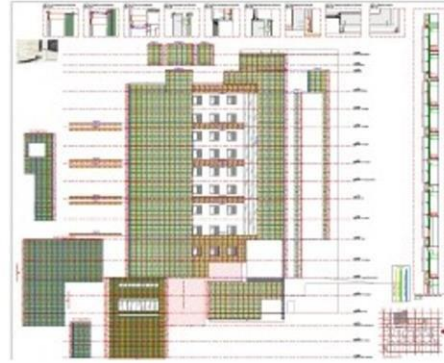
Os projetos realizados pela empresa contratada pela construtora foram subdivididos em dois tipos: Estrutural (Figura 25) e Paginação (Figura 26). Os detalhes construtivos do sistema também foram especificados em projeto.

Figura 25 - Projetos executivos da paginação do revestimento externo da fachada ventilada.

PROJETOS ESTRUTURAIS – FACHADAS SUDESTE E SUDOESTE



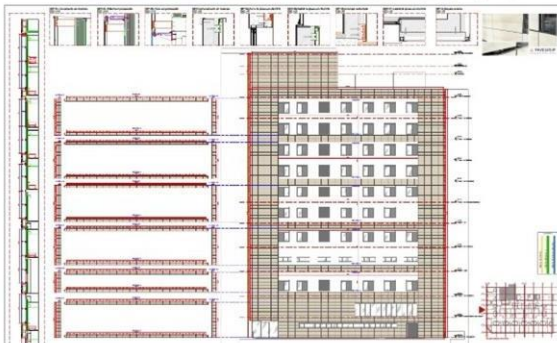
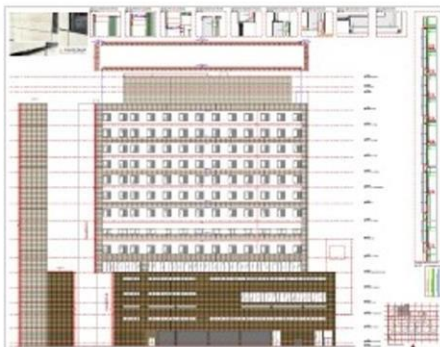
PROJETOS ESTRUTURAIS – FACHADAS NORDESTE E NOROESTE



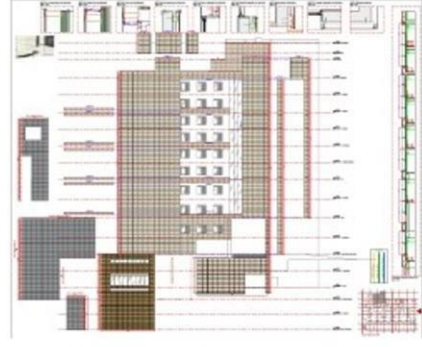
Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 26 - Projetos executivos da estrutura metálica (subestrutura) da fachada ventilada.

PROJETOS DE PAGINAÇÃO – FACHADAS SUDESTE E SUDOESTE



PROJETOS DE PAGINAÇÃO – FACHADAS NORDESTE E NOROESTE



Fonte: Arquivo da construtora.

3.3 PREPARO PARA A INSTALAÇÃO

Assim que o revestimento da fachada foi escolhido deveria ser definido o EPC (Equipamento de Proteção Coletiva) para conseguir realizar a plena execução da fachada e dos demais serviços em altura que precisassem ser feitos ao redor do prédio. O EPC auxiliaria para assegurar a proteção dos colaboradores que estivessem trabalhando na obra antes que todas as vedações e esquadrias estivessem completamente executadas e fixadas, além de auxiliar na execução dos serviços na fachada.

O EPC escolhido foi o andaime fachadeiro (Figura 27), o que implicava em diversas “travessas” intermediárias para a plena fixação das placas em diferentes alturas do edifício.

Além disso, é válido ressaltar que a estrutura (vigas, pilares e lajes) do prédio foi executada em concreto moldado in loco e a alvenaria de vedação foi realizada com blocos siporex de 20 cm de espessura, informação que é necessária para o dimensionamento da fachada.

Figura 27 - Prédio com andaime fachadeiro, na imagem estão visíveis as fachadas Sudeste e Nordeste.



Fonte: Arquivo da construtora.

Antes de iniciar os serviços da fachada ventilada o projetista recomendou que todas as vedações que iriam ser revestidas com a fachada tivessem as suas juntas bem vedadas (tanto de alvenaria quanto alvenaria-estrutura), ou seja, preenchidas com argamassa. Dessa forma, não haveriam rebarbas de argamassa ou locais mal preenchidos, e, assim, não seria necessário executar revestimento de argamassa em toda a superfície, apenas nesses arremates (Figura 28).

Já que o projetista da fachada pontuou que a execução do revestimento de argamassa era opcional o cliente decidiu por não executá-lo, pois assim diminuiria o custo com revestimentos.

Figura 28 - Trecho da fachada com os arremates de argamassa finalizados.



Fonte: Arquivo da construtora.

Além disso, é interessante destacar que para o início da instalação da fachada teve que haver um plano logístico na obra, ou seja, para o armazenamento e preparação do revestimento externo foi preciso reservar um local em um dos pavimentos para os colaboradores realizarem o perfilamento do revestimento.

E por fim, a ordem de execução foi dada pelo cliente, foi necessário iniciar a execução da fachada pelos subsolos, isso contemplava principalmente as fachadas Sudeste e Nordeste. Ainda, os trechos das fachadas que compõem os subsolos não possuem brises, apenas as esquadrias do tipo *stick* ou *glazing* e são as únicas da cor Conhaque.

3.4 COMPONENTES E MATERIAIS DO SISTEMA

O sistema de fachada ventilada escolhido, resumidamente, é composto de placas de porcelanato de 10 mm com tamanho de 60 x 120 cm ancoradas com fixação oculta, e fixadas no suporte (estrutura do prédio-alvenaria de vedação ou estrutura de concreto) através de uma subestrutura metálica de alumínio.

Além dos revestimentos externos e os elementos estruturais, foram utilizados outros materiais para compor o sistema de fachada ventilada, como impermeabilizantes, gel selante, primer, fita dupla face, selante flexível, rufos em alumínio, arremates de janelas em alumínio, entre outros itens.

3.4.1 Subestrutura metálica

A definição do tipo de fixação na base existente, seja ela de concreto, alvenaria de blocos de concreto ou cerâmico, ou até mesmo em estrutura metálica estrutural, se dá com testes de arrancamento na própria obra antes da confecção do projeto estrutural.

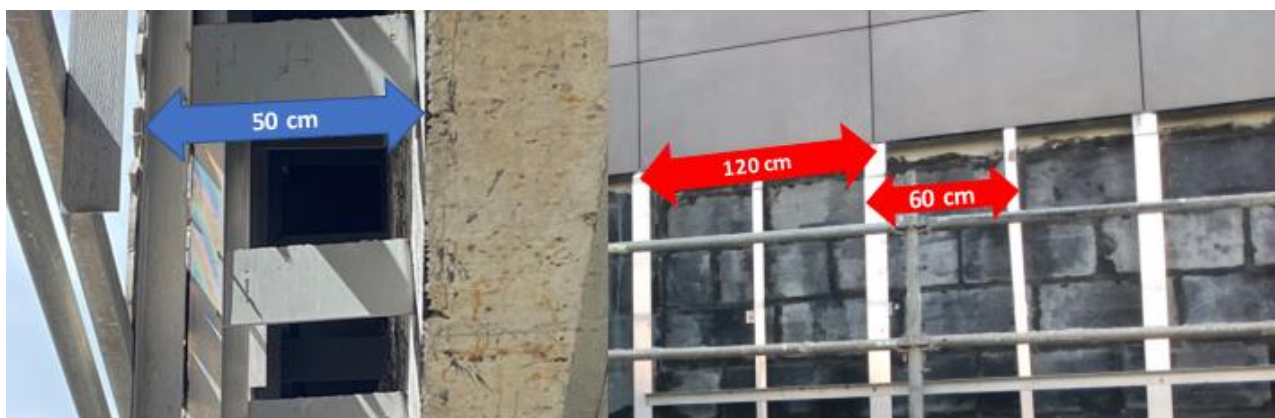
A subestrutura metálica (perfis) é feita de alumínio e as suas fixações (clips) são de aço inoxidável. A estrutura metálica é composta de cantoneiras de sustentação e de retenção do tipo “L” com mais de um tipo de dimensão e são feitas de ligas de alumínio. Já os perfis que fazem a “ligação” entre as cantoneiras e formam as prumadas onde as cerâmicas são fixadas são perfis verticais de dois tipos: de juntas tipo “T” e intermediário tipo “L” que serve como um suporte para a posterior fixação do revestimento.

