

NEUBER ROCHA DE SOUZA

**Análise comparativa entre os revestimentos
externos de fachada ventilada e Corian® DuPont™**

SÃO PAULO

2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

NEUBER ROCHA DE SOUZA

**Análise comparativa entre os revestimentos externos de
fachada ventilada e Corian® DuPont™**

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MERCIA MARIA SEMENSATO BOTTURA DE
BARROS

MONOGRAFIA APRESENTADA À ESCOLA
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO, COMO PARTE DAS EXIGÊNCIAS DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM
TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE
EDIFÍCIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA
DEFENDIDA POR NEUBER ROCHA DE SOUZA, E ORIENTADA PELA PROFA.
DRA. MERCIA MARIA SEMENSATO BOTTURA DE BARROS.

Assinatura da Orientadora

SÃO PAULO
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço do Departamento de Engenharia da Construção Civil
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Catálogo-na-publicação

Souza, Neuber

Análise comparativa entre os revestimentos externos de fachada ventilada e Corian® DuPont™ / N. Souza -- São Paulo, 2016.
80 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1. Corian 2. Fachada Ventilada 3. Revestimento Externo I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. MERCIA MARIA SEMENSATO BOTTURA DE BARROS (Orientadora)

Prof. Dra. LUCIANA ALVES DE OLIVEIRA

Prof. Dra. RENATA MONTE

Este exemplar corresponde à redação final da Monografia Lato Sensu defendida pelo aluno **NEUBER ROCHA DE SOUZA**, aprovado pela Comissão Julgadora em 15 de Agosto de 2016.

Profa. Dra. Mercia Maria Semensato Bottura de Barros
(Presidente da Banca)

RESUMO

SOUZA, N. R. **Análise comparativa entre os revestimentos externos de fachada ventilada e Corian® DuPont™**. 2016. 82 p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifício) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2016.

Cada vez mais os produtos sintéticos tem ganhado mercado, já que eles substituem materiais que podem ser escassos, de alto custo ou que não tenham todas as propriedades necessárias, como exemplo a pedra natural. O Corian®, uma placa sólida, não porosa e homogênea, apresenta grande potencial de utilização como componente de revestimento de fachada, devido a seu desempenho e suas características estéticas.

O objetivo deste trabalho é sintetizar as características do componente Corian® com vistas à sua aplicação em um sistema de revestimento não aderido para fachada, tendo como parâmetros outros componentes de revestimentos conhecidos do mercado.

Assim, neste trabalho faz-se uma análise crítica e comparativa das propriedades químicas e físicas do componente Corian®, realizado pela DuPont™, com as informações trazidas por manuais de fabricante e referências diversas, dos componentes de revestimentos externos mais utilizados em fachadas não aderidas atualmente, tais como placas de High Pressure Laminate, concreto polimérico, porcelanato, pedras naturais e de Aluminum Composite Material.

O estudo mostra que não existe o melhor ou pior componente para revestimento e sim aquele que mais se adequa às necessidades do projeto; portanto, uma vez que tais necessidades sejam conhecidas, este trabalho poderá auxiliar na seleção do componente de revestimento mais adequado, buscando-se o equilíbrio entre as necessidades e as características do produto.

Palavras-Chave: Corian®. Fachada Ventilada. Revestimento Externo.

ABSTRACT

SOUZA, N. R. **Comparative analysis between external cladding material for ventilated façade with Corian® DuPont™**. 2016. 82 p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifício) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2016.

Increasingly, synthetic products have gained market as they replace materials that can be scarce, expensive or do the one that not have all the necessary properties, for example the natural stone. The Corian®, a solid material, non-porous and homogeneous, has great potential for use as exterior cladding component, due to their performance and aesthetic characteristics.

The objective of this work is to synthesize the component Corian® characteristics based on their application as a non-adhered façade system, and to compare with to the characteristics of other components better known in the market.

Thus, this study makes a critical and comparative analysis of the chemical and physical properties of Corian® component, made by DuPont™, with the information from the manufacturer manuals and various references, of other external cladding components most used as a non-adhered facades system currently, such as High Pressure Laminate, polymer concrete, porcelain tiles, natural stone and Aluminum Composite Material.

The study shows that there is no better or worse external cladding material, but one that suits the project's needs; Therefore, since such needs are known, this work may help selecting the most appropriate cladding component, seeking a balance between the needs and the characteristics of the product.

Keywords: Corian®. Ventilated Facade. External Cladding.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVESTIMENTOS NÃO ADERIDOS PARA FACHADA VENTILADA	3
2.1	<i>Histórico da Fachada Ventilada</i>	3
2.2	<i>Elementos Constituintes da Fachada Ventilada</i>	6
2.2.1	Parede ou Vedo	7
2.2.2	Isolamento Térmico	7
2.2.3	Características de diferentes Isolantes Térmicos:	9
2.2.4	Membrana Impermeável	10
2.2.5	Subestruturas	10
3	CORIAN COMO COMPONENTE DE REVESTIMENTO EXTERNO NÃO ADERIDO	11
3.1	<i>O que é o Corian?</i>	11
3.2	<i>Características do Corian®</i>	12
3.3	<i>Modo de Fixação do Corian®.</i>	17
3.3.1	Braçadeiras de fixação – Distância	19
3.3.2	Adesivos Flexíveis	20
3.3.3	Cuidados na Fixação	21
4	OUTROS COMPONENTES PARA REVESTIMENTOS EXTERNOS NÃO ADERIDOS	22
4.1	<i>Placas de Rocha Natural</i>	22
4.1.1	Granito	22
4.1.2	Mármore	24
4.1.3	Características das Placas de Rocha	25
4.2	<i>Concreto Polimérico</i>	28
4.3	<i>Chapas Cimentícias</i>	28
4.4	<i>Metais</i>	29
4.5	<i>Placas Cerâmicas</i>	31
4.6	<i>Painéis Fenólicos</i>	32

5	ANÁLISE COMPARATIVA DOS COMPONENTES PARA REVESTIMENTOS NÃO ADERIDOS	34
5.1	<i>Peso Próprio</i>	37
5.2	<i>Absorção de água</i>	39
5.3	<i>Resistência à Flexão</i>	40
5.4	<i>Dilatação Térmica</i>	42
5.5	<i>Condutividade Térmica</i>	44
5.5.1	Comportamento térmico de uma fachada ventilada	44
5.6	<i>Dureza Mohs</i>	49
5.7	<i>Cores, Texturas e Formas</i>	51
5.8	<i>Durabilidade e Manutenção</i>	55
5.9	<i>Desempenho Ambiental</i>	61
5.10	<i>Resistência à ação do Fogo</i>	64
5.11	<i>Fixação</i>	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características de diferentes tipos de Isolante térmico. Fonte: Elaborada pelo Autor	9
Quadro 2. Propriedades do Corian®. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	13
Quadro 3. Dimensões das placas de Corian. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	16
Quadro 4. Especificações para a Pedra natural, Concreto polimérico, Metal, Cerâmica e Painél Fenólico quanto ao fabricante, dimensões, espessura e composição.	35
Quadro 5. Valores de densidade, espessura e peso para os vários tipos de revestimento.....	38
Quadro 6. Capacidade de absorção de água dos revestimentos.....	39
Quadro 7. Resistência a Flexão.	41
Quadro 8. Dilatação Térmica.....	42
Quadro 9. Condutividade Térmica.....	47
Quadro 10. Dureza Mohs.	49
Quadro 12. Cores, texturas e formas.	51
Quadro 13. Vida útil do projeto. Fonte: (NBR 15575, 2013).	55
Quadro 14. Durabilidade.	56
Quadro 15. Manutenção.....	57
Quadro 11. Resistência a agentes químicos dos revestimentos.	59
Quadro 16. Aspectos ambientais dos revestimentos em estudo.....	62
Quadro 17. Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 15575. Fonte: (NBR 15575, 2013).	64
Quadro 18. Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823. Fonte: (NBR 15575, 2013).	65
Quadro 19. Classificação resistência ao fogo.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Detalhe Construtivo Cavity Wall. Fonte: (Poyatos, 2010).....	3
Figura 2. Evolução Histórica das Paredes. Fonte: (Ferreira, 2008).....	4
Figura 3. Esquema de Construção em Tabique Pluvial. Fonte: (Poyatos, La fachada Ventilada, 2010).	4
Figura 4. Estrutura de uma Fachada com isolamento Térmico. Fonte: (DuPont, s.d.).	6
Figura 5. Funcionamento da fachada Ventilada. Fonte: (Souza, 2010).	6
Figura 6. Elementos Constituintes da Fachada Ventilada. Fonte: (DuPont Solid Surface as an External Cladding Material).	7
Figura 7. Tipos de Parede de Fundo. Fonte: (Equitone, 2013).	7
Figura 8. Tipos de materiais Isolantes. Fonte: (Equitone, 2013).	8
Figura 9. Cores do Corian®. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	15
Figura 10. Fixação do Sistema Invisível. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	18
Figura 11. Sistema Squirrel. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	19
Figura 12. Fixação dos Painéis de Corian. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).	20
Figura 13. Sistema de Colagem de Painéis de Corian® com adesivo. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).....	21
Figura 14. Tipos de Granito. Fonte: (IEL, 2013).	23
Figura 15. Placa de revestimento de Mármore. Fonte: (Araguias Pedras, s.d.).	25
Figura 16. Manchas de Oxidação na posição das grapas. Fonte (Balbino, Mendes, Silva, , & Almeida, 2011).	27
Figura 17 Composição do Naturocimento. Fonte: (NaturoCimento).....	29
Figura 18. Constituição dos painéis de HPL. Fonte: (Fórmica, s.d.).	33
Figura 19. Ações atuantes nas placas devido (a) Vento (b) Ao peso Próprio (c) Variações de Temperatura. Fonte: (Moreiras, 2005).	43
Figura 20. Comportamento da Radiação na FDV. Fonte: (Guimarães, 2013).....	45
Figura 21 Tipos de furação para cada sistema de fixação para pedras naturais. Fonte: (Souza, 2010).	69

Figura 22. Sistema de Fixação ULMA. Fonte: (ULMA, 2014).....	70
Figura 23 Forma de Fixação. Fonte: (Fórmica).	71
Figura 24. Forma de Fixação Invisível. Fonte: (Fórmica).	72
Figura 25. Detalhe de fixação do ACM. Fonte: (Manual Técnico Belmetal)	73
Figura 26 Fixação por Trilhos. Fonte: (Portobello).	73
Figura 27. Fixação por Adesivos. Fonte: (Portobello).	74
Figura 28. Fixação para Grandes Dimensões. Fonte: (Portobello).	74

1 INTRODUÇÃO

Os revestimentos não aderidos de fachada surgiram como inovação a partir de um processo evolutivo das fachadas das edificações e, atualmente, apresentam características estética, econômica e funcional que têm levado a intensificar o seu uso em edificações de múltiplos pavimentos.

O componente Corian®, foco de estudo neste trabalho, teve início como material de mobília em cozinhas residenciais. Em 1995, passou a contar também com processadores no segmento comercial, desenvolvendo mobiliários para setores comerciais como: bancos, hospitais, redes de *fast-food*, hotéis e aeroportos. Em 2005, passou a ser disponibilizado e ofertado em uma expandida rede de processadores. Posteriormente, com a expansão da aplicação de Corian® em novos mercados, a tecnologia passou a ser utilizada no interior de aeronaves da Embraer (DuPont, s.d.).

Em 2007, a marca fortalece ainda mais a sua imagem sustentável com o lançamento de uma nova formulação contendo pelo menos 6% de material reciclado. Em 2008 houve o lançamento da linha *Illumination Series*, um componente translúcido, ou seja, que permite a passagem de luz. Além disso, o ano foi marcado pelo projeto da primeira fachada em Corian® no Brasil, empregada em uma loja de sapatos, composta pelo Sistema de Fachadas Corian® FR (*Fire Retardant*), que obedece aos critérios de segurança contra a ação do fogo e também proteção contra mudanças bruscas de temperatura e ação de raios ultravioletas (DuPont, s.d.).

A fachada, seja ela convencional, não aderida ou ventilada, tem como função ser mediadora entre os meios externo e interno do edifício. Os revestimentos externos dessas fachadas, além de papel estético, têm a função de proteção da vedação vertical, que está associada à durabilidade do edifício como um todo, evitando assim a ação direta dos agentes agressivos que atuam sobre a superfície dos edifícios, tais como: umidade, variação de temperatura, fogo, poeira, microrganismos, gases poluentes, radiações, vibrações, cargas de impacto e forças exteriores. Ou seja, o revestimento externo juntamente com o sistema de fachada, tem grande contribuição para o desempenho do edifício, particularmente em relação ao conforto térmico e acústico, uma vez que influencia diretamente na temperatura interna e a qualidade ambiental do espaço, atuando também como barreira acústica.

Com o grande sucesso deste produto em outros segmentos foi que se deu a motivação do estudo deste componente Corian® para fachada, pois cada vez mais os produtos sintéticos têm ganhado mercado, já que eles substituem materiais que podem ser escassos, de alto custo ou que não tenham todas as propriedades necessárias, como exemplo a pedra natural. A mesma motivação levou o fabricante DuPont™ a estudar o emprego deste produto em fachadas, sugerindo que seja utilizado no sistema de revestimento não aderido possibilitando a existência de fachadas ventiladas.

O objetivo deste trabalho é sintetizar as características do componente Corian® com vistas à sua aplicação em um sistema de revestimento não aderido para fachada, tendo como parâmetros outros componentes de revestimentos conhecidos do mercado. Assim, neste trabalho faz-se uma análise crítica e comparativa das propriedades químicas e físicas do componente Corian®, realizado pela DuPont™, com as informações trazidas por manuais de fabricante e referências diversas, dos componentes de revestimentos externos mais utilizados em fachadas não aderidas atualmente, tais como placas de High Pressure Laminates, concreto polimérico, porcelanato, pedras naturais e de Aluminum Composite Material.

2 REVESTIMENTOS NÃO ADERIDOS PARA FACHADA VENTILADA

2.1 Histórico da Fachada Ventilada

A necessidade de se proteger das intempéries resultou na busca por abrigos. Com os abrigos, passou a existir a necessidade de proteção da estrutura deste abrigo contra agentes atmosféricos. Nasceram, então, os acabamentos externos, que têm como função proteger o vedado (elementos da estrutura e alvenaria), além de desempenharem um papel estético.

A fim de uma melhoria cada vez maior da proteção da parede de fachada contra as intempéries e um melhor isolamento térmico, em 1925 na Inglaterra, começa a ser produzido o sistema de *Cavity Wall*, Figura 1, precursor da fachada ventilada (Poyatos, La fachada ventilada, 2010).

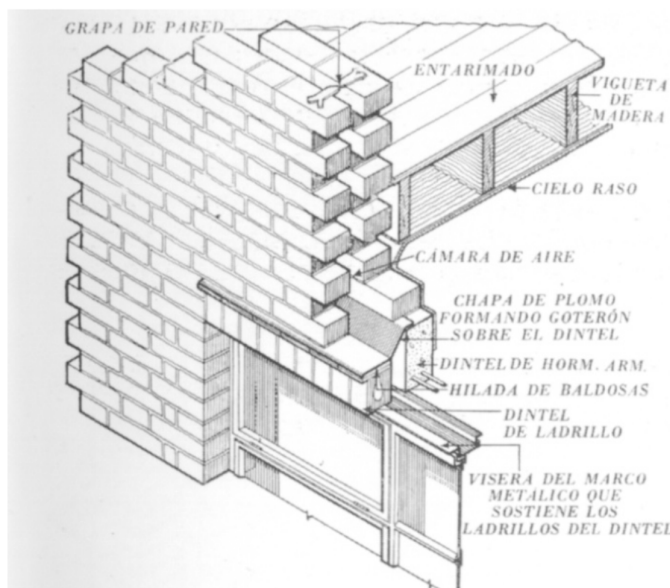


Figura 1. Detalhe Construtivo Cavity Wall. Fonte: (Poyatos, 2010).

Ao longo do século vinte, ocorreram diversas alterações de formato, disposição da cavidade intermediária e tipos de materiais utilizados, originando o que se denominam paredes duplas, cuja evolução está apresentada na Figura 2.

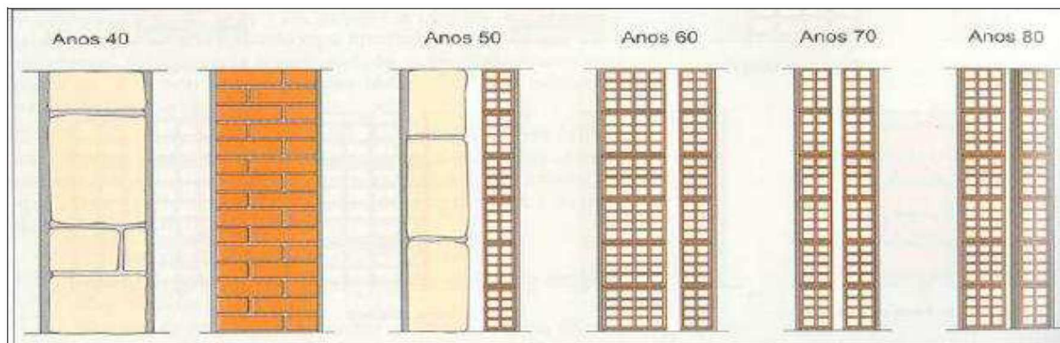


Figura 2. Evolução Histórica das Paredes. Fonte: (Ferreira, 2008).

O conceito de fachada ventilada “começou” na Noruega em 1940 (Equitone, 2013) em que os elementos chamados “técnica de juntas abertas nas fachadas” eram usados em celeiros. Os revestimentos de madeiras, eram abertos no topo e na base, distantes da parede interna para permitir a drenagem e evaporação da água. O prédio Alcoa, em Pittsburgh, projetado por Harrison e Abramovitz foi um dos primeiros prédios que utilizou a fachada ventilada ,em 1952, e foi construído com largos painéis de alumínio (Equitone, 2013).

