



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

ISRAEL LEONEL PEREIRA

ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE UMA FACHADA EM PELE DE VIDRO

JOÃO PESSOA - PB

2022

ISRAEL LEONEL PEREIRA

ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE UMA FACHADA EM PELE DE VIDRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, como pré-requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: PROF. DR. PAULO GERMANO TOSCANO

JOÃO PESSOA - PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P436a Pereira, Israel Leonel.

Análise da execução de uma fachada em pele de vidro
/ Israel Leonel Pereira. - João Pessoa, 2022.

44 f. : il.

Orientação: Paulo Germano Toscano Toscano.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

l

CDU

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISRAEL LEONEL PEREIRA

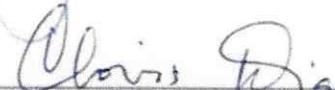
ANÁLISE DE UMA FACHADA EM PELE DE VIDRO

Trabalho de Conclusão de Curso em 20/06/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:



PAULO GERMANO TOSCANO
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

APROVADO



CLOVIS DIAS
UEPB

APROVADO



ENILDO TALES FERREIRA
UEPB

APROVADO

Prof.ª Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siapt. 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho aos meus pais e esposa que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Paulo Germano Toscano Moura, pela orientação e apoio prestados durante todo este trabalho.

Agradeço a Prof. Clovis Dias por aceitar fazer parte da banca examinadora.

Agradeço a Prof. Enildo Tales Ferreira por aceitar fazer parte da banca examinadora.

Agradeço à minha esposa e futura mãe da minha filha, Maria Clarice, por todo o apoio e incentivo.

Agradeço aos meus pais, Severino Pereira, Maria Aparecida, e ao meu irmão, Isaque, por todo o apoio e incentivo, que sempre me fizeram ir em frente, e por todo o esforço em sempre me ajudar.

Agradeço meus colegas de faculdade que me ajudaram em todos os momentos e que sem os quais não chegaria tão longe.

"O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo" (Autor desconhecido)

RESUMO

Primeiro elemento visível em uma edificação, as fachadas refletem a personalidade do projetista e são importantes não só esteticamente, mas em sua função de vedação e segurança de todos que fazem parte do edifício. Os revestimentos externos das edificações são dos mais variados, trazem beleza, contato com o ambiente ao redor e fornecem características sustentáveis à edificação. Por estes motivos é necessário que haja um correto estudo sobre o revestimento que há de ser utilizado não só considerando fatores financeiros, mas também todo o contexto que cada tipo de revestimento traz para a edificação. O presente trabalho refere-se à uma pesquisa de campo sobre a fachada em pele de vidro de uma obra na cidade de João Pessoa na Paraíba, onde durante o desenvolvimento do trabalho havia a execução da fachada em pele de vidro em andamento. Foi buscado entender os motivos que levaram a escolha desse revestimento e entender os desafios e benefícios da execução do mesmo. De posse de informações de pesquisas bibliográficas, foi possível aplicar os conhecimentos na obra em andamento e notar muito do que foi estudado. Durante o acompanhamento da obra com a execução da pele de vidro, foi possível notar as dificuldades e desafios vencidos para a execução do serviço, tais como falta de prumo da supraestrutura da fachada, especificidades do projeto que tiveram que ser vencidas com uma nova solução estrutural e a necessidade de manter a limpeza das peças em alumínio e vidro durante o andamento da execução do edifício. Procurou-se descrever as soluções adotadas em conjunto com o conhecimento adquirido no estudo bibliográfico sobre o assunto.

Palavras-chave: Fachada. Pele de Vidro. Cortina de vidro. Sistema unitizado. Prumo da Fachada.

ABSTRACT

The first visible element in a building, the facades reflect the designer's personality and are very important not only aesthetically, but also in their function of sealing and safety for all who are part of the building. The external cladding of buildings is very varied, bringing beauty, contact with the surrounding environment, and providing sustainable characteristics to the building. For these reasons it is necessary to have a correct study about the cladding to be used, not only considering financial factors but also the whole context that each type of cladding brings to the building. The present work refers to a field research about the glass facade of a building in João Pessoa, Paraíba, where during the development of the work the execution of the glass facade was in progress. It was sought to understand the reasons that led to the choice of this covering and to understand the challenges and benefits of its execution. With the information from the bibliographical research, it was possible to apply the knowledge to the work in progress and to notice much of what was studied. During the monitoring of the construction with the execution of the glass skin, it was possible to notice the difficulties and challenges overcome for the execution of the service, such as the lack of plumb of the superstructure of the façade, project specificities that had to be overcome with a new structural solution and the need to maintain the cleanliness of the aluminum and glass pieces during the building's execution. We tried to describe the adopted solutions together with the knowledge acquired in the bibliographical study on the subject.

Keywords: Facade. Glass Skin. Glass curtain. Unitized system. Facade propping.

LISTA DE IMAGENS

Quadro 1 — Classe de espessura de camadas anódicas para aplicação exteriores/interiores.....	18
Quadro 2 — Limite de aceitabilidade de peças com espessura de camada insuficiente	18
Imagem 1 — Ministério de Educação, Rio de Janeiro.....	20
Imagem 2 — Edifício Centro Cândido Mendes	22
Imagem 3 — Estrutura da fachada cortina do edifício Cândido Mênides.....	22
Imagem 4 — Edifício Cibank.....	23
Imagem 5 — Pele de vidro - Varanda do empreendimento	25
Imagem 6 — Pavimento tipo - Divisão da fachada por trechos.....	26
Imagem 7 — Neo Residence - Projeto.....	27
Imagem 8 — Peça de ligação entre quadros e estrutura do edifício	28
Imagem 9 — Base para recebimento da ancoragem dos quadros da pele de vidro	29
Imagem 10 — Viga metálica em varandas de pé direito duplo	30
Imagem 11 — Vista das vigas metálicas nas varandas de pé direito duplo do lado externo do edifício	31
Imagem 12 — Ancoragens fixadas	32
Imagem 13 — Máquina de içamento dos painéis.....	33
Imagem 14 — Painél instalado - Detalhe da ancoragem na laje.....	34
Imagem 15 — Painel instalado - Detalhe da ancoragem na viga metálica	35
Imagem 16 — Encaixe macho e fêmea dos painéis unitizados	36
Imagem 17 — Espaços que precisam ser fechados entre cômodos.....	37
Imagem 18 — Trecho 10 - Paineis da pele de vidro aplicados	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Classe de espessura de camadas anódicas para aplicação exteriores/interiores.....	18
Quadro 2 — Limite de aceitabilidade de peças com espessura de camada insuficiente	18

