



**TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

**MARIANA DUMONT DE OLIVEIRA RESENDE
MATRÍCULA: 2133466/9**

**PROPOSTAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA FACHADA BASEADAS EM
CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES, CUSTO E BENEFÍCIO DOS MATERIAIS.**

**Brasília
2017**



MARIANA DUMONT DE OLIVEIRA RESENDE

**PROPOSTAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA FACHADA BASEADAS EM
CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES, CUSTO E BENEFÍCIO DOS MATERIAIS.**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB– Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Engº Civil Jorge Cunha.

Brasília
2017



MARIANA DUMONT DE OLIVEIRA RESENDE

**PROPOSTAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA FACHADA BASEADAS EM
CARACTERÍSTICAS, PROPRIEDADES, CUSTO E BENEFÍCIO DOS MATERIAIS.**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB– Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Eng^o Civil Jorge Cunha.

Brasília, 2017.

Banca Examinadora

Eng^o.Civil: Jorge Cunha.
Orientador

Jocinez Lima
Examinador

Jairo Nogueira
Examinador

AGRADECIMENTO

A Deus por estar a frente dos meus planos, me guiando e ajudando pelos caminhos da vida.

Aos meus pais, Walmir e Margareth, por sempre apoiarem as minhas decisões, pelos esforços que fizeram para que eu pudesse concluir mais um curso e por acreditarem na minha capacidade e sucesso.

A minha irmã, Ana Elisa, por ser minha eterna companheira, motivos de sorrisos e que sempre me apoiou e incentivou a trilhar meus caminhos.

Ao meu esposo, Vitor, pelo amor, amizade, compreensão e companheirismo.

A minha Vó Dina, por ser a base da família, inspiração e exemplo de vida.

Aos amigos que fiz ao longo deste curso, pelas discussões, incentivo e presença.

RESUMO

Os revestimentos de fachada são um dos subsistemas mais relevantes de uma edificação, pois são responsáveis não só pela estética e valorização do empreendimento, mas por proteger contra intempéries e garantir sua durabilidade.

Por sua importância econômica e técnica, os sistemas construtivos usados nas fachadas passam por evoluções, com o emprego de novas tecnologias, sendo importante conhecê-los em sua totalidade para que a especificação por um determinado revestimento seja feita analisando todas as variáveis.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é conhecer as características de quatro materiais (revestimento cerâmico, pintura, placas de ACM e placas de granito) usados em fachada, as formas de execução, manutenção e possíveis patologias e analisar os custos de execução. Para assim comparar as vantagens e desvantagens ao especificar cada revestimento de fachada.

A metodologia proposta foi baseada em estudos bibliográficos e em um estudo de caso, em que os materiais foram aplicados numa mesma edificação, para terem os mesmos condicionantes locais e áreas de aplicação. E assim, permitirá a análise do custo-benefício de cada material.

Palavras-chave: Projeto. Desempenho. Revestimento de Fachada. Revestimento cerâmico. Revestimento com pintura. Revestimento com placas de ACM. Revestimento com placas de granito.

ABSTRACT

Facade coating is one of the most relevant subsystems of a building, because they are responsible not only for the looks and value of the business, but also because it protects against weather and guarantees the durability of the building.

Due to its economic and technical significance, building systems used in facades are always in constant evolution, a comprehensive knowledge of these technologies is crucial for choosing the right material for each specific project, analyzing all possible variables.

The goal of this research project is to understand characteristics of four materials used in facades: ceramic, paint, ACM panels (aluminum composite material) and granite. We will compare methods of executing the project, maintenance and possible issues and finally, analyze the cost of each option. This will allow us to compare advantages and disadvantages of each material.

The proposed methodology was based on bibliographical studies and a study case in which each material was applied in the same building to assure same weather and surface. By the end of this research we will be able to analyze the cost/benefit ratio of each material.

Keywords: Project. Performance. Facade Coating. Ceramic Coating. Paint Coating. ACM Panel Coating. Granite Coating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do revestimento de argamassa	16
Figura 2 - Camadas constituintes do Revestimento Cerâmico de Fachada	17
Figura 3- Localização da junta de movimentação	18
Figura 4 - Composição do Material	21
Figura 5 - Fachada Ventilada	23
Figura 6 - Sistema Ventilado, corte horizontal.....	23
Figura 7 - Sistema de fixação bandeja	24
Figura 8 - Instalação com o Sistema Tradicional	24
Figura 9 - Sistema de Junta Seca com fita VHB	25
Figura 10 - Sistema Convencional para fixação de Granito, com auxílio de dispositivo G- fix.....	28
Figura 11 - Detalhe do Sistema Convencional para fixação de Granito.....	29
Figura 12 - Inserte metálico: Conjunto “LS”, Pino Simples.....	29
Figura 13 - Conjunto de insertes metálicos e acessórios.....	30
Figura 14 - Detalhe básico de fixação com insert metálico	31
Figura 15 - Detalhes da geometria de pingadeiras em fachadas e sua influência no escoamento da água.....	35
Figura 16 - Localização da edificação na QNA 51 lote 19, Taguatinga Norte.....	40
Figura 17 - Projeto: Planta-baixa do Subsolo.....	41
Figura 18 - Projeto: Planta-baixa do Térreo	41
Figura 19 - Projeto: Planta-baixa do Pavimento tipo (1º e 2º andar).....	41
Figura 20 - Projeto: Planta-baixa da cobertura.....	42
Figura 21 - Fachada 01 (Principal)	42
Figura 22 - Fachada 02 - Lateral (Sul)	43
Figura 23 - Fachada 03 (Posterior)	43
Figura 24 - Fachada 04 - Lateral (Sul)	43
Figura 25 - Fachadas com aplicação do Revestimento Cerâmico	44
Figura 26 - Fachadas com aplicação do Revestimento Cerâmico	45
Figura 27 - Fachadas com aplicação do Revestimento em ACM	46
Figura 28 - Fachadas com aplicação do Revestimento em ACM	46
Figura 29 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Granito.....	47

Figura 30 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Granito.....	47
Figura 31 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Pintura	52
Figura 32 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Pintura	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de VUP aplicando conceitos da Norma.....	14
Tabela 2- Limpeza da superfície	26
Tabela 3 - Especificação dos materiais para a Fachada com Revestimento Cerâmico ..	44
Tabela 4 - Composição de Preço para a Fachada com Revestimento Cerâmico.....	45
Tabela 5 – Orçamento fornecido pela Empresa A para Fachada em ACM	46
Tabela 6 – Orçamento fornecido pela Empresa B para Fachada em ACM	46
Tabela 7- Levantamento do material e dos serviços	48
Tabela 8 - Composição de Preço referente ao serviço de mão-de-obra (fornecido pela Empresa C, em novembro de 2017)	50
Tabela 9 - Composição de Preço referente ao material (fornecido pela Empresa D, em novembro de 2017)	51
Tabela 10 - Composição de Preço (mão de obra e material).....	51
Tabela 11 - Levantamento quantitativo para Pintura.....	52
Tabela 12 - Composição de Preço para Pintura	53
Tabela 13 - Resumo das informações.....	54

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
SUMÁRIO	vii
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Considerações Iniciais.....	8
1.2 Objetivo Geral	9
1.3 Objetivos Específicos	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Generalidades	10
2.2 Durabilidade.....	11
2.3 Patologias.....	13
2.4 Escolha dos Materiais	14
2.4.1 Norma de Desempenho.....	14
2.4.2 Projeto de Fachada.....	15
2.5 Sistema De Revestimento	15
2.6 Estudo dos Materiais	17
2.6.1 Revestimento Cerâmico.....	17
2.6.2 Placas de Aluminium Composite Material (ACM).....	21
2.6.3 Revestimento com pedras pétreas.....	27
2.6.4 Revestimento com Pintura	32
3. METODOLOGIA.....	39
4. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	40
4.1 Caracterização do Edifício	40
4.2 Caracterização das Fachadas.....	42
4.3 Aplicação Dos Revestimentos	44
4.3.1 Revestimento Cerâmico.....	44
4.3.2 Revestimento em ACM	45
4.3.3 Revestimento com placas de Granito	47
4.3.4 Revestimento com Pintura	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
7. BIBLIOGRAFIA.....	58

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Os revestimentos de fachadas são importantes não só pelo aspecto visual, mas também para o bom desempenho das edificações. Tem por função principal proteger a edificação contra intempéries e ações adversas, o isolamento térmico-acústico, garantir níveis mínimos de desempenho à construção, prolongando a durabilidade de seus elementos construtivos.

O setor da Construção Civil foi considerado, por muitos anos, como um dos setores que tem mais desperdício de materiais, além de adotar soluções de seus problemas sem planejamento, critérios de execução e de logística. Na maioria das construções, a escolha do revestimento estava relacionada diretamente ao custo, estética e disposição no mercado e, em muitos casos, não considerava o desempenho no substrato e características do produto. Após diversas transformações, motivadas pelo contexto econômico, social e político, buscou-se o aumento da qualidade das obras aliado à redução dos custos de produção. Com esta nova visão, observou-se a valorização do projeto e do planejamento para reduzir os custos de produção e ocorrência de falhas durante a execução e, ainda, a introdução de decisões embasadas tecnologicamente, otimizando as atividades.

Neste novo cenário, o projeto do produto, conhecido como projeto de fachada, ganhou uma nova dimensão, deixando de ser uma definição arquitetônica e passando a fazer parte do projeto de concepção como um todo, considerando suas interferências e relações com os demais sistemas. Este projeto visa oferecer todo o detalhamento construtivo necessário para que as decisões sejam planejadas e tratar os pontos que são focos em potencial e patologias. Vale ressaltar que a área de fachada é proporcional à dimensão da obra e a execução do revestimento sobre ela influencia diretamente na construção, desde o projeto até o planejamento físico-financeiro da obra.

A escolha de um material deve considerar, além das características específicas do mesmo, o projeto, a técnica executiva e a mão-de-obra que irá executar, devendo esta ser qualificada para tal função. Desconsiderar um destes elementos pode

acarretar na perda de qualidade, contribuindo para ocorrência de patologias nas edificações.

No Distrito Federal, os sistemas construtivos para revestimentos de fachadas variam de acordo com o uso das edificações. Em edifícios residenciais, é comum observar o uso de pintura e revestimento cerâmico e, em prédios de alto padrão, uso de granito. Já em edifícios comerciais, é comum a aplicação de revestimentos cerâmicos, granito e placas de ACM associados a grandes esquadrias espelhadas.

O presente trabalho busca fazer um comparativo entre quatro sistemas construtivos para revestir fachadas: pintura, cerâmica, granito e placas de ACM, aplicando-os em um projeto arquitetônico, avaliando o custo de execução, a manutenção, bem como as recomendações e procedimentos corretos para aplicação em fachadas com menor probabilidade para o surgimento de patologias.

1.2 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o custo-benefício dos sistemas construtivos para fachada, considerando a escolha do material, a execução, manutenção e possíveis patologias que poderão aparecer.

1.3 Objetivos Específicos

O trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Estudar as características dos principais materiais empregados nos sistemas construtivos para fachadas;
- Identificar as patologias que possam ocorrer para cada revestimento;
- Analisar os métodos executivos e detalhes construtivos de cada material;
- Considerar as manutenções exigidas por cada material e possíveis patologias;
- Comparar o custo de execução de cada material;
- Analisar o custo-benefício de cada sistema construtivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades

Os revestimentos de fachada são fundamentais para garantir a durabilidade das edificações como um todo por protegê-las contra os diversos agentes agressivos. Dessa forma, estes revestimentos devem ter níveis mínimos de desempenho, que serão diretrizes na fase de especificação, concepção dos detalhes construtivos, na fase de execução e na metodologia de manutenção.

O conceito de durabilidade está associado às propriedades do material e à sua exposição ao longo do tempo, num certo ambiente. Segundo a Norma de Desempenho ABNT:NBR 15.575-1 (ABNT,2013), durabilidade é definida como a capacidade de desempenhar sua função ao longo do tempo, considerando uso e manutenção adequada e é um dos fatores relacionados à sustentabilidade. Aumentar a durabilidade é uma forma de ampliar a vida útil do produto, resultando na redução do consumo de matérias-primas e na quantidade de resíduos da construção e demolição.

A vida útil é uma expectativa de duração do produto, durante o seu ciclo de vida. A NBR 15.575 (2013) define Vida Útil como o tempo em que um edifício ou sistema atendem a função para qual foi projetado e construído, mantendo a periodicidade de manutenção e correto uso.

A manutenção do edifício é estratégica para sua vida útil e deve ser prevista já em projeto. Em muitos casos, materiais que deterioram mais rápidos são substituídos para se compatibilizarem a outros que têm maior durabilidade. As edificações devem adotar sistemas de inspeção e monitoramento constantes para eventuais correções a fim de garantir a vida útil.

A Engenharia Civil trabalha com muita segurança fazendo com que os edifícios sobrevivam mesmo com pequenos erros durante a execução ou com falta parcial de manutenção. O país passou por uma forte expansão da construção civil, contudo, em médio prazo, será mais importante manter o que foi construído do que erguer novas obras.

2.2 Durabilidade

As edificações sofrem com as ações de diversos agentes que afetam de maneira desfavorável o seu desempenho, de seus subsistemas ou componentes. Esses agentes são denominados fatores de degradação e podem ser separados em cinco diferentes naturezas: fatores atmosféricos, biológicos, de carga, de incompatibilidade e de uso.

a) Fatores Atmosféricos

Segundo a ASTM (American Society for Testing and Materials) E632-82 (1996) são grupos de fatores associados ao ambiente natural, incluindo temperatura, radiação, chuva e outras formas de água, constituintes do ar e seus poluentes e vento. Esses fatores variam do ciclo diário e anual e da localização geográfica da construção.

A Temperatura é um dos principais fatores de degradação dos revestimentos de fachadas e podem causar diversos comportamentos nos materiais: variações físicas e/ou químicas. As variações físicas estão relacionadas à alterações dimensionais, dilatação e contração e causam o aparecimento de tensões que podem acarretar em deformações ou ruptura dos componentes ou parte do material. Em relação à variação química, a temperatura pode atuar como catalisadora de reações químicas que reduzem a durabilidade do revestimento.