Com a evolução das paredes duplas, originou-se, em meados do século XX, a “*Tabique Pluvial*”, que servia de proteção às paredes internas (Poyatos, 2010). A função principal era a proteção contra agentes atmosféricos. A Figura 3 apresenta como a evolução dos revestimentos externos adiciona a função de ventilação da parede interna.

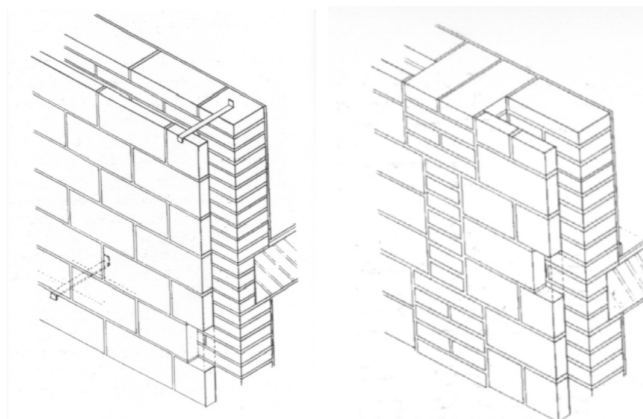


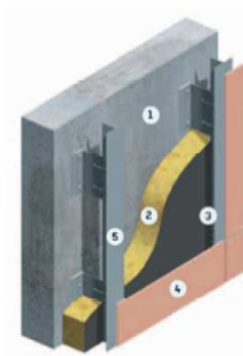
Figura 3. Esquema de Construção em Tabique Pluvial. Fonte: (Poyatos, La fachada Ventilada, 2010).

Em Guimarães (2013), o autor cita que em meados da década de 1970, foi colocado o primeiro material de isolamento térmico devido as preocupações

energéticas que começaram a aumentar nos anos 70 e 80, difundindo o uso de isolantes térmico, podendo este preencher a caixa de ar entre as paredes duplas de maneira total ou parcial. Esta incorporação de materiais com propriedade de isolamento térmico se iniciou sem grande preocupação com o tratamento das pontes térmicas.

No início, os isolantes térmicos eram colocados nas paredes do interior, utilizando painéis ou blocos com menor condutividade térmica que o utilizado na parede externa, mas este tipo de solução resultava em perda de parte da área útil e o sistema não era tão eficaz. Inicia-se então, o isolamento térmico a partir das paredes do exterior. Partiu-se do mesmo princípio, isto é, usar no lado externo materiais isolantes. Mas não daria para usar materiais de baixa condutibilidade térmica pois esses materiais, na época, usualmente apresentavam baixa resistência mecânica. Assim, foram utilizados outros materiais, objetivando-se aumentar o desempenho do sistema. Mas, com isto, aumentava-se também a espessura e o aumento da espessura não era proporcional ao aumento do conforto interno, uma vez que as pontes térmicas tinham um efeito predominante (Souza, 2010).

Surgem, então, as paredes simples ligadas a soluções inovadoras de isolamento térmico pelo exterior, quer com revestimento delgado armado ou sob placas de proteção, capazes de proporcionar melhor desempenho térmico e mecânico. Como consequência, surge a fachada ventilada, consolidada nos últimos anos, resultante do progresso técnico e tecnológico, de materiais inovadores e, ainda, devido a uma preocupação constante de melhoraria das condições hidrotérmicas, durabilidade, resistência a agentes naturais, otimização do espaço, estética, peso próprio (redução) e conforto térmico. A Figura 4 apresenta uma fachada ventilada e seus elementos nos dias de hoje.



- 1- Pano interior da fachada (suporte).
- 2- Isolamento térmico.
- 3- Câmara-de- ar ventilada.
- 4- Revestimento exterior da fachada.
- 5- Sub-estrutura portante (estrutura intermédia).

Figura 4. Estrutura de uma Fachada com isolamento Térmico. Fonte: (DuPont, s.d.).

2.2 Elementos Constituintes da Fachada Ventilada

Uma fachada ventilada é uma parede constituída por dois elementos verticais de vedação, os panos interior e exterior, separados entre si por um espaço intermediário que possibilita a circulação de ar, conhecido como caixa-de-ar, dentro da qual podem ser introduzidos materiais isolantes térmicos para possibilitar adequado desempenho do conjunto. A existência desta cavidade entre os panos e a movimentação do ar ali contido são os responsáveis pelas propriedades térmicas do conjunto, e configuram a característica principal deste método construtivo (Guimarães, 2013).

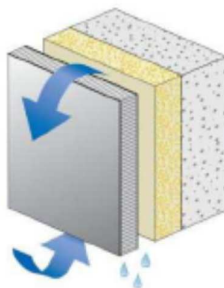
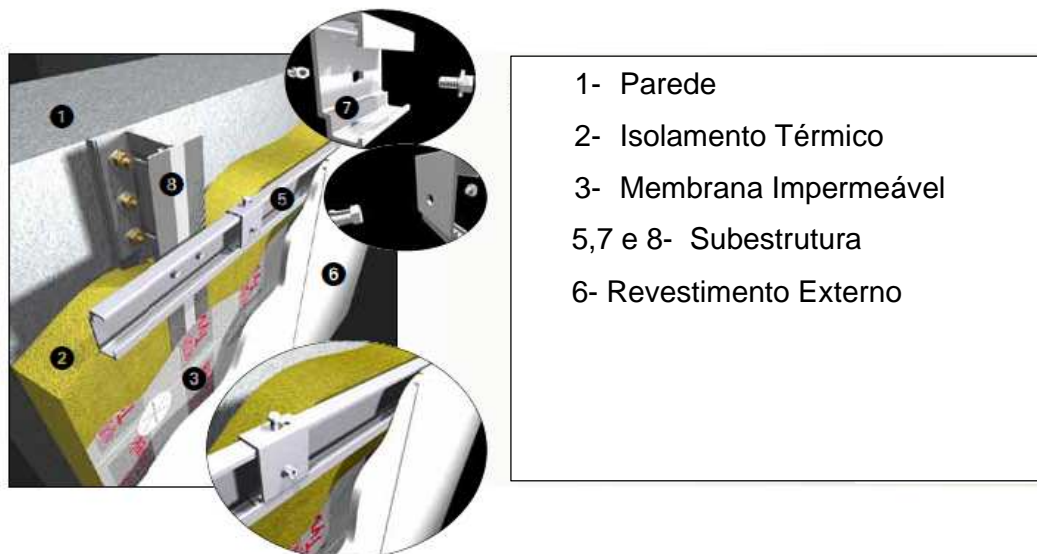


Figura 5. Funcionamento da fachada Ventilada. Fonte: (Souza, 2010).

A Figura 6 ilustra cada parte de uma *fachada ventilada*, constituída, principalmente por parede; Isolamento térmico; Tyvek (DuPont™); Vão de ventilação; Substrutura e modos de fixação; Revestimento.



- 1- Parede
- 2- Isolamento Térmico
- 3- Membrana Impermeável
- 5,7 e 8- Subestrutura
- 6- Revestimento Externo

Figura 6. Elementos Constituintes da Fachada Ventilada. Fonte: (DuPont Solid Surface as an External Cladding Material).

2.2.1 Parede ou Vedo

A parede interna corresponde ao elemento de vedação em contato direto com o interior do edifício e deve apresentar estanqueidade a água e ao ar. A parede deve ser dimensionada para receber os esforços solicitados pelo sistema de revestimento não aderido da *fachada ventilada*.

A parede pode ser construída em alvenaria de concreto, alvenaria de madeira, *steel frame drywall*, dentre outros, como mostrado na Figura 7. Em seu exterior não se fazem necessários maiores tratamentos uma vez que esta face é ocultada pela vedação exterior. Entretanto, é importante a aplicação de produtos impermeabilizantes para auxiliar sua estanqueidade.

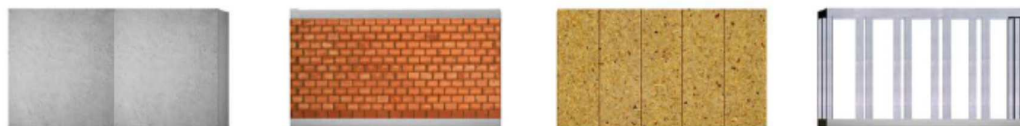


Figura 7. Tipos de Parede de Fundo. Fonte: (Equitone, 2013).

2.2.2 Isolamento Térmico

Pode-se usar qualquer tipo de material como isolante térmico. Na verdade, o uso de um material isolante térmico é feito para complementar o desempenho do sistema, atenuando a transmissão térmica através da fachada, e garantindo o conforto térmico.

Existem dois tipos de aplicação do material isolante, os Isolantes pré-fabricados, que são fixados na face externa da parede interna por meio de fixação mecânica ou por colagem e os Isolantes projetados, que são produzidos por equipamentos que misturam suas matérias prima, liquidas, que vão se solidificarem após a sua projeção.

Existem diferentes tipos de isolante térmico com diferentes características. A Figura 8 mostra alguns exemplos de isolamento térmico como a Fibra Mineral, a Lã Mineral, o Poliuretano, as Espumas Fenólicas e a Fibra de vidro, tais informações foram sintetizadas do catálogo Equitone (2013) e da dissertação de Dutra (2010).

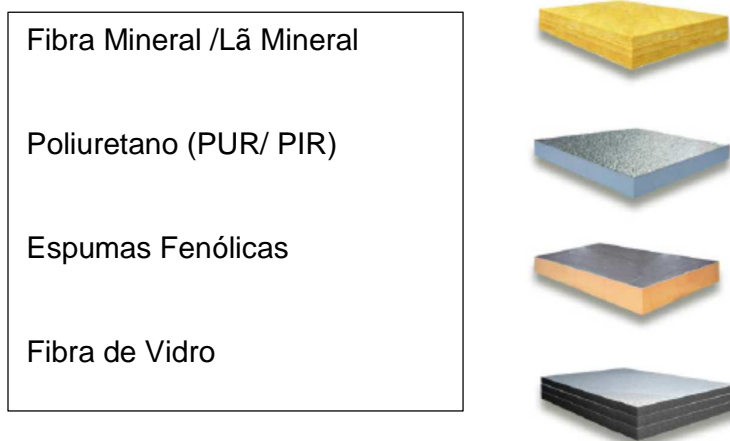


Figura 8. Tipos de materiais Isolantes. Fonte: (Equitone, 2013).

A lã Mineral é constituída principalmente das rochas vulcânicas. Seu uso é para isolamento térmico e proteção contra incêndio. Por sua estrutura fibrosa multidirecional proporciona uma quantidade de ar imóvel no seu interior, ajudando na sua capacidade de isolante térmico. Outra característica importante é que não se desfibra diante da ação de chuva e vento.

Já as fibras de vidro podem apresentar-se na forma de painel rígido ou em rolos. Os painéis rígidos levam como componente um tipo de resina que atua como barreira de vapor, não podendo suportar nenhum tipo de carga.

O poliuretano geralmente se aplica projetado em forma de espuma. O uso em grandes áreas apresenta um custo um pouco mais elevado em comparação aos outros isolantes devido ao baixo rendimento. Em caso de incêndio ele desprende gases tóxicos, por isso, pode ser utilizado somente em fachadas ventiladas ou entre câmaras. É muito utilizado em áreas de difícil acesso ou em locais com fissuras. Após a aplicação seu volume aumenta 30 vezes do seu estado líquido inicial, tomando uma consistência de plástico sólido, sendo muito aderente.

O poliestireno expandido (EPS) apresenta-se em painéis. Sua estrutura possui 98% de ar incorporado sendo, por isto, excelente isolante térmico. Resiste ao tempo e não absorve praticamente nada de água.

O Poliestireno Extrudido (XPS) possui uma maior durabilidade, resistência a vapor, resistência a compressão, facilidade de instalação.

O Cortiça é constituído por matéria prima renovável e natural, fabricado sem aditivos, apresenta durabilidade prolongada, reciclável. Sendo mais aceitável do ponto de vista sustentável.

2.2.3 Características de diferentes Isolantes Térmicos:

O Quadro 1 traz uma comparação entre os valores das propriedades condutividade térmica, massa volumétrica, limite máximo de temperatura em uso, resistência a compressão, coeficiente térmico de dilatação, assim como a origem da informação.

Quadro 1. Características de diferentes tipos de Isolante térmico. Fonte: Elaborada pelo Autor

	Condutibilidade Térmica W/mK	Massa Volumétrica Kg/m ³	Limite Máximo de temperatura em Uso C	Resistência a Compressão N /mm ²	Coeficiente Térmico de Dilatação mm/m	Origem da Fonte
Lã Mineral	0,035/0,040	15-200	100 - 200	NA	0,7	Bazzocchi F. Et, al, 2002
Fibra de Vidro	0,040/0,055	105-165	430	0,50/1,70	0,85	Bazzocchi F. Et, al, 2002
Poliuretano	0,016/0,2	25-60	110	0,18/035	NA	Dias, 2009
EPS	0,035/0,040	25-45	85	0,2/0,7	NA	Bazzocchi F. Et, al, 2002
XPS	0,035/0,040	25-45	90	0,10/0,90	5,0/8,0	Bazzocchi F. Et, al, 2002
Cortiça	0,043	100-150				www. Amorim, 2009

2.2.4 Membrana Impermeável

O ambiente externo deve ser levado em consideração para a construção de um edifício pois quando a temperatura do ar é alta este pode carregar grandes quantidades de vapor de água e encontrando uma superfície fria ele se condensa (passa do estado de vapor para o estado líquido). Devido a força gravitacional a água formada irá se acumular nesta superfície podendo causar deterioração de componentes da edificação e, dependendo do tipo de material, ocasionar delaminação e corrosão (Cardoso, 2015).

Para lidar com este tipo de problema de permeabilidade de água é que a DuPont™ criou um sistema de proteção para fachadas ventiladas chamado *Tyvec® UV Facade* que serve para proteção das estruturas frente ao ar, umidade e radiação UV em longo prazo. É uma membrana impermeável a água, mas permeável ao vapor. São produtos rígidos e duráveis de fibras de polietileno de alta densidade. A folha é formada por fibras interconectadas muito finas que, em seguida, são unidas por calor e pressão (www.dupont.com.br; acesso 01/03/2016)

Este tipo de informação referente ao risco de permeabilidade frente a condensação deve ser especificado para cada temperatura para que o usuário saiba qual a melhor fachada ventilada a ser utilizada.

2.2.5 Subestruturas

A ação do vento nos revestimentos não aderidos aplicados em fachadas ventiladas ou não é o que mais pode dificultar o desempenho do sistema. Para isso deve-se escolher o melhor tipo de ancoragem, considerando sua exposição ao vento. É importante se atentar que estas propriedades variam entre os fabricantes. As subestruturas e fixações devem ser dimensionadas de forma a suportar esforços normais ao plano das placas de revestimento (peso próprio do revestimento), esforços perpendiculares ao plano das placas (devido aos impactos acidentais, sísmicos e ações do vento como, pressão e sucção), dilatações térmicas lineares do material e dos revestimentos, deformações impostas, como dilatação e contração das placas, deformações dos suportes e movimentos das estruturas do edifício.

3 CORIAN COMO COMPONENTE DE REVESTIMENTO EXTERNO NÃO ADERIDO

3.1 O que é o Corian?

Segundo o manual, *DuPont™ Solid Surface as an external cladding material*, o componente *Corian®* é um material sólido, não poroso, homogêneo, composto por aproximadamente um terço de resina acrílica e dois terços de minerais. Trata-se, portanto, de um polímero aditivado com alguns minerais. O polímero utilizado é o polimetilmetacrilato (PMMA), conhecido comercialmente como acrílico sendo este um material termoplástico rígido, transparente e incolor de fórmula molecular $(C_5O_2H_8)_n$.

Esse produto inovador, polímero, é resultado de estudos que começaram após a segunda guerra mundial quando houve um grande avanço nas pesquisas quanto ao emprego de polímeros, que começaram a substituir os materiais tradicionais como metais, vidros e madeira em diversos campos de aplicação.

Iniciou-se a ativação dos polímeros melhorando suas propriedades físicas e químicas, diversificando o uso dos polímeros em todos os segmentos industriais. Pode-se incluir nesse campo também as misturas poliméricas, blendas e compósitos.

A partir desses avanços, os polímeros começaram a competir com os materiais tradicionais, mesmo em situações mais críticas, em várias propriedades, tais como, os bons condutores de eletricidade, biodegradáveis e também aqueles resistentes a altas temperaturas ou elevada resistência mecânica.

O PMMA, polímero utilizado no *Corian®*, é um termoplástico, caracterizado por possuir ligações químicas fracas (*Van der Waals*) e poder ser facilmente rompido com a introdução de energia (Fruet, 2005). Dessa forma, quando aquecidos, suas ligações intermoleculares são quebradas permitindo uma maior movimentação das cadeias poliméricas. A capacidade das cadeias de fluir com a aplicação de temperatura garante a esses materiais uma característica fundamental: a de serem recicláveis.

Junto o PMMA é adicionado a ATH, que é a carga mineral mais utilizada como retardador de chama no mundo. Tecnicamente, o ATH é um hidróxido de alumínio, com a fórmula química $Al(OH)_3$. O nome hidratado foi dado devido a produção de água durante sua decomposição por fogo. Adicionando essa propriedade de retardador de fogo ao produto final. (Rabello & De Paoli, 2013)

3.2 Características do *Corian*®

Com a adição de outras cargas minerais ao PMMA forma-se o *Corian*®, que apresenta baixo peso e grande resistência à tração e à flexão, excelente resistência ao carregamento de ventos. Possui boa resistência ao fogo não derrete ou forma bolhas de queimadura e apresenta baixa geração de fumaça. Primeiramente emite óxidos de carbono e não libera gases halogênios tóxicos, é resistente à absorção de água e gelo e apresenta excelente resistência química a ambientes poluídos.

Quanto à durabilidade, a placa de revestimento *Corian*® permite insolação direta e é considerada durável pois os painéis podem ser reparados, apresenta baixo VOC, não é tóxico e as cores se mantêm do meio até as beiradas. No Quadro 2 estão apresentados alguns testes e seus resultados, mostrando parte de suas características e propriedades técnicas.