As dimensões e as distâncias entre as cantoneiras e os perfis são dimensionadas pelo projetista da empresa responsável pela execução. Para a realização do projeto inicialmente foram feitos testes de arrancamento na obra.

Através destes ensaios foi determinado a distância entre as cantoneiras e entre os perfis verticais, mas também foram calculadas as cargas de vento pela altura do edifício, pela zona bioclimática que o mesmo está implantado e se está muito exposto ao vento pelo fator topográfico e rugosidade do terreno, segundo a NBR 6123 (ABNT, 2022).

Assim, para placas de 10 mm, que suportam carga máxima de 45 MPa, foi determinada a distância máxima de 60 cm entre os perfis verticais de apoio. Já o tamanho da câmara de ar formada entre o porcelanato e o prédio foi variável ao longo da fachada como pode ser visto na Figura 29, no trecho em questão a câmara estava com 50 cm de largura, mas na maioria dos trechos o tamanho era de 7,5 a 14 cm, de acordo com o projetista, e a sua espessura mínima era de 3 cm.

Figura 29 - Indicação do tamanho da câmara de ar (à esquerda) em um trecho da fachada e distanciamento dos perfis metálicos (60 cm) comparando com o tamanho do porcelanato (120 cm) (à direita).



Fonte: Arquivo da construtora.

3.4.2 Material de revestimento

O revestimento externo utilizado são placas de porcelanato¹ de marca de referência nacional, da cor Cru e Conhaque, com dimensões de 600 x 1200 mm, espessura de 10 mm e retificado. Além disso, é importante lembrar que a fixação é de acordo com a especificação do fabricante, então deve ser levado em consideração em projeto o tipo de revestimento que o cliente está exigindo.

¹ O Porcelanato é um produto cerâmico classificado pela Norma ISO 13006/NBR13818 com especificação B1a significando material prensado com absorção de água menor ou igual a 0,5%. Uma massa de Porcelanato é composta basicamente por uma mistura de argilas, feldspatos, areias feldspáticas e, às vezes, caulins, filitos e aditivos.

3.5 METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

Estando todos os componentes da fachada em obra e o andaime fachadeiro em condições para a execução do serviço.

Para a conferência do serviço era utilizado um *checklist* da construtora como está exemplificado na Figura 30, onde pode-se conferir a ordem das atividades.

Figura 30 – Checklist ou Ficha de Execução e Controle da fachada ventilada.

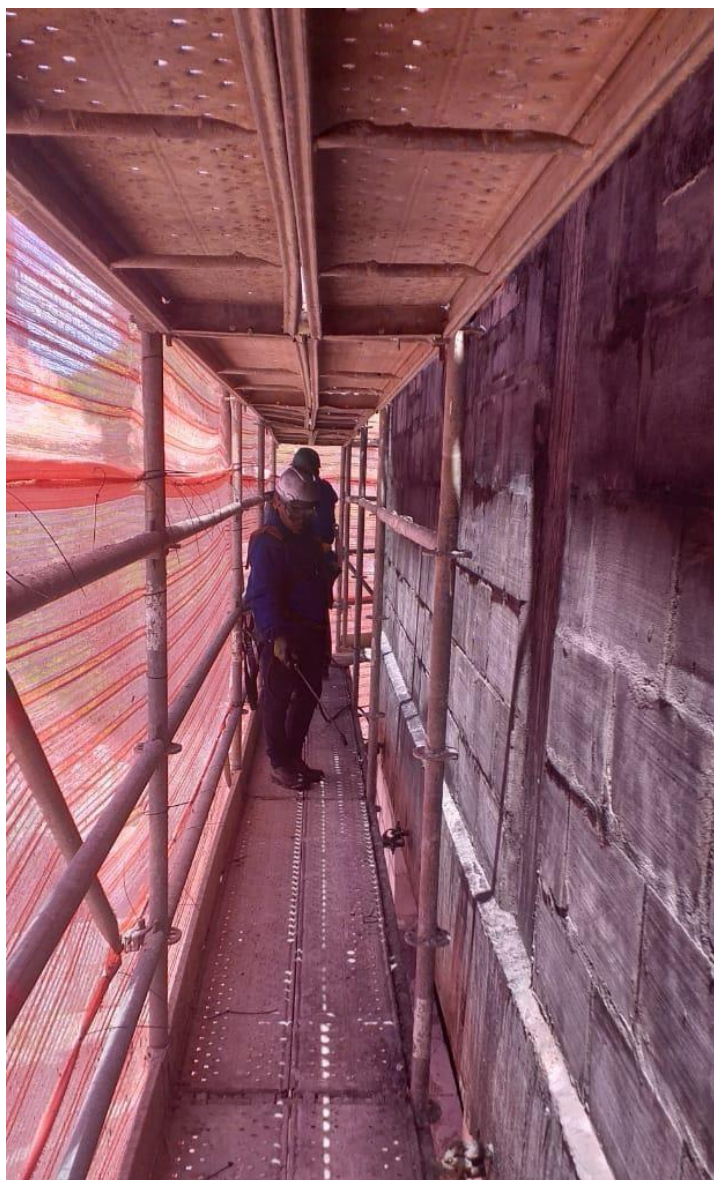
FEC - Fachada Ventilada		Controle nº :	
Peça / local inspecionado:		UN	
		MO	
Projetos / referências: VERSO FOLHA			
Informações relevantes, se aplicável:		APRIA nº:	
Itens para Execução e Verificação	Como Aceitar	A - Aprovado	R - Reparar
		NA - Não Aplicável	
		Verificação 1	Verificação 2
4.1 Atividades preliminares			
Área limpa, isolada e sem resíduos de concreto, pó, ferro exposto, graxa, óleo e material solto.	--	--	--
Chumbamento de tubulações e superfície vedada (alvenaria, encunhamento)	Sem frestas	--	--
Reboco externo com boa planicidade, no prumo e sem fissuras (se necessário)	Sem frestas		
Pintura externa uniforme e com bom acabamento	Visual		
Paginação da cerâmica definida	--	--	--
4.2 Sequência executiva			
4.2.1 Impermeabilização na Base			
Aplicação do Primer (impermeab. preta na parede)	Preenchimento de toda superfície		
Aplicação de Pro Gel Trinca (impermeab. Branca) (x demãos): entre alvenaria e estrutura, além da junta das janelas.	Sem falhas		
4.2.2 Prumada			
Locação dos Perfis	Eixos e Afastamentos		
Fixação da ancoragem - Estrutura	Verificar se os Inserts estão fixados de forma intercalada		
Fixação da ancoragem - Alvenaria (Contraventamento)	Verificar se os Inserts estão fixados de forma intercalada		
Instalar os acessórios de emenda (talas, cantoneiras, chapas, etc) com parafusos, porcas e arruelas	Peça bem fixada		
Prumo	Borda da laje dentro da tolerância do prumo		
4.2.3 Colocação das Peças Cerâmicas			
Friso na Cerâmica	Verificar integridade de peças (sem quebra)		
Limpeza da parte de trás e aplicação do primer	Verificar no tardo		
Aplicação da Fita dupla face e Silicone	Verificar no tardo		
Conferência dos inserts	Posição em relação à estrutura		
Verificação da medida de juntas entre pedras	Conforme Projeto		
Planicidade entre peças	Planicidade		
Lixamento 45° das bordas da cerâmica (Chanfro)	Visual		
Execução do rufo de proteção	Sem frestas		
Perfis pingadeira com caimento	Caimento de 1 a 2%		
Acabamento final	Sem lascamentos e trincas		
Limpeza da área entregue	Área limpa p/ etapa seguinte		
4.2.4 Fixação dos brises			
Fixação do brise com as cantoneiras	Peça bem fixada		
Verificar paginação dos painéis dos brises	Conforme Projeto		
Conferência dos acabamentos (junta de dilatação, cantoneiras de acabamento (interface brise / cerâmica)).	Conforme Projeto		

Fonte: Arquivo da construtora.