Outro fator de degradação é a água, uma vez que pode reagir com os materiais, levando à formação de eflorescências e também pode proporcionar condições de vida para agentes biológicos (fungos).

b) Fatores Biológicos

Os agentes biológicos mais importantes são os fungos e, em fachadas, prejudicam a aparência.

A presença dos fungos está ligada a existência de condições:

- ambientais: necessitam um teor de umidade elevado e temperatura entre 10°C a 35°C, apesar de alguns fungos se desenvolverem em temperaturas mais baixas ou elevadas;

- nutricionais: necessidade da presença de composto carbônico pré-elaborado, fósforo, nitrogênio e traços de ferro, cloro, magnésio, cálcio, entre outros.

c) Fatores de Carga

Os fatores de carga são representados, principalmente, pela ação física da água, do vento e da combinação destes.

d) Fatores de Incompatibilidade

A incompatibilidade pode ser química ou física. Para os revestimentos de fachada, a incompatibilidade química ocorre pela adição de materiais que reagem entre si formando um material com propriedades não desejáveis. Já a física ocorre com o uso de revestimentos que proporcionam cargas insustentáveis à base ou substrato.

e) Fatores de Uso

Os fatores de uso são influenciados diretamente pelos usuários sobre os materiais e componentes da edificação: projeto, execução e uso, operação e manutenção.

Além dos fatores de degradação, ações da fase de projeto podem contribuir para a redução da durabilidade dos componentes e partes do edifício, como a ausência de projeto, concepção inadequada, insuficiência de detalhes, especificação incorreta de materiais e técnicas construtivas.

O uso de mão-de-obra não capacitada, alterações de projeto e a utilização de técnicas construtivas inadequadas durante a fase de execução também colaboram para o decréscimo da durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios e dos outros componentes ou partes do edifício.

A durabilidade dos revestimentos de fachada e de qualquer parte da edificação estão vinculadas às atividades de manutenção, que deve ser considerada uma ação programada preventiva de futuros problemas e não apenas como atividade corretiva dos problemas observados.

As manutenções podem ser classificadas em:

- Manutenção Planejada Preventiva: atividades realizadas durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar-se ao surgimento de defeitos;
- Manutenção Planejada Corretiva: atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido;
- Manutenção Não Planejada: definida como o conjunto de atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido devido a causas externas não previstas.

Os fatores de degradação de uma edificação e suas partes podem variar dentro de uma cidade e assumem diferentes níveis de importância dependendo do material em análise e da sua função. A forma e velocidade que ocorre a deterioração

dependem da natureza do material e das condições de exposição a qual está submetido.

2.3 Patologias

Patologias são todas as manifestações que, ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicam o seu desempenho. Para poder corrigi-las, é importante conhecer sua origem.

As patologias podem ser classificadas em quatro tipos (Nascimento, 2002):

- Congênitas: são originadas na fase de projeto, devido a não observância das normas técnicas, ou erros e omissões dos profissionais na especificação e detalhamento do material;
- Construtivas: ocorrem durante a execução da obra, podendo ser resultado do emprego de mão-de-obra desqualificada, produtos não certificados e ausência da metodologia de execução;
- Adquiridas: ocorrem durante a vida útil dos revestimentos devido à exposição ao meio (ação de intempéries) ou ação humana, por manutenções inadequadas;
- Acidentais: causadas por algum fenômeno atípico, como chuvas e ventos com intensidades superiores ao normal e até mesmo incêndio, que podem provocar esforços superiores a camada de base e aos revestimentos, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia.

A umidade é considerada o principal motivo do aparecimento de patologia em fachadas. Além da água da chuva, há umidade de microcapilaridade (proveniente da ascensão de água presente no solo), de condensação (manifesta-se por meio do aparecimento de manchas e bolores) e acidentais (canalização de água).

As patologias são diferentes para cada material devido suas propriedades e a forma com que são aplicados.

Alguns procedimentos devem ser feitos para analisar e caracterizar as patologias:

- a) Análise Visual acurada e mapeamento dos pontos de ocorrência;
- b) Identificação de fissuras;

c) Avaliação dos dados coletados e identificação das prováveis causas das patologias.

2.4 Escolha dos Materiais

2.4.1 Norma de Desempenho

Os primeiros estudos sobre a Norma de Desempenhos são dos anos 2000 e, desde então, o tema gerou grandes discussões na sociedade com a participação de vários segmentos da construção civil. Esta norma traz preocupações com a expectativa de vida útil, o desempenho, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção das edificações.

A ABNT NBR 15.575/2013 agregou o conteúdo de várias normas existentes e estabeleceu uma nova maneira de especificação e elaboração de projetos que inclui o conhecimento do comportamento em uso dos materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos que compõem uma edificação. Em resumo, estabelece padrões mínimos de qualidade para as edificações entregues aos usuários.

O projeto da edificação deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos pela Norma.

Tabela 1 - Exemplos de VUP aplicando conceitos da Norma

Parte da Edificação	Exemplos	VUP Anos		
		Mínimo	Intermediário	Superior
Revestimento de Fachada aderido e não aderido	Revestimentos, molduras, componentes decorativos e cobre-muros.	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Pintura	Pintura de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados.	≥ 8	≥ 10	≥ 12
Vedação Externa	Paredes de vedação externa, painéis de fachada, fachada-cortina	≥ 40	≥ 50	≥ 60

Fonte: Condensado da Norma ABNT NBR 15575-1

2.4.2 Projeto de Fachada

Com o crescimento da construção civil, o projeto de fachada passou a fazer parte do projeto como um todo, considerando suas interferências e relações com os demais sistemas.

O Projeto de Fachada depende da qualidade e disponibilidade das informações para basear as tomadas de decisões do projetista. É preciso considerar alguns fatores:

- a) Condições ambientais: insolação, chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes. Essas informações são importantes para a formulação das argamassas, aplicação e textura da camada;
- b) Arquitetura: o projeto arquitetônico, detalhes de frisos e elementos decorativos são importantes para elaborar os reforços e juntas;
- c) Estrutura: conhecer a geometria, rigidez e deformações previstas para definir as juntas, detalhes construtivos das ligações das alvenarias com pilares, vigas ou lajes, base;
- d) Instalações: interferências nas fachadas, como rasgos e aberturas;
- e) Vedação: materiais usados e interferências na fachada;
- f) Processos construtivos: estrutura, alvenaria, equipamentos e mão-de-obra previstos inicialmente e, preferencialmente, a serem usados;
- g) Prazos: cronograma de atividades para a logística de produção.

Em resumo, este projeto deve descrever como o sistema construtivo escolhido será executado e suas especificidades após análise dos condicionantes.

2.5 Sistema De Revestimento

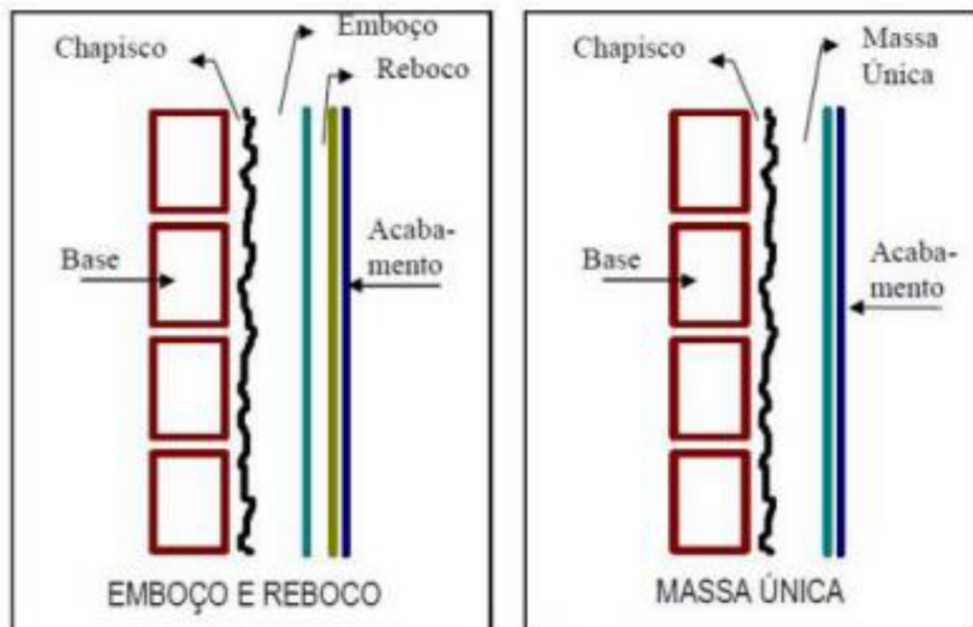
De acordo com a NBR 13.529/95, o sistema de revestimento é composto pelo revestimento de argamassa e o acabamento decorativo, que deve ser compatível com a base, condições de exposição, acabamento final e padrões de desempenho, previstos em projeto.

O revestimento de argamassa pode ser de camada única, chamado de massa única, ou de duas camadas, emboço e reboco. (SABBATINI, 2001). Ambas as camadas podem ser aplicadas sobre a camada de preparo de base, chamado

chapisco, cuja função é uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento. O número de camadas foi definido na NBR 13.529/95 como:

- Revestimento de camada única: um único tipo de revestimento de argamassa aplicado sobre a base do revestimento, em uma ou mais demãos. Esta única camada tem função de regularizar a base e dar acabamento;
- Revestimento de duas camadas: constituído de emboço e reboco aplicados sobre a base de revestimento.
 - Emboço: camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, permitindo que a superfície receba outra camada, de reboco ou material decorativo que seja o acabamento final.
 - Reboco: camada de revestimento usada para cobrir o emboço, permitindo que a superfície receba outra camada, de reboco ou material decorativo que seja o acabamento final.

Figura 1 - Camadas do revestimento de argamassa



Fonte: A.L. MACIEL et. (1998)

2.6 Estudo dos Materiais

2.6.1 Revestimento Cerâmico

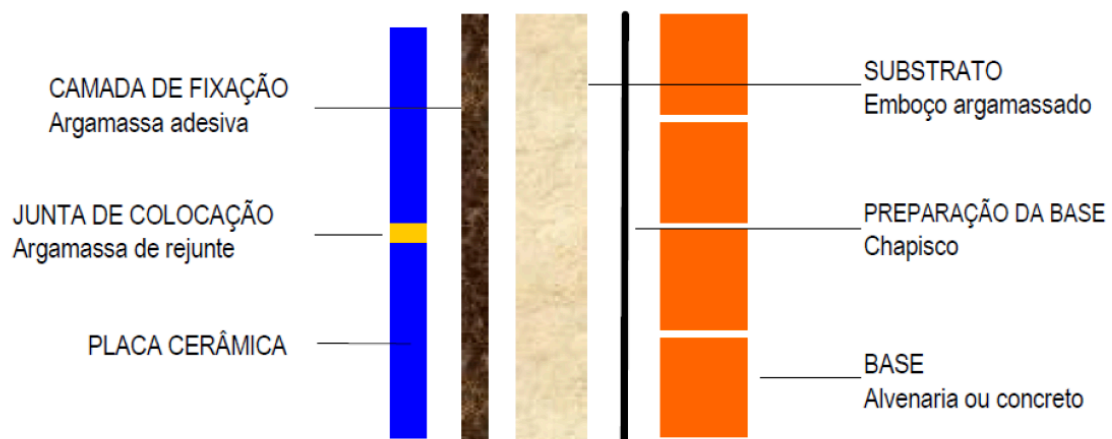
2.6.1.1 Propriedades do Material

O revestimento cerâmico é um sistema composto por camadas sucessivas de materiais, que passam por processos de prensagem, até serem queimadas a 1.150°C. As matérias-primas utilizadas são classificadas em plásticas (argilas e caulim) e não-plásticas (filitos, feldispato, talco e carbonatos). Cada matéria-prima tem uma função específica durante o processo produtivo: conforto térmico, resistência às intempéries e à maresia, proteção mecânica, não propagar fogo, impermeabilidade, longa vida útil e fácil limpeza e manutenção.

2.6.1.2 Sistema Construtivo

O sistema de revestimento cerâmico é formado pelas placas cerâmicas, argamassa colante/adesiva, argamassa de rejunte e por todas as camadas anteriores até a base (substrato, preparação da base e base).

Figura 2 - Camadas constituintes do Revestimento Cerâmico de Fachada



Fonte: Medeiros e Sabbatini (1999)

A base não faz parte do sistema, mas é de extrema importância para o desempenho do sistema. As camadas devem se comportar solidariamente, pois caso um componente falhe, todo o sistema pode falhar.

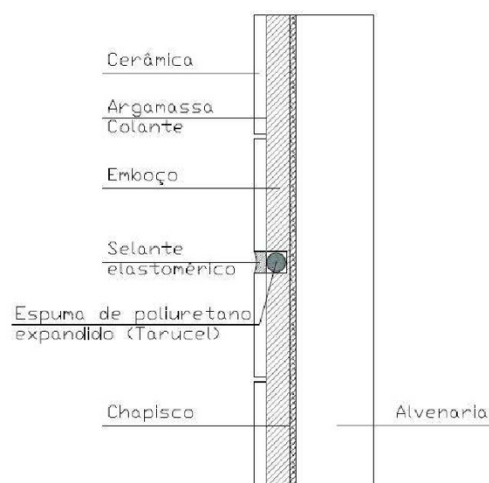
As argamassas para regularização de superfícies têm importância igual às placas cerâmicas. O substrato protege os elementos de vedação dos edifícios da ação dos agentes agressivos, auxilia as vedações no isolamento termo-acústico e na estanqueidade à água e aos gases e regulariza a superfície de vedação para receber os outros revestimentos.

As argamassas colantes/adesivas, cuja principal propriedade é a capacidade de retenção de água, são aplicadas em camada fina, sem perder, para a base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento *Portland*.

A maioria das argamassas de rejunte tem como base o cimento *Portland*, podendo receber outros produtos para aumentar suas propriedades. As principais características e propriedades são: capacidade de absorver deformações (aliviando as tensões geradas), impermeabilidade, resistência à abrasão, durabilidade e resistência a fungos.