Uma das principais vantagens do *Corian*®, é seu apelo estético, por ser um produto termomoldado, pode receber qualquer forma, segundo o manual do fabricante (DuPont Solid Surface as an External Cladding Material), possuem diferentes, cores, texturas e dimensões.

Os painéis grandes podem ser reforçados com emendas sendo a principal limitação a capacidade da subestrutura de acomodar as expansões térmicas, o peso e a necessidade de juntas de dilatação. Devido a estas propriedades o sistema de montagem é limitado a 5m de altura.

Quadro 2. Propriedades do Corian®. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

Propriedade	Resultado	Unidade	Teste
Estrutural			
Peso Específico	1750	Kg/m ³	
Peso por área	21,5	kg/m ² (e=12mm)	
Impacto	Categoria I		ISO 7892
Módulo de Flexão	8040 - 9220	Mpa	DIN EN ISO 178
Resistência à Flexão	57 - 74	Mpa	DIN EN ISO 178
Alogamento até Ruptura	0,76 - 0,93	%	DIN EN ISO 178
Resistência à Tração	41	Mpa	ASTM D638
Módulo de Tração	10,4	Mpa	ASTM D638
Tração ao Alongamento	0,4	% Mínimo	ASTM D638
Resistência ao Impacto	15	N-m	ASTM D5420

Resistência ao fogo			
EuroClass	B-s1,d0		EN 13501-1

Durabilidade			
Coefficiente Longitudinal de Expansão	39 x 10 ⁻⁶	°C	DIN 51045
Condutividade térmica	0,77	W/mK	DIN 5212
Desbotamento da cor	Seguir recomendação de uso de cores externas		ASTM G7 & G155
Absorção de água	0,6	% (peso)	ASTM D570
Resistência ao Congelamento	Não Houve mudanças Observadas		ASTM C666
Resistência a Maresia	Superfície Fácilmente renovada		ASTM B117
Resistência ao SO ₂	Não Afeta		ASTM G85
Resistência ao Fungo	Não facilita o crescimento de micro organismos		ASTM G21

Manutenção			
Rigidez	> 85		ASTM D785 e ASTM D2583
Acido Nítrico (Chuva àcida)	Superfície Fácilmente renovada		AAMA 605.2
Resistência a Alcaninos/Ácido	Superfície Fácilmente renovada		ASTM D1308
Alta temperatura com 100% de umidade relativa	Superfície Fácilmente renovada		ASTM D2247
Resistência a Detergente	Superfície Fácilmente renovada		ASTM D2248

O Corian® é translúcido, pois permite a difusão de luz, depende da cor e espessura. Em geral, as cores sólidas como branco e bege são as mais translúcidas quando comparadas a cores escuras. O Corian pode ser fabricado para atingir diferentes níveis de translucidez. Quando o material é cortado em uma espessura menor permite maior passagem de luz. O *Corian Illumination* é uma série fabricada para ter mais translucidez que as cores padrão.

Quanto a textura há diferentes tratamentos de superfície incluindo (lixamento, corte, jateamento, jato de água) texturas (moldes quentes, laminação, etc.). As superfícies podem ser cortadas sem necessidade de equipamentos especiais. A fabricação pode ser terminada rapidamente e com diferentes acabamentos lisos, rústico, texturado, etc.

Algumas cores do Corian® podem desbotar com o tempo devido aos intemperes ou ocorrer mudanças no brilho e polimento da superfície, mas isso pode ser renovado lixando a superfície. Esse problema é mais comum em cores escuras. As cores são agrupadas conforme sua estabilidade, quando a placa é exposta a intempéries, como ilustra a Figura 9.



Figura 9. Cores do Corian®. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

As dimensões das placas de *Corian*® são fornecidas de acordo com suas cores, conforme o Quadro 3.

Quadro 3. Dimensões das placas de Corian. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

C	Cor	Espessura			Cump.	Largura	
		12 mm	19 mm	3658 mm		760 mm	930 mm
	Designer White	•		•	•		•
	Bisque	•		•	•		•
	Elegant Gray*	•		•	•		
	Distinct Tan*	•		•	•		
	Glacier White	•	•	•	•	•	•
	Bone	•		•	•		•
	Light Ash*	•		•	•		
	Glacier Ice	•		•	•		•
	Cameo White	•		•	•	•	•
	Clay	•		•	•		
	Private Gray*	•		•	•		
	Lime Ice	•		•	•		
	Vanilla	•		•	•		•
	Ethereal Azure*	•		•	•		
	Silver Gray*	•		•	•		
	Mint Ice	•		•	•		

O acabamento de superfície deve estar de acordo com a especificação do cliente, sendo os acabamentos *matte* ou *semi-gloss* os que requerem menos manutenção. Os painéis devem ser usados direto dos palhetes, sem adicional lixamento ou acabamentos. Quando lixadas devem ser somente em uma direção, evitando assim, uma percepção diferente de cor devido ao reflexo da luz.

Alguns cuidados devem ser tomados no transporte, manuseio e manutenção tais como, evitar dobrar os painéis; evitar colocar tensão nas emendas; proteger os painéis dos impactos que podem causar danos a superfície ou laterais; para o transporte usar palhete do tamanho dos painéis; usar proteção entre os painéis e os topos dos painéis; certificar que os painéis estão fixos evitando escorregar.

Quanto ao estoque os painéis devem ser armazenados em áreas fechadas em temperatura e umidade normal e guardados em locais planos para evitar que esses empenem.

O equipamento para içamento não deve danificar a superfície dos painéis; após o corte dos painéis, o pó deve ser retirado utilizando panos úmidos; o equipamento não pode dobrar ou colocar tensão nas emendas dos painéis; deve-se evitar colocar pressão nas partes sobrepostas; os cortes em janelas, portas e detalhes arquitetônicos devem ser feitos no local após instalados e todas as laterais devem ser arredondadas.

Para a manutenção, a baixa porcentagem de poros, diminui a impregnação de sujeiras, uma limpeza anual de água e detergente já seria o suficiente; nenhuma das superfícies precisa ser selada, pintada ou protegida; a cor é homogênea em toda espessura; situações em que os painéis sejam cobertos com sujeira de difícil remoção, os mesmo podem voltar ao original somente limpando ou lixando. E caso haja algum dano profundo, a superfície poderá voltar ao original usando um produto abrasivo ou lixadeira.

3.3 Modo de Fixação do *Corian*®.

A subestrutura usualmente é usada para montar painéis, em um sistema de grades de alumínio, em formato de “T” ou “L”, que são fixados na parede com ajuda de parafusos de alumínio. O revestimento é pendurado em um perfil de alumínio em formato de “C”, fixado na horizontal, que se encaixa em um outro perfil de alumínio em formato de “C reverso” fixado no painel. Essa fixação é o que chamamos de fixação por trilhos, é semelhante ao feito por grampos metálicos, a diferença é que o elemento fixador é linear e contínuo em todo comprimento da fachada. A existência dessa estrutura, chamada intermediária, de fixação permite também controlar a deformação transmitida no suporte ao revestimento. Esse método apresenta a vantagem de não ser necessário executar furos nas laterais do revestimento, o que confere uma maior produtividade na hora da instalação, uma vez que a fixação dos painéis ao suporte é realizada por um sistema chamado de fixação invisível.

O sistema de fixação invisível esconde a conexão atrás do painel *Corian*®. Esse sistema segura os painéis com segurança, suportando o peso deste e minimizando as deflexões causadas pelo vento. O sistema de fixação, quando planejado, também pode acompanhar as deformações térmicas. A fixação dos painéis pode ser feitas de dois modos, mecânica e por adesivos flexíveis.

Os sistemas de fixação mecânica irão anexar rigidamente a subestrutura intermediária ao painel. Sendo, todo o sistema projetado para se movimentar relativamente absorvendo a movimentação térmica de expansão e contração. Exemplos dessa fixação pode ser, Keil e Squirell.

O sistema keil usa um fixador mecânico em formato de cone instalado em um furo feito no painel, e em seguida um parafuso é introduzido no fixador, que se expande e travando a braçadeira de alumínio ao painel conforme a Figura 10.

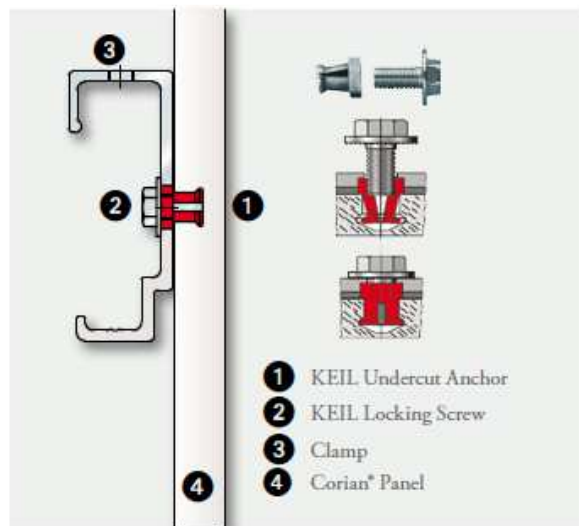


Figura 10. Fixação do Sistema Invisível. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

No sistema de fixação Squirell, um furo é feito no painel, onde é aplicado um adesivo e posteriormente instalado uma peça de *Corian*® pré-fabricada com uma porca metálica. Após a fixação do adesivo, faz-se um lixamento, e a braçadeira pode ser conectada ao painel com um parafuso. Esse método é mais trabalhoso, mas pode ser uma alternativa para pequenos projetos. A Figura 11. Sistema Squirrel mostra o sistema Squirrel.



Figura 11. Sistema Squirrel. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

3.3.1 Braçadeiras de fixação – Distância

O número de braçadeiras e seus espaços são importante promovendo suporte para o revestimento, minimizando as deflexões causadas pelo vento. As braçadeiras não devem ser instaladas a menos 50 mm e não distantes mais que 150 mm da extremidade do painel. O máximo espaçamento recomendado entre braçadeiras é 650 mm tanto horizontal como vertical. Essas recomendações são baseadas em testes, performance no CSTB (*Centre Scientifique et technique du Batiment – France*) para carregamentos de vento de 1140 Pa. Se o vento calculado em projeto, exceder esse valor será requerido um espaçamento menor entre as braçadeiras.

É importante que projetistas, construtores e fornecedor trabalhem junto na tomada de decisões, pois estas devem ser tomadas na fase do projeto. A Figura 12, mostra o funcionamento o sistema de braçadeiras.

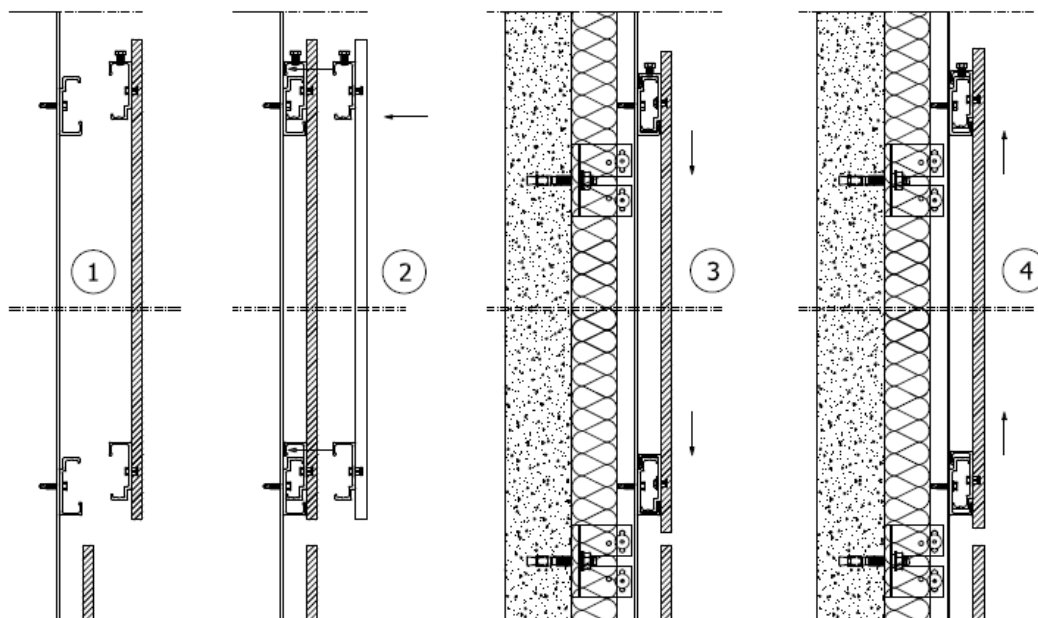


Figura 12. Fixação dos Painéis de Corian. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

- 1- O painel é posicionado na frente da estrutura de alumínio;
- 2- O painel é empurrado contra a estrutura;
- 3- O painel é empurrado para baixo, conectando o painel a estrutura dos grampos;
- 4- O painel é alinhado com outros painéis e levantado pelos parafusos de ajustes das presilhas no topo, permitindo a expansão vertical do painel. Finalmente um dos grampos é fixo pelo parafuso, prevenindo o painel de se mover horizontalmente.

3.3.2 Adesivos Flexíveis

Um método alternativo para montagem dos revestimentos externos é usar um adesivo flexível que prende o painel na subestrutura. Devido a variação de práticas construtivas e legislação de construção esse método pode não ser universalmente aceitável. O Adesivo tem que aguentar o peso dos painéis bem como acomodar as movimentações térmicas entre a subestrutura e o painel. É recomendado trabalhar com os fornecedores dos adesivos para certificar que os adesivos estão dimensionados

corretamente com o projeto. Os adesivos flexíveis são aderidos aos trilhos verticais, que por sua vez não devem ter espaçamentos maior que 600 mm. Os adesivos apresentam colagem nas duas faces da fita, ajudando para segurar o painel até que o adesivo esteja totalmente curado e prevenir que o adesivo fixe entre as junções dos dois painéis. A Figura 13 mostra placas de *Corian®* sendo fixadas com adesivo.

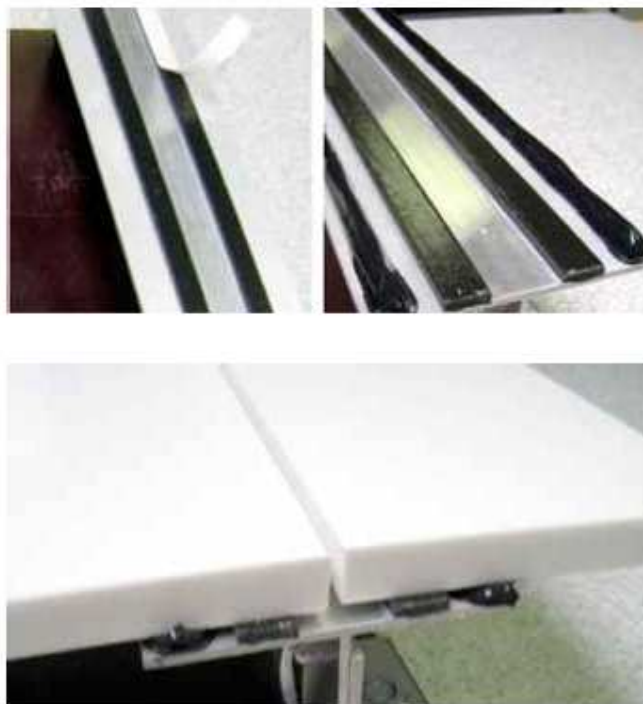


Figura 13. Sistema de Colagem de Painéis de *Corian®* com adesivo. Fonte: (DuPont, DuPont Solid Surface as an External Cladding Material, s.d.).

3.3.3 Cuidados na Fixação

O *Corian®* sofre dilatação e compressão devido as mudanças de temperaturas. Sendo assim as juntas de dilatação e o método de fixação devem ser dimensionados de um modo que o material possa de mover livremente.

O coeficiente de dilatação do *Corian*, $39 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, e a variação do comprimento e largura, 3 mm/m (baseado na variação de temperatura máxima-mínima de 80°C), deverá ser considerado no projeto. A expansão ou contração dever ser estimada usando a estimativa de mínima e máxima temperatura.

4 OUTROS COMPONENTES PARA REVESTIMENTOS EXTERNOS NÃO ADERIDOS

Para entender melhor sobre o Corian®, este trabalho tem como objetivo compará-lo com outros revestimentos, que são mais conhecidos e utilizados como revestimentos não aderidos para fachada ventilada. Os revestimentos abordados estão sintetizados na sequência.

4.1 Placas de Rocha Natural

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT 15.012:2003 define rocha ornamental como: material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento, utilizado para exercer uma função estética. A rocha para revestimento corresponde à rocha natural que, submetida a processos diversos de beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos, paredes e fachadas, em obras de construção civil. A seguir serão descritas as placas de rochas naturais mais utilizadas como componentes de revestimento não aderidos de fachadas, granito e mármore.

4.1.1 Granito

Para o setor de rochas ornamentais e de revestimento, as jazidas de granito correspondem a um amplo conjunto de rochas silicáticas, cuja associação mineralógica mais comum apresenta uma composição de quartzo, feldspatos e micas. Definições retirados do Michaelis (www.michaelis.com.br; acesso em 02/2016).

O crescimento recente do uso do granito em fachadas foi, pelo menos em parte, determinado por sua maior durabilidade, resistência e diferentes padrões estéticos em relação ao mármore. No mercado existem mais de 500 tipos disponíveis de granito. No entanto, o fato de serem considerados materiais nobres não exclui a necessidade de cuidados durante a especificação (Balbino et.al., 2011). A Figura 14, mostra alguns granitos brasileiros.

Os granitos de Minas Gerais são conhecidos pelos seus desenhos rebuscados, com movimento, sem seguir um padrão. Já a Bahia é famosa pelas rochas azuis,

como o azul-macaúba e o azul-Bahia, o mais caro de todos. O azul-fantástico, extraído em São Paulo, é uma exceção a essa regra. Entre os produtos mais conhecidos, o lilás-gerais e o verde-candeias vêm de Minas; o cinza-prata e o verde-Linhares, do Ceará; o gialloveneziano, do Espírito Santo; o capão bonito, o cinza-Mauá e o verde-Ubatuba, de São Paulo. Estes são os maiores produtores, mas todos os estados brasileiros têm granito e há centenas de tipos diferentes (Menezes & Larizzatti, 2005).