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Área dos trechos da fachada	39
Gráfico 2 — Tempo de execução de fachadas por trecho	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	MATERIAIS UTILIZADOS	16
2.1.1	ALUMÍNIO	16
2.1.1.1	ANODIZAÇÃO	17
2.1.2	VIDROS.....	19
2.2	EVOLUÇÃO DAS FACHADAS CORTINAS	20
2.3	SISTEMA CONSTRUTIVO.....	24
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
3.1	EMPREENHIMENTO ANALISADO	26
3.2	RASTREAMENTO DA FACHADA.....	28
3.3	INSTALAÇÃO DE VIGAS METÁLICAS NAS VARANDAS DE PÉ DIREITO DUPLO	29
3.4	SEQUÊNCIA DE MONTAGENS DE QUADROS	31
3.5	MARCAÇÃO E FIXAÇÃO DAS ANCORAGENS	32
3.6	INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS	33
3.7	ACABAMENTOS	36
4	ANÁLISE DE RESULTADOS	38
4.1	COMPARAÇÃO REVESTIMENTO TRADICIONAL COM REVESTIMENTO EM PELE DE VIDRO NA OBRA ACOMPANHADA	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O vidro como material de construção ficou popular a partir dos anos 20. Atualmente é utilizado nas mais belas construções. Existem as mais diversas vantagens em se utilizar desse material para a construção civil, que vai desde a melhoria no desempenho energético nas edificações colaborando com a redução do uso de luz artificial pois permitem a passagem da luz natural, também possuem vantagens no desempenho acústico e térmico, visto que o material possui propriedades isolantes e atualmente atendem as mais diversas normas quanto a segurança na sua utilização em coberturas, fachadas e marquises (CBIC, 2017). Fachadas cortina em pele de vidro começaram a surgir na década de 60 nas cidades brasileiras, evoluíram e se diversificaram em termos visuais e sistema construtivo.

As tipologias arquitetônicas de fachadas externas aderiram nos últimos anos uma nova concepção, na qual gerou uma revolução na tecnologia utilizada, pois apresenta o envidraçamento e a transparência como uma opção de fachada.

Na década de 1970, o aço que era empregado na construção de fachadas foi substituído por perfis de alumínio exteriores, chamados de colunas, que começaram a fazer parte funcional da estrutura. Uma nova evolução do sistema colocou as colunas para o interior do edifício tornando a fachada mais lisa, como uma pele, criando assim a fachada denominada pele de vidro. Contudo, este sistema construtivo ainda apresentava muitas demarcações perimetrais dos vidros, além de não oferecer, muitas vezes, segurança necessária em relação à vedação. Neste intuito, passaram a utilizar o silicone estrutural com a finalidade de melhorar a vedação. 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, 2012).

Com o crescimento da economia brasileira, o mercado da construção civil e infraestrutura foi impulsionado, sendo assim, muitos postos de trabalhos foram criados, o que causou escassez de mão de obra qualificada na área. Em razão da

falta de trabalhadores, uma das soluções encontradas para as fachadas, foi a execução de fachada em pele de vidro.

A utilização deste tipo de fachada é fomentada pela melhora das características de vedação e sustentabilidade alinhada a uma alta produtividade de execução e também a necessidade de um baixo número de operários para a execução do serviço. A fachada em pele de vidro faz com que a demanda energética do edifício seja reduzida devido a alta luminosidade que provém da luz solar que é propagada pelos quadros de vidro, devido as características do vidro, além do controle da iluminação natural, também é obtido um melhor conforto térmico no ambiente.

As fachadas em pele de vidro podem ser executadas em dois modelos construtivos, o *STICK* e o *UNITIZED*. *STICK* é um modelo construtivo onde o revestimento da fachada é instalado peça por peça, onde a modulação é feita por folha de vidro, é instalado pelo lado externo do edifício, com uso de balancins. Já no sistema *UNITIZED* são utilizados módulos com mais de uma folha de vidro.

Este trabalho apresentará algumas técnicas empregadas na instalação de fachadas de vidro, elucidará seus sistemas construtivos e materiais utilizados. Também, será analisada a execução de uma fachada de pele de vidro sendo instalada na cidade João Pessoa, bairro do Altiplano. Serão identificados o sistema construtivo da fachada, os motivos da escolha pelo tipo de fachada, serão descritos detalhadamente os desafios para a instalação, com intuito de identificar os problemas ocorridos durante a aplicação.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é analisar o processo executivo de uma fachada em pele de vidro em andamento na cidade João Pessoa, Paraíba, com objetivo de entender os motivos que levaram a escolha desse revestimento e acompanhar os desafios da execução.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O trabalho foi realizado com os objetivos específicos a seguir;

- a) Apresentação das técnicas empregadas em fachadas de pele de vidro;
- b) Acompanhamento de uma obra em execução da fachada de pele de vidro;
- c) Descrição do processo utilizado na obra acompanhada;
- d) Descrição das soluções pros desafios da execução.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As fachadas têm um papel fundamental na definição de um edifício, elas são a primeira barreira contra agentes agressivos externos, tais como insolação, chuvas, entre outros. Sendo assim, as fachadas podem ter revestimento de diversos materiais, tais como pedra natural, reboco com pintura, porcelanato, revestimento metálico, entre outros. O objetivo da fachada é garantir segurança e conforto para os ocupantes. Elas possuem a principal função de compartimentação da edificação, proporciona conforto higrotérmico ao ambiente, acústico, segurança de utilização frente às ações excepcionais como incêndios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

É tendência em novos projetos arquitetônicos edificações com características mais inovadoras, interna ou externamente. As fachadas ficaram mais ousadas, o que traz mais beleza e tecnologia às edificações. Com essas modificações, as fachadas cortinas ganham cada vez mais espaço nos edifícios.