Recomenda-se fazer juntas de dilatação a cada 12m² ou a cada 4m lineares na horizontal e 3m lineares na vertical, devendo ter no mínimo 10mm de largura e alcançar a face da alvenaria ou do elemento estrutural.

Figura 3- Localização da junta de movimentação



Fonte: Roscoe (2008)

Os revestimentos cerâmicos apresentam boa resistência as ações das intempéries, elevada vida útil, proteção contra infiltrações, bom conforto térmico,

facilidade na manutenção e limpeza, versatilidade e maior uniformização do aspecto final devido ao assentamento. Contudo, o preço do material é proporcional à qualidade da cerâmica e é preciso ter atenção nas juntas de dilatação e no rejuntamento das peças, para reduzir o aparecimento de patologias.

2.6.1.3 Manutenção

Ao estabelecer padrões mínimos de qualidade das edificações, a NBR 15.575 (2013) define que uma fachada com revestimento aderido deve ter durabilidade de, no mínimo, 20 anos.

Como manutenção, recomenda-se fazer a lavagem da fachada com produto de pH quase neutro, sendo necessário fazer teste em áreas menores para regular a pressão do jato para não remover as peças. Caso a pressão seja alta demais, pode danificar o rejunte, resultando em infiltrações e, conseqüentemente, comprometendo a aderência do revestimento e ocasionando o deslocamento do revestimento. É preciso ter atenção com os produtos usados na limpeza dos revestimentos cerâmicos para não comprometer a superfície, deixando-a porosa. A limpeza do material deve ser periodicamente (fabricantes sugerem a cada quatro anos).

Se o rejunte tiver com a cor alterada, significa que há uma colônia de microrganismos. Para a remoção destes, é necessário aplicar cloro na área ou raspar mecanicamente e refazer o rejunte.

2.6.1.4 Patologias

Segundo MEDEIROS (1999), a maioria das patologias em revestimentos cerâmicos são originados na fase de projeto e na execução. A exemplo, tem-se:

- Perda de aderência (destacamentos): quando ocorrem falhas ou rupturas dos componentes cerâmicos com a camada de fixação. As causas são a instabilidade de suporte, a fluência, variações de umidade e temperatura, grau de solitação do revestimento, características das juntas de movimentação e assentamento, uso de material indevido, presença de materiais pulverulentos na superfície de contato.

- Trincas, gretamentos e fissuras: quando apresentam perda de integridade da superfície cerâmica, podendo levar a descolamento. As causas são retração e dilatação da peça relacionada à variações térmicas e de umidade, absorção excessiva das deformações da estrutura e retração da argamassa convencional. Para identificar, deve-se analisar o aspecto físico da abertura:
 - A trinca é o rompimento do corpo da peça, provocando a separação de suas partes, manifestando-se por meio de linhas estreitas, com dimensões superiores a 1mm.
 - Gretamento e fissuras são aberturas liniformes, provocadas pela ruptura parcial da massa, não há ruptura por completo, com aberturas inferiores a 1mm.
- Eflorescências: pode apresentar diversos níveis de gravidade, desde alteração estética até o descolamento do revestimento. Ocorre quando a formação de um depósito cristalino (sal) em uma determinada superfície por ação do meio ambiente ou ação química. É preciso três requisitos para o fenômeno acontecer: umidade, substâncias solúveis e transporte dessa solução para a superfície e sua evaporação.
- Manchas e Bolor: caracterizada pelo desenvolvimento de fungos que causam alterações estéticas, manchas escuras (preta, marrom e verde) ou claras (esbranquiçadas ou amareladas). A existência de fungos está ligada diretamente a umidade, por infiltrações ou vazamentos.
- Deterioração das juntas: estão relacionadas às argamassas de preenchimento das juntas de assentamentos (rejuntes) e de movimentação, comprometendo a estanqueidade do sistema e a capacidade de absorver deformações. Para evitar a deterioração das juntas de movimentação deve-se realizar a dessolidarização através do preenchimento com mastique ou aplicação de perfil metálico.

2.6.2 Placas de Aluminium Composite Material (ACM)

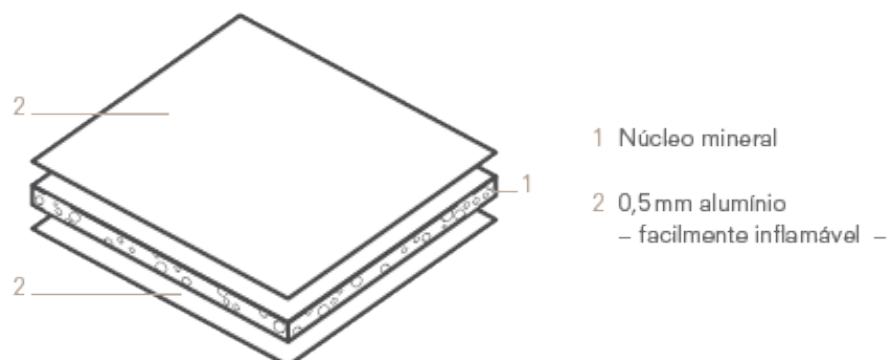
Os painéis compostos de alumínio foram criados em 1965 na Alemanha, pela empresa *Alusuisse Composites*. O material era destinado, principalmente, ao revestimento de fachadas.

2.6.2.1 Propriedades do Material

O ACM é um painel composto por duas chapas externas de alumínio tratadas de 0,5mm com um núcleo de baixa densidade (isolante térmico). O material possui baixo peso, maleabilidade, lisura, estabilidade, bom desempenho térmico e acústico e resistência às condições climáticas. De acordo com alguns fabricantes, o alumínio é um material não inflamável protegendo assim o núcleo, contudo há algumas divergências sobre o material ser ou não inflamável, principalmente, depois do incêndio na Grenfell Tower, em Londres, em junho de 2017.

Devido a sua composição, o ACM pode assumir muitas formas, pode ser dobrado ou curvado, e envolver a construção como uma segunda pele. Quando utilizado como revestimento de fachada, as espessuras variam de 3mm a 6mm, e o comprimento e largura variam de acordo com o projeto. Quanto maior a espessura, maior serão os índices de atenuação de som e de redução de temperatura proporcionados pelo núcleo. As placas podem receber diversos tipos de acabamentos, como: brilho, fosco, metálico e outros. Recomenda-se que a pintura seja feita a base de PVDF (polivinilideno fluorado) por conferir proteção as chapas, tanto aos raios ultravioletas quanto a perda de brilho.

Figura 4 - Composição do Material



Fonte: www.alucobond.com

De forma geral, não há restrições ao uso do material desde que respeite suas características. Uma das únicas situações em que não é possível utilizar os painéis é como revestimento de piso devido à abrasividade cotidiana.

2.6.2.2 Sistema Construtivo

Para evitar problemas, principalmente na fase de instalação, a escolha do material deve ser feita na concepção do projeto arquitetônico, com especificações das dimensões das placas, acabamentos e locais da fachada onde serão instalados, pois as diferenças não podem ser compensadas com silicone. É preciso indicar as folgas necessárias e o dimensionamento dos vãos onde o revestimento será aplicado para evitar problemas de alinhamento, modulação e o acabamento entre o revestimento e alvenaria, ao não acompanhar a movimentação da fachada.

Existem diferentes métodos de instalação: aparafusados, clicados, encaixados ou estruturados (colados por meio de silicone estrutural ou fitas adesivas). O importante é manter o alinhamento para que as placas não fiquem sem o suporte de fixação.

a) Sistema Ventilado

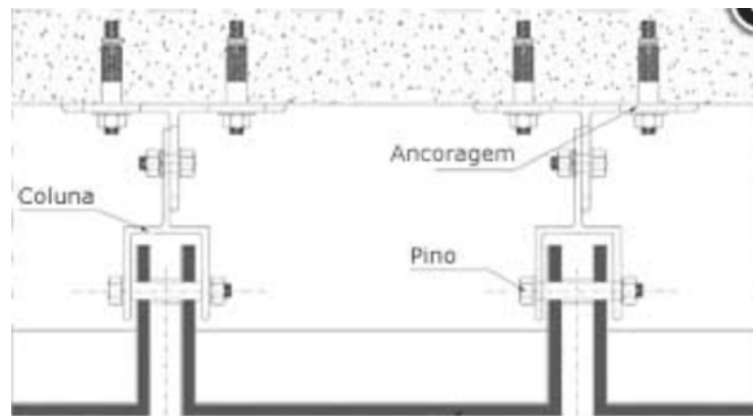
O sistema ventilado, além de proporcionar melhor conforto térmico pelo bolsão de ar criado entre o revestimento e vedação da edificação, possui maior velocidade na execução. As chapas são encaixadas pelo método macho-fêmea nos pinos instalados na subestrutura de alumínio. Este sistema dispensa o uso de travessas e selantes, mas exige a impermeabilização da alvenaria, porque, além do ar, entre o revestimento e parede, pode passar água. O vão – mínimo de 90mm – entre a parede e o painel forma um colchão de ar que contribui para o conforto térmico. Este sistema permite o uso de painéis com maiores dimensões e com menor estruturação, por suportar melhor a ação dos ventos.

Figura 5 - Fachada Ventilada



Fonte: Techne Pini, Novembro 2011

Figura 6 - Sistema Ventilado, corte horizontal

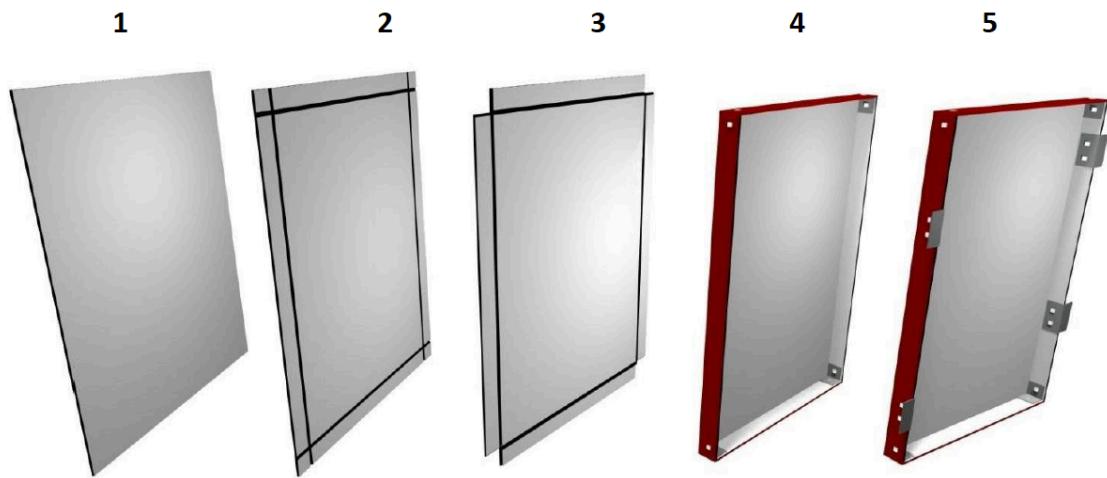


Fonte: ArcoWeb, Edição 43

b) Sistema Convencional

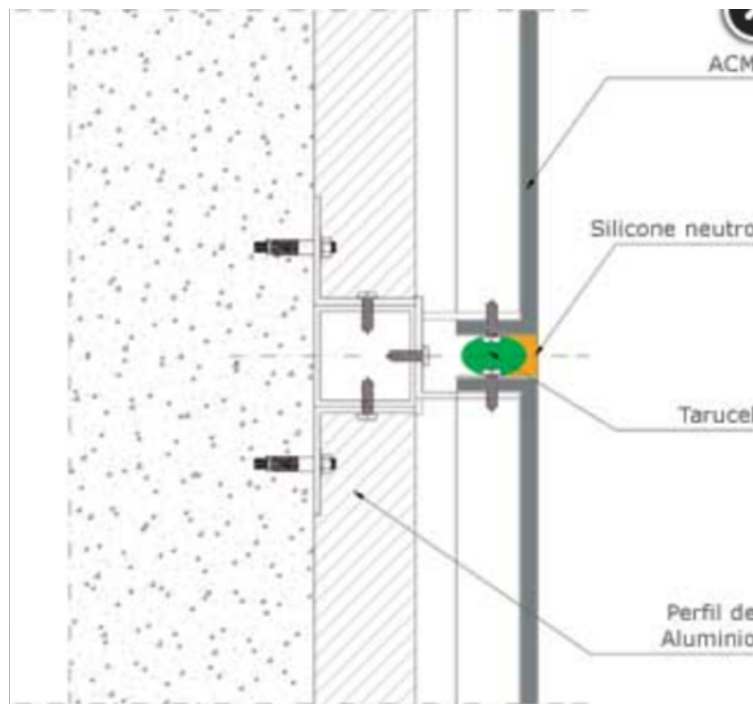
O sistema convencional, conhecido por apresentar junta seca, é o mais utilizado. A fixação dos painéis é feita por cantoneiras, presas por rebites na estrutura de alumínio e devem estar equidistantes entre 400 a 600mm para evitar as irregularidades das fachadas e garantir o prumo e alinhamento. Deve-se adotar uma junta de 10 a 12mm para absorver a dilatação do painel devido às alterações de temperatura. No encontro das abas é preciso vedação para evitar entrada de água. Neste tipo de fixação, o menor espaçamento é de 40mm e o maior de 300mm, para vencer o vão. Para este caso, é preciso uma estrutura mais reforçada entre o substrato e a chapa. No encontro das chapas, pode-se aplicar silicone ou gaxeta de silicone.

Figura 7 - Sistema de fixação bandeja



Fonte: Manual de Garantia e especificações Técnicas da TecBond

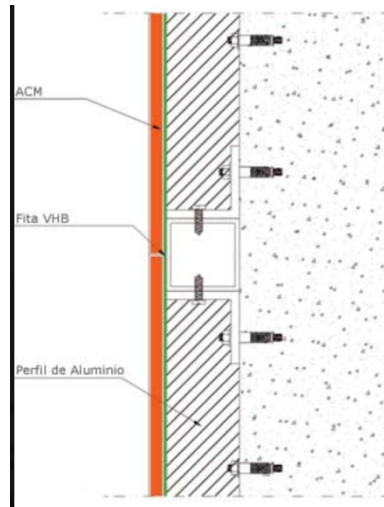
Figura 8 - Instalação com o Sistema Tradicional



Fonte: ArcoWeb, Edição 43

As placas podem, ainda, ser fixadas com fitas dupla-face. Atualmente, a fita dupla-face VHB, fabricada pela 3M, substitui os principais meios de fixação mecânica para a produção ou reparo de produtos complexos.