Há quatro tipos de acabamentos possíveis: levigado, lustrado, apicoado e flameado. Para fazer o levigado, deve-se lixá-lo com abrasivos, até deixá-lo liso. O lustramento é bem semelhante, mas utiliza produtos químicos, além de abrasivos, o que ajuda a impermeabilizar a rocha. O apicoado é feito com batidas de ponteiros, que deixam o granito com furinhos, portanto, antiderrapante. Já o flameamento é obtido com maçarico (o fogo queima alguns dos minerais da rocha, fazendo buracos e escondendo defeitos).

Os granitos que apresentam muita mica não podem ser flameados porque derretem. 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 cinzas absorvem mais água, mas existem exceções como o cinza-prata do Ceará, que praticamente não mancha.

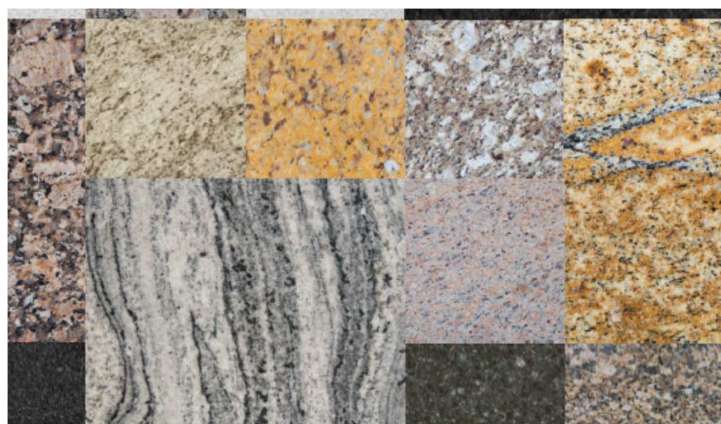


Figura 14. Tipos de Granito. Fonte: (IEL, 2013).

4.1.2 Mármore

Foram os gregos que levaram o uso do mármore para o domínio público, seja em escultura ou em arquitetura. Por outro lado, deve-se aos romanos a sua aplicação em construções privadas, como símbolo de status e riqueza de seu proprietário (IEL, 2013).

A definição de mármore segundo Michaelis (www.michaelis.com.br; acesso em 02/2016) é: pedra calcária, cuja massa é constituída por finos grãos de calcita, com veios de diversas cores.

No sentido comercial, os mármorees são rochas que apresentam composições carbonáticas, sedimentares e metamórficas. Podem ser maciços a bandeados, cripto a microcristalinos, e até granoblásticos médios a grossos nos tipos metamórficos, com minerais predominantemente de dureza entre 3 e 4 Mohs, e tons de cores variando do creme-esbranquiçado ao bege-amarelado. A mineralogia predominante consiste de calcita (CaCO_3) e dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, geralmente com o predomínio de calcita. Em alguns casos, quartzo, pirita, siderita, feldspatos e outras impurezas, tais como argila, podem fazer parte da composição dos mármorees, sendo esses os responsáveis pelo seu padrão cromático, visto que calcita e dolomita são brancas. Petrograficamente, tal categoria inclui os calcários e dolomitos sedimentares e seus equivalentes metamórficos, ou seja, os mármorees propriamente ditos e os travertinos, que por sua vez, constitui uma variedade calcária, texturalmente, bastante heterogênea, marcada por feições brechóides, cavidades alveolares, estruturas concêntricas e fibrosas, frequentemente com impurezas argilosas e silicosas (Menezes & Larizzatti, 2005).

Os mármorees, pela sua própria natureza, são rochas macias, pouco abrasivas, e de baixa resistência aos agentes intempéricos. Aceitam com facilidade os processos de desdobraimento. Comercialmente, os mais conhecidos são: o Bege Bahia (travertino), o Imperial Pink (mármore calcítico), a Pedra Cariri (calcário laminado), o Candelária White (mármore dolomítico) e o Carrara (calcário). No setor de rochas ornamentais e de revestimento, o termo mármore é empregado comercialmente para designar todas as rochas carbonáticas capazes de receber polimento e lustro (IEL, 2013). Um exemplo de uma peça de mármore usado em fachadas é apresentado na Figura 15.



Figura 15. Placa de revestimento de Mármore. Fonte: (Araguias Pedras, s.d.).

4.1.3 Características das Placas de Rocha

As rochas ornamentais utilizadas para revestimento são submetidas a diversos tipos de tratamentos, desde a sua extração, passando pelo beneficiamento, até a sua aplicação e o seu uso. Esses tratamentos são requeridos para evitar possíveis ações causadas pela poluição ambiental, pelo ataque de produtos de limpeza e outros líquidos agressivos, pelo desgaste abrasivo, pelo impacto com outros corpos e sobretudo pela ação das intempéries (IEL, 2013).

O conhecimento dos índices físico-mecânicos destas rochas diante das diversas solicitações é de fundamental importância para o seu dimensionamento e a correta especificação em seus mais variados campos de aplicação. Os referidos índices são obtidos através de ensaios executados segundo procedimentos normalizados por entidades reconhecidas internacionalmente, tais como: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); American Society for Testing and Materials (ASTM) e Comitê Europeu de Normalização (CEN).

No Brasil, algumas propriedades seguem a norma padrão NBR 15.845:2010 da ABNT, que estabelece no seu escopo métodos para os seguintes ensaios:

- análise petrográfica;
- índices físicos;
- densidade aparente;
- porosidade aparente;
- absorção de água;

- compressão uniaxial;
- resistência ao congelamento e degelo;
- flexão por carregamento em três pontos (módulo de ruptura);
- flexão por carregamento em quatro pontos;
- coeficiente de dilatação térmica linear;
- resistência ao impacto de corpo duro.

Uma parte dos materiais pétreos, utilizados na execução de fachadas, comporta-se de um modo característico, face às precipitações, absorvendo rapidamente a água por capilaridade e eliminando-a, de maneira muito lenta, através de evaporação. A retenção de água nos poros da pedra pode afetar a sua durabilidade de duas formas: uma delas é causada por baixas temperaturas, que provocam o congelamento da água acumulada nos capilares, provocando a ruptura dos mesmos e conseqüentemente, a degradação da pedra; e a outra é quando a água dissolve as substâncias constituintes da pedra, transformando-as em sais que quando transportadas para a superfície se cristalizam, dando origem a eflorescências.

Estas mudanças na textura e cor das pedras expostas às condições atmosféricas, dependem muito do fator grau de poluição atmosférica da zona onde se encontra o edifício e sua orientação solar. Todos esses fatores devem ser considerados, desde a fase de projeto ou da fase de seleção do material para revestimento (Cunha, 2006). Deve-se também atentar para a fixação das pedras naturais em fachadas, uma vez que o contato de revestimentos com materiais ferrosos, como os inserts metálicos, podem causar manchas, como apresentado Figura 16. Há também rochas que contêm partículas ferrosas em sua composição que causam manchas alaranjadas ou amareladas nos minerais devido a processo de oxidação (Balbino et al.,2011).



Figura 16. Manchas de Oxidação na posição das grapas. Fonte (Balbino, Mendes, Silva, , & Almeida, 2011).

A pedra indicada para uso exterior deverá apresentar maior impermeabilidade e maior resistência às ações dos agentes erosivos do meio ambiente.

Um dos principais problemas destes materiais é a dificuldade de prever com precisão o seu comportamento, face às diferentes solicitações físicas a que estão expostos em sua vida útil. Assim, é necessário que os materiais do revestimento tenham sempre suas características escolhidas baseadas nos itens abaixo:

- Qualidade do material;
- Definição petrológica (estado microfissural, presença de materias deletérios e alterados);
- Local de extração;
- Massa Volumétrica;
- Absorção de água;
- Porosidade;
- Coeficiente de dilatação térmica;
- Módulo de Flexão.

4.2 Concreto Polimérico

Segundo o catálogo técnico da (ULMA, 2014), o concreto polimérico é um material que utiliza a combinação de agregados pétreos (sílica e quartzo), mesma composição que o concreto convencional, mas ligados através de resinas de poliéster. O concreto no seu estado endurecido apresenta a porosidade capilar e macroscópica. A porosidade macroscópica são os espaços “vazios”, devido ao ar aprisionado durante a fase de mistura, ou em decorrência de deficiências no adensamento, e a porosidade capilar, é causada principalmente, em função da presença de água livre. A resistência e a durabilidade estão intimamente associadas à porosidade do concreto. Porém esses poros foram preenchidos parcialmente ou totalmente, com polímero, favorecendo sua resistência mecânica, bem como resistência a agentes agressivos, colaborando deste modo ao aumento da durabilidade. Este material apresenta uma resistência mecânica quatro vezes maior que o concreto convencional, permitindo a sua confecção em lâminas delgadas e leves.

Os revestimentos de concreto polimérico geralmente apresentam uma capa superficial que oferece uma proteção contra os raios UV, agentes atmosféricos e garantem baixa absorção de água. Pode ser fabricado com diferentes acabamentos, dimensões e cores, que será discutido no item 5.7.

4.3 Chapas Cimentícias

Existem outros painéis mais finos com a mesma composição. São os painéis de fibrocimento, inventado por Ludewig Hastchek em 1900, que desde então tem sido sucesso no mercado para uso como telhas e tubos. Foram reforçados com amianto ao longo do tempo. Esse reforço garante maiores resistências a esforços à tração, flexão e impacto, adquirindo assim pequenas espessuras e grandes dimensões. No entanto, desde que o amianto foi banido da construção civil no Brasil, lei federal 9055/95, surgiram então fibras alternativas para tal como o PVA (Poli Álcool Vinílico), o PP (Polipropileno) e fibras de vidro que constitui o GRC (*Glassfibre Reinforced Concrete*). (Souza, 2010).

Exemplos desses painéis de fibrocimento com reforço de PVA, são os da empresa Naturocimento (NaturoCimento), que são compostos por Cimento Portland, fibras de reforço em PVA, fibras de celulose, sílica amorfa, aditivos e água. Como mostra a Figura 17, esses materiais podem apresentar diversas cores, texturas e formas. A coloração pode ser superficial ou na própria massa do produto.



Figura 17 Composição do Naturocimento. Fonte: (NaturoCimento).

4.4 Metais

O metal é um material muito usado já na construção civil, devido a sua grande maleabilidade e plasticidade, e está sendo utilizado também como revestimento em fachadas. Os metais mais utilizados em fachadas são alumínio, cobre, zinco, titânio e ligas metálicas como o aço inoxidável e titânio-zinco. Apesar da grande popularidade do cobre e do zinco, os materiais preferidos e com maior aplicação como componentes de revestimentos não aderidos de fachadas são feitos de aço inoxidável e alumínio, mas, devido a esses metais apresentarem alta condução térmica e alta densidade específica, foi criado em 1965 na Alemanha pela empresa Aluisse Composites, o ACM, Sigla de *Aluminium Composite Material*, ou traduzindo, Material de Alumínio Composto afim de vencer tais deficiências. O ACM nada mais é do que

um "sanduíche" formado por duas lâminas de alumínio com núcleo de polietileno de baixa densidade, ajudando assim, a aumentar a resistência à condução térmica, e também melhor relação entre peso e resistência, quando comparado aos demais revestimento existentes no mercado para aplicação em fachadas.

O ACM possui algumas vantagens como, variedades de cores, grandes modulações, plasticidade de formas, comportamento ao fogo, amortecimento acústico, rigidez, resistência ao intemperismo, resistência a impactos, leveza, facilidade de usinagem, facilidade de instalação, redução de manutenção e fácil remoção de "Pichação".

A norma NBR 15446 (2006) estipula espessuras e características para esse tipo de painel. Nos painéis compostos, as chapas devem ter espessura mínima de 0,3 mm para aplicação interna e 0,5 mm para utilização externa. O acabamento superficial pode ser pintado ou adonizado, apresentar cor uniforme na face aparente ou receber pintura contínua tipo "*coil coating*", que pode ser à base de PVDF (fluoreto de polivinilideno), fluoropolímero duroplástico ou poliéster, aplicado em uma ou ambas as faces.

Os painéis de ACM são encontrados no mercado em espessuras que variam de 3 mm a 6 mm, com larguras comumente disponíveis de 1250 mm e 1500 mm. Sob encomenda é possível obter-se placas com larguras especiais, desde que acima de uma determinada quantidade e comprimentos especiais, com no máximo 6000 mm (Moura, 2009).

Os painéis para aplicação externa deverão ser protegidos com filme adesivo de PVC ou polietileno resistentes aos raios ultravioletas. Quando o acabamento aplicado for o de pintura contínua, o filme deverá conter a indicação do sentido de assentamento das peças por meio de setas e informações do fabricante (PINI, 2014).

4.5 Placas Cerâmicas

Cerâmica é um material natural utilizado desde a antiguidade sendo composto por argila manipulada e endurecida mediante ao seu cozimento ao forno. A palavra cerâmica tem origem da palavra grega “*Keramos*” que significa “coisa queimada” (Pileggi, 1958).

Segundo Dutra (2010), a designação genérica de cerâmicos abrange todos os produtos obtidos por cozedura de argila. Os fatores mais importantes a ter em conta neste tipo de materiais são: a pureza da matéria-prima, a relação com os aditivos, bem como o grau de cozimento.

A cerâmica tem uma boa resistência mecânica a compressão, mas não muito boa para tração. Apresenta alta durabilidade, e quanto menos porosa maior é sua durabilidade. Sendo assim, apresenta boa performance diante das ações do vento, resistência ao arrancamento e ao choque.

O revestimento não aderido para fachada em cerâmica associa as vantagens do sistema construtivo com as características técnicas e estéticas do elemento cerâmico. As características de inércia térmica do elemento cerâmico em conjunto com o conceito de fachada ventilada originam um sistema muito eficiente ao nível do comportamento térmico de um edifício.

O sistema mais comum para aplicação de uma fachada ventilada em cerâmica é composto por uma perfilaria de suporte que por sua vez é fixada ao pano de parede devidamente isolado pelo exterior. Os painéis são posteriormente acoplados aos perfis por meio de encaixes metálicos (clips).

Segundo o fornecedor Eliane nos últimos anos tem-se assistido ao desenvolvimento de sistemas de fixação de grandes peças em fachada cuja finalidade é garantir maior conforto na habitação, manutenção, viabilidade na aplicação e segurança acrescida para as pessoas. Para evitar que um objeto, ao atingir o revestimento com força suficiente possa provocar ruptura dos seus componentes, recomenda-se a aplicação de uma tela de fibra de vidro, colado no tardo da peça, para impedir sua queda, evitando acidentes. Existem outras formas de fixação que não necessita do uso da tela.

4.6 Painéis Fenólicos

Os painéis fenólicos são chamados também de HPL (*High Pressure Laminates*) ou de acabamentos AP (Alta Pressão). Segundo as normas ISO 4586 e EN 438, os laminados de alta pressão são definidos como uma placa composta por camadas de material fibroso celulósico, sob a forma de folhas, impregnadas com resinas fenólicas ou melânicas termoendurecíveis, ligados através de um processo de alta pressão, com a aplicação simultânea de calor, o que vai permitir obter um produto homogêneo, não poroso e com uma densidade $\geq 1,35 \text{ g/cm}^3$.

Estes painéis são constituídos por núcleo, folha decorativa e película protetora. O núcleo é constituído por várias folhas de papel Kraft impregnadas com resinas fenólicas termoendurecíveis, o que lhe confere estabilidade e rigidez. A espessura final do painel depende do número de folhas de papel Kraft utilizadas na confecção deste. Comercialmente, a espessura do painel varia entre 6mm e 20mm, sendo que as espessuras de 6mm, 8mm e 10mm são normalmente utilizadas para aplicações exteriores e as espessuras superiores são usualmente utilizadas em interiores. A folha decorativa é composta por uma folha de papel ou de madeira natural, impregnada com resina melânica, o que lhe transmite uma boa abrasividade (resistência ao desgaste). A película protetora é constituída por uma camada, chamada *overlay*, também impregnada com resinas melânicas, conferindo a proteção dos painéis à ação dos raios ultravioleta. Texto sintetizado do manual técnico da *Fórmica*® e (Albuquerque, 2013). A Figura 18, mostra os componentes da *Fórmica*® (*Fórmica*).

A ação da umidade pode causar um aumento de massa nos painéis fenólicos. A norma EN 438-2:15 estabelece limite para o aumento de massa, o qual deve ser $\leq 3\%$ (Simões, 2010). Apesar deste aumento de massa ser pequeno, estas alterações físicas podem causar tensões nas zonas onde as fixações mecânicas estão colocadas. Um mau dimensionamento das fixações mecânicas à estrutura pode levar ao arrancamento das mesmas e consequente desprendimento do painel da fachada.

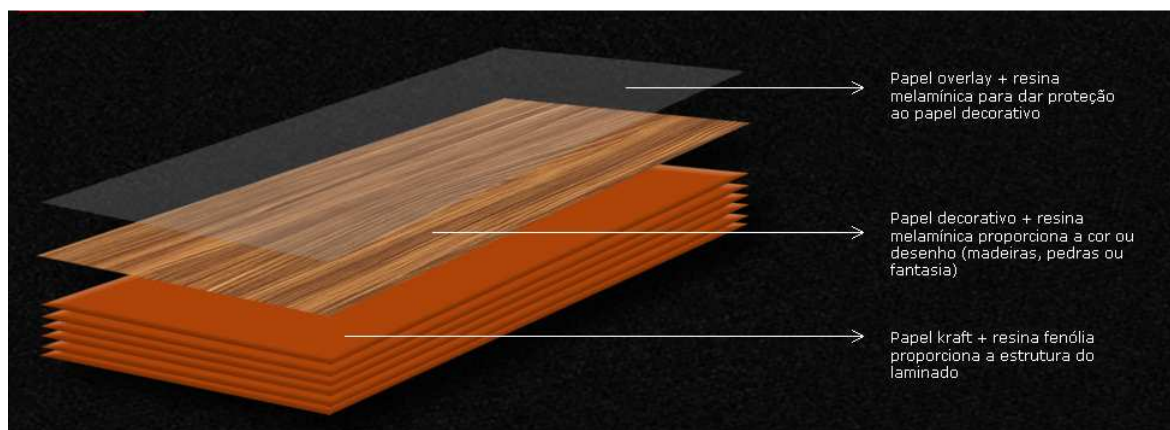


Figura 18. Constituição dos painéis de HPL. Fonte: (Fórmica, s.d.).