Fachada cortina é o sistema de fachada de um edifício onde as paredes do revestimento externo não têm função estrutural, utilizadas apenas para proteção contra o clima e de manutenção da segurança dos ocupantes. Fachada cortina é o termo traduzido do inglês *CURTAIN WALL*, popularmente executada em módulos de alumínio e vidro.

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

São usados os mais diversos materiais para a instalação das fachadas de vidro, os principais são o vidro, perfis de alumínio, selante estrutural, fitas dupla face, borrachas de vedação e parafusos. Em seu exterior, os materiais mais visíveis são o vidro e os perfis de alumínio.

2.1.1 ALUMÍNIO

O alumínio substituiu o ferro e o aço que eram empregados na estrutura das fachadas cortinas, foi integrado às fachadas inicialmente no final do século XIX. O alumínio possui excelente versatilidade e resistência a oxidação, com o avanço das tecnologias de pintura e acabamentos superficiais, esse material se tornou o principal constituinte das fachadas cortina, junto com o vidro. (BOXGLASS, 2012). O alumínio pode ter revestimento anodizado ou de pintura.

2.1.1.1 ANODIZAÇÃO

A anodização tem por objetivo fornecer proteção à superfície do alumínio através de uma camada uniforme de óxido de alumínio sobre a camada externa do material. Existe uma melhora significativa da regularidade superficial do material e uma proteção contra corrosão é adquirida. O processo se dá de modo eletrolítico através de um banho do material.

O processo da anodização do alumínio é feito através de algumas etapas, na primeira fase os perfis e peças são fixados em máquinas denominadas gancheiras, a qual vai fazer o transporte do alumínio para as etapas seguintes. A segunda etapa do processo tem o objetivo de remover substâncias residentes na superfície do material como gorduras e óleos, fase de desengraxe. Após o desengraxe existe a necessidade de realizar uma lavagem para garantir o sucesso da etapa anterior.

A próxima fase se chama fosqueamento, onde é realizada uma limpeza em solução alcalina, o resultado é um acabamento lustroso nas peças de alumínio. Após o fosqueamento o alumínio apresenta partículas de intermetálicos ou hidróxidos em sua superfície e assim sendo, é realizada a próxima etapa, de neutralização, nessa fase as camadas aderidas na fase anterior são removidas.

Devido ao processo de anodização, a reação química resulta em uma película de óxido de alumínio. Conhecida por camada anódica, essa película protege o alumínio da agressividade do meio.

Na última etapa da anodização do alumínio é realizada as selagens das camadas anódicas produzidas pelo processo, pois, as etapas anteriores deixam a superfície com uma grande capacidade absorvente, característica que deve ser evitada.

A NBR 12609 (ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS, 2017), estabelece a espessura necessária que a camada anódica deve apresentar em função da agressividade em que o ambiente provoca. No quadro abaixo é possível notar a espessura da camada anódica requerida em razão do nível de agressividade do meio.

Quadro 1 — Classe de espessura de camadas anódicas para aplicação exteriores/interiores

CLASSE	Espessura da camada anódica μm	Nível de Agressividade	Ambiente Típico
A 13	11 a 15	Baixa/Média	Urbano/Rural
A 18	16 a 20	Alta	Litorâneo
A 23	21 a 25	Excessiva	Industrial/Marítimo

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2017)

As vezes não é possível trabalhar com um processo em que haja nenhuma porcentagem de falha, então, a norma indica o limite de aceitabilidade de peças com espessura insuficiente aceitável na execução de um projeto no quadro abaixo.

Quadro 2 — Limite de aceitabilidade de peças com espessura de camada insuficiente

Número de peças de lote	Limite de aceitabilidade de peças com espessura de camada insuficiente
1-10	0
11-200	1
201-300	1
301-500	2
501-800	3
801-1300	3
1 301 - 3 200	4

3 201 - 8 000	6
8 001 - 22 000	8
22001 - 110000	11

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2017)

Com o material em obra, é importante que haja alguns cuidados para que não aconteça a danificação dos quadros em alumínio, visto que o contato do alumínio com resíduos aquosos ou substâncias de cimento ocasionam danos irreversíveis ao material, como manchas que são impossíveis a remoção. Também é importante se atentar aos produtos de limpeza usados na limpeza das fachadas, visto que ácidos também não devem entrar em contato com o material dos quadros da pele de vidro.

2.1.2 VIDROS

Os vidros foram adicionados como material de revestimento das fachadas a partir do momento que se buscou novas soluções para o revestimento externo. As principais características do material são a leveza e transparência, qualidade que chama a atenção dos arquitetos e usuários do sistema, o que proporciona uma interação com o meio externo sem comprometer a segurança. Também é possível destacar a diversidade de fachadas que o uso do vidro possibilita devido à variedade de tipos de vidros e suas propriedades.

A NBR 7199 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016) classifica o vidro em diversos formatos, quanto a sua colocação, coloração, tipos, transparência. Nessa classificação da norma, existem os vidros de segurança, tais que devido ao processo de fabricação reduzem o risco de ferimentos em casos de quedas." [...] É obrigatória em fachadas a utilização de vidros de segurança de qualquer tipo [...] " (ROSSO, 2015).

Em fachadas são utilizados majoritariamente os vidros que agem no controle térmico e de luminosidade junto com os de segurança, eles possibilitam o controle, quando corretamente especificados, da entrada de luz e calor nos ambientes internos,

o que diminui o uso de iluminação artificial e climatizadores, o que torna o prédio sustentável, populares *GREEN BUILDINGS*, consequentemente reduz o consumo energético.