A primeira etapa é a impermeabilização da superfície que irá ser revestida com a fachada ventilada.

O impermeabilizante² utilizado é um líquido e pode ser aplicado com aspersor, com rolo ou com brocha. Na obra deste estudo foi realizado com aspersor (Figura 31).

Figura 31 - Execução da impermeabilização com aspersor na fachada.



Fonte: Arquivo da construtora.

² Produto com nanotecnologia, a base d'água que impede a absorção e infiltração de água. Indicado para impermeabilização de fachadas ventiladas. Reduz a absorção de água para valores abaixo de 0,5% (Absorção de porcelanato). Reage com o substrato mineral e o CO₂ da atmosfera, formando uma rede cristalina entre os poros e proporcionando maior vida útil (manual da marca).

Esse impermeabilizante foi aplicado em toda a superfície tanto da alvenaria da vedação externa, como nos elementos estruturais (pilares e vigas) (Figura 32), pois como não foram utilizados isolantes térmicos/acústicos como lã de vidro na fachada, era imprescindível que a aplicação do impermeabilizante fosse feita em toda a área, e de maneira correta.

Figura 32 - Trecho da fachada impermeabilizada.



Fonte: Arquivo da construtora.

Além do impermeabilizante nesta etapa após toda a superfície da fachada já estar impermeabilizada, foi aplicado um gel selante³ nas juntas entre alvenaria e estrutura, com a função de evitar possíveis fissuras nestas regiões, já que por serem materiais que se comportam de maneira diferente poderia haver o comprometimento da eficiência do impermeabilizante com o surgimento de fissuras ou trincas, como é mostrado na Figura 33.

³ É um produto 100% borracha (Etileno-Butileno) flexível, de base solvente, monocomponente e de nanotecnologia; possui alta flexibilidade adequado para selamento de juntas de movimentação e emendas em lajes, paredes e pisos; utilizado na indústria da construção civil e metalúrgica, para tratamentode juntas de movimentação e dilatação em substrato como concreto, metal, madeiras e etc (manual da marca).

Figura 33 - Trecho da fachada impermeabilizada e com o gel selante nas juntas de alvenaria com estrutura de concreto armado.



Fonte: Arquivo da construtora.

Enquanto essa etapa não fosse finalizada em toda a extensão da fachada a fixação das estruturas metálicas não era iniciada.

Após a finalização desse serviço, que aconteceu algumas vezes em fases diferentes da obra devido à grande extensão da fachada e outros fatores que irão ser detalhados melhor posteriormente, iniciava a marcação do alinhamento e prumo das cantoneiras metálicas.

Para iniciar essa etapa os colaboradores se dirigiam até ponto mais alto que a fachada abrangia. No caso dos subsolos, o nível mais alto é o térreo.

A partir disso eram marcadas as distâncias das prumadas que as cantoneiras iriam guiar, medidas que já estavam no projeto estrutural, e o alinhamento dessas prumadas era feito com fios de nylon que desciam até o final da fachada. Na Figura 34 pode-se ver o colaborador ajustando os fios e dois deles já ajustados do lado direito da imagem.

Figura 34 - Ajuste dos fios para marcar as prumadas e iniciar a fixação das cantoneiras metálicas.



Fonte: Arquivo da construtora.

Nesse momento não era levado em consideração as aberturas que haviam na fachada, os fios apenas serviam como guia para saber aonde deveriam ser fixadas as cantoneiras.

Em geral, o projetista recomenda que a fixação das cantoneiras ao concreto armado (cantoneiras de sustentação) ocorra por meio de parabolts inoxidáveis, e as cantoneiras de fixação ao fechamento de alvenaria (cantoneiras de retenção) ocorra por meio de parafusos autobrocantes com tratamento organometálico⁴ com ou sem bucha inoxidável EJOT (Figura 35).

⁴ Os tratamentos organometálicos são indicados para serem usados em metais que sofrem oxidação e fragilização por hidrogênio. Consiste em aplicar revestimento metálico à base de flocos de Zinco e Alumínio em uma solução com água.

Figura 35 - Cantoneiras fixadas na alvenaria de vedação.



Fonte: Arquivo da construtora.

Ainda, é importante ressaltar que em alguns locais foi preciso executar a fachada com cantoneiras de tamanho maior, ou seja, a “chaminé” ou câmara de ar dessa fachada ficou com tamanho variável, pois o projeto arquitetônico inicial não previu o tipo de execução que a fachada deveria ter, apenas a sua estética.

Dessa forma, nas figuras 36 e 37 é possível ver que as cantoneiras usadas possuíam comprimentos maiores em relação as da Figura 35, ou seja, haviam cantoneiras especiais para vencer vãos maiores, devido aos recortes e recuos que haviam na fachada da edificação. Esses ajustes estavam previstos em projeto.

Figura 36 - Cantoneiras maiores com tamanho em torno de 50 cm de largura.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 37 - Cantoneiras maiores com tamanho em torno de 50 cm de largura – vista lateral.



Fonte: Arquivo da construtora.

A execução das cantoneiras foi realizada por “pano” da fachada, ou seja, foi executada a fachada Sudeste do nível dos subsolos primeiramente e depois partiu-se para as outras, não foram executadas concomitantemente.

Assim, após a fixação das cantoneiras necessárias por trecho conforme o projeto, era necessário iniciar a fixação dos perfis, como é mostrado na Figura 38.

Existe ainda a possibilidade de fabricar cantoneiras especiais que permitam regular desníveis maiores, com previa aprovação por cálculos estruturais e orçamento. No caso desta obra o projetista calculou mais de um tipo de cantoneira, devido aos recuos ou avanços na estrutura da fachada.

Figura 38 - Cantoneiras com perfis metálicos fixados em pavimento intermediário.



Fonte: Arquivo da construtora.

Os elementos de conexão entre cantoneiras e perfil eram parafusos auto brocantes inoxidáveis com arruela de Neoprene (Figura 39).

Figura 39 - Cantoneiras com perfis fixados em nível mais baixo do prédio – Térreo.



Fonte: Arquivo da construtora.

Nos locais onde haviam aberturas na edificação esses perfis eram cortados deixando-se uma “sobra” para posteriormente a fachada de vidro ser fixada, por exemplo na Figura 40. Nessas aberturas onde havia fachada de vidro era colocada a cantoneira em “L” para fechamento.

Figura 40 - Abertura onde não há fachada ventilada, perfis com sobra que irão ser cortado.



Fonte: Arquivo da construtora.

O tipo de perfil fixado na cantoneira é determinado em projeto, então poderia ser tanto o do tipo “T” quanto o do tipo “L”, conforme a posição. Na Figura 41 é possível verificar os diferentes tipos de perfis fixados na fachada.

Figura 41 - Diferentes tipos de perfis fixados na fachada.



Fonte: Arquivo da construtora.

Quando grande parte dos perfis já haviam sido instalados em um trecho da fachada, uma equipe já iniciava a preparação do porcelanato para a sua fixação nos perfis. Para isso era montada uma estrutura temporária em cada um dos pavimentos onde a fachada já estivesse sendo executada, para facilitar o transporte do revestimento, já que ele possuía um tamanho médio a grande (Figura 42).