Figura 9 - Sistema de Junta Seca com fita VHB



Fonte: ArcoWeb, Edição 43

Os painéis devem chegar prontos ao local de instalação. É preciso ter cuidado com o manuseio e armazenagem das chapas para evitar que estas se curvem ou empenem e que o plástico protetor seja removido.

Os fabricantes recomendam:

- O uso de parafusos em aço inox, para resistir a corrosão (em locais marítimos), aumentar a durabilidade do sistema;
- Em locais com maior incidência de ventos, a estrutura do sistema de fixação deve-se ter parafusos mais robustos, com maior quantidade de peças e painéis de dimensões menores

2.6.2.3 Manutenção

Os painéis em ACM exigem pouca manutenção e, para manter a qualidade e estética do material, recomendam-se a limpeza frequente para remover sujeira e depósitos agressivos.

A NBR 15.445 (2006) recomenda que a limpeza seja periódica, manualmente, com uso de água fresca e, se necessário, adicionar detergente neutro (ph 6-7), que deve ser enxaguado e eliminado da superfície, e uso de esponja não abrasiva ou escova macia.

Tabela 2- Limpeza da superfície

Nível de agressividade	Ambiente Tipo	Frequência de limpeza (meses)
Baixo / médio	Residencial	12
Alto	Industrial / Litorâneo ¹	6
Excessivo	Industrial / marítimo ¹	3
¹ Ambiente marítimo abrange somente os prédios frontais ao mar e sujeitos à névoa salina. Áreas marítimas mais internas são consideradas litorâneas.		

Fonte: NBR 15.445 (2006)

Para remover substâncias não solúveis em água, é recomendado o uso de álcool isopropílico. O uso de produtos alcalinos, ácidos ou abrasivos e buchas abrasivas poderão danificar, arranhar e ofuscar o material. Os fabricantes sugerem prever em projeto as calhas, pingadeiras e outros recursos para evitar que a sujeira acumule na face vista da fachada.

A NBR 15.575 (2013) define uma fachada com revestimento aderido ou não deve ter durabilidade de, no mínimo, 20 anos. A vida útil do material pode chegar a 40 anos, desde que feita as devidas manutenções.

2.6.2.4 Patologia

As patologias verificadas em superfícies com revestimento de ACM têm origens em erros de execução. Elas podem ser divididas em:

- Estruturais: a rigidez dos painéis compostos requer a usinagem pelo lado interno para a execução de dobras. Caso a usinagem não tenha sido executada em processo industrial ou se o material tiver variações de espessura, acima do permitido, camadas de polietileno podem ser extraídas, expondo o metal ao processo de oxidação. Conseqüentemente, poderá haver corrosão do lado interno do componente de revestimento;
- De vedação: uso de silicone acético, em vez do neutro, pode contaminar o núcleo de polietileno, gerando manchas nas chapas de alumínio. E quando mal aplicadas, as juntas de silicone, podem acarretar em problemas de infiltração;

- Incompatibilidade de materiais (corrosão galvânica): provocado pelo contato de materiais diferentes. No sistema com ACM, deve-se evitar o contato das chapas com componentes de aço, que pode criar manchas ou cisalhamento no contato da estrutura com a placa;
- Dobras das chapas: na maioria das vezes, apresenta fissuras ocasionadas pelas dilatações e contrações do material, podendo provocar a queda dos painéis.

2.6.3 Revestimento com placas pétreas

2.6.3.1 Propriedades do material

Os granitos são rochas eruptiva, granular e cristalina, formadas de feldspato, quartzo e mica em cristais mais ou menos volumosos e agregados (MICHAELIS, 2009), e possuem boas resistências mecânicas, químicas, físicas e a abrasão. Por ser extraída da natureza, suas características variam em função de seu tipo e da jazida de origem. A sua resistência e durabilidade também estão condicionadas ao sistema usado para a fixação das placas.

Os acabamentos mais usados nas pedras para as fachadas são:

1. Polido: as características da rocha são praticamente preservadas;
2. Flameado: a resistência física e mecânica da rocha é parcialmente perdida, devido ao aquecimento em que é submetida. Entretanto, preserva a coloração da rocha, mostrando sua textura natural.

2.6.3.2 Sistema Construtivo

A especificação do granito como revestimento de fachada deve ser feita ainda na etapa do projeto arquitetônico, em que deverão ser feitas análises, como:

- Logística, analisando a existência de jazidas próximas à construção;
- Condicionantes ambientais, pois a poluição atmosférica pode alterar o pH. Outro fator que a de se considerar é o acabamento dado as pedras, que pode reduzir a resistência do material;

- Peças: dimensões (peças muito grandes dificultam o manuseio e instalação e reduz o aproveitamento da placa retirada da jazida) e tipo de acabamento (alguns podem reduzir a resistência do material);
- Sistemas de fixação
 - O tipo de fixação influenciará no projeto de estrutura devido ao peso e transmissão de cargas. Em alguns casos, são necessários deixar “esperas” na estrutura.
 - A tonalidade da pedra influencia no dimensionamento das juntas. Para tons mais escuros, o espaçamento deve ser maior, e para cores claras pode ser menor.

As placas pétreas podem ser empregadas com dois tipos de fixação:

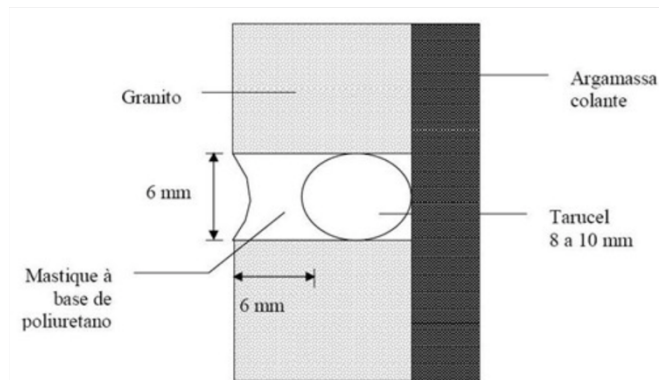
- Aderentes: quando há contato direto entre a placa de rocha e o substrato, em que a fixação ocorre por aderência física ou química.
- Não-aderentes: quando não há contato rocha-substrato, as placas são fixadas com dispositivos metálicos, como insertes metálicos.

No sistema convencional, as placas são de 2 a 3cm e o assentamento é feito por meio de argamassa colante, isto é, há contato rocha-substrato. Para auxiliar na fixação, pode-se usar um dispositivo G-fix (aço inox 304). O rejuntamento entre as peças, atualmente, é feito com selantes elastoméricos (espuma de polietileno expandido) e usa-se fita crepe nas bordas para evitar manchas.

Figura 10 - Sistema Convencional para fixação de Granito, com auxílio de dispositivo G-fix.



Figura 11 - Detalhe do Sistema Convencional para fixação de Granito.



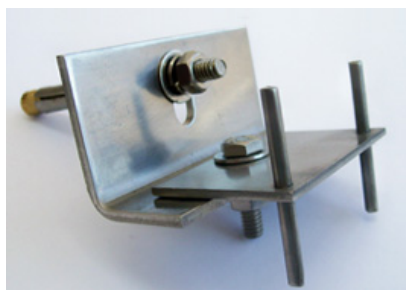
Fonte: Google

Esse processo deve ter um alto controle de qualidade para evitar descolamentos, quedas e deformações. A NBR 13.707 (1996), hoje substituída pela NBR 15.846 (2010), limitava o uso deste sistema em edifícios com até 15 metros de altura, sem restrições em relação ao dimensionamento da peça.

O uso de insertes metálicos, método não-aderente, para a fixação das placas de granito e outros tipos de pedra em fachadas começou a ser aplicado a partir da década de 1980, passando a substituir, aos poucos, o sistema convencional. Este novo sistema proporcionou melhoria nas condições de segurança, qualidade no assentamento das peças e rapidez na montagem das placas.

Os insertes são peças de aço inoxidável e, quando aplicado em fachadas, são ancorados na estrutura do edifício, suportando o peso da placa superior e travando a placa inferior, absorvendo as tensões ocasionadas pela variação da temperatura, pois as placas e a estrutura trabalham independentes.

Figura 12 - Inerte metálico: Conjunto "LS", Pino Simples



Fonte: Gran-Prometal (2017)

Existem duas metodologias para a realização da fixação de placas em fachadas com insertes metálicos:

- a) Aplicação individual das placas ao prédio, com elementos de fixação para todas unidades usadas na fachada (Sistema Europeu);
- b) Confeção de painéis onde as placas individuais são fixadas individualmente e depois aplicação dos painéis à estrutura da edificação (sistema americano).

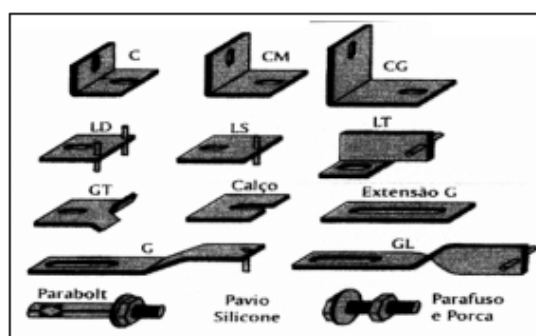
O uso dos insertes cria um espaço entre as placas e alvenaria, criando um bolsão de ar que contribui na secagem dos materiais após as chuvas e no isolamento termoacústico da edificação.

As pedras fixadas com insertes devem ter juntas de dilatação com dimensões de 6 a 10mm, em função do tamanho e espessura da placa e das dimensões horizontais e verticais da edificação. Esta folga irá absorver as tensões devido aos diferentes coeficientes de dilatação térmica da estrutura e revestimento.

No projeto da fachada, deve conter plantas, cortes e elevações para execução e fabricação das placas, detalhamento das junções de granito com granito, granito com caixilho, e outros. É importante considerar alguns aspectos: afastamento médio dos inserte metálicos de 7cm até o centro do pino, espaçamento para rejuntamento de 5mm e tipo de concordância de cantos das placas.

Para atender cada especificidade do projeto e situações diversas, os insertes metálicos possuem formas variadas.

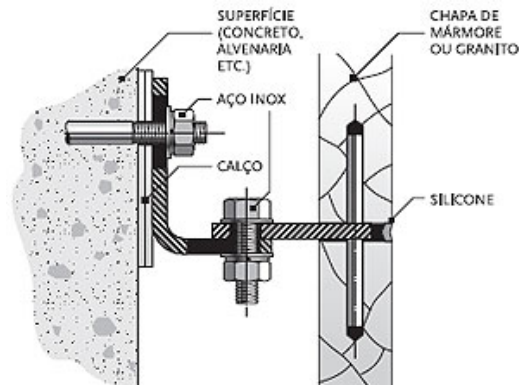
Figura 13 - Conjunto de insertes metálicos e acessórios



Fonte: FIEC

O rejuntamento tem um efeito mais estético do que técnico. Os materiais mais utilizados são: silicone neutro, cordão de polietileno (espuma), fita crepe, turacel, massa plástica.

Figura 14 - Detalhe básico de fixação com insert metálico



Fonte: aU – Edição abril/2009

A aplicação de pedras em fachadas proporciona um alto padrão estético e grande resistência à ação do meio e intempéries. Entretanto, este material exige uma mão de obra mais qualificada, gera um maior peso na estrutura e maior custo, quando comparado a outros materiais.

2.6.3.3 Manutenção

Conhecidos pela durabilidade e baixa manutenção, as fachadas com granito, isto é, com revestimento aderido ou não, devem ter uma durabilidade mínima de 20 anos. O uso dos inserts metálicos reduziu a probabilidade de descolamento das placas e de eflorescências e, se necessário, facilita a substituição das peças.

Ao escolher um revestimento natural, deve-se saber que alterações superficiais são inevitáveis ao longo do tempo, provocadas pela ação das intempéries e acúmulo de resíduos. Contudo, o uso de material de baixa qualidade, com uma superfície mais porosa, dificulta a limpeza e restauração do mesmo. A manutenção das placas de granito está relacionada ao acabamento superficial delas, ou seja, acabamentos rústicos costumam exigir uma maior frequência na manutenção.

Para manter a boa aparência do material, fornecedores de pedras, recomendam fazer uma limpeza profissional e impermeabilização a cada dois anos. Produtos químicos, como alvejante, não devem ser usados por comprometer as propriedades do revestimento.

2.6.3.4 Patologias

Para os materiais pétreos, quando bem especificados, ainda na fase de projeto, as patologias podem ser evitadas e minimizadas ao utilizar revestimentos adequados e técnicas de execução adequadas.

As principais patologias observadas com o uso desse sistema são:

- Manchas;
- Fissuras;
- Quebras nos cantos das placas;
- Descontinuidade no rejuntamento e juntas desalinhadas.

2.6.4 Revestimento com Pintura

2.6.4.1 Propriedades do material

De acordo com a norma brasileira NBR12.554 (2013), as tintas são “produtos compostos de veículo, pigmentos, aditivos e solventes que, quando aplicados sobre um substrato, se convertem em película sólida, dada a evaporação do solvente e/ou reação química com finalidade de decoração, proteção e outras”.

As tintas desempenham com eficiência o elemento estético e apresentam boas características quanto ao aspecto econômico e funcional. Elas são muito utilizadas como acabamentos de superfícies internas e externas (UEMOTO, 2005).

Segundo dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o Brasil é um dos seis maiores produtores de tinta, alcançando em 2016 o volume de produção de 1,507 bilhão de litros. As tintas imobiliárias, destinadas à construção civil representam cerca de 84% do volume total e 69% do faturamento anual (FÓRUM ABRAFATI, 2017).