2.2 EVOLUÇÃO DAS FACHADAS CORTINAS

Uma das primeiras construções mundiais de uma fachada-cortina (*CURTAIN-WALL*), aconteceu no Brasil, no ano de 1936. Localizada no edifício que atualmente abriga o Ministério da Educação e Cultura (MEC), no Rio de Janeiro (RJ), com endereço na Rua da Imprensa, número 16. O projeto contou com a supervisão do então estagiário Oscar Niemeyer (ARAÚJO, 2022).

Imagem 1 — Ministério de Educação, Rio de Janeiro.



Fonte: Martins (2021)

É importante ressaltar que embora a iniciativa de construir grandes edifícios com fachadas envidraçadas tenha iniciado no Brasil, o país não acompanhou a

evolução das mesmas, o que aconteceu em países mais desenvolvidos como os Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha.

Para entender como o processo evolutivo das fachadas-cortina aconteceu, é necessário compreender que existiram três principais evoluções no sistema. É interessante atentar para o fato de que até os anos 1960 as construções adotavam uma alma de aço nas colunas de alumínio para as peles de vidro, visto que as construtoras não tinham o conhecimento da alta resistência mecânica do alumínio, já nos anos 1970, o aço foi eliminado das fachada-cortina e a coluna de alumínio passou a fazer sua função estrutural (ARAÚJO, 2022).

É possível citar três principais momentos da evolução nas fachadas cortinas. Em um primeiro momento, no ano de 1977 aconteceu a primeira instalação de uma fachada em pele de vidro no Brasil, isto é, a fachada cortina executada sem as almas de aço a mostra na fachada. Executada no edifício Centro Cândido Mendes, Rua da Assembleia, 10, no centro do Rio de Janeiro, neste edifício foi construída uma fachada cujos materiais são encaixilhados em perfis de alumínio, os quadros foram presos às colunas por meio de ganchos. Na imagem abaixo é possível ver o edifício Cândido Mendes.

Imagem 2 — Edifício Centro Cândido Mendes



Fonte: Rodrigo (2022)

Na imagem abaixo é possível notar a estrutura da fachada cortina executada no edifício Cândido Mendes, ainda com os quadros colados à almas de aço para sustentação da cortina.

Imagem 3 — Estrutura da fachada cortina do edifício Cândido Mendes



Fonte: GMM Engenharia e Construção

Em um segundo momento de evolução, houve uma mudança significativa onde a partir de então as fachadas cortinas se transformaram em um grande pano de vidro, sem perfis de alumínio marcando presença no lado externo e internos do edifício. Denominada *STRUCTURAL GLAZING*, em português envidraçamento estrutural, traduzem a estrutura dos vidros colados em quadros, é possível notar esse novo sistema no edifício CITIWORK/CITIBANK, localizado na Avenida Paulista, em São Paulo (SP).

Imagem 4 — Edifício Cibank



Fonte: Citigroup

No terceiro momento de evolução, visto a necessidade de dar uma maior agilidade à instalação do sistema de fachadas-cortina, foi utilizado no Brasil o sistema de Fachada *UNITIZED* ou em português sistema unitizado. Já utilizado em todo mundo, a partir de 2002 esse sistema chegou ao Brasil para dar mais rapidez às instalações das fachadas com a tecnologia. Este sistema já não necessita de colunas e travessas, já que os próprios quadros já fazem a função estrutural, os módulos prontos são executados pelo lado interno da fachada com auxílio de mini guindastes, este mesmo sistema é o identificado no trabalho em questão do edifício analisado.

Conforme citação da revista *TÉCHNE* edição de número 191, as fachadas unitizadas em pele de vidro são indicadas para obras de grande porte, sendo inviáveis

para prédios de porte pequeno, pois, sua produção é consideravelmente cara e geram-se custos consideráveis com matéria-prima (TÉCHNE, 2016)

A instalação dos quadros inicia-se quando todas as lajes da estrutura do edifício estão executadas, os quadros são instalados de baixo para cima com o uso de máquinas para o içamento dos mesmos.

Os painéis para instalação são compostos de quadros modulares estruturados com perfis de alumínio e fechados com vidro. Alumínio composto pode completar o acabamento dos quadros, com uma função estética e impermeabilizante. Os quadros são montados na fábrica, com instalação dos caixilhos, uso de gaxetas, selantes, o vidro e eventuais acessórios. Chegam na obra prontos para serem instalados, o que favorece a rapidez da montagem.

2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO

Em se tratando do sistema unitizado de execução de fachadas cortina, é necessário seguir algumas diretrizes para que tudo ocorra bem durante a instalação. Primeiramente se inicia com as medições dos panos da fachada para que os quadros ou módulos sejam corretamente dimensionados quanto sua altura e largura. Em seguida são providenciados a fixação das ancoragens nas vigas e lajes de modo que funcionem como guias para que os quadros sejam instalados.

Quando o assunto remete a edifícios verticais, a ação de chuvas e ventos sempre deve ser considerada. Nas fachadas em pele de vidro, cuja fixação se dá por módulos cuja ligação é de um sistema macho-fêmea (onde uma peça traz uma saliência e outra uma reentrância), é de suma importância o dimensionamento de peças de vedação em borracha ou escovas fixadas.