Figura 42 - Local onde o revestimento era refilado e armazenado.



Fonte: Arquivo da construtora.

Nesta etapa de preparo do porcelanato era necessário primeiramente realizar o “refilamento” nos quatro cantos da peça para poder haver o encaixe dos clips de aço inoxidável (Figura 43).

Figura 43 - Posicionamento do revestimento para refilamento e início do processo.



Fonte: Arquivo da construtora.

Esta etapa denominada refilamento consistia na execução de uma “fenda” para facilitar o encaixe (Figura 44), ou seja, era necessário que uma equipe especializada realizasse esse serviço, pois além de ser uma etapa completamente manual, qualquer erro poderia trincar ou quebrar a ponta do porcelanato.

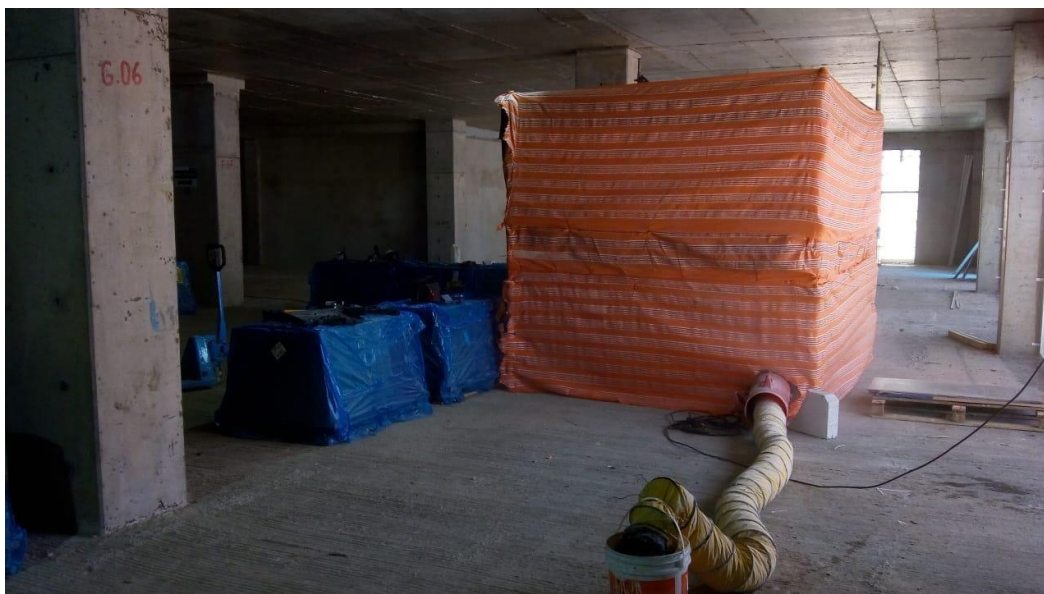
Figura 44 - Clipe de aço ensaiado da maneira que é fixado no perfil e no revestimento.



Fonte: Arquivo da construtora.

Como essa etapa de refilamento produzia muito pó, pela necessidade de perfurar a peça de porcelanato, além da tenda que era montada temporariamente a cada pavimento, era instalado um exaustor no local para evitar a dispersão de pó (Figura 45).

Figura 45 - Local onde era realizado o refilamento dentro do pavimento.



Fonte: Arquivo da construtora.

Após o refilamento outro colaborador realizava a preparação da superfície do tardo do porcelanato com um primer⁵, mas apenas nos locais onde o porcelanato seria fixado nos perfis (Figura 46). Esse primer era aplicado tanto no perfil metálico quanto no porcelanato, para preparar a superfície e auxiliar na aderência de ambos os materiais.

Figura 46 - Refilamento e posterior preparação do porcelanato com primer.



Fonte: Arquivo da construtora.

⁵ É um líquido em solução contendo isocianatos, que promove a adesão para subestrutura e painéis defachadas ventiladas. É um produto importado.

Dessa maneira, com os porcelanatos preparados com o primer e cantos perfilados sem qualquer tipo de fissura ou quebra, eles eram levados até a fachada e se iniciava a fixação.

Primeiramente, para haver uma base de apoio e seguir a paginação determinada em projeto era colocada uma cantoneira no nível mais baixo da fachada e as primeiras peças eram apoiadas ali (Figura 47). Essa cantoneira fica ali permanente servindo como um suporte para a primeira fiada de porcelanato.

Figura 47 - Perfil inferior que serve como base para fixação do porcelanato.



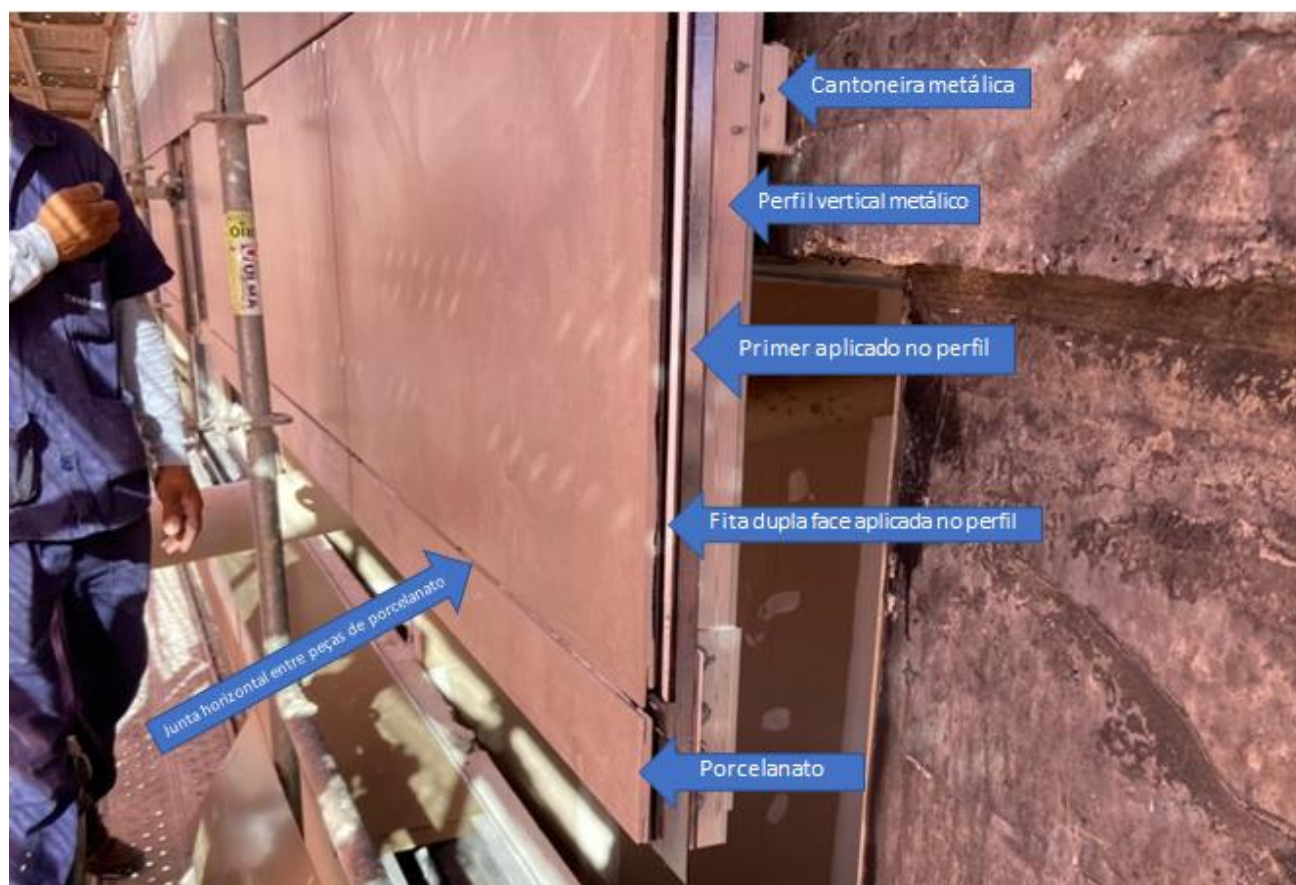
Fonte: Arquivo da construtora.