Com a criação das texturas, tendo em vista os efeitos estéticos, com desempenho aparente superior, o método construtivo de fachadas alterou-se e houve grande aceitação do mercado brasileiro. As texturas são compostas basicamente por ligantes sintéticos, cargas minerais, aditivos veículo volátil e pigmentos.

Segundo Sabbatini et AL. (2006), as pinturas têm, em geral, a função de proteger os revestimentos de argamassa contra o esfarelamento e da ação de umidade, reduzindo a absorção de água e inibindo o desenvolvimento de agentes biológicos. Apresentam também funções de aparência final ao revestimento, conferindo cores, brilhos, matizes e texturas ao imóvel, na forma de valorizá-lo economicamente.

Para escolher uma tinta, além de conhecer o local onde será aplicada, deve-se saber os tipos que o mercado oferece, características e suas aplicações, que variam de acordo com o substrato em que vai ser aplicado. As tintas devem ter a capacidade de manter sua cor original, sem desbotar, a capacidade de resistir às intempéries, facilidade de manutenção e conservação, impermeabilidade e transpirabilidade. Os produtos mais comuns para pintura de edifícios são:

- a) Sistemas acrílicos: tinta látex acrílica, tinta texturizada acrílica, fundo selador acrílico pigmentado, massa acrílica (somente ambientes internos) e fundo (líquido) preparador de parede. Recomendados para aplicação sobre superfícies internas e externas de alvenaria à base de cimento e/ou cal (argamassa), concreto, bloco de concreto, gesso ou cerâmica não vitrificada.
- b) Sistemas vinílicos: tinta látex vinílica, fundo selador vinílico e massa corrida (somente ambientes internos). Recomendados para aplicação sobre superfícies internas e externas de alvenaria à base de cimento e/ou cal (argamassa), concreto, bloco de concreto, gesso ou cerâmica não vitrificada.
- c) Sistemas alquídicos: esmalte sintético alquídico, fundo selador pigmentado, fundo anticorrosivo com cromato, fundo anticorrosivo com fosfato, massa a óleo e tinta a óleo. Estes produtos são recomendados para aplicação sobre superfícies metálicas, madeira ou cerâmicas não vidradas e alvenaria
- d) Tinta à base de cimento: argamassa decorativa. Recomendada para aplicação sobre alvenaria de cimento e/ou cal (argamassa), concreto, emboço bloco de concreto, concreto celular, superfícies internas ou externas. Não deve ser aplicado sobre gesso.

- e) Silicones: produtos de tratamento de superfície. Recomendado para aplicação sobre superfícies de baixa e elevada porosidade como tijolo, cerâmica, pastilhas não vitrificadas, concreto aparente, telhas, pedras naturais.
- f) Vernizes: verniz sintético alquídico, verniz sintético alquídico com filtro solar, verniz poliuterânico e fundo selador nitrocelulósico. Recomendados para aplicação sobre superfícies de madeira, em interiores. Para exteriores, deve-se ver com o fabricante.

2.6.4.2 Sistema Construtivo

O sistema de revestimento com pintura não deve ser entendido apenas como a tinta de acabamento. Ele é composto por fundo e líquidos preparadores de parede, a tinta de acabamento e por todas as camadas anteriores até a base (substrato, preparação da base e base). A base não faz parte do sistema, mas é de extrema importância para o desempenho do sistema.

- a) Fundo: produto destinado à primeira ou mais demãos sobre a superfície e funciona como ponte entre o substrato e a tinta de acabamento.
- b) Fundo preparador de paredes: sua principal característica é promover a coesão de partículas soltas do substrato.
- c) Massa: produto pastoso, altamente pigmentado, usado para correção das irregularidades da superfície já selada. Deve ser aplicado em camadas finas para evitar o aparecimento de fissuras
- d) Tinta de acabamento: é a parte visível do sistema e que apresenta as propriedades necessárias para o fim a qual se destina.

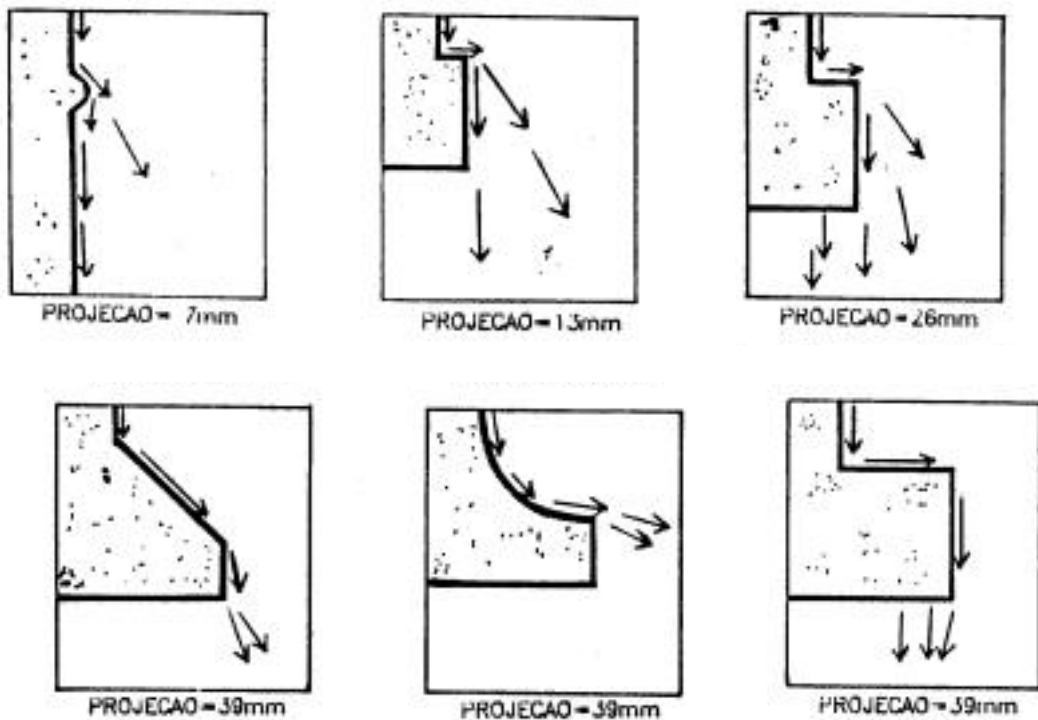
A especificação deste sistema construtivo deve ser iniciada caracterizando-se o meio ambiente e o tipo de substrato. O ambiente deve ser classificado, considerando as condições climáticas (regime de chuvas) e grau de agressividade (fraco, moderado e intenso) da atmosfera (área industrial, rural, marítima) ao redor da superfície do edifício.

Na fase de projeto, é importante considerar alguns aspectos:

- Evitar superfícies com contornos angulosos, dando preferência as superfícies arredondadas;

- Evitar substratos de baixa durabilidade em locais de difícil acesso e que necessitam de frequente manutenção, por se tornar antieconômico e impraticável;
- Evitar o uso de pintura em ambientes muito agressivos. Substratos constantemente úmidos é preferível usar revestimento cerâmico;
- Cuidado com superfícies horizontais por acumular poeira, poluição e outras partículas da atmosfera;
- O detalhamento de fachadas deve considerar alguns detalhes arquitetônicos, como frisos, pingadeiras, calhas, beirais, que facilitem o escoamento da água.

Figura 15 - Detalhes da geometria de pingadeiras em fachadas e sua influência no escoamento da água



Fonte: PEREZ , 1985

Para ter um bom resultado, durante a aplicação deve-se considerar a umidade do ar, que deve estar abaixo de 85%, e a temperatura, maior que 4°C. A superfície deve estar firme, coesa, limpa e seca. Antes de iniciar a pintura, deve-se preparar a superfície: lixar, para remover as partes soltas e promover maior aderência ao

produto; limpar, para remover a poeira; e selar, para uniformizar a absorção da superfície e melhorar o rendimento do produto.

De forma geral, as falhas no sistema de pintura são ocasionadas por uma combinação de fatores, como problemas com substrato, devido presença de umidade ou sua baixa resistência mecânica, preparação inadequada, falta de preparação dos substratos, especificação incorreta da tinta, produtos de má qualidade e outros.

As principais vantagens deste sistema são: facilidade na execução e na obtenção de mão de obra e baixo custo do material. A desvantagem é a manutenção contínua.

2.6.4.3 Manutenção

A NBR 15.575 (2013), ao estabelecer padrões mínimos de qualidade das edificações, define que uma pintura de fachada deve durar, pelo menos, 8 anos. Sendo assim, a manutenção é um requisito importantíssimo para garantir a durabilidade do sistema construtivo.

A poluição e o clima das cidades afetam os revestimentos de pintura, deixando a edificação “suja”. Antes de restaurar a pintura, deve-se fazer uma pré-lavagem com produto de pH quase neutro, pois aplicar uma nova pintura em uma superfície suja pode comprometer o resultado final. Antes de lavar a fachada, são feitos testes em áreas menores para regular a pressão do jato, para não danificar a pintura. Em alguns casos, após a lavagem, não é preciso nem piar a fachada novamente.

Em São Paulo, há uma lei municipal nº 10.518/88 e o decreto nº 33.008/93, que obrigam os condomínios a cuidar da fachada, instituindo a limpeza e pintura obrigatória a cada 5 anos para os prédios. Contudo, a fiscalização pela prefeitura é falha.

2.6.4.4 Patologias

As patologias podem ser no substrato, na película, na interface película-substrato, conforme descritas abaixo:

- Degradação das macromoléculas de textura: devido ação conjunta dos raios solares, umidade e oxigênio, resultando na fragmentação da película que se torna solúvel à água e é eliminada com a chuva;
- Desbotamento: ocorre devido ação solar que alteram os pigmentos que conferem cor ao material. Além de desbotar, os pigmentos podem ser degradados fazendo com que as resinas fiquem quebradiças. Para evitar esta patologia, deve-se especificar texturas com pigmentos resistentes à ação ultravioleta;
- Friabilidade: sua ocorrência está relacionada pela falta de coesão e adesão das partículas ao substrato, devido a cura indevida da argamassa, processo de hidratação inadequado, uso de pouco cimento ou muita água;
- Pulverulência: quando a superfície da textura encontra-se com pó em decorrência da aplicação do material em substrato muito poroso ou prematuramente sobre argamassas de cal, cimento, gesso e concreto mal curado, ou quando há falta de compatibilidade entre as camadas que compõem o sistema (fundo e textura);
- Vesículas: são identificadas como pontos proeminentes no revestimento e se destacam do conjunto (empolamento). As vesículas podem ser brancas, pretas ou vermelho acastanhadas;
- Calcinação: presença de manchas esbranquiçadas ou foscas, provocando a deterioração do revestimento e aparência de outras patologias;
- Enrugamento: ocorre devido à incompatibilidade entre camadas do sistema, geralmente por apresentar espessuras acentuadas ou temperatura ambiente superior a 50°C;
- Manchas Amarelas: ocorrência de gorduras, óleos, poluição e fumaças;
- Manchas de Aplicação: decorrente do uso de rolo com pelo alto ou pincéis de cerdas duras que não espalham de forma homogênea o fundo ou a textura sobre a superfície, ou da falta de homogeneidade da pasta para aplicar o substrato;
- Manchas de pingo de água;
- Manchas escuras de mofo ou bolos: causadas pelo acúmulo de água no interior do substrato, promovendo a proliferação de microrganismos;

- Saponificação: quando não faz a devida proteção dos substratos com o fundo selado para isolamento da alcalinidade;
- Trincas e fissuras: ocorrência de aberturas, de 0,5mm a 1,5mm, por recalques de fundações, falta de juntas, retração da argamassa, sobrecargas;
- Bolhas: decorrente da presença de água sob a película devido a substratos mal curados ou com umidade excessiva;
- Desagregação: ocorre quando a aplicação da textura antes da cura do reboco, esfarelado a textura e destacando-se do substrato;
- Descascamento: aplicação da textura sobre substratos com cal, gessos, superfícies lisas, aquecidas, concretos mal curados e diluição errada. Esta patologia também pode ocorrer em ambientes com alta agressividade (beira mar e centros industriais) quando os sais não forem retirados, prejudicando a aderência das texturas;
- Deslocamentos: aplicação das texturas sem preparo correto, ausência de fundo preparador, uso de produtos de baixa qualidade, baixa permeabilidade da película, ocasionando o desprendimento da textura em relação ao substrato.
- Eflorescência: ocorre devido a presença de água, quando a formação de um depósito cristalino (sal) em uma determinada superfície por ação do meio ambiente ou ação química. É preciso três requisitos para o fenômeno acontecer: umidade, substâncias solúveis e transporte dessa solução para a superfície e sua evaporação. Provoca o aparecimento de manchas esbranquiçadas.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho consiste na pesquisa bibliográfica, identificando as principais características de cada material, os métodos executivos, as possíveis patologias e manutenções que cada sistema construtivo de fachada exige. A fim de comparar estes sistemas, aplicou-se os quatro tipos de materiais (pintura, cerâmica, placas de ACM e placas de granito) nas fachadas de uma mesma edificação. Para a realização do estudo, foi feita a caracterização do edifício e de suas fachadas, identificando onde serão empregados os revestimentos, os levantamentos quantitativos e elaboração de orçamentos para cada sistema construtivo. Os orçamentos de Granito e ACM foram considerados como contratação terceirizada, por necessitarem de mão de obra especializada. Após os orçamentos feitos, foi realizada uma análise do custo-benefício de cada sistema (material, execução e manutenção).

4. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

4.1 Caracterização do Edifício

O edifício, focado sob os objetivos deste trabalho, pode ser assim caracterizado como Edifício Institucional, a ser situado na QNA 51 Lote 19, Taguatinga Norte – DF.

Figura 16 - Localização da edificação na QNA 51 Lote 19, Taguatinga Norte



Fonte: Google Maps, acessado em 30 de outubro de 2017

Essa edificação será composta por:

- Subsolo: garagem, vestiários, depósito e sala de servidores;
- Térreo: Acesso veicular e de pedestre, pátio coberto, hall de entrada, banheiros (feminino e masculino), PNE, lixeira, salas administrativas, copa, varanda e jardim;
- Pavimento Tipo: banheiros (feminino e masculino), poço de ventilação, hall, 4 salas
- Cobertura: terraço com laje impermeabilizada, casa de máquina e caixa d'água superior.
- A circulação será feita por escada e elevador. E o acesso veicular a garagem, por rampa.
- O projeto arquitetônico contempla plantas livres, uso de cobogós para auxiliar na ventilação cruzada, prolongamento das lajes na fachada frontal e posterior para proteção do sol.