Os painéis fenólicos têm um bom comportamento ao fogo. A sua temperatura de ignição é de 400°C. Este valor pode aumentar com a introdução de retardadores de chama na sua superfície. Estes painéis não criam chama, produzem apenas fumaça e liberam calor. Dentre os gases produzidos durante a combustão destaca-se o dióxido de carbono e também outros gases como o monóxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre e cianeto de hidrogênio (Albuquerque, 2013).

Algumas placas podem apresentar algumas patologias como:

- Delaminação da superfície melamínica: causada pelas variações térmicas devido à dilatação dos painéis não ser homogênea;
- Colocação errada dos arrebites: quando se efetua o furo para a colocação do rebite, deve-se deixar uma folga de 0,5mm aproximadamente, de forma que o painel possa se movimentar livremente devido às dilatações térmicas;
- Pigmentação da superfície: causada por não aguentarem as intempéries externas, como o Sol e ambientes marítimos;
- Diferenças cromáticas: devido à exposição ao sol.

5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS COMPONENTES PARA REVESTIMENTOS NÃO ADERIDOS

Este capítulo tem como objetivo fazer a comparação do componente *Corian*® com outros materiais convencionais de revestimento externo para fachada ventilada. Para fazer esta comparação foram escolhidos um representante de cada família: placa de rocha natural, concreto polimérico, metal, cerâmica e painéis fenólicos. Foi realizada a comparação a partir dos materiais apresentados no Quadro 4, e as propriedades analisadas foram:

- peso próprio;
- absorção de água;
- resistência à flexão;
- dilatação térmica;
- condutividade térmica;
- dureza Mohs;
- cores, texturas e formas;
- durabilidade e manutenção;
- condições ambientais;
- reação ao fogo;
- fixação.

Essas propriedades foram escolhidas, tendo em vista a sua necessidade e importância na escolha do melhor material para o uso em revestimento não aderido de fachadas ventiladas. Todas as especificações e propriedades foram retiradas de manuais técnicos dos fabricantes quando disponíveis. Para as informações não encontradas nos manuais, realizou-se uma busca na literatura e/ou buscou-se a informação de matérias similares.

Quadro 4. Especificações para a Pedra natural, Concreto polimérico, Metal, Cerâmica e Painél Fenólico quanto ao fabricante, dimensões, espessura e composição.

Produtos analisados						
Tipo	Especificação	Fabricante	Dimensões	Espessura	Composição	Fonte
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	90 X 90 cm	30mm	Feldspato potássico micropertítico 34%; Quartzo 25%; Plagioclásio 20%; Biotita 10%; Granada 7%; Acessórios 4%	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	90 X 90 cm	30 mm	Calcita + dolomita 100%.	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	NA	11 a 14 mm	Núcleo dos painéis fabricados por moldagem através da mistura de agregados de basalto, sílica e quartzo com resinas poliéster. A Capa superficial é de resina termoestáveis segredo da empresa chamado de Shield Plus, que oferece proteção contra raios UV e agentes atmosféricos.	<i>Do Fabricante</i>
Metal	ACM	Alcopla®	NA	6 mm	Composto 2 chapas de alumínio tratada de 0,5mm com o núcleo de	<i>Do Fabricante</i>

					polietileno de baixa densidade.	
Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	120 x 60	11 mm	Composta basicamente por uma mistura de argilas, feldspatos, areias feldspáticas e, às vezes, caulins, filitos e aditivos, quando necessários. SiO ₂ 47; Al ₂ O ₃ 38; Fe ₂ O ₃ ; TiO ₂ 0,03; CaO 0,10; MgO 0,22; Na ₂ O 0,81; K ₂ O 0,15.	Do Fabricante (Esquivel, 2001)
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	1,22m x 3,07m	8 mm	Composição de extrato de fibras celulósicas impregnadas com resinas fenólicas termo fixa compactadas por processo de alta pressão. A superfície é composta de papel decorativo, folhas de overlay impregnadas (quando o padrão for impresso) com resinas aminoplásticas e filme de proteção superficial (UV). O material é formado de 70% de fibras celulósicas e por	Do Fabricante

					30% de resinas termoplásticas.	
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	3,65m x 0,76m	12mm	Composto por aproximadamente 1/3 de resina acrílica e 2/3 de minerais	<i>Do Fabricante</i>

5.1 Peso Próprio

A fachada ventilada deve suportar o seu próprio peso bem como o de qualquer outro acessório devidamente incorporado na sua concepção original. Deve transferir o peso para a estrutura do edifício, de forma segura. O Quadro 5 mostra a massa por m² de cada revestimento, calculada a partir da densidade (massa em um determinado volume).

Para certos materiais, em especial os de alta porosidade, é necessário ter atenção ao peso provocado pelo teor de umidade, tendo em vista que os materiais de alta porosidade são os que retêm maior quantidade de água, aumentando significativamente seu peso. É importante que o dimensionamento do sistema seja efetuado considerando o peso específico saturado. Ver o item 0 sobre absorção de água.

Quadro 5. Valores de densidade, espessura e peso para os vários tipos de revestimento.

Tipo	Especificação	Fabricante	Densidade (Kg/m³)	Espes-sura (m)	Peso /m²	Fonte
Metal	ACM	Alcopla®	1217	0,006	7,3	<i>Do Fabricante</i>
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	1813	0,008	14,5	<i>Do Fabricante</i>
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	1750	0,012	21	<i>Do Fabricante</i>
Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	2227	0,011	24,5	<i>Do Fabricante</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	2371	0,014	33,2	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	2647	0,03	79,4	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	2853	0,03	85,6	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>

Um dos critérios mais importantes ao se escolher e dimensionar uma fachada, é sem dúvida o peso próprio, pois quanto mais leve o material, menor será a sobrecarga na estrutura, o que de certa forma, acaba diminuindo o custo final da obra. Assim analisando, pode-se dizer que o *Corian®*, apesar de se assemelhar muito à pedra natural, mas comparando o peso é muito mais leve, mas mais pesado, quando comparado a outros materiais, como o ACM por exemplo.

5.2 Absorção de água

A absorção de água é a capacidade ou facilidade de um material em absorver água e está diretamente relacionada com a porosidade e corresponde à porcentagem de vazios com acesso a periferia dos elementos de revestimento (<http://www.iau.usp.br> acesso 05/06/2016 às 22 h). O

Quadro 6 traz a capacidade de absorção de água dos materiais em discussão.

Quadro 6. Capacidade de absorção de água dos revestimentos.

Tipo	Especificação	Fabricante	Absorção de Água (%)	Ensaio	Fonte
Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	0,01	ISO 13006	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	0,09	NBR 12766 / ASTM C97	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	0,2	EN 14617-1	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	0,32	NBR 12766 / ASTM C97	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	0,6 ¹	ASTM D570	<i>Do Fabricante</i>
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	NA	NA	
Metal	ACM	Alcopla®	NA	NA	

¹ O fornecedor do Corian®, DuPont™ garante que a absorção do Corian® é quase nula e que irá buscar entender este ensaio da ASTM D570, pois acredita que este resultado não reflete a realidade quando comparado com outros materiais.

Esta característica tem especial relevância para os elementos de revestimento em situações de grande exposição à chuva ou quando localizadas em zonas de alta umidade, nestas condições a retenção de água é muito superior, o que torna essencial considerar a absorção de água do revestimento no dimensionamento da

fachada ventilada, de forma a evitar a instabilidade dos elementos de revestimento, devido a um aumento de peso não previsto.

A absorção de água influencia na manutenção e durabilidade do revestimento, sendo que quando o revestimento absorve muita água, este sofrerá danos, como por exemplo em climas frio, que pode haver congelamento da água dentro dos poros. Outros exemplos são a eflorescência, no caso de pedra natural, mofos e proliferação de microrganismos. Para fachada sempre se recomenda produtos que sejam o menos poroso possível. Neste contexto, o *Corian*® possui uma baixa absorção de água, podendo ser limpo com produtos simples, como água e sabão

5.3 Resistência à Flexão

A resistência à flexão de um revestimento de fachada é muito importante para seu dimensionamento, devido à força do vento. Em edifícios com mais 10m de altura, deve-se considerar a força do vento nos cálculos de dimensionamento, que é calculada através da Norma NBR 6123/1988.

Sendo assim a resistência à flexão é diretamente proporcional à força do vento. Quanto maior a resistência à flexão do revestimento, significa que o material suporta maiores carregamentos de vento, ou que para o mesmo carregamento, pode-se ter espessuras mais finas. O Quadro 7, mostra os revestimentos e o resultados de resistência à flexão de cada um.

A fachada sofre muito com os esforços do vento, que causam pressão e sucção, o material utilizado na fachada deve possuir uma boa resistência a flexão. Comparando o *Corian*® com outros produtos, podemos dizer que ele é mais flexível que os revestimentos de pedras naturais e placas cerâmica, e menos flexível que o ACM e HPL.

Quadro 7. Resistência a Flexão.

Tipo	Especificação	Fabricante	Resistência a Flexão (MPa)	Ensaio	Fonte
Pedra Natural	Granito Amarelo Santa Cecília (Clássico)	NA	7,21 ²	NBR 12768	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	13,29	NBR 12768	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	20	EN 14617-1	Manual do Fabricante
Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	50	ISO 13006	Manual do Fabricante
Metal	ACM	Alcopla®	55 ¹	DIN 53.421	Manual do Fabricante
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	60	DIN EN ISO 178	Manual do Fabricante
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	157	ASTM D-790	Manual do Fabricante

Obs.:

1- O ensaio não vai até a ruptura sendo o valor apresentado para deformação de 10%.

2- Devido a grande variedade de granito o mesmo pode variar muito sua resistência, o granito em comparação é o Amarelo Santa Cecília, mas temos outros que podem chegar até 33,9 Mpa, Preto absoluto, sendo a pesquisa realizada por Moreiras(2005).

5.4 Dilatação Térmica

As deformações provocadas pela diferença de temperatura geram esforços no sistema. Para minimizá-los é necessário quantificá-los e distribuí-los entre as folgas existentes, tais como, juntas entre placas e furos do revestimento.

Para o dimensionamento das juntas é necessário que se conheça a dilatação térmica de cada material. Por exemplo, para uma placa de *Corian*® de 1m x 1m, com o coeficiente de dilatação de 39×10^{-6} m/m°C, resulta que, a uma variação de temperatura de 30°C, a placa teria uma deformação de 1,17 mm. Na Quadro 8, estão listados os valores de dilatação térmica para cada revestimento.

Quadro 8. Dilatação Térmica.

Tipo	Especificação	Fabricante	Coeficiente de Dilatação Térmica (10^{-6} m/m °C)	Ensaio	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Global DIS	6	ASTM D696-08	Dados retirados da ficha técnica de produto semelhante a da Fórmica®, Placas de HPL da Global DIS
Pedra Natural	Granito Santa Cecília (Clássico)	NA	7,2	NBR 12765	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	9,6	NBR 12765	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Placa Cerâmica	Porcelanato	NA	4 a 10	NI	Dados retirados do site http://www.iau.usp.br ; não correspondente ao produto do fabricante
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	23,1	EN 14617-11	<i>Do Fabricante</i>

Placa Sintética	Corian®	DuPont™	39	DIN 51045	<i>Do Fabricante</i>
Metal	ACM	Alcopla®	24	NI	<i>Do Fabricante</i>

A fixação dos revestimentos de *Corian®* é muito semelhante à fixação dos demais revestimentos, um fato importante deve ser destacado é que o *Corian®* possui alto coeficiente de dilatação térmica e que durante a fixação das peças, deve-se respeitar um espaçamento mínimo de 3 mm entre elas, para evitar que a dilatação não trave o movimento natural, já que as peças tendem a se movimentarem bastante. O coeficiente de dilatação térmica do *Corian®* varia de cor para cor, sendo as cores mais escuras as com maiores coeficientes de dilatação térmica.

A Figura 19, ilustra as forças atuantes, devido aos elementos citados nos itens 5.1, 5.3 e 5.4.

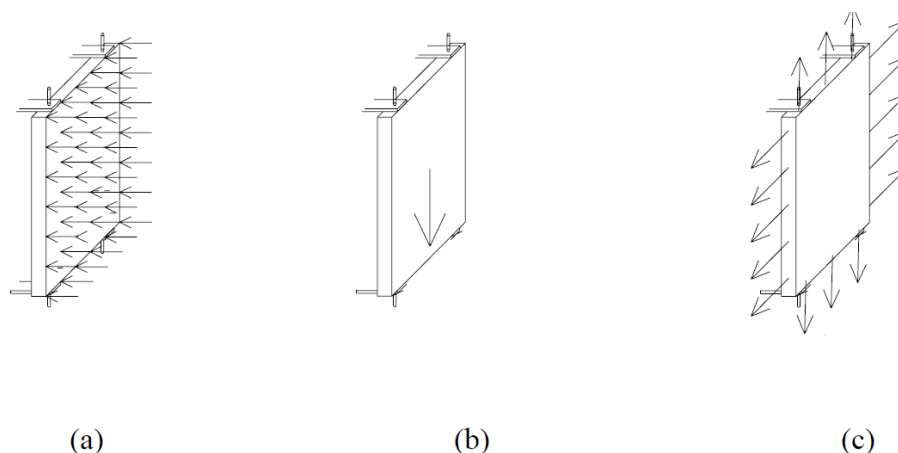


Figura 19. Ações atuantes nas placas devido (a) Vento (b) Ao peso Próprio (c) Variações de Temperatura. Fonte: (Moreiras, 2005).

5.5 Condutividade Térmica

“As edificações residenciais e comerciais são responsáveis pelo consumo de quase um quarto da energia total fornecida em todo o mundo” (CB3E, 2015). “No Brasil, as edificações são responsáveis por mais de 40% do consumo de energia elétrica” (AECweb, s.d.).

A parcela deste consumo de energia elétrica que é destinada ao condicionamento de ar poderia ser minimizada através de estratégias para melhoria do desempenho térmico das edificações. Os materiais de construção, especialmente os que constituem a envoltória do edifício, fachada, são essenciais no seu desempenho térmico, o que requer um conhecimento das propriedades térmicas do componente antes deste ser aplicado em fachada ventilada.

Em regiões tropicais, onde a temperatura média anual atinge valores da ordem de 30°C, a manutenção da neutralidade térmica no interior das construções representa um desafio em comparação a projetos realizados em climas mais amenos.

5.5.1 Comportamento térmico de uma fachada ventilada

Para falar sobre condutividade térmica dos revestimentos, é necessário entender o comportamento térmico de todo o sistema de fachada ventilada, pois a condutividade térmica do revestimento é somente um dos elementos de todo processo de comportamento térmico da fachada, representados na Figura 20.

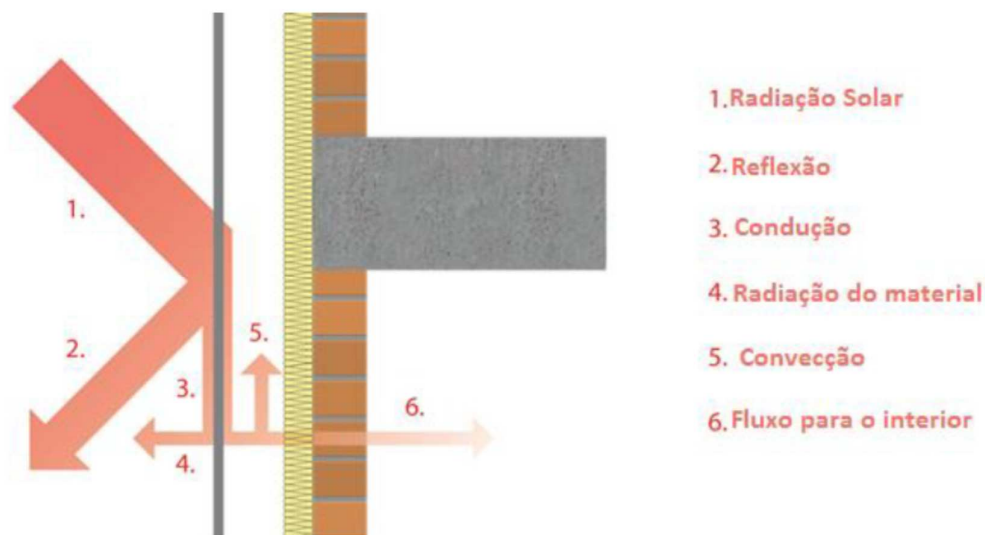


Figura 20. Comportamento da Radiação na FDV. Fonte: (Guimarães, 2013).

5.5.1.1 Radiação Solar incidente

Nos estudos sobre as envoltórias das edificações, considera-se como mais relevante a parcela de energia radiante emitida pelo Sol, chamada de radiação solar. A radiação solar, bem como toda a radiação térmica, se propaga como radiação eletromagnética na forma de ondas. O espectro eletromagnético é classificado em faixas, de acordo com o comprimento (ou frequência) da onda (CB3E, 2015).

5.5.1.2 Reflexão

Parte da radiação solar é refletida e parte absorvida, a soma das duas tem que ser igual a radiação incidente. A refletância à radiação solar é definida como o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. Da mesma forma, a absorção à radiação solar corresponde ao quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (CB3E, 2015). Os valores de refletância e absorção variam de zero a um (ou de 0 a 100%).

É comum a adoção de valores de absorbância e refletância solar com base nas cores dos materiais, seguindo tabelas como as apresentadas pela norma brasileira ABNT NBR 15220-2 (2005b) e pelo livro de Fundamentos da ASHRAE (ASHRAE, 2005). Porém, algumas pesquisas demonstraram que este tipo de

informação não é exata. Apenas uma parcela da radiação solar é emitida como luz visível, que é a única capaz de sensibilizar o olho humano e é responsável pela definição das cores. O restante é emitido como radiação infravermelha e ultravioleta, e não se relaciona com a cor do material (CB3E, 2015).