Além disso, são utilizados mais dois materiais para auxiliar na fixação e ancoragem das peças, são eles:

- adesivo selante à base de polímero MS, com aplicação prévia de primer tanto na placa como no perfil vertical de alumínio;
- fita dupla face para auxiliar e delimitar a região onde será aplicado o adesivo, além de garantir a homogeneidade da quantidade do adesivo.

Então, após o primer que foi aplicado no tardo do porcelanato também ser passado na superfície do perfil que irá receber a placa, inicia-se a fixação. Após a secagem do primer, é aplicada a fita dupla face na superfície do perfil metálico (Figura 48).

Figura 48 - Perfil preparado com primer e com fita dupla face.



Fonte: Arquivo da construtora.

Em seguida, o adesivo é aplicado no trecho onde está a fita dupla face, assim haverá uma camada de primer + adesivo + fita dupla face + primer nesse sistema de fixação placa – perfil metálico (Figura 49).

Assim, para a fixação do revestimento eles são colocados com fixação química oculta ao longo de todos os perfis verticais do sistema, por meio de um adesivo elástico de altas prestações especialmente estudadas para a fixação de painéis de porcelanato na fachada e uma fita espumada com adesivo nas duas faces, de 3 mm de espessura e 10/15 mm de largura. Para uma maior segurança, se coloca também as ancoragens mecânicas com cliques de aço inox pintado eletrostaticamente entre os painéis coincidindo com os perfis verticais. Estas fixações mecânicas são ocultas, pois se realizam fissuras de 1,2 mm de espessura nas juntas horizontais das placas de porcelanato, onde se encaixam os cliques. Há uma fixação mecânica em cada linha de montante vertical, nas juntas horizontais das placas.

Figura 49 - Sistema com cantoneira, perfil metálico e porcelanato fixado com dupla face e adesivo.



Fonte: Arquivo da construtora.

A ancoragem e fixação auxiliar do revestimento é feita através dos cliques, que são fixados nos perfis com parafuso brocante após a colocação da primeira fiada de placas, e posteriormente antes da colagem das placas nos perfis, dessa forma, precisa haver um encaixe no momento em que a placa é colocada. Esses cliques em aço inoxidável são fixados nas juntas horizontais entre as placas (Figura 50).

Figura 50 – Detalhe com vista superior de como a fixação é feita com o clipe de aço.



Fonte: Arquivo da construtora.

Assim, após a fixação dos revestimentos os colaboradores fazem os ajustes finais, como os cortes restantes de perfis (Figura 51).

Figura 51 - Finalização da colocação do porcelanato em um trecho e execução de cortes e arremates na estrutura.



Fonte: Arquivo da construtora.

Por fim, nas aberturas onde não tinham esquadrias do tipo fachada de vidro do sistema *stick* ou brises eram colocados acabamentos de alumínio (Figura 52) e na cobertura os rufos (Figuras 53 e 54), todos esses acabamentos são feitos de alumínio pintados electrostáticamente e as emendas são vedadas com selante à base de polímero. São fixados através de parafusos entorno dos vãos.

Figura 52 - Trecho da fachada Nordeste onde foram fixados os acabamentos em alumínio.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 53 - Fixação dos rufos na cobertura com material em alumínio.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 54 - Colocação de estruturas auxiliares na platibanda para fixação do rufo em alumínio.



Fonte: Arquivo da construtora.

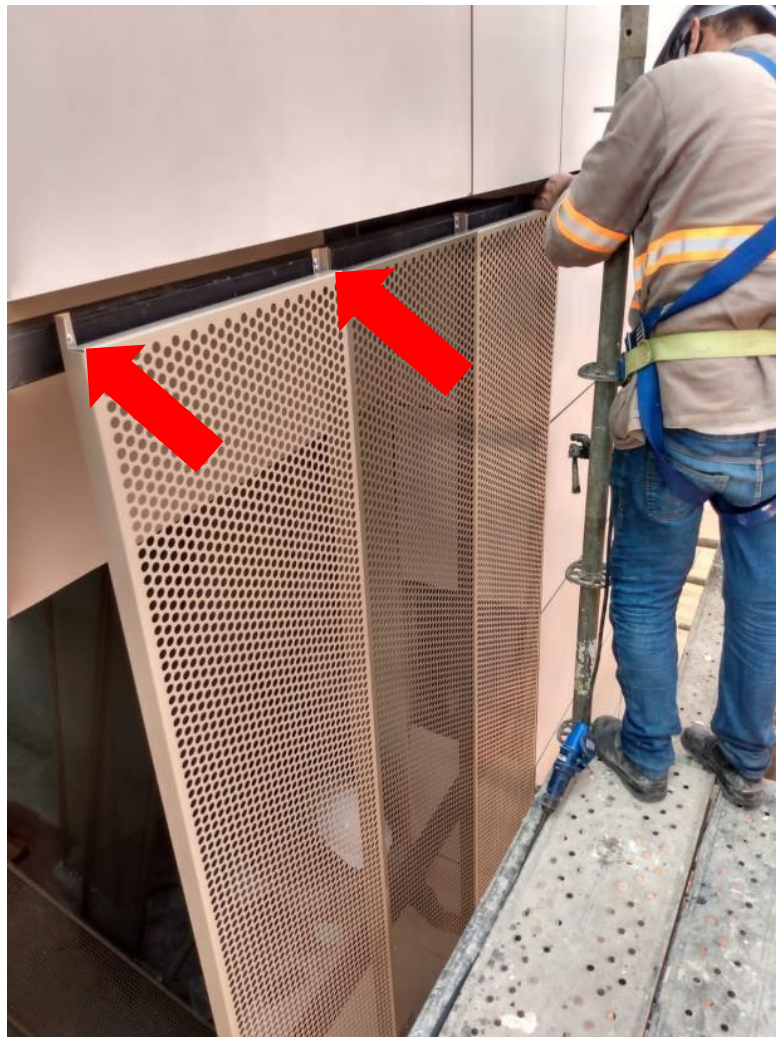
Os brises que compuseram a fachada foram fixados depois (Figura 55), e no caso nos locais onde não há fachada ventilada as paredes receberam revestimento de argamassa e pintura.

Além disso, eles foram fixados após toda a fachada ventilada estar pronta, e para a sua fixação foram utilizadas estruturas metálicas previstas em projeto (Figura 56), devido a sua altura. Os brises utilizados na fachada são do tipo fixo e possuem quatro especificações já descritas.

Nos locais onde haviam os brises estavam fixadas as esquadrias móveis de duas folhas, e na alvenaria de vedação e estrutura foi executado revestimento de argamassa com pintura posteriormente. Além disso, foram colocados acabamentos em alumínio para realizar o fechamento entre o brise e a fachada de vidro (Figura 57), a sua fixação foi feita com parafusos.

Para a finalização da fachada alguns brises precisaram ser fixados depois da retirada do fachadeiro como pode ser visto na (Figura 58).

Figura 55 - Fixação de brises no encontro com a fachada ventilada.