Figura 17 - Projeto: Planta-baixa do Subsolo

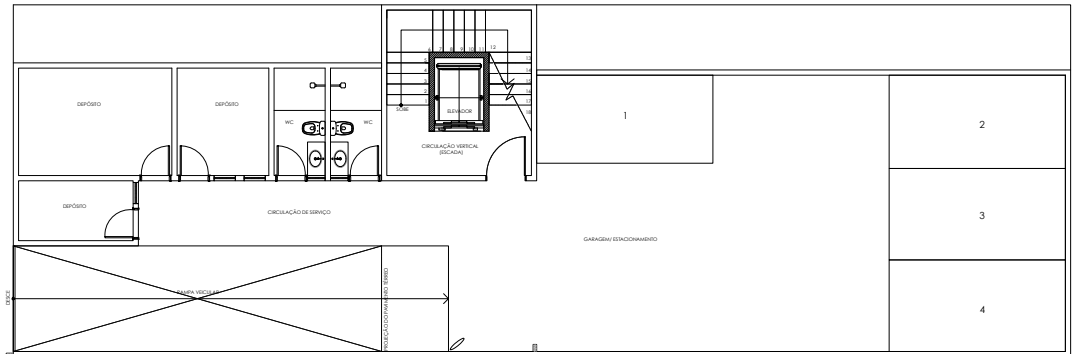


Figura 18 - Projeto: Planta-baixa do Térreo

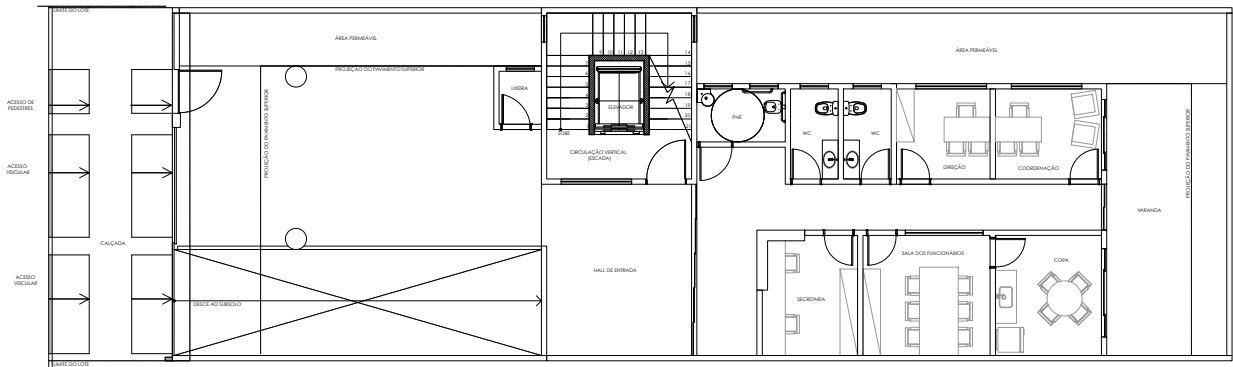


Figura 19 - Projeto: Planta-baixa do Pavimento tipo (1º e 2º andar)

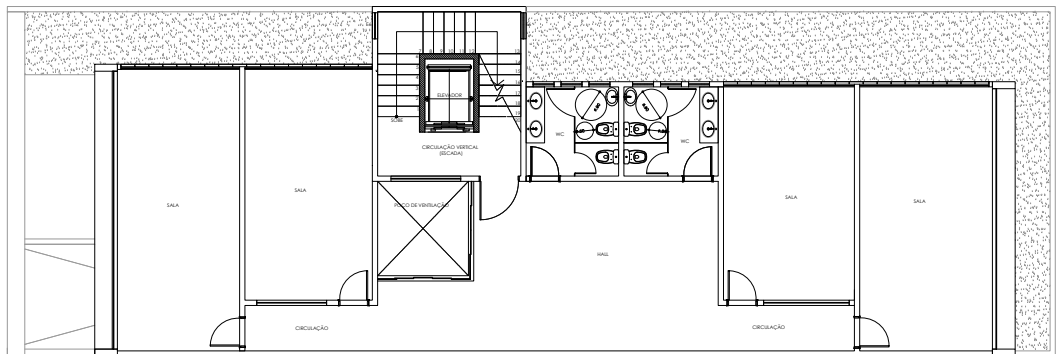
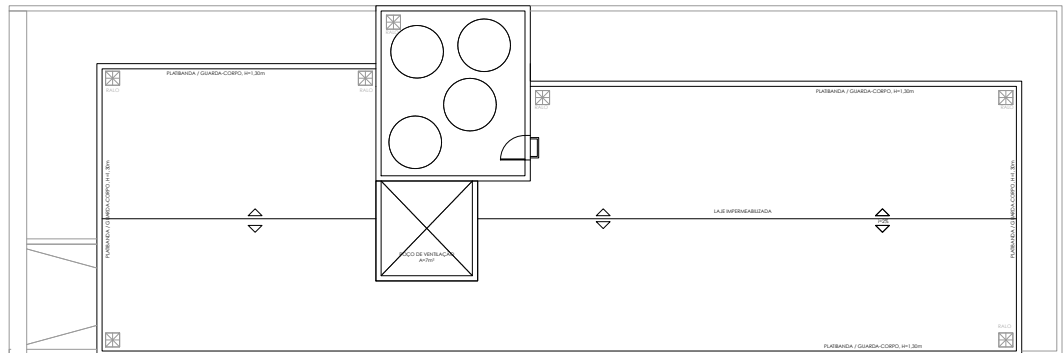


Figura 20 - Projeto: Planta-baixa da cobertura



Fonte: Projeto arquitetônico

4.2 Caracterização das Fachadas

As quatro fachadas do edifício foram assim identificadas:

- Fachada 01 - Principal (frontal) – Oeste, para a rua de acesso na QNA 51. Aplicação de revestimento e Vidro.
- Fachadas Laterais: para os lotes vizinhos
 - Fachada 04 - Norte, com Cobogós e revestimentos
 - Fachada 02 - Sul, colada no lote vizinho, “painel cego” com revestimento
- Fachada 03 - Posterior (fundos): Leste, para a área verde e Pistão Norte. Aplicação de revestimento e Vidro

Figura 21 - Fachada 01 (Principal)

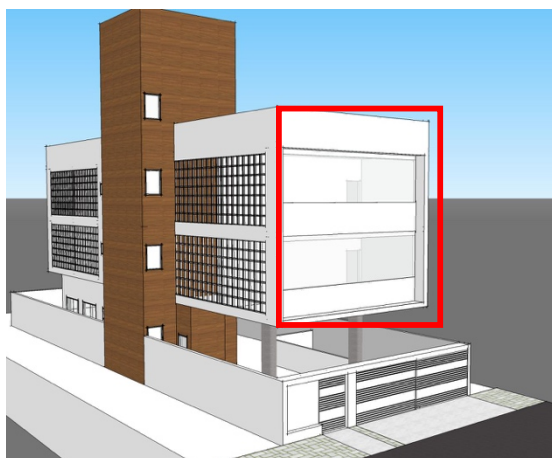


Figura 22 - Fachada 02 - Lateral (Sul)

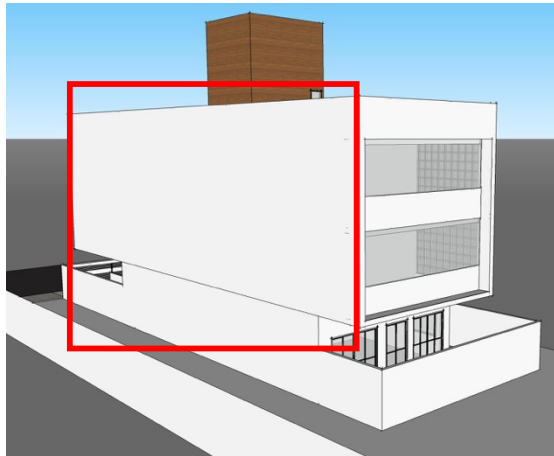


Figura 23 - Fachada 03 (Posterior)

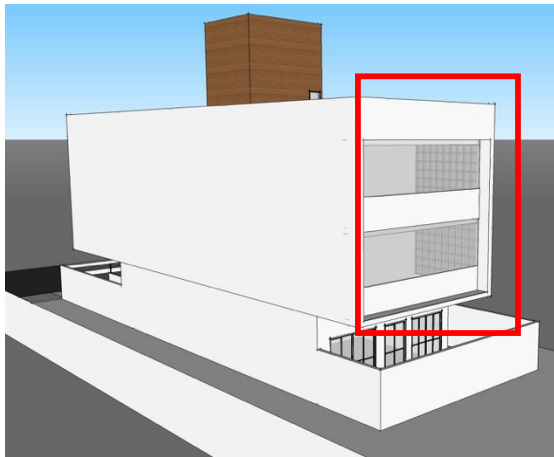
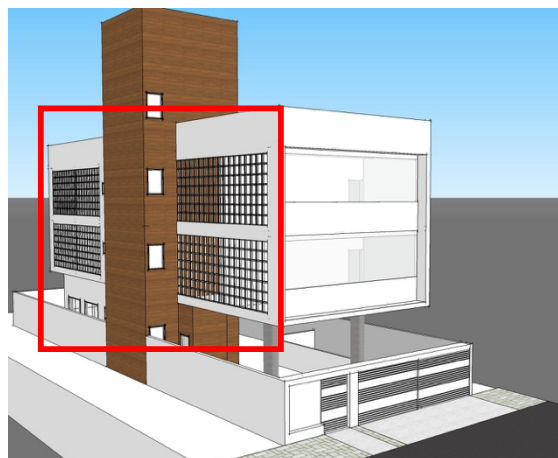


Figura 24 - Fachada 04 - Lateral (Norte)



Fonte: Projeto arquitetônico

4.3 Aplicação Dos Revestimentos

Para a aplicação dos materiais, considerou-se que as superfícies estão cobertas por uma camada de revestimento de argamassa, tornando-a uma superfície homogênea e regularizada para receber o acabamento final.

4.3.1 Revestimento Cerâmico

Para a aplicação do sistema construtivo com uso de revestimento cerâmico, os materiais especificados foram:

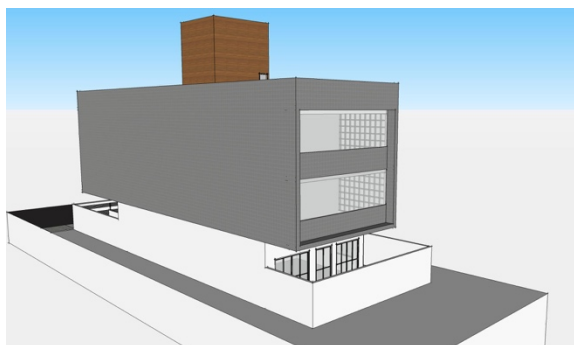
Tabela 3 - Especificação dos materiais para a Fachada com Revestimento Cerâmico

Material	Quantidade
Revestimento cerâmico Quarter Cinza Claro com dimensões de 30x30cm	$449,62^2 + 10\% = 495 \text{ m}^2$
Rejunte flexível Cinza Platina para fachada, 3mm	149kg
Perfil de alumínio para a junta de dessolidarização (1x1cm)	165m
Argamassa colante industrializada tipo AC III (1 saco = 20kg)	165 sacos de 20kg = 3300kg
Espaçadores de PVC (100 und/saco)	13.000

Figura 25 - Fachadas com aplicação do Revestimento Cerâmico



Figura 26 - Fachadas com aplicação do Revestimento Cerâmico



Fonte: Projeto arquitetônico

Após concluído a escolha dos materiais e do levantamento quantitativo, montou-se a composição do preço considerando a mão de obra e os materiais necessários para a execução do serviço.

Tabela 4 - Composição de Preço para a Fachada com Revestimento Cerâmico

Descrição	Quantidade	Unidade	Material	Mão de Obra	Valor Unit.	Valor Total
Fachada com revestimento cerâmico Quarter Cinza Claro com dimensões de 30x30cm	495	m ²	R\$39,90	R\$40,30	R\$80,20	R\$39.699,00
Argamassa colante industrializada tipo AC III	3300	Kg	R\$2,00		R\$2,00	R\$6.583,50
Rejunte Flexível Cinza	149	kg	R\$4,73	R\$4,40	R\$9,13	R\$1.360,37
Espaçadores de PVC, 2mm	130	Saco	R\$2,70		R\$2,70	R\$351,00
Perfil de Alumínio 1x1cm, Alcoa	28	Barra	R\$18,00		R\$-	R\$504,00
Total						R\$48.497,87

OBS.: 1) Os valores apresentados na coluna “mão de obra” foram obtidos em consulta a Empresa E (Construtora de Brasília), no mês de novembro/2017.

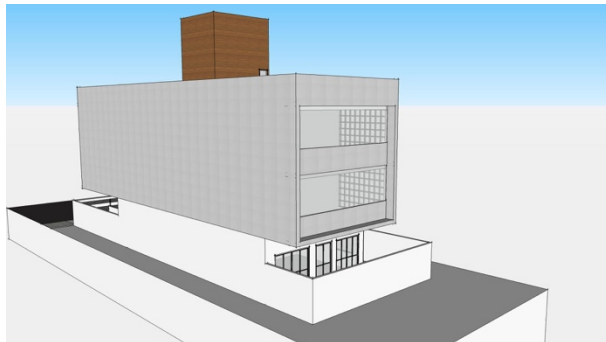
4.3.2 Revestimento em ACM

Para a aplicação do sistema construtivo com uso de placas de ACM, foi especificado placas com acabamento na cor Prata acetinada a serem instaladas com o sistema convencional nas fachadas. O projeto foi orçado com duas empresas, que consideraram o material e a mão de obra para instalação.