5.5.1.3 Condução

Condução é a transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas de menor energia de um meio devido às interações que ocorrem entre elas. Esta energia está relacionada à vibração e movimento das moléculas ou átomos (Incopera, Dewitt, Bergman, & Lavinz, 2008), de forma simplificada seria a energia que passa por condução no revestimento. A taxa de transferência de calor é dada pela lei de Fourier na equação 1.

$$q_x = -k \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

(1)

Em que, q_x é o fluxo de energia (W/m^2) ou taxa de transferência de calor na direção x , por unidade de área perpendicular à direção da transferência.

k é a propriedade característica do meio material denominada condutividade térmica (W/mK)

dT/dx = gradiente de temperatura na direção x .

(o sinal negativo é necessário porque o calor é transferido no sentido da diminuição de temperatura e a condutividade térmica é positiva). O valor apresentado no Quadro 9 trata da condutividade de cada material de revestimento em estudo.

Quadro 9. Condutividade Térmica.

Tipo	Especificação	Fabricante	Condutividade Térmica (W/mK)	Ensaio	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	0,27	NA	Do Fabricante
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	0,757	EN - 12667	Do Fabricante
Placa Sintética	Corian ®	DuPont™	0,77	DIN 52612	Do Fabricante
Placa Cerâmica	Porcelanato	NA	1,04	NI	Dados retirados do site http://www.iau.usp.br ; não correspondente ao produto do fabricante
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	2,5	NI	Dados retirados do site http://www.protlab.com.br ;
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	3,5	NI	Dados retirados do site http://www.protlab.com.br ;
Metal	ACM	Alcopla®	5,35	DIN 52612/A STM C177	Do Fabricante

Note que a quantidade de calor que irá passar de um lado para o outro é devido à condutividade térmica (k) que quantifica a habilidade dos materiais de conduzir energia térmica. Materiais com alto k , são chamados de dissipadores térmicos; e com baixo valor de k , são usados como isolantes térmicos.

A condutividade térmica é específica de cada material e depende também da temperatura e estado que se encontram esses materiais. Os materiais no estado gasoso conduzem menos energia que os no estado sólido. Assim sendo, pode-se

afirmar que materiais mais porosos são melhores isolantes térmicos, por armazenar gases em seus poros.

5.5.1.4 Radiação do component de revestimento

Segundo o livro (Incopera, Dewitt, Bergman, & Lavinz, 2008) toda superfície que se encontra a uma temperatura maior que zero Kelvin, emite energia na forma de ondas eletromagnéticas. Assim, na ausência de um meio, existe uma transferência de calor por radiação entre duas superfícies que se encontram a diferentes temperaturas.

O calor que se sente ao aproximar uma mão de uma lâmpada incandescente é essencialmente um resultado de radiação infravermelha emitida pelo filamento incandescente e absorvida pela mão. Todos os objetos emitem radiação eletromagnética (chamada de radiação térmica) por causa de sua temperatura.

5.5.1.5 Convecção

Corrente de convecção é a transferência de calor de um local para outro pelo movimento de fluidos. A presença de movimento de volumes do fluido aumenta a transferência de calor entre a superfície sólida e o fluido. Convecção é normalmente a forma dominante de transferência de calor em líquidos e gases e descreve os efeitos combinados de condução de calor e fluxo fluido.

Esta etapa determina muito a eficiência da fachada ventilada, pois é o fluxo de ar, atrás do revestimento, que retira boa parte do calor do sistema pelo efeito chaminé, que faz com que o ar quente suba, forçando a entrada de ar frio.

O *Corian*® apresenta baixa transmitância térmica, mas o mesmo não pode ser avaliado somente pelo valor apresentado no Quadro 9, o mesmo deve ser levado em conta a espessura. Este fato é muito importante, pois a NBR 15575 da ABNT, estabelece um desempenho térmico mínimo, que limita o valor de transmitância térmica na parede externa. Claro que esta transmitância tem que ser testada no sistema como um todo, no caso da fachada ventilada deve ser testado: revestimento + isolamento + parede.

5.6 Dureza Mohs

A dureza Mohs quantifica a dureza de um determinado revestimento e consiste na resistência que este material fornece ao risco (retirada de partículas da sua superfície). Esta escala foi criada por um mineralogista alemão Friedrich Vilar Mohs, criando uma escala de 10 minerais de diferentes durezas, atribuindo valores de 1 a 10, sendo o menos duro o talco, que recebe o valor de 1, e o mais duro o diamante, que recebe o valor de 10. A escala é a seguinte:

1. Talco
2. Gipsita
3. Calcita
4. Fluorita
5. Apatita
6. Feldspato
7. Quartzo
8. Topázio
9. Coríndon
10. Diamante

Quadro 10. Dureza Mohs.

Tipo	Especificação	Fabricante	Dureza Mohs	Ensaio	Fonte
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	3	NBR 15845	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	3	DIN EN 101	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	7	NBR 15845	<i>Manual de Rochas Ornamentais</i>
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	NA	As placas possuem um Overlay na superfície e papel decorativo abaixo, Esse teste não é aplicável para esta Situação	

Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	NA	O porcelanato em estudo é um porcelanato Esmaltado, Esse teste não é aplicável para esta Situação	
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	NA	Este produto recebe uma Resina Superficial (Shield Plus), Esse teste não é aplicável para esta Situação.	
Metal	ACM	Alcopla®	NA	Este produto recebe uma pintura eletroestática, Esse teste não é aplicável para esta Situação.	

5.7 Cores, Texturas e Formas

A estética é um item importante ao edifício, pois agrega valor ao imóvel. Sendo assim, o produto escolhido para revestir tem que satisfazer o gosto do cliente, valorizar o imóvel, e causar o impacto visual desejado na paisagem da cidade. Cores e texturas muitas vezes também apresentam impacto no desempenho do edifício, as cores estão relacionadas diretamente com a reflexão e absorção de calor, como citado no item 5.5, e a textura pode ter um impacto na manutenção, quanto mais lisa mais fácil de limpar será essa fachada. No

Quadro 11, estão listadas as opções de cores, acabamentos e textura de cada revestimento, retirados dos catálogos dos próprios fabricantes.

Quadro 11. Cores, texturas e formas.

Tipo	Especificação	Fabricante	Cores, Texturas e Formas	Texturas	Formas e dimensões
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	O grau metamórfico juntamente com a composição química do mineral, é que moldam a rocha dando variadas cores e texturas. O mármore é proveniente do calcário e dependendo da composição dos seus minérios podem apresentar várias cores como: rósea, branca, esverdeada ou preta (Mundo educação, s.d.).	Os acabamentos de superfícies podem ser: Polido, Bruto, Jateado, Levigado, Cristalização, Resinado.	De acordo com a especificação do cliente e irá depender do tamanho da rocha bruta.
Superfícies Sólida	Corian®	DuPont™	Algumas cores do Corian® podem desbotar com o tempo devido aos intemperes ou ocorrer mudanças no brilho e polimento da superfície, mas isso pode ser renovado lixando a superfície, pois a cor está presente em toda sua espessura. Esse problema é mais comum em cores escuras.	Aceitam diferentes texturas na superfície. Por ser um material termoldável aceita qualquer forma que é determinada e qualquer desenho na superfície.	São comercializados nas dimensões 3,658 x 076m; 3,658 x 0,93m; 3,658 x 1,30m

			As cores são agrupadas conforme sua estabilidade de cor quando a placa é exposta a intempéries; Possuem 16 gamas de cores. Ver Figura 9.		
Pedra Natural	Granito Santa Cecília (Clássico)	NA	Existem mais de 500 tipos de granito. Os nacionais vindos de diferentes locais do país são caracterizados pela cor. Os granitos de Minas Gerais são conhecidos pelos seus desenhos rebuscados, com movimento, sem seguir um padrão. Já a Bahia é famosa pelas rochas azuis, como o azul-macaúba e o azul-Bahia, o mais caro de todos. O azul-fantástico, extraído em São Paulo, é uma exceção a essa regra. Entre os produtos mais conhecidos, o lilás-gerais e o verde-candeias vêm de Minas; o cinza-prata e o verde-Linhares, do Ceará; o gialloveneziano, do Espírito Santo; o capão bonito, o cinza-Mauá e o verde-Ubatuba, de São Paulo. O granito estudado, é o amarelo Santa Cecília.	Seus acabamentos de superfície podem ser: Polido, Bruto, Jateado, Levigado, Cristalização, Resinado, Lustrado, Apicoado, Flameado.	De acordo com a especificação do cliente e irá depender do tamanho da rocha bruta
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	Entre as folhas de papel Kraft e as películas protetoras, são colocados as folhas decorativas que serão determinantes para as cores desses painéis. Esses painéis tendem a perder o seu brilho e cor com a incidência dos raios ultravioleta ao longo do tempo, por isso deve se escolher painéis que tenham proteções contra raios UV. Existem Cores muito variada desde cores	Diversas Texturas	São comercializados nas dimensões 1,22 x 2,50; 1,22 x 3,07

			lisas, as que imitam pedras, metais e madeiras.		
Cerâmica	Porcelanato	Eliane	As Cores do porcelanato irão depender do tipo de porcelanato, técnico ou esmaltado. O porcelanato técnico é composto por uma massa porcelânica que em si já possui as características de cor e não recebe qualquer tipo de esmalte. O porcelanato técnico pode ser polido. O porcelanato esmaltado tem esmalte em seu acabamento logo podem ter um design mais sofisticado. a nova tecnologia digital pode imprimir qualquer desenho na superfície, gerando assim uma gama de cores e texturas infinitas.	Possuem diferentes texturas e formas	Diversas dimensões
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	Possuem uma alta durabilidade na cor devido a proteção Shield Plus, a cor é impressa direto no produto, tendo uma gama de cores um pouco menor que os demais revestimentos, tendo 34 cores monocromáticas e 17 cores porfidios.	Existem 3 tipos de texturas para as placas easy, são elas: Deserto, lua e Oceano, para as placas Vanguard, existem 3 texturas: Ar, terra e água. Mas pode ser especificada de acordo com a especificação do cliente.	De acordo com a especificação do cliente.

Metal	ACM	Alcopla®	Os painéis de alumínio são cobertos com uma camada de pintura aplicada por rolos eletrostáticos diretamente na fábrica; inclui metálicos e não metálicos e uma ampla gama de acabamentos desde poliéster até PVDF de elevada resistência. Pintura de processo contínuo (coil-coated) kynar 500 ou hylar 5000 baseado em duas resinas de pintura, polivinilideno fluorado (PVDF) em conformidade com os seguintes normas da AAMA 605.2-92: A camada média de pintura é de 30 micras.	Somente lisa	De acordo com a especificação do cliente.
-------	------------	----------	---	--------------	---

A grande vantagem do *Corian*® comparado a outros produtos existentes no mercado, é a sua capacidade de ser moldado em qualquer forma, já que este é um produto termoldado, e também apresentar variedades de cores e diferentes texturas. Essas características fazem do *Corian*® um sucesso entre os arquitetos, já que o acabamento agrega valor e melhora a estética dos edifícios, e por esses motivos, o investimento em fachadas externas vem aumentando.

5.8 Durabilidade e Manutenção

A Norma ABNT NBR 15575-2013, determina as exigências de durabilidade para paredes externas, incluindo assim todo o sistema na qual o revestimento externo irá ter sua contribuição. Segundo a norma, o projeto deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos no Quadro 12 , e deve ser elaborado para que os sistemas tenham uma durabilidade potencial compatível com a VUP.

Quadro 12. Vida útil do projeto. Fonte: (NBR 15575, 2013).

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Também segundo a norma, outra premissa de projeto, o projeto deve mencionar o prazo de substituição e manutenções periódicas para os componentes que apresentem VUP menor do que aquelas estabelecidas para o sistema de vedação interno e externo. O Quadro 13 mostra as comparações entre os revestimentos segundo sua durabilidade e o Quadro 14 a manutenção necessária, O Quadro 15 sobre a reação aos agentes químicos que também tem impacto em sua durabilidade.

Quadro 13. Durabilidade.

Tipo	Especificação	Fabricante	Durabilidade	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	A Formica® garante por um período de 10 anos eventual mudança das características mecânicas e físicas que descaracterizem o produto; porém não garante total fidelidade da cor devido ao logo tempo de exposição; O filme UV, aplicado na camada superficial que ficará exposta ao Sol, funciona como um filtro e apresenta a seguinte performance: Retém em torno de 50% da estabilidade inicial após um período de 5 a 7 anos de exposição vertical. A ação da umidade pode causar um aumento de massa nos painéis fenólicos. A norma EN 438 – 2: 15 estabelece limite para o aumento de massa, o qual deve ser $\leq 3\%$.	Do Fabricante (Albuquerque, 2013)
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	A Ulma tem 10 anos de garantia sob suas placas, o concreto já possui uma boa durabilidade, é aumentada quando se aplica os polímeros que fecham a porosidade do concreto, dando a ele maior durabilidade.	Do Fabricante
Superfícies Sólida	Corian®	DuPont™	Suas cores escuras desbotam na presença de raios UV. Por isso existem as cores determinadas para uso externo. As cores se mantêm do meio até as beiradas. Possui quase nula absorção de água, tornando-se resistente ao gelo e degelo, aumentando sua durabilidade. Alta resistência química (boa resistência a ambientes poluído)	Do Fabricante
Cerâmica	Porcelanato	Eliane	Se caracteriza pela a facilidade de limpeza e escassa manutenção, o que aumenta sua durabilidade. A durabilidade irá variar de acordo com a qualidade do produto.	Do Fabricante
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	Deve ser avaliado o microfissuração que tem impacto diretamente na durabilidade, Os granitos são rochas mais compactas e duras que o mármore, possuindo assim maior durabilidade. Não perdem a cor com mudanças climáticas.	(Menezes & Larizzatti, 2005)
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA		

Metal	ACM	Alcopla®	O alumínio possui uma alta durabilidade, mas nem sempre o ACM é no alumínio natural, logo a pintura superficial possuem uma durabilidade menor, e sua durabilidade irá depender do tipo de pintura: Acrílico em Solvente, Polyester, Polyester siliconado e PVDF , esses são os tipos de pintura, estão na ordem de menor durabilidade para o de maior durabilidade, principalmente no critério mudança de cor. O produto Acopla foi testado nos testes para: ASTM D-3359 – adesão; ASTM D-2247 – umidade; ASTM D-117 – Salt spray 3.000 horas; ASTM D-2244 – exposição ao tempo ; ASTM D-822 – envelhecimento 5.000 horas; ASTM D-1308 – resistência química; comprovando assim sua durabilidade.	Do Fabricante (Gouveia,2012)
-------	------------	----------	--	-------------------------------------

Quadro 14. Manutenção.

Tipo	Especificação	Fabricante	Manutenção e limpeza	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Formica®	A superfície do laminado Formica® não requer nenhum tratamento especial para manutenção. A recomendação é de somente limpeza com detergente neutro. O laminado TS Exterior é antipichação, não permite aderência de diversos tipos de tintas, principalmente as utilizadas por pichadores e grafiteiros, que podem ser removidas facilmente por meio dos solventes mais utilizados para diluição e limpeza, como: Acetona, Água Raz e Thinner. Podendo ser utilizada esponja ou pano macio.	<i>Do Fabricante</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	A ausência de porosidade, tanto do concreto polímero, como da camada superficial faz com que a sua manutenção seja limitada a limpeza periódica com água e sabão somente. Em casos de lascas da camada superficial ou num dos cantos do painel, que soltem o Gel-Coat, é possível reparar com a pasta reparadora específica da Ulma.	<i>Do Fabricante</i>

Superfícies Sólida	Corian®	DuPont™	Não há poros para impregnação de sujeiras, uma limpeza anual de água e detergente já é o suficiente. Nenhuma das superfícies precisa ser selada, pintada ou protegida Colorido em toda espessura Situações em que os painéis sejam cobertos com sujeira de difícil remoção, os mesmos podem voltar ao original somente limpando ou lixando.	<i>Do Fabricante</i>
Cerâmica	Porcelanato	Eliane	O revestimento Cerâmico destaca-se por sua facilidade de limpeza. Mas o ideal em qualquer caso é que se evite o acúmulo de sujeiras, eventuais manchas e sujidades podem ser facilmente removidas, na maioria das vezes com apenas pano úmido. Na persistência das manchas, usar saponáceo ou água-sanitária.	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	O que varia na dificuldade da limpeza das pedras naturais, é o quão poroso é o revestimento, quanto mais poroso mais difícil é de limpar, lembrando que para a fachada um dos grandes vilões é a poluição que se deposita nos poros.	(Menezes & Larizzatti, 2005)
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	Na necessidade da troca de uma peça, esta troca é de fácil reposição. Jamais use abrasivos fortes para limpeza, como: sapólio, água sanitária, amoníacos, querosene ou ácidos. A areia pode arranhar a pedra, principalmente o mármore.	(Menezes & Larizzatti, 2005)

Metal	ACM	Alcopla®	Lavar a superfície com água limpa e detergente suaves (não alcalinos). Não utilizar solventes do tipo aguarrás e produtos ácidos, que podem causar bolhas e perda de brilho. Enxaguar totalmente com jato de água, usando alguma pressão para remover as partículas e esponja macia para remoção de graxas ou compostos de silicone, poderá ser usados alguns tipos de solventes suaves, como o álcool isopropílico. As pichações são facilmente removíveis. Outro local de grande manutenção no sistema ACM é nas juntas onde é aplicado o silicone, devido à liberação de oleosidade, se junta sujeiras, e também tem o envelhecimento do próprio silicone.	<i>Do Fabricante</i>
-------	------------	----------	---	----------------------

A resistência a agentes químicos é a capacidade da superfície em se manter estável, sob o aspecto visual mediante ao ataque de agentes químicos, a que estes estão sujeitos. O Quadro 15 apresenta o tipo e descreve a resistência destes aos agentes químicos dos revestimentos.

Quadro 15. Resistência a agentes químicos dos revestimentos.