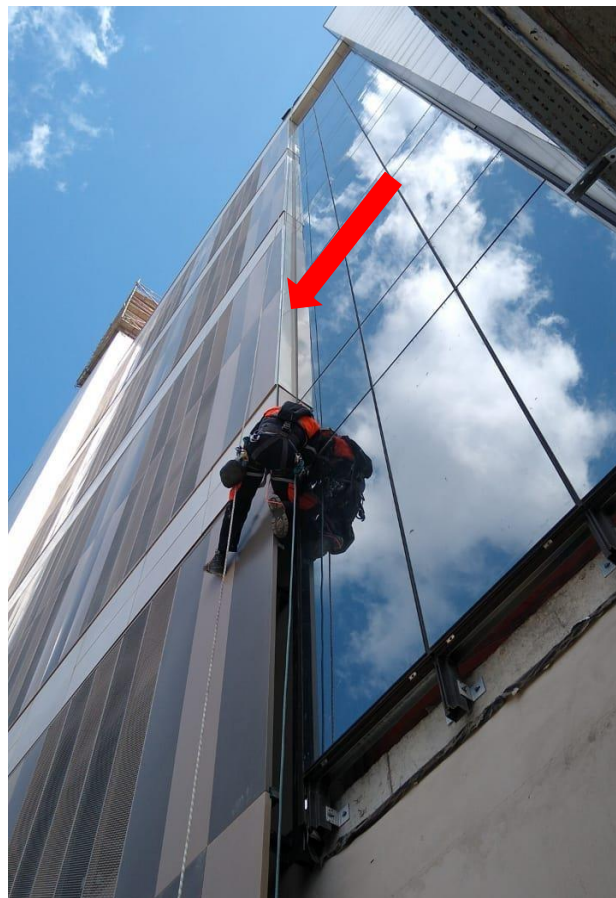
Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 56 - Vista das estruturas auxiliares para a fixação dos brises na fachada.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 57 - Colocação de acabamento de alumínio entre os brises e fachada de vidro na fachada Nordeste.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 58 - Colocação de brises faltantes na fachada Sudeste.



Fonte: Arquivo da construtora.

Nas Figuras 59 e 60 é possível observar como a composição da fachada ventilada com os brises, fachada vidro e demais itens ficou após a finalização. No período dos registros fotográficos já fazia em torno de 1 ano do início dos serviços de impermeabilização da fachada.

O letreiro já havia sido fixado e faltavam apenas alguns arremates pontuais para o serviço estar completo e a empresa responsável poder desmobilizar completamente da obra.

Figura 59 - Fachada ventilada (Sudeste e Nordeste) após em torno de 1 ano do início da sua execução.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 60 - Fachada ventilada (Sudeste e Sudoeste) após em torno de 1 ano do início da sua execução.



Fonte: Arquivo da construtora.

3.6 OBSERVAÇÕES SOBRE O USO DA FACHADA VENTILADA

Para o melhor entendimento da fachada ventilada foram realizadas duas entrevistas, uma com a engenheira de projetos da construtora e uma com a arquiteta responsável pela equipe do cliente, ou seja, do complexo hospitalar.

Assim, a partir das entrevistas foram desenvolvidos os tópicos seguintes.

3.6.1 Considerações da execução da fachada ventilada

O sistema de fachada ventilada apresenta inúmeras vantagens, mas para a sua execução encontrou-se algumas dificuldades.

Inicialmente em relação ao projeto arquitetônico contratado, o arquiteto que executou o primeiro projeto, o orientativo, apenas indicou o tipo de revestimento, não prevendo os inúmeros ajustes, detalhes construtivos ou que tipo de estrutura deveria ser utilizada para se chegar no *layout* final desejado pelo projeto. A equipe de engenharia de “modernização” do cliente forneceu para a construtora esse projeto e a empresa especializada e contratada para executar detalhou os projetos de estruturas e paginação. Assim, essa é uma situação não ideal do ponto de vista da construtora, já que isso a condiciona a aceitar quaisquer ajustes, ou seja, o escopo era exclusivamente da empresa especializada.

A empresa contratada é altamente especializada no serviço, mas ao mesmo tempo, algumas incompatibilidades não foram vistas num primeiro momento por parte deles, e nem pelo cliente e construtora, pois ambos possuem menos experiência com o sistema. Apesar da construtora já ter trabalhado com o sistema, cada projeto é único e possui suas particularidades, e essa obra por ser muito complexa necessitava de um projeto detalhado para a sua execução, que apenas uma empresa especializada poderia oferecer.

Algumas incompatibilidades encontradas foram, por exemplo, na platibanda do prédio, onde em alguns locais o afastamento entre a mureta do prédio e a fachada era variável, em alguns locais essa distância atingiu até 80 cm, e a empresa contratada não previu isso em projeto. Mesmo havendo detalhamento, o rufo possuía um tamanho padronizado, em torno de 50 cm, assim não era possível utilizar naquele trecho. Dessa forma, houve uma consulta técnica com o projetista e foi preciso aumentar o custo para a produção de um rufo maior, o que acarretou em aumento de custos, tanto para a construtora quanto para o cliente em relação ao que já estava

contratado.

Além disso, pelo fato de a edificação ser muito alta, podem haver problemas de prumo na estrutura, o que implica em tamanhos de cantoneiras variáveis. No momento da contratação do projeto executivo a estrutura do prédio não estava completamente pronta, assim foi contratado um tamanho padrão de cantoneira. Então, quando se iniciou as marcações da prumada foi visto pela empresa que alguns trechos não seriam possíveis usar a cantoneira padrão, em projeto já estava previsto o possível uso de outra maior, porém isso acarreta em aumento de custos também.

A construtora ainda afirma que dificilmente isso é um problema de projeto estrutural, mas sim de execução das vedações, e que por já ter trabalhado com o sistema notou que esse é um problema recorrente nas obras: a utilização de tamanho de variáveis de cantoneira é necessária, e precisa ser prevista em escopo e projeto, para não aumentar muito os custos em relação a proposta inicial.

A adoção de sistemas de fachada pré-fabricados implica na necessidade de exatidão nas dimensões da estrutura (prumo de pilares, planicidade das laterais de vigas) e do sistema de vedação (planicidade e ausência de rebarbas de argamassa). A preocupação com a correta execução destes elementos deveria ser uma meta a ser alcançada em próximos empreendimentos, para qualquer sistema de fachada adotado.

A engenheira pontua que além desses problemas a falta de experiência com o sistema por parte do cliente, do detalhamento do projeto arquitetônico apresentado por eles e indefinições de projeto foram um desafio, pois devido a isso foram abertas diversas consultas técnicas que geraram aumento de custos para poder realizar a execução em alguns trechos. Em relação aos brises, o projeto inicial também não previa um detalhe construtivo, dessa maneira, precisou-se analisar com o projetista e executar uma estrutura auxiliar na fachada para o brise ser fixado.

Por fim, é válido destacar que, por ser uma obra complexa, alguns elementos não estavam definidos durante a execução do projeto e da fachada ventilada, por exemplo, estruturas que deveriam ser fixadas diretamente na estrutura de concreto ou na alvenaria, como a estrutura da marquise (Figuras 61, 62 e 63) e do letreiro, além das prumadas de tubulações de gás que foram definidas após o início da execução da fachada. Devido a esses problemas, alguns trechos não puderam ser 100% executados ou tiveram o revestimento quebrado ou cortado para ser possível

ajustar com essas estruturas posteriormente.

A engenheira destacou que apesar do que foi comentado anteriormente o sistema mostrou muito eficiente e os problemas encontrados não superaram os pontos positivos da escolha pelo sistema. Ainda, é comentado que apesar do sistema não estar sendo muito difundido em Porto Alegre, por exemplo, acredita-se que o mesmo poderá vir a ter um maior uso, tanto pelas questões ambientais e estéticas quanto também para revitalizar fachadas antigas, o que pode melhorar a aparência de prédios de uma maneira mais rápida e sem gerar grandes impactos no seu funcionamento.

Em relação à certificação ambiental, foi comentado que não foi necessário a aplicação de algum tipo de lã para melhorar o desempenho da fachada, pois apenas o sistema de ventilação já atenderia os requisitos necessários para conseguir o nível de certificação que o cliente desejava. Ressalva que a aplicação de impermeabilizante é o mínimo que pode ser feito para a estanqueidade do sistema, não se pode deixar a parede interna sem algum tipo de pintura impermeabilizante ou revestimento com lã de vidro/rocha, etc.

Figura 61 - Trecho da fachada Sudoeste onde a estrutura da marquise foi fixada.