Caso a instalação dos panos da pele de vidro seja realizada em um sistema desaprumado as conexões podem ficar com folga, o que abre espaço para entrada

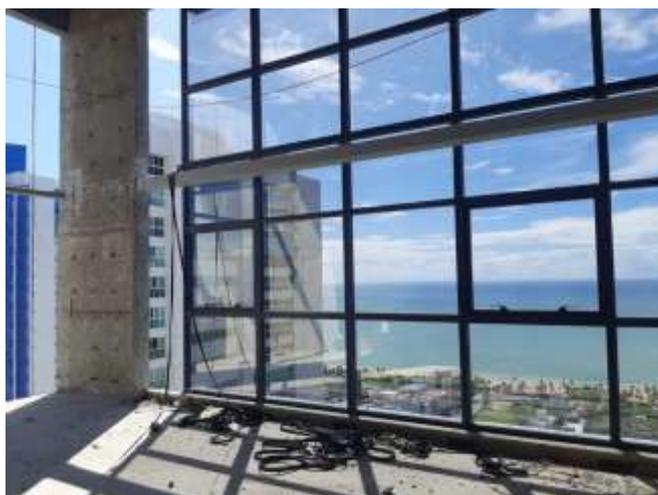
de água e ar, comprometendo a vedação e a estanqueidade do sistema. Inclusive, a água pode danificar elementos da fachada.

Quando o assunto é a segurança, é importante ressaltar a necessidade de uma fixação das ancoragens e chumbadores bem sucedida, haja vista caso isso não ocorra pode ocasionar o comprometimento do alinhamento, além de, em casos mais graves, queda de quadros ou sobrecarga dos demais sistema de sustentação. Sendo assim, é de suma importância a realização de testes de arrancamento dessas ancoragens evitando que erros sistêmicos ocorram.

Após ter as ancoragens instaladas e bem fixadas, é iniciada a instalação dos módulos, no sistema unitizado, com a utilização de minigruas ou mini guindastes, os quadros são erguidos pela parte interna do edifício, sendo instalados de baixo pra cima.

Na figura abaixo é apresentado o edifício do trabalho em questão onde é possível notar a execução em andamento do sistema unitizado da pele de vidro, onde cada quadro da pele de vidro tem mais de uma folha de vidro.

Imagem 5 — Pele de vidro - Varanda do empreendimento



Fonte: O autor (2022)

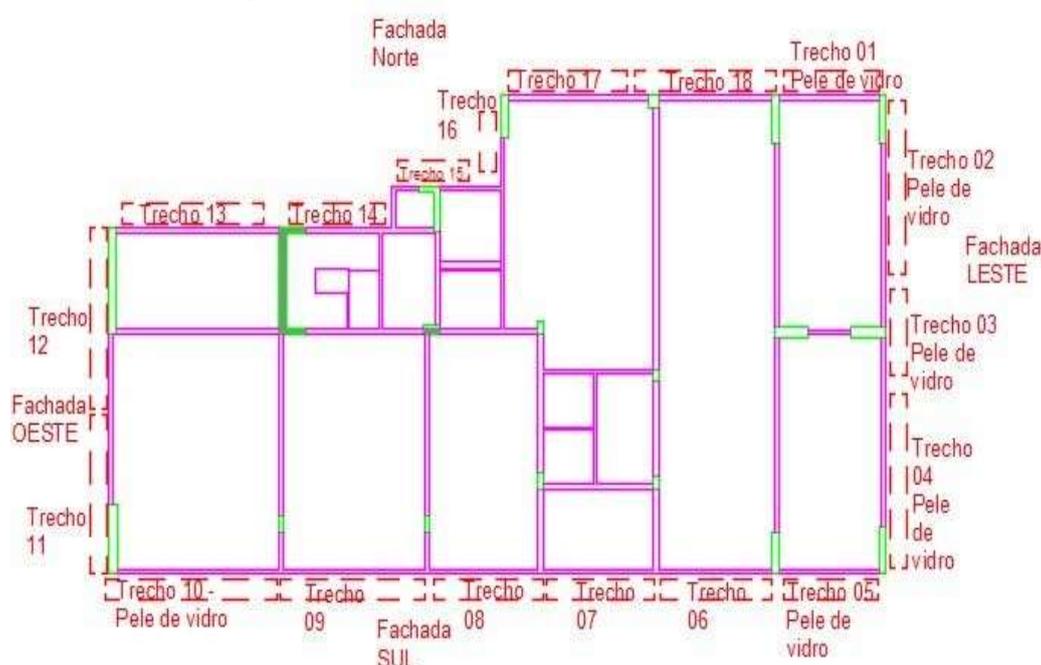
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho foi realizada a análise de um edifício está com o processo executivo da fachada de vidro tipo unitizada em andamento. A análise em questão tem o embasamento teórico apresentado anteriormente como fundamentação.

3.1 EMPREENDIMENTO ANALISADO

A obra acompanhada no presente relatório pertence a uma empresa construtora de João Pessoa na Paraíba. A edificação trata-se de um empreendimento residencial, constituído de uma torre de 44 pavimentos, destes, 4 são destinados a áreas comuns. A fachada, além de dividida pelos pontos cardeais (fachada sul, fachada norte, fachada leste e fachada oeste), também possui divisões por trechos para facilitar o acompanhamento dos serviços. Cada trecho da fachada possui a altura do edifício até a platibanda, que é de 135 metros, os trechos variam de 6 a 8 metros, chegando a uma área até de 1080 metros quadrados por trecho.

Imagem 6 — Pavimento tipo - Divisão da fachada por trechos



Fonte: O autor (2022)

O edifício possui sistema estrutural de concreto armado, com vigas, pilares e lajes moldadas *in loco*. O sistema de vedação do empreendimento é feito de paredes executadas em alvenaria com blocos cerâmicos assentados com argamassa. O revestimento externo do edifício foi realizado em pastilha cerâmica e vidros.

A fachada de vidro é encontrada em trecho da fachada norte, toda a fachada leste e em trechos da fachada sul, em toda extensão da altura do edifício. O sistema construtivo da fachada em pele de vidro é o *UNITIZED*.

A fachada leste possui varandas em pé direito duplo, como também o pavimento 41. Esse detalhe arquitetônico trouxe desafios à execução da cortina de pele de vidro, visto que, os quadros antes apoiados na estrutura de concreto armado dos outros trechos do empreendimento, onde há o pé direito duplo houve a necessidade de uma solução estrutural em vigas metálicas, será descrita mais abaixo.