Figura 27 - Fachadas com aplicação do Revestimento em ACM



Figura 28 - Fachadas com aplicação do Revestimento em ACM



Fonte: Projeto arquitetônico

- Empresa A

Tabela 5 – Orçamento fornecido pela Empresa A para Fachada em ACM

Fachada Predial revestida com placas de ACM		Área (m ²)	Valor total
Material	módulos de ACM na cor prata acetinada de 3mmx0,21;	450	R\$ 80.172,00
	módulos instalados sobre estrutura metálica de metalon		
	40x40cm na chapa 18# com profundidade de até 80mm		
	encontro dos módulos com junta de dilatação preenchida em turacel 10mm revestido de silicone		
Mão de obra para instalação das placas de ACM na Fachada Predial			

- Empresa B

Tabela 6 – Orçamento fornecido pela Empresa B para Fachada em ACM

Fachada Predial revestida com placas de ACM		Área (m ²)	Valor total
Material	módulos de ACM na cor prata acetinada de 3mmx0,21;	450	R\$ 99.176,00
	módulos instalados sobre estrutura metálica		
	encontro dos módulos com junta seca		
Mão de obra para instalação das placas de ACM na Fachada Predial			

4.3.3 Revestimento com placas de Granito

Segundo A.U. (1996):

“Para a aplicação em fachadas, devem-se escolher os granitos de menor porosidade, com granulação mais fina, como os avermelhados e os esverdeados. Em geral, os granitos de cor cinza absorvem mais água, porém existem exceções (o cinza-prata do Ceará, por exemplo, praticamente não mancha). Além disso, é sempre seguro utilizar granitos escuros, nos quais, mesmo que haja infiltração, a mancha não aparece. Mas estes cuidados serão inúteis se não houver uma boa vedação nas juntas, entre uma placa e outra. Se isso ocorrer, a água se acumula e acaba infiltrando, mesmo que a porosidade seja baixa.”.

Para a aplicação do sistema construtivo com granito por insertes metálicos, foi especificado placas de granito com acabamento flameado na cor Cinza Prata Ceará (também conhecido como Cinza Corumbá), a serem instaladas com sistema americano.

Figura 29 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Granito

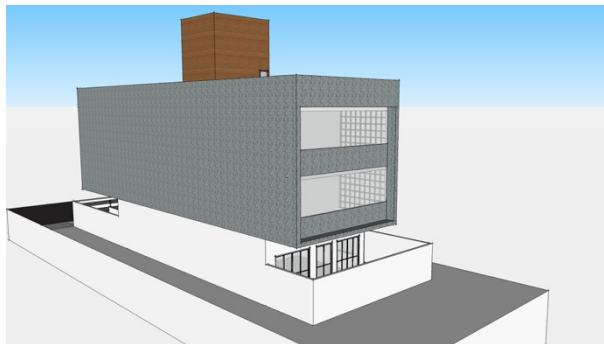


Figura 30 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Granito



Fonte: Projeto arquitetônico

O uso desse sistema requer mais detalhamentos no projeto de fachada devido a forma que é o orçamento e executado, conseqüentemente, o levantamento deve ser feito de forma minuciosa. O mesmo foi feito considerando os itens do orçamento da Empresa C (especializada em fachadas de granito com insertes metálicos).

Tabela 7- Levantamento do material e dos serviços

Fachada 01		Unidade	Quantidade	Área por placa (m ²)	Área com pedras de entre 0,6m ² e 1m ² (m ²)
		m ²	52,61		43,575
1	Placas de Granito 70x120cm	und.	12	0,84	10,08
2	Placas de Granito 65x125cm	und.	12	0,8125	9,75
3	Placas de Granito 47,5x125cm	und.	12	0,59375	7,125
4	Fundo de Viga e fechamento lateral	m	47,85		
	Placas de Granito 25x120cm	und.	6	0,3	
	Placas de Granito 70x40cm	und.	16	0,28	
	Placas de Granito 45x120cm	und.	12	0,54	
	Placas para fechamento interno			16,62	16,62
5	Pingadeira	m	8,35		
6	Furo em pedra	und.	280		
7	Mão-de-obra para rejuntamento	m ²	52,61		
8	Corte de pedra (se necessário)	m	4,8		
Fachada 02		Unidade	Quantidade	Área por placa (m ²)	Área com pedras de entre 0,6m ² e 1m ² (m ²)
		m ²	223,02		223,146
1	Placas de Granito 70x126,5cm	und.	252	0,8855	223,146
2	Fundo de Viga e fechamento lateral	m	16,8		
3	Pingadeira	m	26,55		
4	Furo em pedra	und.	1008		
5	Mão-de-obra para rejuntamento	m ²	223,02		
6	Corte de pedra (se necessário)	m			
Fachada 03		Unidade	Quantidade	Área por placa (m ²)	Área com pedras de entre 0,6m ² e 1m ² (m ²)
		m ²	50,7		43,851
1	Placas de Granito 70x134cm	und.	12	0,938	11,256
2	Placas de Granito 65x121cm	und.	12	0,7865	9,438
3	Placas de Granito 47,5x121cm	und.	12	0,57475	6,897
4	Fundo de Viga e fechamento lateral	m	47,25		
	Placas de Granito 25x120cm	und.	6	0,3	
	Placas de Granito 70x40cm	und.	16	0,28	

	Placas de Granito 45x120cm	und.	12	0,54	
	Placas para fechamento interno			16,26	16,26
5	Pingadeira	m	8,35		
6	Furo em pedra	und.	280		
7	Mão-de-obra para rejuntamento	m ²	50,7		
8	Corte de pedra (se necessário)	m	5,56		
Fachada 04					
		Unidade	Quantidade	Área por placa (m ²)	Área com pedras de entre 0,6m ² e 1m ² (m ²)
		m ²	50,7		158,354
1	Placas de Granito 70x128cm	und.	139	0,896	124,544
2	Placas de Granito 70x115cm	und.	42	0,805	33,81
3	Fundo de Viga e fechamento lateral	m	47,25		
4	Pingadeira	m	22,13		
5	Furo em pedra	und.	724		
6	Mão-de-obra para rejuntamento	m ²	50,7		
7	Corte de pedra (se necessário)	m	127,56		

Os valores referentes aos serviços da Tabela 08 foram passados pela Empresa C (especializada em fachadas de granito com insertes metálicos). Estes valores incluem:

- Mobilização e desmobilização de obra;
- Assessoria para soluções de instalações dos insertes;
- Assessoria para definição da paginação das pedras;
- Fornecimento de mapa de corte (planilha) para execução de insertes metálicos (se necessário);
- Fornecimento de equipamento e máquinas (furadeira, serra mármore e talha manual);
- Fornecimento de EPI's (Equipamento de Proteção Individual);
- Mão-de-obra especializada para assentamento de granito através de insertes metálicos;
- Mão-de-obra para execução de rejuntamento em poliuretano.

Observações do orçamento da Empresa C, referente ao que não está incluso:

- Fornecimento de cantoneiras para espaçamentos acima de 14,5cm e alongadores, se necessário, serão por conta da Contratante;

- Caso necessário, o fornecimento e instalações de estrutura metálica serão por conta da Contratante, inclusive a fixação dos insertes (cantoneiras) por solda metálica na estrutura metálica.
- A Descarga de todo material será por conta da Contratante;
- A Contratante será responsável pela descarga do material (placas de granito) nos andares ou próximo ao local de trabalho;
- O fornecimento de local para guarda do material e local para o pessoal serão por conta da Contratante;
- Os EPC's (equipamentos de proteção coletiva), andaimes, balacin, proteções, água, energia, cordas, bancada para furação das pedras serão fornecidos pela Contratante;
- Fornecimento do granito, material de rejuntamento, disco de makita e outros, serão por conta da Contratante;
- Pedras de fechamento com largura de até 40cm serão cobradas por metro linear, acima disso, o valor cobrado será por m².

Após concluído o levantamento, conforme a Empresa C considera os serviços, foi feita a composição de preço referente a mão de obra.

Tabela 8 - Composição de Preço referente ao serviço de mão-de-obra (fornecido pela Empresa C, em novembro de 2017)

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Fachada com pedras com metragem entre 0,6m ² e 1m ²	m ²	468,926	R\$105,00	R\$49.237,23
Fundo de viga e fechamento lateral - até 40cm de largura	m	159,15	R\$55,00	R\$8.753,25
Pingadeira (chapin) - até 40cm de largura	m	65,38	R\$40,00	R\$2.615,20
Furo em pedra (4 por pedra)	und.	2292	R\$1,90	R\$4.354,80
Mão-de-obra para rejuntamento	m ²	468,926	R\$4,50	R\$2.110,17
Corte de pedra (se necessário)	m	137,92	R\$15,00	R\$2.068,80
TOTAL				R\$69.139,45

A Empresa C não inclui no seu orçamento o material para rejunte, mas ela se dispõe a adquirir o material (R\$ 23,00/tubo) e orientou para o seguinte rendimento: 1

tubo rejunta 7m lineares de junta. Sendo assim, para fazer 468,93 metros lineares de junta, serão necessários 67 tubos, tendo um custo de R\$ 1.541,00.

O orçamento das placas de granito, já cortadas nas medidas de projeto, foram orçadas pela Empresa D (marmoraria de Brasília).

Tabela 9 - Composição de Preço referente ao material (fornecido pela Empresa D, em novembro de 2017)

Material: Granito Cinza		Unidade	Quantidade	Área por placa (m ²)	Área de Granito (m ²)	Preço Unitário (por m ² de granito)	Preço Total
1	Placas de Granito 70x120cm	und.	12	0,84	10,08	R\$200,00	R\$2.016,00
2	Placas de Granito 65x125cm	und.	12	0,8125	9,75	R\$200,00	R\$1.950,00
3	Placas de Granito 47,5x125cm	und.	12	0,59375	7,125	R\$200,00	R\$1.425,00
4	Placas de Granito 25x120cm	und.	6	0,3	1,8	R\$200,00	R\$360,00
5	Placas de Granito 70x40cm	und.	16	0,28	4,48	R\$200,00	R\$896,00
6	Placas de Granito 45x120cm	und.	12	0,54	6,48	R\$200,00	R\$1.296,00
7	Placas para fechamento interno			16,62	16,62	R\$200,00	R\$3.324,00
8	Placas de Granito 70x126,5cm	und.	252	0,8855	223,146	R\$200,00	R\$44.629,20
9	Placas de Granito 70x134cm	und.	12	0,938	11,256	R\$200,00	R\$2.251,20
10	Placas de Granito 65x121cm	und.	12	0,7865	9,438	R\$200,00	R\$1.887,60
11	Placas de Granito 47,5x121cm	und.	12	0,57475	6,897	R\$200,00	R\$1.379,40
12	Placas de Granito 25x120cm	und.	6	0,3	1,8	R\$200,00	R\$360,00
13	Placas de Granito 70x40cm	und.	16	0,28	4,48	R\$200,00	R\$896,00
14	Placas de Granito 45x120cm	und.	12	0,54	6,48	R\$200,00	R\$1.296,00
15	Placas para fechamento interno			16,26	16,26	R\$200,00	R\$3.252,00
16	Placas de Granito 70x128cm	und.	139	0,896	124,544	R\$200,00	R\$24.908,80
17	Placas de Granito 70x115cm	und.	42	0,805	33,81	R\$200,00	R\$6.762,00
Total			573	42,252	494,446		R\$98.889,20

Tabela 10 - Composição de Preço (mão de obra e material)

Descrição	Valor Total
Mão de obra especializada	R\$ 69.139,45

Placas de Granito	R\$ 98.889,20
Material para rejuntamento	R\$1.541,00
Total	R\$ 169.569,65

4.3.4 Revestimento com Pintura

Nesta situação, foi especificada pintura com tinta acrílica emborrachada por ser uma tinta elástica de alta performance, resistência e durabilidade. Esta tinta cria uma película elástica impermeabilizante que cobre pequenas trincas e fissuras, acompanhando a movimentação e acomodação da edificação.

Para fazer o levantamento do material, considerou-se as informações e orientações fornecidas pelo fabricante:

- Diluição de todas as demãos em 10% de água potável;
- Execução: evitar aplicação em dias chuvosos, com temperatura abaixo de 10°C ou acima de 40°C e umidade relativa do ar superior a 85%;
- Cada lata, de 16L, rende 32m²/demão;
- A secagem mínima é de 30 minutos, devendo considerar 2h para o toque e 4h entre demãos.