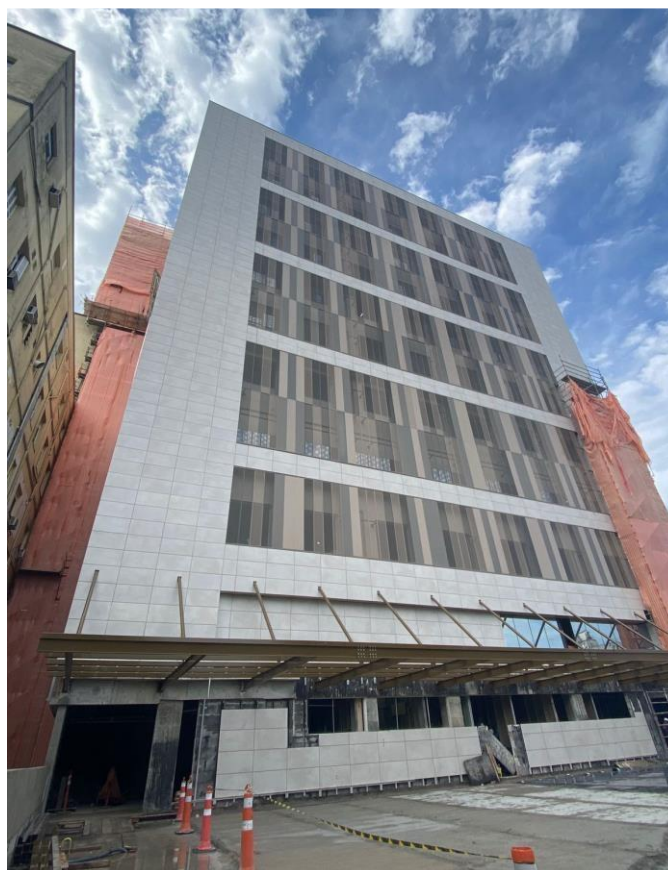
Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 62 - Trecho da fachada Sudoeste após a estrutura da marquise estar finalizada e os arremates da fachada ventilada sendo executados.



Fonte: Arquivo da construtora.

Figura 63 - Vista da fachada Sudoeste após a finalização dos arremates na estrutura da marquise.



Fonte: Arquivo da construtora.

3.6.2 Motivação da escolha do uso da fachada ventilada em empreendimento hospitalar

A fachada ventilada possui um fator de sustentabilidade que outros sistemas como o revestimento de argamassa não podem oferecer a edificação. Devido à câmara de ar ou “chaminé” que se cria entre o prédio e o revestimento, ocorre a regularização da temperatura, assim há menor incidência de crescimento biológico no revestimento e no interior da edificação, que foi um dos motivos da escolha pelo cliente, por ser um ambiente hospitalar.

O sistema de fachada ventilada possui inúmeras vantagens, como pode ser visto na literatura e em trabalhos referentes ao tema. Para o cliente escolha por esse sistema significa uma série de fatores, que vão desde estéticos até funcionais. Esse será o primeiro hospital do complexo, que já possui outros sete hospitais, a utilizar a fachada ventilada, mesmo o custo inicial sendo mais alto que outros revestimentos foram comentados a importância que esse sistema irá significar.

Atualmente, os sistemas tradicionais de revestimento (cerâmico aderido ou de argamassa) geram muita manutenção para o complexo, já que o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, possui uma amplitude térmica anual alta e, acaba gerando deslocamento em grandes áreas, além de manifestações patológicas como crescimento biológico e umidade. Esses problemas, dentro de um hospital, são graves e também geram altos custos de manutenção periódicas.

Ao mesmo tempo, o complexo busca captar um novo nicho de pacientes, de classe A e B, ou seja, a fachada ventilada também tem um papel de modernizar a edificação e por ter vinculada a questão da eficiência energética e da certificação ambiental acaba gerando um valor agregado ao hospital e ao sistema particular de saúde. Assim, o novo hospital possui um diferencial dentro do complexo, com instalações com mais ventilação e maior controle térmico, diminuindo os custos com energia elétrica e também com manutenções da fachada.

A cliente ainda comenta que o sistema apesar de ter um investimento inicial alto acaba revertendo esse valor com o tempo, por conta do que foi comentado antes, mas principalmente a sua eficiência energética, que aliado com outros elementos como os brises fixos gera um maior conforto térmico e garante a certificação ambiental que agregam custo a edificação.

Dessa maneira, além de aliar questões estéticas, pois há uma vontade por parte do cliente de modernizar a fachada do novo prédio, pode-se aliar questões de sustentabilidade também,

eficiência energética e conseguir a certificação ambiental, o que agrega valor ao hospital e traz um novo conceito para o complexo.

Por fim, outras vantagens que se pode citar é a sua produtividade, pois o sistema foi instalado quase que em sua totalidade em apenas nove meses; as manutenções são rápidas e com bem menos frequência do que em outros sistemas já citados de acordo com o fabricante, além disso esse parâmetro será comprovado ao longo da vida útil do prédio; a possibilidade da grande variedade de cores, formas e texturas e também de materiais que podem ser usados como revestimento; e a sua grande durabilidade também frente a outros sistemas.

3.6.3 Vantagens e desvantagens da fachada ventilada

Na proposta da empresa especializada a conclusão da fachada era estimada em torno de 7 meses, mas devido aos pontos de incompatibilidade ou indefinições comentadas anteriormente a conclusão demorou mais, em torno de 9 meses.

Apesar disso, a produtividade foi satisfatória, se comparado com revestimento de argamassa, além das vantagens esperadas como: melhora do desempenho térmico; eficiência energética, ou seja, a diminuição de custos com energia elétrica; diminuição de manifestações patológicas na fachada e na parte interna do edifício; além, da questão da manutenção das fachadas que foi um ponto muito relevante para a escolha da fachada ventilada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de fachada ventilada, é um sistema relativamente novo no Brasil, assim este trabalho se propôs a trazer uma análise da execução deste tipo de fachada em um empreendimento do tipo hospitalar em Porto Alegre.

Com o auxílio de bibliografia foi possível rever como foi o processo de evolução das fachadas até os dias atuais, o quanto foi possível diversificar os materiais, os processos executivos, as fixações e como isso foi inserido no Brasil ao longo do tempo.

Com a modernização de diversos outros sistemas construtivos que compõem as edificações, se torna importante também avaliar e estudar a concepção de novos tipos de fachadas, visto que elas são a identidade dos prédios e dependendo do sistema executado podem acarretar em inúmeras vantagens para quem faz uso deles.

A fachada ventilada foi inicialmente difundida na Europa, e ela está sendo usada no Brasil recentemente. Ela apresenta inúmeras vantagens, mas a sua característica principal é a sua “chaminé” que faz com que o ar quente e frio circule ocasionando um maior conforto térmico, o que contribui para economia energética.

Assim, o edifício passa a ter um menor gasto com energia elétrica, e no caso da edificação deste trabalho, a fachada ainda é composta por brises fixos, um elemento arquitetônico que contribui também para a melhora do conforto térmico.

Além disso, pode-se citar outras vantagens como a agilidade na execução, valorização da edificação e manutenção pontual, dependendo do revestimento utilizado. Também, a sua instalação gera pouquíssimos resíduos em obra, o que pôde ser observado pela autora.

O processo executivo de uma fachada ventilada é complexo, e é preciso um projetista especialista para esse sistema ser aplicado de maneira efetiva. A concepção de projeto estrutural é muito necessária, principalmente, se a execução é em empreendimentos de grande altura. O nível de detalhes construtivos também é importante, então ter uma equipe com um profissional que já possui experiência com o sistema é um diferencial em uma obra.

A execução do sistema pôde ser vista de maneira detalhada, os materiais empregados e a mão de obra, que dependendo do tipo de fixação utilizada deve ser especializada. O empreendimento

em questão já teve sua fachada finalizada e mesmo tendo um custo inicial alto e significativo no orçamento da obra, quando analisado em longo prazo, o sistema traz diversos ganhos.