Imagem 7 — NEO RESIDENCE - Projeto



Fonte: Maia (2018)

3.2 RASTREAMENTO DA FACHADA

Antes do início da execução da fachada em pele de vidro propriamente dita é necessário fazer todo o rastreamento dos trechos da fachada onde serão executadas a fachada cortina. Foi optado pela não execução do reboco onde haveria a cortina em pele de vidro, então, foi necessário rastrear o prumo da fachada e realizar as intervenções necessárias antes da fixação das ancoragens de modo que ao instalar os quadros não seja encontrada nenhuma interferência.

No edifício em questão, nos trechos da fachada leste foi encontrado um desaprumo do prédio de até 6 (seis) centímetros, como solução, foram executados furos oblongos na chapa de ancoragem a fim de se vencer o desaprumo nos pavimentos que exigiam que a chapa estivesse em uma posição mais interna para que a estrutura dos quadros da pele de vidro permanecesse em prumo, na imagem abaixo é possível ver o modelo da ancoragem utilizada.

Imagem 8 — Peça de ligação entre quadros e estrutura do edifício



Fonte: O autor (2022)

Outra dificuldade encontrada foi uma certa diferença na altura entre as lajes inferiores com as superiores, provenientes da falha no nivelamento no momento da concretagem da estrutura. Visto que a montagem dos painéis em pele de vidro segue uma medida de modulação exata e igual para todos os pavimentos, tendo uma folga mínima de até 10 milímetros dada pelo tamanho dos parafusos, foi necessário se pensar em uma solução para esse problema detectado. Essa diferença de altura entre lajes poderia atrapalhar a instalação. Esse desafio foi superado com a execução de bases para as ancoragens dos quadros da pele de vidro, essas bases tem altura diferenciada de acordo com a necessidade em cada pavimento, na imagem abaixo é possível verificar as bases, conhecidas na obra por "almofadas", tais foram executadas com uso de *GRAUTH*.

Imagem 9 — Base para recebimento da ancoragem dos quadros da pele de vidro



Fonte: O autor (2022)

3.3 INSTALAÇÃO DE VIGAS METÁLICAS NAS VARANDAS DE PÉ DIREITO DUPLO

Há alguns cuidados que devem ser tomados na etapa de projetos das cortinas de vidro em fachadas, um deles é com a ação do vento na estrutura dos quadros.

O edifício em questão possui uma especificidade que aumenta a complexidade da execução da fachada cortina, pois, as varandas dos apartamentos são dotadas de pé direito duplo, exigindo, segundo o calculista da edificação, que haja um suporte em meia altura para que haja a fixação das ancoragens e os quadros sejam apoiados, foram instaladas vigas metálicas de aço em todas as varandas de pé direito duplo. A academia e espaço comum do Bem Estar, que fica no 41º pavimento, também possui pé direito duplo, espaço onde será executada a pele de vidro em toda extensão externa. Imagem das vigas metálicas abaixo.

Imagem 10 — Viga metálica em varandas de pé direito duplo



Fonte: O autor (2022)

A viga metálica, no entanto, não ficará visível após a instalação da cortina de pele de vidro, visto que ela é instalada de modo a ficar na mesma altura do quadro em alumínio da pele de vidro, sendo que do lado interno ela ocupa o mesmo espaço da linha horizontal dos módulos. Na figura abaixo é possível verificar a vista das vigas metálicas antes da instalação da cortina em pele de vidro.

Imagem 11 — Vista das vigas metálicas nas varandas de pé direito duplo do lado externo do edifício



Fonte: O autor (2022)

3.4 SEQUÊNCIA DE MONTAGENS DE QUADROS

A sequência de montagem dos módulos segue a descrição abaixo:

- a) Instalação de vigas metálicas nas varandas de pé direito duplo;
- b) Marcação do ponto de ancoragem;
- c) Fixação das ancoragens;
- d) Instalação dos painéis.
- e) Instalação dos acabamentos e sistema de isolamento contra incêndios.

3.5 MARCAÇÃO E FIXAÇÃO DAS ANCORAGENS

Na figura abaixo é possível verificar as ancoragens já fixadas através de parafusos na estrutura do edifício. É feito o chumbamento mecânico através dos parafusos junto com o chumbamento químico, com uso de um adesivo estrutural entre as roscas dos parafusos no momento do rosqueamento.

É realizado uma minuciosa verificação no ponto exato onde será parafusada a ancoragem, a qual é a peça de apoio dos módulos. Se essa marcação não for executada de forma precisa, a instalação dos quadros fica comprometida, já que eles vêm montados de fábrica e com uma margem muito pequena para erros. É possível notar as ancoragens fixadas na imagem abaixo.

Imagem 12 — Ancoragens fixadas



Fonte: O autor (2022)

3.6 INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS

A máquina de içamento é instalada acima do pavimento onde os quadros da cortina de vidro estão sendo instaladas. A instalação dos quadros é feita pelo lado interno do edifício e são instalados de baixo para cima.

Os painéis são distribuídos em cada pavimento onde haverá a instalação dos mesmos, com as ancoragens fixadas, os colaboradores fixam os quadros um a um, tendo o cuidado de checar com minuciosidade os parafusos fixados nas ancoragens. O alinhamento da coluna é feito através de arames, que são fixados nas colunas externas do pano da fachada com o intuito que o a instalação siga o alinhamento da fachada. É possível ver a máquina de içamento utilizada na execução na imagem abaixo.

Imagem 13 — Máquina de içamento dos painéis



Fonte: O autor (2022)

Os painéis, também chamados de módulos, foram construídos, especificamente para a obra em questão com 4 (quatro) folhas de vidros por módulo, no trecho 10 da fachada sul, por exemplo, foram necessários 4 módulos por

pavimento. Na imagem abaixo é possível notar o quadro instalado, apoiado e fixado na ancoragem.