Tipo	Especificação	Fabricante	Resistência aos agentes químicos	Ensaio	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	Oferece uma resistência eficaz contra a maioria dos compostos químicos, resistente ao SO ₂ , composto existente em grande quantidade em regiões de concentração industrial e emissão de gases por veículos automotivos.	NI	<i>Do Fabricante</i>
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	NI	NI	<i>Do Fabricante</i>
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	Resistentes aos ácidos, alcalinos e detergentes	AAMA 6052 / ASTM D1308 / ASTM D2248	<i>Do Fabricante</i>

Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	Para Cerâmica é dividido segundo a ISO 13006, em Classe A, B e C (Alta resistência química, média e baixa) para este produto é Classe A.	ISO 13006 / NBR 13817	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	NI	NBR 13818/97	
Pedra Natural	Granito Santa Cecília (Clássico)	NA	NI	NBR 13818/97	
Metal	ACM	Alcopla®	Evitar o uso de solventes do tipo água raz e produtos ácido, pois poderão causar bolhas e perda de brilho. Testes: ASTM D-1308, utilizando 10% de ácido muriático em exposição de tempo de 15 minutos. ASTM D-1308, utilizando 20% de ácido sulfúrico em exposição de tempo de 18 horas. Obs.: Recomenda-se que o filme protetor seja retirado logo após a instalação.	ASTM D-1308	<i>Do Fabricante</i>

Os produtos químicos mais comuns são os proporcionados por produtos de uso doméstico comum, como por exemplo, produtos de limpeza que podem ser ácidos ou alcalinos. Há ainda a poluição, causada principalmente pelos carros que geram aumento na concentração de SO₂ e a eflorescência causada pela cristalização de sais, que geralmente possuem coloração branca e é mais presente em pedras naturais e concreto. Pode ocorrer ainda, oxidação de peças metálicas que podem manchar o revestimento, principalmente as pedras naturais.

O *Corian®* possui uma ótima resistência aos danos causados pelo clima, mas no geral as cores escuras tendem a se desbotarem, sendo as de cores claras as mais indicadas para uso externo. Apesar do *Corian®* sofrer esse desbotamento, um polimento da superfície é suficiente para voltar à cor original. O polimento pode ser feito para recuperar a superfície exposta do revestimento, seja pelo desbotamento, riscos ou alguma danificação profunda, isto torna o *Corian®* diferente dos demais produtos, que requerem maior dificuldade no processo de recuperação. Ainda no âmbito da durabilidade e resistência, a probabilidade de aparecer riscos em um revestimento está relacionada à sua dureza, a escala de dureza Mohs é utilizada para classificar os revestimentos, e nos diz que ao ocorrer um atrito entre dois materiais, que o de menor dureza é o que será danificado. A dureza do *Corian®* varia de 2 a 3, o que quer dizer que é um material muito fácil de se riscar.

A superfície de materiais não porosos, como o *Corian®*, não necessita ser selada, pintada ou protegida, as cores estão em toda a espessura do material. A

manutenção de materiais com baixa porosidade é mais fácil, pois a impregnação de sujeiras é baixa quando comparado com materiais mais porosos, como é o caso das pedras naturais.

5.9 Desempenho Ambiental

A produção dos materiais usados na construção civil, está baseada no fluxo constante de recursos naturais que são extraídos, transportados, processados, utilizados e descartados. Cada etapa do ciclo gera impactos ambientais intrínsecos, através da produção de poluentes e resíduos. A sustentabilidade visa diminuir o impacto ambiental de um modo geral, e na construção civil isso não tem sido diferente.

Desde a revolução industrial o impacto ambiental vem só aumentando, o consumo atual de recursos naturais tem seu crescimento junto ao desenvolvimento econômico e aumento populacional, em países desenvolvidos o consumo de recursos naturais pode chegar a 80 t/hab, onde aproximadamente 70% desses materiais são para construção civil (Mathews, et al., 2000).

A medida que os materiais se movem ao longo do seu ciclo de vida, são gerados resíduos. A produção de 1 g de cobre exige a geração de 99 g de resíduos de mineração (Gardner, 1998), esses valores vão subindo a medida em que jazidas de maior concentração vão se esgotando, o que força a exploração de áreas com menor teor de minério final. Se todo produto um dia deixa de ser útil e vira resíduo, a massa de resíduo gerada é de duas a cinco vezes superior a massa de produtos consumidos (Mathews, et al., 2000).

A sociedade preocupada com as consequências, se inicia uma busca por materiais sustentáveis, apoiados por novas leis e regulamentos, forçando as indústrias a investir e se prepararem para este novo mercado de tendência mundial. O desenvolvimento sustentável requer as seguintes ações básicas:

- Uma desmaterialização da economia da construção (construir mais usando menos materiais provenientes de recursos naturais);
- A substituição das matérias-primas naturais;
- Redução dos volumes de resíduos gerados.

Obs.: Deve-se tomar o cuidado, ao diminuir um dos itens relacionados acima, não se deve aumentar demasiadamente o outro. O Quadro 16 mostra o quão sustentável é cada revestimento em estudo.

Quadro 16. Aspectos ambientais dos revestimentos em estudo.

Tipo	Especificação	Fabricante	Sustentabilidade	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	Os resíduos de processo e os resíduos finais podem ser armazenados e eliminados como materiais similares a resíduos urbanos, em aterros fiscalizados conforme controles nacionais e locais; O material é formado de 70% de fibras celulósicas e por 30% de resinas termoplásticas, não contém amianto e metais pesados; os painéis fenólicos podem ser reciclados e quando incinerados produzem água, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio. As cinzas provenientes da incineração podem ser levadas para locais de deposição controlada de resíduos.	Do Fabricante (Albuquerque,2013)
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	Na fabricação do concreto polimérico, não se utiliza água, e ao longo do processo há redução do consumo de energia, pois dispensa o uso de fornos de combustão. Como consequência, diminui a emissão do CO ₂ ; os painéis de Concreto polimérico como revestimento não aderido de fachada ventilada, possuem documentos que comprovam a grande contribuição às edificações que buscam pontuar na certificação—podendo alcançar até 32 pontos sobre os 110 possíveis.	Do Fabricante
Superfície Sólida	Corian®	DuPont™	Parte da composição de Corian® agora conta com matéria-prima reciclada, certificada pelo SCS – <i>Scientific Certification Systems</i> . Isso foi possível porque Corian® é manufaturado de acordo com padrões rígidos de qualidade afim de diminuir o desperdício e consumo de energia em todos os estágios do processo de produção. Tanto as placas como os adesivos de Corian® são certificados pelo “ <i>GREENGUARD Indoor Air Quality Certification®</i> ” por emitirem baixos índices de componentes orgânicos voláteis (VOC). Além de poder ser reaproveitado não contamina a água, ar ou solo e evita a extração natural de mármore e granitos. Os pigmentos utilizados são livres de metais pesados, tóxicos ou cancerígenos e o material residual é colocado novamente no processo. Algumas cores possuem 25% de produtos recicláveis. Os painéis são facilmente reparáveis, isso significando menos material descartado e um maior ciclo de vida. Por não ter poros não necessita selantes ou tratamentos na superfície, na certificação LEED o Corian® contribui com pontuação em	Do Fabricante

			três categorias: Materiais, Qualidade do ar e Inovação no Design.	
Cerâmica	Porcelanato	Eliane	O material resultante do processo de fabricação das peças é reaproveitado como matéria-prima na produção de massa. Em torno de 50% das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação são extraídas das jazidas através de mineração. A Eliane investe constantemente no aperfeiçoamento de técnicas de lavra e recuperação das áreas exploradas, com o objetivo de melhorar a qualidade ambiental, deixando-as aptas para o uso agrícola, residencial ou reflorestamento. Os efluentes líquidos gerados durante o processo fabril são tratados, na sua totalidade, nas estações de tratamento de efluentes (ETE's) instaladas nas unidades produtivas. Em torno de 90% da água tratada retorna ao processo para ser novamente utilizada na produção.	<i>Do Fabricante</i>
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	As reservas naturais de mármore e granitos são limitadas e esgotáveis, causando grande impacto ambiental, desde a sua extração. Afim de diminuir este impacto começaram a utilização de água no processo de produção e Acabamento em rochas e revestimentos. A água tem por finalidade resfriar as ferramentas diamantadas e rebolos da energia térmica liberada pelo atrito produzido entre a ferramenta e os grãos minerais, diminuindo a poluição sonora além de eliminar por completo a emissão de poeira e pó do material a ser trabalhado, que é extremamente maléfica a saúde do operário que o manuseia.	<i>Informações do fornecedor</i> (Granimaster, s.d.)
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)			

Metal	ACM		ACM é composta por alumínio, que é um material esgotável, cuja produção demanda altas taxas de consumo de energia e emite grande quantidade de CO ₂ . A reciclagem dos perfis de alumínio se apresenta como um importante recurso na busca da sustentabilidade desse tipo de fachada.	(Gouveia, 2012)
-------	-----	--	--	-----------------

5.10 Resistência à ação do Fogo

Segundo a Norma ABNT NBR 15575, existem alguns requisitos a serem seguidos a favor da segurança contra ação do fogo como:

- Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio;
- Dificultar a propagação do incêndio.

Segundo a norma, as superfícies das vedações verticais devem classificar-se de acordo com os Quadro 17 e Quadro 18, sendo I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha. As superfícies externas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como I ou II B. O Quadro 19. Classificação resistência ao fogo mostra a classificação dos revestimentos em estudo.

Quadro 17. Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 15575. Fonte: (NBR 15575, 2013).

Método de ensaio		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
Classe				
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$l_p > 400$	-

Notas: Δm – Variação da massa do corpo de prova; t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova; l_p – Índice de propagação superficial de chama; D_m – Densidade específica óptica máxima de fumaça; ΔT – Variação da temperatura no interior do forno; ISO 1182 – “Buildings materials – non – combustibility test”; ABNT NBR 9442 - Materiais de Construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de Ensaio; ASTM E 662 – “Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials”.

Quadro 18. Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823. Fonte: (NBR 15575, 2013).

Método de ensaio		ISO 1182	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30 s)
Classe				
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10 \text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	FIGRA $\leq 120 \text{ W/s}$ LSF < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 7,5 \text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
	B	Combustível	FIGRA $\leq 120 \text{ W/s}$ LSF < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 7,5 \text{ MJ}$ SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
III	A	Combustível	FIGRA $\leq 250 \text{ W/s}$ LSF < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 15 \text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
	B	Combustível	FIGRA $\leq 250 \text{ W/s}$ LSF < canto do corpo-de-prova THR600s $\leq 15 \text{ MJ}$ SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
IV	A	Combustível	FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$ SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
	A	Combustível	FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$ SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
V	A	Combustível	FIGRA $> 750 \text{ W/s}$ SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s
	B	Combustível	FIGRA $> 750 \text{ W/s}$ SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s
VI		-	-	FS $> 150 \text{ mm}$ em 20 s

Existe também a classificação Europeia, a maioria dos materiais importados seguem a classificação da Euroclasses, as classificações são: A, B, C, D, E e F, sendo a Classe A destinada aos materiais com melhor desempenho e a Classe F aos materiais com pior desempenho, Texto sintetizado do (Mitidieri & Ioshimoto, 1998), As características de cada classe são:

- **Classe F** - Nenhuma característica determinada: materiais aos quais não são especificadas características de reação ao fogo ou que não podem ser enquadrados nas Classes A, B, C, D ou E.
- **Classe E**- Reação ao fogo aceitável: produtos com capacidade de resistir, durante um breve período de tempo, à exposição de uma pequena chama, sem que se produza uma substancial propagação da mesma.

- **Classe D-** Contribuição ao fogo aceitável: produtos que cumprem os requisitos da classe E e que são capazes de resistir, durante um período maior de tempo, à exposição de uma pequena chama, sem que se produza uma substancial propagação da mesma e com limitação quanto ao gotejamento em chamas. Quando submetidos ao ensaio SBI (small burning item), que está definido em 4.4.3, esses produtos devem apresentar: - tempo para ignição suficientemente grande; - propagação de chama, desenvolvimento de calor e fumaça limitados; - gotejamento em chamas e desprendimento de partículas carbonizadas reduzidas.
- **Classe C** - Contribuição ao fogo limitada: como na classe, D, porém cumprindo requisitos mais severos.
- **Classe B-** Contribuição ao fogo muito limitada: produtos que cumprem requisitos mais severos que os da classe C. Porém, em condições de um incêndio completamente desenvolvido, eles não contribuem para um significativo aumento da carga térmica do recinto, bem como para o desenvolvimento do fogo.
- **Classe A-** Nenhuma contribuição ao fogo: produtos que não contribuem para o incêndio, mesmo numa situação em que o sinistro se encontre completamente desenvolvido. Por esta razão, admite-se que eles cumprem automaticamente todas as exigências estabelecidas para as classes anteriormente mencionadas.

Sendo o “s” referente a produção de fumaça e “d” a produção de gotículas inflamáveis.

Quadro 19. Classificação resistência ao fogo.

Tipo	Especificação	Fabricante	Classificação	Ensaio	Fonte
Painél Fenólico	HPL	Fórmica®	A II	ASTM E 662 NBR 9442/1986	Do Fabricante
Concreto Polimérico	Placas de Concreto polimérico	ULMA	B-s2, d0 II	EN 13501-1 EN 13823 (SBI test) EN ISO 11925-2	Do Fabricante
Placa Sintética	Corian®	DuPont™	B-s1 , d0 II	EN 13501-1 EN 13823 (SBI test) EN ISO 11925-2	Do Fabricante
Placa Cerâmica	Porcelanato	Eliane	A I	ABNT NBR- 13818:1997 e NBR- 15463:2013	Do Fabricante
Pedra Natural	Mármore Branco Clássico	NA	A I		
Pedra Natural	Granito Santa Cecilia (Clássico)	NA	A I		
Metal	ACM	Alcopla®	B-s1 , d0 II	EN 13501-1 EN 13823 (SBI test) EN ISO 11925-2	Do Fabricante

Um bom revestimento, deve ter em sua composição produtos não tóxicos ou que não facilitem a propagação do fogo. É muito importante que o material a ser escolhido ajude na prevenção de incêndios. O Corian® possui um grande desempenho neste quesito, principalmente devido ao componente trihidratado de alumina presente na sua composição, que é utilizado como retardador de chamas. Segundo a Norma 15575 da ABNT, o revestimento deve ser da classe I ou IIB para ser utilizado em fachada. A classificação do *Corian®* é II, portanto pode ser utilizado em fachada sem maiores preocupações.

5.11 Fixação

A fixação mecânica dos revestimentos pode ser feita diretamente, com suporte ou por intermédio de uma subestrutura que pode conter elementos verticais, horizontais ou ambos. Todas as soluções são aplicadas por intermédio de uma subestrutura que pode ser de madeira ou em aço inoxidável, sendo a segunda a mais utilizada, por ser mais durável e resistente aos agentes exteriores. A utilização da subestrutura permite também controlar a deformação transmitida do suporte ao revestimento. O Modo de fixação tem impacto direto na produtividade da instalação.

Nas Figuras 21 a 28 serão mostradas as opções de fixação fornecida por cada fornecedor para os componentes em estudo. As fixações do componente *Corian®* estão descritas no Item 3.3.

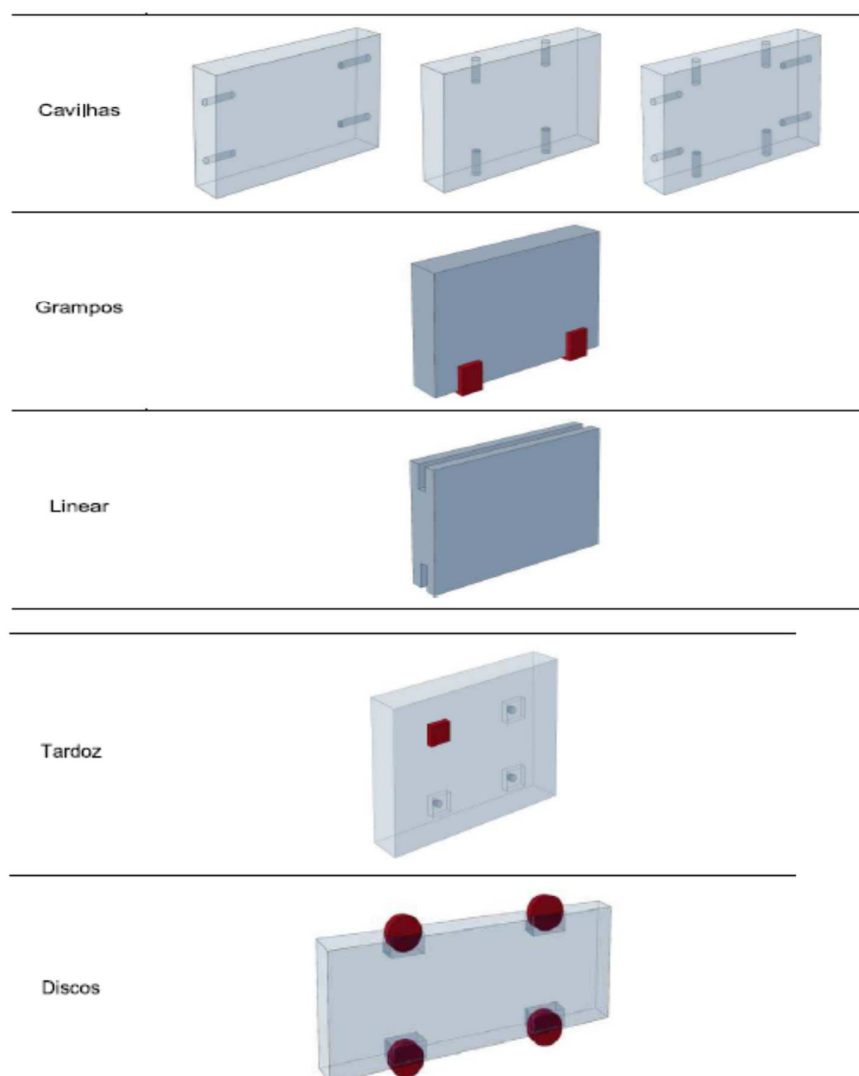


Figura 21 Tipos de furação para cada sistema de fixação para pedras naturais. Fonte: (Souza, 2010).