Tabela 11 - Levantamento quantitativo para Pintura

Material	Metragem	Quantidade
Tinta Coral Sol & Chuva, na cor Toque de Cinza, acabamento fosco (lata de 16L)	450m ²	192L = 12 Latas

Figura 31 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Pintura

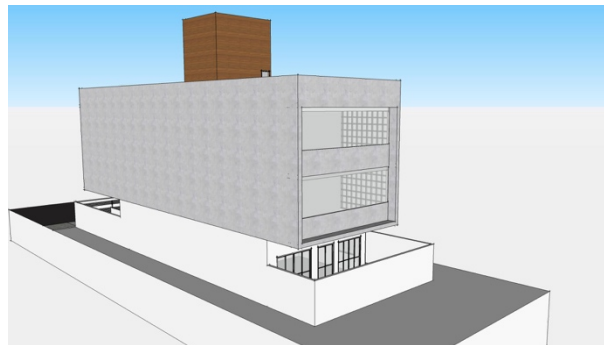


Figura 32 - Fachadas com aplicação do Revestimento em Pintura



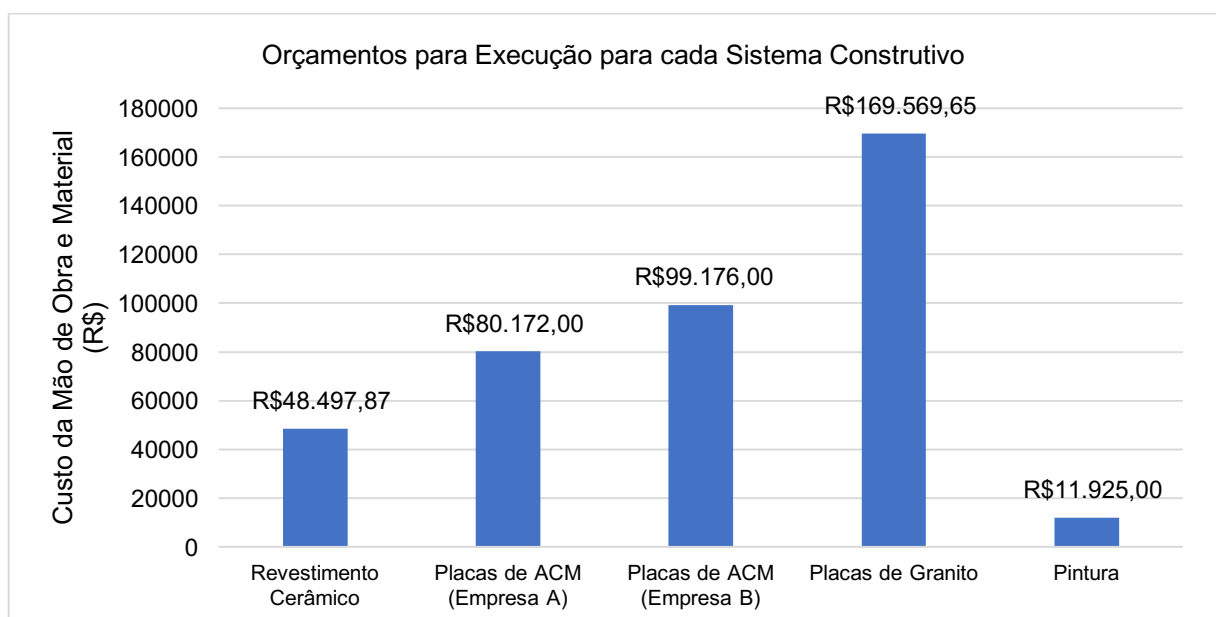
Fonte: Projeto arquitetônico

Tabela 12 - Composição de Preço para Pintura

Descrição	Quantidade	Unidade	Material	Mão de Obra	Valor Unit.	Valor Total
Pintura de Fachada externa com Tinta Coral Sol & Chuva, na cor Toque de Cinza, acabamento fosco (lata de 16L)	450	m ²	R\$9,00	17,5	R\$26,50	R\$11.925,00

OBS.: 1) Os valores apresentados na coluna "mão de obra" foram obtidos em consulta a Empresa E (Construtora em Brasília), no mês de novembro/2017.

Após feito os orçamentos, foi possível fazer o gráfico abaixo para comparar os custos de cada sistema construtivo de fachada.



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos neste presente trabalho, e as comparações entre os sistemas construtivos, as informações obtidas foram reunidas na tabela 13.

Tabela 13 - Resumo das informações

Sistema Construtivo	Revestimento Cerâmico	Placas de ACM	Placas de Granito (insertes metálicos)	Pintura
Mão de Obra especializada	----	X	X	---
Composição de preço (mão de obra e execução)	R\$ 48.497,87	R\$ 80.172,00 (Empresa A)	R\$ 169.569,65	R\$11.925,00
		R\$ 99.176,00 (Empresa B)		
Vida Útil Mínima * (NBR 15.575)	20 anos	20 anos	20 anos	8 anos
Vida útil conhecida pelo mercado	15 anos para o início das primeiras patologias	40 anos (fabricante) O material não está no mercado a tanto tempo.	Indeterminado	5 anos
Manutenção (procedimento)	Lavagem da fachada com produto de pH quase neutro.	Lavagem da superfície com água fresca, e se necessário, adicionar detergente	Limpeza profissional e impermeabilização	Fazer pré-lavagem com produto de pH neutro e reaplicar uma nova pintura
Manutenção (frequência)	4 anos	3 meses a 1 ano (a depender do nível de agressividade e ambiente)	2 anos	5 anos
Patologias por execução, manutenção e interferência de	Perda de aderência	Estruturais das placas	Descontinuidade no rejuntamento e juntas desalinhadas	Degradação da textura
		Oxidação		Desbotamento
				Friabilidade

agentes externo				Pulverulência
	Trincas e Fissuras	Contaminação do núcleo de polietileno	Fissuras	Calcinação
				Enrugamento
				Manchas
	Eflorescências	Infiltração	Quebras nos cantos das placas	Saponificação
		Corrosão galvânica		Trincas e fissuras
	Macha e Bolor			
	Deterioração das juntas	Fissuras nas chapas	Manchas	Desagregação
				Descascamento
				Eflorescência

Obs: *Para que o material tenha a vida útil mínima, é preciso fazer as manutenções periódicas, a fim de evitar as possíveis patologias

Como visto no quadro resumo, pode-se fazer a seguinte análise:

- Sistema Construtivo com Revestimento cerâmico: possui o segundo menor custo para execução, não precisa de mão de obra especializada e tem uma vida útil considerável. A manutenção tem uma periodicidade média, se comparado aos outros materiais, não necessitando aplicar o material novamente, desde que sejam feitas as manutenções. Este material tem um número pequeno de possíveis patologias (5 tipos).
- Sistema Construtivo com Placas de ACM: possui o terceiro maior custo para execução e precisa de mão de obra especializada. Sua vida útil é alta e, de acordo com os fabricantes, podem chegar ao dobro do tempo mínimo. A manutenção é simples e a frequência é alta (dependendo do meio). As possíveis patologias (6 tipos) tem como origem erros de execução.
- Sistema Construtivo com Placas de Granito por insertes metálicos: tem o maior valor de custo para execução, alta vida útil (na maioria dos casos, maior que a vida útil mínima), baixa manutenção e um número pequeno de possíveis patologias (4 tipos).
- Sistema Construtivo com Pintura: possui o menor custo para execução e não precisa de mão de obra especializada. Contudo, tem a menor vida útil, uma manutenção frequente que necessita de nova aplicação do material e um número maior de possíveis patologias (13 tipos), sendo que algumas independem do material e sua execução.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os revestimentos de fachada são importantes para uma edificação por protegerem-na de vários fatores de degradação, garantindo os níveis mínimos de desempenho da construção e prolongando a durabilidade dos demais subsistemas da construção. Sendo assim, para garantir a vida útil do edifício, os materiais especificados devem assegurar qualidades mínimas, desde que sejam feitas as manutenções preventivas e corretivas, a fim de evitar as não planejadas.

Com objetivo de conhecer os sistemas construtivos de fachada, este trabalho comparou quatro deles, em uma mesma edificação, com intuito de analisar as vantagens, desvantagens e custos de execução de cada um.

No quadro resumo, ao comparar os quatro tipos de acabamento final, percebeu-se que o revestimento com pintura tem o menor valor inicial, mas com menor durabilidade, com maior frequência de manutenção, seja ela preventiva ou corretiva, e com maior número de patologias possíveis de ocorrer, podendo ter maiores custos a longo prazo. Já o revestimento com granito, tem o maior valor inicial de execução, mas alta durabilidade e baixos custos de manutenção. Sendo assim, é importante saber que nenhum dos sistemas pode ser considerado ruim visto que, se especificados, executados e receberem as manutenções corretamente, terão seus níveis de desempenho mínimos e cumprirão sua função principal, isto é, proteger as edificações contra as intempéries.

Ao especificar um material, é importante saber qual a prioridade e intenção do cliente. Se for:

- Baixo custo inicial de execução: a opção mais indicada é a pintura.
- Alta durabilidade: a opção mais indicada é o granito.
- Custo inicial e baixa manutenção: a opção mais indicada é o revestimento cerâmico.
- Manutenção: a opção mais indicada é o revestimento cerâmico.
- Estética: as opções mais indicadas são revestimento cerâmico, granito e placas de ACM.
- Menor número de possíveis patologias (feitas as devidas manutenções): a opção mais indicada é o granito.

Acredita-se que a partir da análise feita, a escolha por um sistema de revestimento não deve considerar apenas o custo de execução, o que é feito na maioria das construções. Para que a especificação do acabamento final das fachadas seja feita de maneira correta, é importante conhecer a intenção do cliente, os condicionantes locais e ambientais de onde serão instalados; as características físicas, químicas e biológicas do material; propor, ainda na fase de projeto, detalhes construtivos que contribuem para a redução de patologias; e elaborar um programa de manutenção preventiva.

7. BIBLIOGRAFIA

ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/>>. Acesso em: Set 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.554**: Tintas para edificações não industriais - Terminologia, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.707**: Projeto de Revestimento de Paredes e Estrutura com Placas de Rocha, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.446**: Painéis de chapas sólidas de alumínio e painéis de material composto de alumínio utilizados em fachadas e revestimentos arquitetônicos – Requisitos, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15844**: Rochas para revestimento - Requisitos para granitos, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15846**: Rochas para revestimento - Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos, 2010.

BAÍA, L.L.M; SABABATINI, F.H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 2ª edição. São Paulo: O nome da Rosa, 2001.

CEOLIN, E.D.; LIBRELOTTO, L.I. **Durabilidade e sustentabilidade análise a partir da Norma de Desempenho**. Disponível em: <https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_56.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

CUNHA, M.M.F. **Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas**. Dissertação de Engenharia Civil para Mestrado em Construção de Edifícios, Universidade do Porto, Porto, 2006.

ESQUIVEL, J.F.T. **Avaliação do uso de revestimento cerâmicos de fachada em edifícios residencial multifamiliares em São Paulo: estudo de caso Região sul – 1994 1998**. Dissertação de Mestre em Estruturas Ambientais Urbanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GOMES, A.S.S. **Retrofit de fachadas de edifícios à luz da ABNT NBR 15.757**. Monografia de Engenharia Civil da Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014

GRIPP, R.A. **A importância do projeto de revestimento de fachada, para a redução de patologias**. Dissertação de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

JOHN, V.M, et al. **Durabilidade e sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira**. Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/266907499_Durabilidade_e_Sustentabilidade_Desafios_para_a_Construcao_Civil_Brasileira/links/544fe7730cf201441e935213/Durabilidade-e-Sustentabilidade-Desafios-para-a-Construcao-Civil-Brasileira.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

JÚNIOR, G.J.F. **Patologias em revestimento de fachadas – diagnóstico, prevenção e causas**. Dissertação de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

MEDEIROS, J.S; SABBATINI, F.H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MELO, D.A. **Importância de melhorias na aplicação de material cerâmico de parede – otimização da qualidade e da sustentabilidade em obras de edificações.** Monografia de Engenharia Civil da Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MICHAELIS. **Dicionário da Língua Portuguesa.** São Paulo: Editora Melhoramentos, 2009.

MONACELLI, F. **Reforma geral das fachadas de um edifício revestido de pastilhas cerâmicas: acompanhamento de diversas etapas dos serviços.** Monografia para Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005

NASSIF, R.F.F. **Execução de fachada aerada em placas de granito, fixadas por meio de *inserts* metálicos.** Monografia de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

OLIVEIRA, G.B.A. **Estudo de caso de patologias em revestimento cerâmico em fachada de um edifício em Brasília.** Monografia de Engenharia Civil, do Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013.

OLIVEIRA, L.A. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves.** Tese da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

POSSAN, E; DEMOLINER, C.A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral.**

POTIGUARA, L.G.P. **Fachada cortina: processo construtivo e patologias associadas.** Monografia de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

REIS, W.P.S. **Revestimento cerâmico de fachada: projeto do produto e da produção.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2013.

RESENDE, M.M.; BARROS, M.M.S.; MEDEIROS, J.S. **Durabilidade de revestimento na fachada.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, D.C. **Revestimentos em fachadas: texturas x cerâmicas.** Dissertação de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.

SOUZA, J.C; LIRA, B.B. **Tecnologia de assentamento de fachadas, projeto e ensaios tecnológicos para insertes metálicos.** Disponível em: <http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/TECNOLOGIA_DE_ASSENT.htm>. Acesso em: 26 set. 2017.

UEOMOTO, Kai Loh. **Projeto, execução e inspeção de pinturas.** São Paulo: Editora Nome da Rosa, 2005.

A revolução do ACM nas fachadas comerciais e residenciais. WPC do Brasil. Disponível em: <<http://www.wpcdobrasil.com.br/single-post/2016/06/14/A-Revolu%C3%A7%C3%A3o-do-ACM-nas-fachadas-comerciais-e-residenciais>>. Acesso em: 31 out. 2107.

As exigências da vida útil dos edifícios. AECweb. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/as-exigencias-da-vida-util-dos-edificios_5219_0_1>. Acesso em: 05 set. 2017.

Brasil ACM alumínio. Disponível em: <<http://www.brasilacm.com.br/sobre-o-acm.html>>. Acesso em: 31 out. 2107.

Fachadas demandam manutenção atenciosa. AECweb. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/fachadas-demandam-manutencao-atenciosa_9481_10_0>. Acesso em: 31 out. 2107.

Granito para fachada. AU. Disponível em <<http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/181/como-especificar-fachadas-de-granito-131104-1.aspx>>. Acesso em: 26 set. 2017

Guia de Serviços: Tinta emborrachadas. Disponível em: <<https://www.guiaservicos.com/tintas-emborrachadas/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

Fachadas nobres. Técnica, 2001. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/52/artigo286203-1.aspx>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

Manual de garantia e especificações técnicas. TecBoond. Disponível em: <www.daybrasil.com.br>. Acesso em: 03 out. 2017.

Manual de Instalação J-Bond. J-Bond. Disponível em: <http://www.plasttotal.com.br/arquivos/manual/MANUAL_INSTALACAO_JBOND.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

Manual técnico de pintura. Hidracor. Disponível em: <<http://www.hidracor.com.br/files/5eacec86-f1b0-4f2b-8dbf-f40a3d45a9a8.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

Manual técnico Proteção Sol & Chuva pintura impermeabilizante. Coral. . Disponível em: < <https://www.coral.com.br/pt/pt/produtos/protecao-sol-chuva-pintura-impermeabilizante>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

Painéis de ACM são usados no revestimento de fachadas, coberturas e marquises. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/paineis-de-acm-sao-usados-no-revestimento-de-fachadas-coberturas-e-marquises_12603_10_0>. Acesso em: 26 set. 2017.

Patologia e reabilitação de revestimento de fachada. Disponível em: < <https://www.engenhariacivil.com/patologia-reabilitacao-revestimentos-fachada>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 30 out. 2017.