Imagem 14 — Painel instalado - Detalhe da ancoragem na laje



Fonte: O autor (2022)

Após a instalação dos painéis, um funcionário fixa as borrachas de vedação pelo lado interno da edificação, garantindo que não haja problemas de vazamento. Ao final de toda a instalação da pele de vidro é realizado o teste de estanqueidade com ajuda de um colaborador que com o uso de uma lavadora de alta pressão joga água pelo lado externo simulando uma chuva forte e é observado se há algum ponto de infiltração pelo lado interno do edifício.

Devido a instalação dos painéis da pele de vidro estarem sendo instalados ao mesmo tempo que ocorrem serviços de reboco em outros trechos da fachada e internamente do empreendimento, infelizmente os módulos de alumínio são frequentemente sujos por argamassa, o que é um grande risco de formação de manchas na estrutura. Nesse sentido, um funcionário é colocado de plantão para que diariamente desça na torre fazendo uma limpeza para evitar que o contato da argamassa de cimento com os painéis sejam prolongados e ocorram a oxidação do alumínio, formando manchas.

Os módulos da pele de vidro são fixados na parte de baixo na estrutura, a meia altura na viga metálica e na parte de cima também na estrutura, na imagem abaixo é possível ver a fixação do quadro na viga metálica.

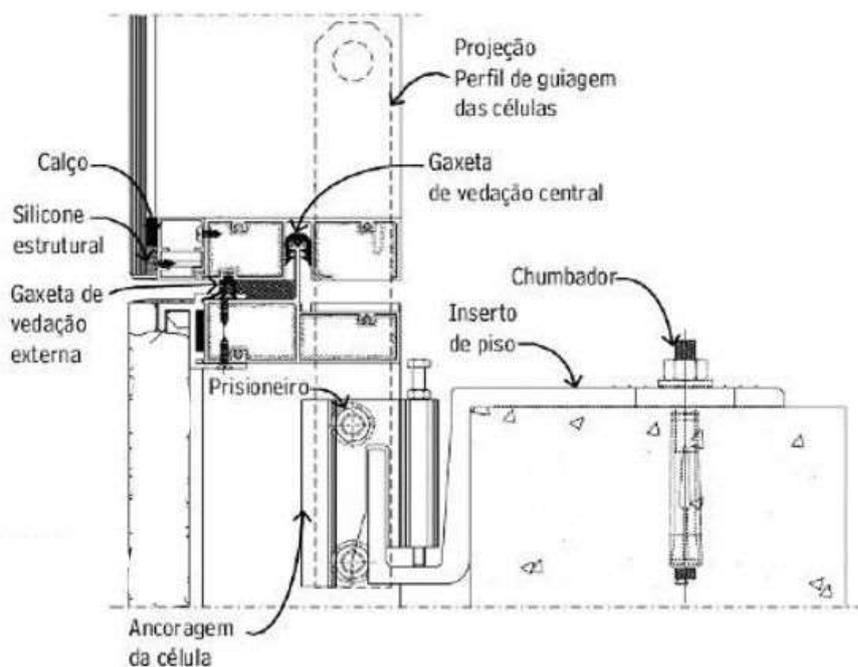
Imagem 15 — Painel instalado - Detalhe da ancoragem na viga metálica



Fonte: O autor (2022)

Entre um painel e outro o encaixe é feito em um sistema macho e fêmea, a execução é relativamente fácil e rápida, exige poucos funcionários, porém cada um com qualificação ideal para que não haja problemas na instalação. O esquema estrutural dos módulos é mostrado abaixo.

Imagem 16 — Encaixe macho e fêmea dos painéis unitizados



Fonte: Silva (2012)

3.7 ACABAMENTOS

A pele de vidro é instalada por painéis e os vidros aderidos à estrutura de alumínio dos painéis é aderida à supraestrutura de cada pavimento do edifício, devido a isso, um espaço entre o final da estrutura e o começo do quadro é criado. Este espaço tem em média 10 centímetros e precisa ser fechado. Para este fechamento é levado em consideração a função estética, a transferência de sons entre um pavimento e outro e a necessidade de um sistema que previna que um eventual incêndio chegue ao apartamento vizinho.

Será executada uma camada de lã de rocha com acabamento em alumínio para tampar os espaços entre a pele de vidro e as paredes do edifício, como também nos espaços entre a laje e os quadros. Durante a execução deste trabalho ainda não havia a execução desse acabamento em andamento, na imagem abaixo é possível verificar os espaços que ficam entre a cortina de pele de vidro e a estrutura do edifício.

Imagem 17 — Espaços que precisam ser fechados entre cômodos



Fonte: O autor (2022)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Foram levantados alguns dados para análise dos benefícios da execução da pele de vidro.

4.1 COMPARAÇÃO DE REVESTIMENTO TRADICIONAL COM REVESTIMENTO EM PELE DE VIDRO NA OBRA ACOMPANHADA

Em fachadas onde o revestimento escolhido é o cerâmico, existem várias etapas até a conclusão do serviço. São estas a vedação da fachada, geralmente realizada de alvenaria, aperto da alvenaria, colocação dos arames guias e mapeamento da fachada, lixamento da estrutura, limpeza da estrutura, chapisco na alvenaria e estrutura, taliscamento, reboco, aplicação de tela no reboco, abertura de juntas de dilatação, aplicação do revestimento cerâmico, preenchimento das juntas de dilatação e rejuntamento do revestimento cerâmico. Em um edifício de grande porte como o estudado, cada etapa desse processo demanda um tempo considerável, visto que todo o serviço é realizado com o auxílio de andaimes suspensos e a altura de 135 metros do empreendimento demanda muito esforço e tempo entre descidas e subidas dos balancins.

Nos trechos onde o revestimento escolhido da fachada foi a pele de vidro, houve a diminuição do tempo gasto para realizar o serviço, visto que as etapas necessárias são a de lixamento e limpeza da estrutura, mapeamento da fachada, instalação de ancoragens, instalação dos quadros em pele de vidro e execução dos acabamentos.