Dispõe de 2 sistemas de colocação, Sistema Vertical e Sistema Horizontal.

SISTEMA HORIZONTAL
SISTEMA DE COLOCAÇÃO HORIZONTAL

- A** LAJES
- B** FECHAMENTO BASE
- C** ISOLAMENTO TÉRMICO

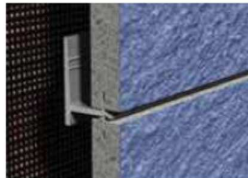


SISTEMAS DE COLOCAÇÃO

Grelha anti-roedores



Detalhe do perfil guia



Encontro de distintos perfis



Saída de ar junto ao coroamento



Buchas de ancoragem à parede base e lajes
Âncoragem livre de ponto deslizante



Âncoragem de ponto fixo

Figura 22. Sistema de Fixação ULMA. Fonte: (ULMA, 2014).

Fixação Visível:

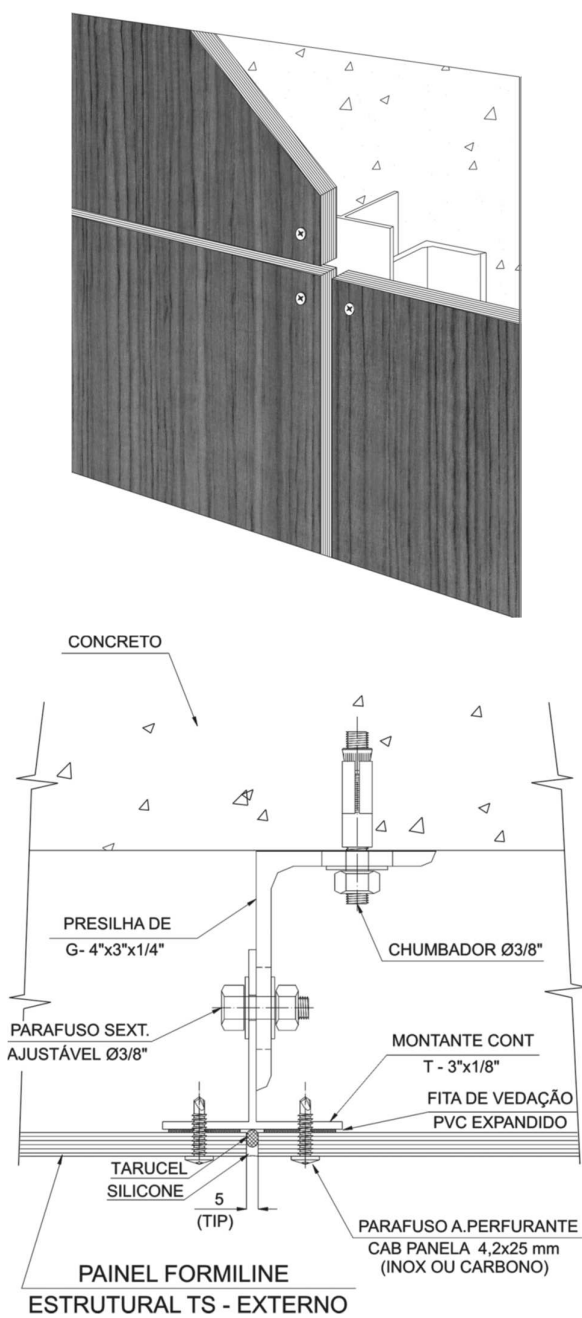


Figura 23 Forma de Fixação. Fonte: (Fórmica).

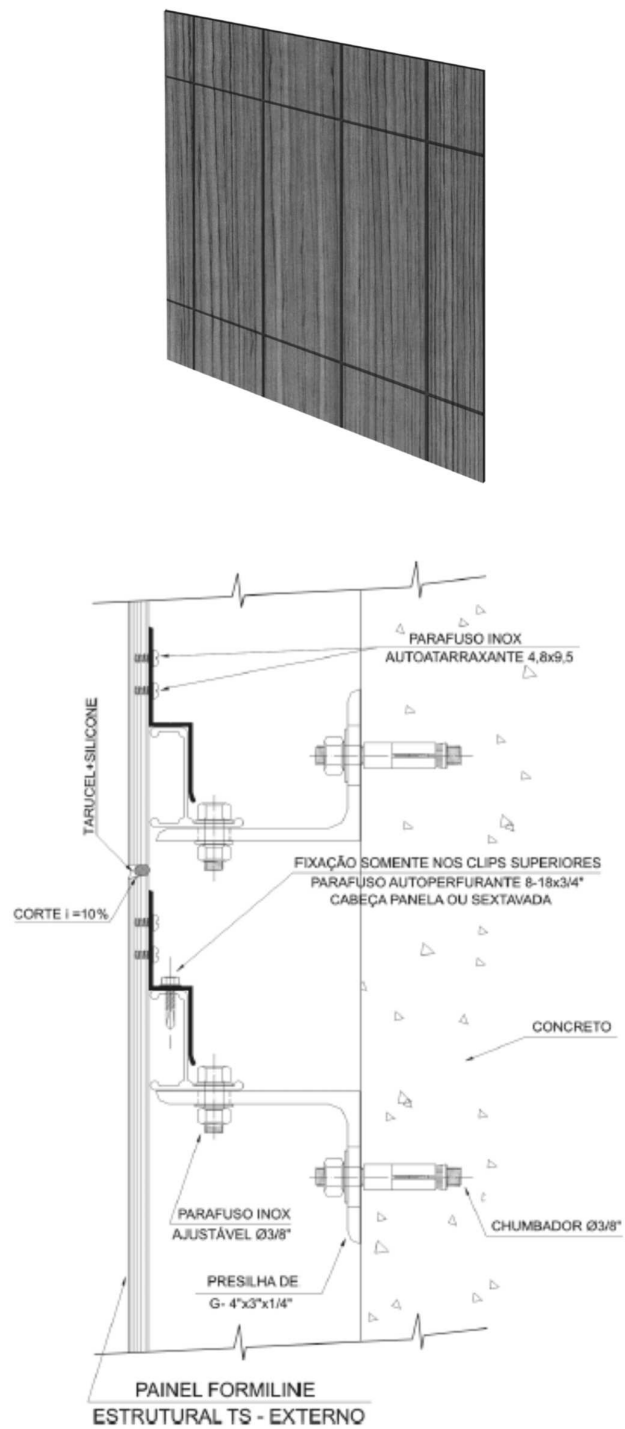


Figura 24. Forma de Fixação Invisível. Fonte: (Fórmica).

Bandejas Parafusadas

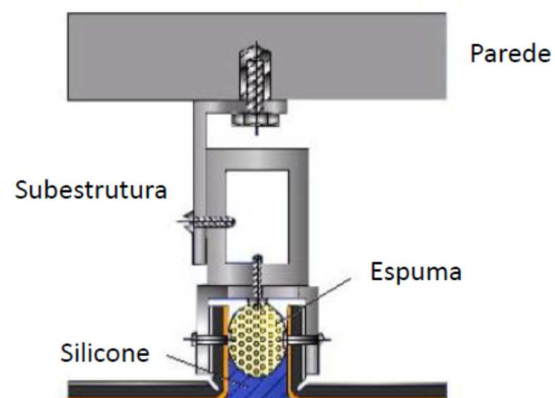


Figura 25. Detalhe de fixação do ACM. Fonte: (Manual Técnico Belmetal)



Figura 26 Fixação por Trilhos. Fonte: (Portobello).

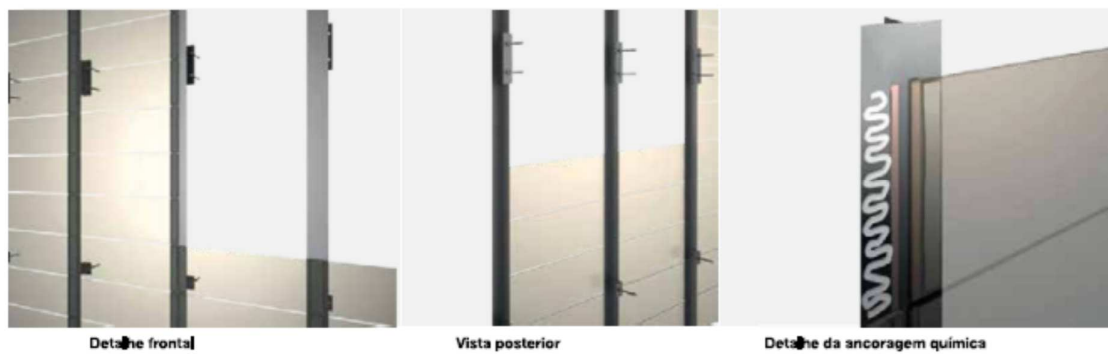


Figura 27. Fixação por Adesivos. Fonte: (Portobello).



Figura 28. Fixação para Grandes Dimensões. Fonte: (Portobello).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha de de um componente para revestimento não aderido para fachada depende muito das restrições inerentes a cada projeto e das exigências do cliente, não existindo uma “receita de bolo” para isto. Para auxiliar na escolha do melhor produto a se utilizar como componente de um revestimento não aderido para uma fachada ventilada ou não, deve-se criar uma matriz de decisão, em que sejam dados pesos para os critérios a serem avaliados, tendo em vista a necessidade e importância das principais propriedades, que interferem na escolha do componente, tais como:

- Peso próprio;
- Absorção de água;
- Resistência à flexão;
- Dilatação térmica;
- Condutividade Térmica;
- Dureza Mols;
- Resistência ao fogo;
- Resistência aos agentes químicos;
- Cores, Texturas e Formas;
- Durabilidade e Manutenção;
- Impacto Ambiental;
- Produtividade;
- Custo (não faz parte deste trabalho fazer uma análise financeira do custo de cada revestimento).

Uma vez colocado os pesos nos critérios, deve-se dar nota a cada tipo de revestimento. No final, aquele que obtiver maior pontuação é o revestimento que melhor se adequa para a fachada em questão.

Apesar de possuir um alto valor de aquisição, o *Corian®* é um excelente produto para ser utilizado em revestimento não aderido de fachada, o que inviabiliza o seu uso em projetos que disponham de pouca verba. Mas, para edifícios que busquem estética de alto padrão e certificados de sustentabilidade, o uso do *Corian®* poderá ser viabilizado. A envoltória conta ponto em qualquer certificação ambiental e, segundo a revista *Téchne*, de março de 2015, o Brasil está em terceiro lugar no mundo em projetos certificados pela metodologia LEED.

Projetos em que a criatividade prevaleça, a arquitetura pode se desenvolver através das tecnologias de novos materiais, um exemplo é a ganhadora do prêmio Pritzker, Zaha Hadid, que ficou conhecida por sua arquitetura orgânica, desconstruivista e curva, com ar futurista para o empreendimento. Para este tipo de arquitetura, o Corian® se encaixa muito bem. O Corian® também é recomendado para edifícios que, de certa forma, apresentem restrições à manutenção, seja ela pelo custo ou pelo difícil acesso às fachadas, já que para este não aparecem muitos problemas como permeabilidade a água, umidade, eflorescência, desprendimento de tintas, descoloração de tintas e manchas como acontece em outros tipos de revestimento de fachadas.

Após a criação da Norma NBR 15575 da ABNT, está sendo exigido que os produtos a serem utilizados em fachadas tenham uma maior qualidade. Os mesmos devem ter uma vida útil maior que 40 anos e com este cenário, o *Corian®* passa a ser uma vantagem, já que muitos produtos irão desaparecer do mercado por não possuir durabilidade necessária para o cumprimento dessa norma. A tendência da construção civil é se tornar cada vez mais industrial, eliminando os materiais que tem aplicação artesanal ou feita in loco, e passando a valorizar mais produtos industriais com maior produtividade na instalação.

É importante destacar que as pedras naturais não são fontes naturais renováveis, podendo chegar ao seu esgotamento, e uma vez que isto aconteça, outros materiais como as rochas artificiais e o Corian® poderão substituir e ganhar destaque nesse mercado. Não sabemos quando isto irá acontecer, mas temos que trabalhar nesse contexto desde já.

REFERÊNCIAS¹

AECWEB. **Os verdadeiros impactos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

AGOPYAN, V. **Elementos de vedação vertical para habitação observação sobre características que afetam o desempenho**, 1978. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

ALBUQUERQUE, P. F. D. Q. **Painéis fenólicos para aplicação em fachadas exteriores**, 2013. 100 p. Dissertação (Mestrado) - Área Departamental de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013.

ARAGUAIAS. Disponível em: < <http://www.araguaiaspedras.com.br>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

ARRAIS, G. P. **Pressões exercidas pelo vento em fachada de edifícios altos: estudo comparativo dos valores obtidos através de ensaios em túnel de vento e especificações normativas**, 2011. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**. Forças Devido ao vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988.

BALBINO, C. S. et al. **Fixação de placas de granitos com inserts metálicos em fachadas**. 2011. 104 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

BELMETAL. **Manual tecnico belmetal**. Disponível em: <<http://www.belmetalplasticos.com.br>>. Acesso em: 10 julho 2016.

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em Light Steel Framing**, 2015. 245 p. Dissertação (Mestrado)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAUSS, L. W. **Sistema de fachada ventilada em edificações: características, métodos, executivo e aplicações**, 2014. 123p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023

- CB3E. **Guia de medições e cálculo para refletância Solar em superfícies Opacas**, Florianópolis, 2015. 23 p.
- CICHINELLI, G. **Fachadas de alumínio exigem detalhamento preciso dos sistemas envolvidos e instalação correta do painel ACM**. aU, p. 5, 2011.
- CUNHA, M. M. F. **Desenvolvimento de um sistema construtivo para Fachadas Ventiladas**. 2006. 183 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto , 2006. 183 p.
- DUPONT. **DuPont™ Corian® Brasil: Há 25 anos transformando visões criativas em realidade**. Disponível em: <<http://www.dupont.com.br>>. Acesso em: 26 fev. 2016.
- DUPONT. **DuPont solid surface as an external cladding material**. Disponível em: <<http://www.dupont.com/products-and-services/construction-materials/surface-design-materials/brands/corian-solid-surfaces/uses-and-applications/exterior-cladding-facades.html>>. Acesso em: 24 jun. 2016.
- DUTRA, M. R. **Caracterização de revestimento em fachadas ventiladas análise do comportamento**, 2010. 102p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.
- EQUITONE. **Planning & application guide (catálogo técnico)**, [S.l.]: 2013. 104p.
- ESQUIVEL, J. F. T. **Avaliação do uso do revestimentos cerâmicos de fachadas em edifícios residenciais multifamiliar em São Paulo**, 2001. 427 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- FÓRMICA. Disponível em: < <http://www.formica.com.br>>. Acesso em: 29 fev. 2016.
- FROTA, A. B.; SHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 241 p.
- FRUET. **Dissipação de energia em estrutura com utilização de polímeros Termoplásticos**, 2005. 152 p.
- GARDNER, G. **Mind over Matter: recasting the role materials in our lives**. Worldwatch Institute, 1998. 60p.
- GOUVEIA, G. M. M. M. **Análise energético – ambiental de fachadas com foco na reciclagem, estudo de caso com painéis de Alumínio Composto "ACM" em Brasília**. 2012. 153 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de tecnologia departamento de Engenharia Civil e Ambientetal, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2012.

- GRANIMASTER. Disponível em: <<http://www.granimaster.com.br/portugues/sustentabilidade>>. Acesso em: 09 mar. 2016.
- GUIMARÃES, E. T. **Soluções de fachadas duplas ventiladas para revestimentos externos de edifícios**, 2013. 114 p. (Conclusão de Curso)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- IEL. **Rochas Ornamentais, Cachoeiro do Itapemirim**, 2013. 244 p.
- INCROPERA, F. P. et al. **Fundamentos de transferência de Calor de massa**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- IPT. **Catálogos de madeiras para construção civil**. São Paulo: Athalaia gráfica, 2013.
- JUNIOR, C. A. M. D. O. **Recomendações para projetos e execução de revestimento de fachadas com placas pétreas** , 2005. 100 p. (Conclusão de Curso) - Universidade do Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.
- MATHEWS, E. et al. **The weight of nations: material outflows from industrial economies**, 2000.
- MENDES, F. M. V. P. **Durabilidade da Fachada Ventilada** , 2009. 67 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil - Especialização em construções) - Faculdade de Engenharia, Universidade do porto, Porto, 2009.
- MENEZES , R. G.; LARIZZATTI, J.. **Curso de especializacao em marmores e granitos**, setembro 2005. 13 p.
- MITIDIERI, M. L.; LOSHIMOTO, E. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo - reação ao fogo**, 1998. 29 p.
- MOREIRAS, S. T. F. **Estudo sobre o revestimento de fachadas de edifícios altos com placas de granitos ornamentais** , 2005. 92f. Dissertação (Mestrado) - Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.
- MOURA, E. **Fachadas Respirantes**. *Téchne* , p. 6, 2009.
- MUNDO educação. Disponível em: <mundoeducacao.bol.uol.com.br>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- NATUROCIMENTO. *Catálogo Técnico*, p. 12.
- PILEGGI, A. **Cerâmica no Brasil e no Mundo**. São Paulo: Martins , 1958.
- PINI. **Apesar de simples, a instalação de painéis em ACM deve ser feita**. *Construção Mercado*, p. 2, 2014.

PORTOBELLO. **Sistema de Fachada Ventilada**. Catálogo Técnico , p. 12.

POYATOS, M. A. Z. **La fachada Ventilada**, 2010. 146.

RABELLO, M.; DE PAOLI ,. **Aditivação de Termoplástico**. São Paulo : ArtLiber , 2013.

RECER. **Fachadas Ventiladas**, p. 12. Disponível em: <<http://www.recer.pt/>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

SOUSA, F. M. D. **Fachadas Ventiladas em Edifícios**, 2010. 138p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil - Especialização em Construções) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

ULMA. Catálogo Técnico ULMA , 2014. Disponível em: <www.ulmaarchitectural.com.br>.

VEDOVELLO, C. A. D. S. **Gestão de Projetos de Fachada**, 2012. 406 p. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012.