Nas entrevistas realizadas foi possível notar as expectativas de ambos os lados, cliente e construtora, e que ambos estavam satisfeitos com o processo e as escolhas tomadas ao longo da execução. Ao mesmo tempo, é válido destacar como esse sistema poderia adaptar-se no Rio Grande do Sul, visto que se tem inúmeros prédios relativamente novos em Porto Alegre, que já apresentam manifestações patológicas em fachadas.

Pode-se também concluir algumas desvantagens, como a ausência de normas técnicas brasileiras, necessidade de mão de obra qualificada e experiente e o custo inicial elevado, já comentado. Dentre as desvantagens o que se destaca é a falta de uma norma técnica brasileira específica para o sistema, pois acaba sendo um desafio a implementação desse sistema no Brasil, visto que dessa forma não existem regulamentações para a aplicação e manutenção do mesmo.

Assim, no estudo de caso realizado foi possível observar que o sistema de fachada ventilada se mostrou com uma produtividade satisfatória, além das vantagens já comentadas. Apesar dos ajustes que tiveram que ocorrer durante a obra e as incompatibilidades com outros elementos, a fachada ventilada, mesmo que ainda pouco difundida no Brasil, é uma alternativa moderna, sustentável e muito interessante devido às condições climáticas do país.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

AECWEB. **'Unitizing', a evolução das fachadas cortinas**. 2010. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/unitizing-a-evolucao-das-fachadas-cortinas/2291>> Acesso em: 12/09/2022.

AFLALO GASPERINI ARQUITETOS. **Citicorp Center**. 2022. Disponível em: <<https://aflalogasperini.com.br/blog/project/citicorp-center/>> Acesso em: 19/09/2022.

ARAUJO, A. **As três evoluções da fachada-cortina no Brasil**. Canal do Serralheiro. Agosto 2021. Disponível em: <<https://www.canaldoserralheiro.com.br/as-tres-evolucoes-da-fachada-cortina-no-brasil/>> Acesso em: 24/04/2022.

ARCHDAILY. **Conheça as vantagens das fachadas ventiladas**. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>> Acesso em: 19/09/2022.

ARCHDAILY. **Conselhos úteis para projetar fachadas ventiladas com porcelanato de 3,5 mm**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/916539/conselhos-uteis-para-projetar-fachadas-ventiladas-com-porcelanato-de-35-mm>> Acesso em: 20/09/2022.

ARIOSTEA. **Fase contratual "Fachadas Ventiladas"**. 2022. Disponível em: <<http://www.ariostea-high-tech.com.br/tecnologia/fase-projetual>> Acesso em 21/09/2022.

ARRUDA, T. S. de. **Estudos de Modalidades para a Execução de Fachada Cortina**. Monografia (Diploma em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 63p. 2010.

BARTH, Fernando; VEFAGO, Luiz. H. Maccarini. **Tecnologia de Fachadas Pré-Fabricadas**. 1ª Edição. Florianópolis: Editora Letras Contemporâneas, 2016.

BIANCOGRES. **Fachada ventilada: leve essa tendência para os seus projetos**. 2010. Disponível em: <<http://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>> Acesso em: 15/09/2022.

BLAZIUS, C. M. **Fachada Ventilada: Materiais e Técnicas Adotadas no Brasil e no Exterior**. Monografia (Diploma em Engenharia Civil) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Florianópolis. 92 p. 2019.

CANAL DO SERRALHEIRO. **As três evoluções da fachada-cortina no Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://www.canaldoserralheiro.com.br/as-tres-evolucoes-da-fachada-cortina-no-brasil>> Acesso em: 15/08/2022.

CARDOSO, H. J.; CARNEIRO, R. P. **Monitoramento de Fachada Envidraçada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Diploma em Engenharia Civil) Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 11p. 2020.

CARNEIRO, L. B. **O Sistema de Fachadas Ventiladas: Análises e Especificação.** Monografia (Especialização em Construção Civil) Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 62 p. 2015.

CAUSS, L. W. **Sistema de fachada ventilada em edificações: características, métodos executivos e aplicações.** Trabalho de conclusão de curso (Diplomação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 123 p. 2014.

COISAS DA ARQUITETURA. **Edifícios marcantes no centro do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<https://coisasdaarquitectura.wordpress.com/2011/06/20/edificios-marcantes-no-centro-do-rio-de-janeiro/>> Acesso em: 20/09/2022.

CONSTRULINK. **Dossier técnico-económico fachada ventilada.** 2006. Disponível em: <<http://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>> Acesso em: 15/09/2022.

DOMINGOS DE ARQUITETURA. **Arquitetura Sustentável: Como Surgiu?** 2022. Disponível em: <<http://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>> Acesso em: 16/09/2022.

DUTRA, M. R. **Caracterização de Revestimentos em Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 102 p. 2010.

ENCONTRA BROOKLIN. **Sede do Bank Boston no Brooklin.** 2022. Disponível em: <<https://www.encontrabrooklin.com.br/brooklin/sede-do-bank-boston-no-brooklin.shtml>> Acesso em: 20/09/2022.

FINESTRA. **Sistemas De Fachadas: Desenvolvimento tecnológico marca evolução do setor.** São Paulo. Ano 10, n 41, p.52-67. 2005.

FLICKR. 2008. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/soldon/2523315062>> Acesso em: 20/09/2022.

INCEPA. **Incepa responde: entenda a diferença entre os diferentes tipos de revestimento. 2020.** Disponível em: <<https://www.incepa.com.br/blog/incepa-responde-entenda-a-diferenca-entre-os-diferentes-tipos-de-revestimento>> Acesso em: 21/09/2022.

KERAGAIL. **Fachadas Ventiladas.** 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/385319522/catalogo-fachada-ventilada-keragail-gail-2013-pdf>> Acesso em: 04/10/2022.

KISS, Paulo. **Pulmões Prediais.** Revista Técnica, v. 39, mar. 1999.

LEÃO, Silvia. **A evolução do conceito de fachada: do renascimento ao modernismo.** Arquisur Revista. São Paulo, Nº 4 – Ano 3, p.1-16, agosto. 2013.

MASTER EDITORA. **Journal of Exact Sciences – JES.** Maringá – Paraná, vol. 21, n. 02, p. 05-11, abril/junho 2019.

MORAIS F., F. W. **Desempenho térmico de fachadas ventiladas frente ao clima equatorial úmido da amazônia.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará. Belém. 122 p. 2019.

MOURA, Eride. **Fachadas respirantes.** Revista Técnica. São Paulo, Edição 144, p.43- 41, março. 2009.

POTIGUARA, L.G.P. **Fachadas Cortina. Processo construtivo e patologias associadas.** Monografia (Diploma em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 73 p. 2017.

RIBEIRO, M. M. L. B. S. **Durabilidade na Construção: Estimativa da vida útil de fachadas ventiladas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal. 88 p. 2010.

SANTOS, M. M. **Análise Crítica da Execução De Uma Fachada De Vidro.** Trabalho (Diplomação em Engenharia Civil) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SIQUEIRA JR, A. A. de. **Tecnologia de fachada cortina com placas de grês porcelanato.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 220 p. 2003.

SOUSA, F. M. F. **Fachadas Ventiladas em Edifícios: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade do Porto, Porto, Portugal, 138 p. 2010.

TÉCHNE REVISTA. **Fachadas respirantes.** Edição 144, 2009. Disponível em: <http://www.inovatecconsultores.com.br/lib/media/imprensa/techne/144/techne_144_fachada_ventilada_capa.pdf > Acesso em: 10/09/2022.

TENÓRIO, R. D. et al. **Sistema de fachadas não aderidas: Estudo de caso de um edifício na orla marítima de Maceió.** Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. Alagoas. Cadernos de Graduação. v. 6, n. 2, p. 172-182, 2020.

VAZQUEZ, E. G, et al. **Gestão do processo construtivo de fachadas cortina e patologias associadas.** Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

VEDOVELLO, C. A. S. **Gestão de Projetos de Fachadas.** Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 406p. 2012.