Nos trechos onde o revestimento foi feito de modo tradicional, levou-se até 4 meses para conclusão de todo o processo. No trecho 10 da fachada sul, onde a pele de vidro já foi finalizada, foi necessário o tempo total de 2 meses, o que deixou claro a agilidade do processo.

Tendo em vista uma amostra dos trechos das fachadas onde o revestimento foi o tradicional, cerâmico, ao comparar com o trecho onde a pele de vidro já foi instalada,

é possível notar que não há uma diferença tão grande entre as áreas dos trechos que justifique um tempo tão maior necessário para a execução de algum deles. No gráfico abaixo é mostrado a área de trechos da fachada executados com revestimento tradicional cerâmico e também do trecho 10 onde a pele de vidro já está executada.

Gráfico 1 — Área dos trechos da fachada



Fonte: O autor (2022)

No quadro abaixo é possível notar o quociente entre as áreas dos trechos executados do revestimento tradicional com o trecho de pele de vidro.

Quadro 3 — Comparação de áreas de trechos da fachada

Trecho	Área do trecho da fachada (m ²)	Área do Trecho/Área do trecho da pele de vidro
Trecho 13	1012	1,099
Trecho 14	985	1,069
Trecho 15	945	1,026
Trecho 17	935	1,015
Trecho 10 - Pele de Vidro	921	1,000

Fonte: O autor (2022)

Nota-se que a maior diferença entre áreas em comparação com o trecho 10 é de apenas 9,9%.

Gráfico 2 — Tempo de execução de fachadas por trecho



Fonte: O autor (2022)

Na questão do tempo necessário para a execução do trecho, foi necessário o dobro do tempo para a execução do revestimento tradicional em comparação à execução da pele de vidro nos trechos 13 e 14 e de um mês e meio a mais nos trechos 16 e 17. Abaixo é possível notar o trecho 10 do edifício.

Imagem 17 — Trecho 10 - Painéis da pele de vidro aplicados



Fonte: O autor (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações realizadas durante o andamento da execução da pele de vidro, verificou-se que a escolha do sistema *UNITIZED* para a execução da fachada da pele de vidro trouxe uma agilidade considerável para o edifício.

A instalação da pele de vidro traz uma beleza estética para o empreendimento imensurável e demonstrou ter uma execução bem ágil mesmo com os desafios encontrados no edifício.

Os problemas identificados para execução foram sanados pela administração da obra com soluções práticas que possibilitaram a continuidade da execução, deixando claro que análise prévia da fachada é crucial para que os problemas não sejam identificados durante a execução, causando prejuízos maior à execução.

Os objetivos gerais do trabalho, em identificar os motivos para a execução da fachada em pele de vidro, foi alcançado, ficando claro que os motivos para a execução da cortina em pele de vidro têm relação com a agilidade do processo construtivo e sobretudo da eficiência estética que a cortina envidraçada proporciona.

Em se tratando da viga metálica instalada nas varandas de pé direito duplo, surge a indagação no que diz respeito à solda utilizada para fixação das vigas na estrutura, sabendo que se trata de um edifício que sofre consequências da maresia, fica o questionamento se a solda utilizada não sofrerá com a oxidação ao longo do tempo, sendo necessário o acompanhamento para atestar que a médio prazo as vigas não tenham sua integridade afetada.

Após a análise da qualidade final do revestimento externo, percebe-se que a cortina em pele de vidro obtém vantagens em relação aos revestimentos tradicionais, tendo melhor produtividade, além da função estética adicionada ao empreendimento. Desse modo, pode-se afirmar que a pele de vidro tende a estar cada vez mais presente nos sistemas construtivos de edifícios.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, ALEXANDRE. **As três evoluções da fachada-cortina no Brasil**. CANAL DO SERRALHEIRO. 2022. Disponível em: <https://www.canaldoserralheiro.com.br/as-tres-evolucoes-da-fachada-cortina-no-brasil/>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12609. ALUMÍNIO E SUAS LIGAS**. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15575. Desempenho de Edificações Habitacionais**. 2013.
- BOXGLASS. **PRODUTOS: fachadas**. Disponível em: <http://www.boxglass.com.br/fachada.php>. Acesso em: 1 mar. 2022.
- CBIC. **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações**. 2017. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_de_Esquadrias_para_Edificacoes_2017.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.
- Citigroup. Disponível em: <https://www.citigroup.com/citi/news/2015/151218a.htm>. Acesso em: 29 mai. 2022.
- GMM Engenharia e Construção. Disponível em: <https://gmm.com.br/pele-vidro-descricao/>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- MAIA, Leonardo. **NEO RESIDENCE**. MASSAI. João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://massai.com.br/empreendimentos/neo-residence>. Acesso em: 1 mai. 2022.
- RODRIGO, Soldon. **Edifício Centro Cândido Mendes**. Flickr. 2022. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/soldon/2523315062>. Acesso em: 12 abr. 2022.
- ROSSO, S. Cortina de Vidro: O que considerar no projeto de fachada-cortina e como evitar sobrecarga de ar-condicionado. **Revista Técnica**, São Paulo, p. 42-50, 2015.
- MARTINS, Bruna. **9 motivos que explicam a importância do Palácio Capanema para a arquitetura nacional**. 2021. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Edificios/noticia/2021/08/9-motivos-que-explicam-importancia-do-palacio-capanema-para-arquitetura-nacional.html>. Acesso em: 22 jun. 2022.

SILVA, F. B. Sistema unitizado de fachadas modulares. **Revista Técnica**, São Paulo . 66 p, 2012.

Técnica. Sistema unitizado com painéis pré-fabricados promete alta produtividade na execução de fachadas. **Técnica**, v. 191, outubro 2016.

_____. **Unitizing, a evolução das fachadas cortinas**. AECWEB. 2012. Não paginado p. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/unitizing-a-evolucao-das-fachadas-cortinas/tematicos/artigos/2291/6>. Acesso em: 1 fev. 2022.