

AUTORA: CLÁUDIA OLIVEIRA DA SILVA

"SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM EDIFÍCIOS"

BELO HORIZONTE - MG

MARÇO/2013

CLÁUDIA OLIVEIRA DA SILVA

"SISTEMA DE FACHADA VENTILADA EM EDIFÍCIOS"

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia/ UFMG com ênfase em Gestão e Tecnologia da Construção Civil.

ORIENTADORA: PROF^a CRISTIANE MACHADO PARISI JONOV

BELO HORIZONTE/ MG

MARÇO/2013

S536s Silva, Cláudia Oliveira da Silva
Sistema de fachada ventilada em edifícios [manuscrito] / Cláudia Oliveira da Silva. --2013.
46 f., enc.: il.

Orientadora: Cristiane Machado Parisi Jonov.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia / UFMG com ênfase em Gestão e Tecnologia da Construção Civil ”

Bibliografia: f. 45-46.

1. Construção civil. 2. Fachadas. I. Parisi Jonov, Cristiane Machado. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 692

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proteger de todo o mal, a minha mãe pelo amor e a Marlon pelo apoio, amizade e por ser meu herói.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivo específico	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 Projeto e planejamento	10
3.2 Metodologia executiva - Conceito	11
3.2.1 <i>Preparação da base suporte de fixação</i>	12
3.2.1.1 Parede de alvenaria	13
3.2.1.2 Movimentos estruturais	14
3.2.2 <i>Projeto de produção e paginação do sistema</i>	15
3.3 Componentes	16
3.3.1 <i>Revestimentos cerâmicos</i>	17
3.3.2 <i>Câmara de ar</i>	26
3.3.3 <i>Isolante térmico</i>	27
3.3.4 <i>Sistema de juntas</i>	28
3.3.5 <i>Estanqueidade de água</i>	29
3.3.6 <i>Sistema de fixação - Inserts metálicos</i>	30
3.3.7 <i>Sistema de fixação - Barras metálicas</i>	40
3.3.8 <i>Rejuntamento</i>	42
3.4 Vantagens da aplicação do sistema	43
4. CONCLUSÃO	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Montagem fachada ventilada	12
Figura 2 – Deformações a que o revestimento não aderido está sujeito.....	14
Figura 3 – Corte transversal indicando os componentes da fachada ventilada	17
Figura 4 – Fachada ventilada com betão polímero	19
Figura 5 – Fachada ventilada com alumínio perfilado	20
Figura 6 – Corte de um painel tricamada de alumínio.....	21
Figura 7 – Detalhe da fachada ventilada com alumínio tricamada, corte vertical, corte horizontal.....	21
Figura 8 – Detalhe do sistema com revestimento em vidro.....	22
Figura 9 – Detalhe do sistema com revestimento em cerâmica	23
Figura 10 – Fachada ventilada com revestimento em pedra.....	24
Figura 11 – Camadas do painel fenólico	25
Figura 12 – Fachada ventilada com revestimento em madeira modificada.....	26
Figura 13 – Detalhe da câmara de ar com uso do isolante térmico	28
Figura 14 – Detalhe da variação do fluxo de água e calor	30
Figura 15 – Sistema “LS”	32
Figura 16 – Sistema “LD”	33
Figura 17 – Sistema “LT”	34
Figura 18 – Sistema “LG”	35
Figura 19 – Sistema “GTP”	36
Figura 20 – Sistema “GP”	37
Figura 21 – Sistema “GA-1”	38
Figura 22 – Sistema “GA-2”	39
Figura 23 – Sistema “EPD”	39
Figura 24 – Sistema de fixação visível	41
Figura 25 – Sistema de fixação oculto	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Natureza do suporte da base x grau de confiabilidade da fixação	13
--	----

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

UAF – University of Alaska Fairbanks

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o revestimento de fachada através da aplicação do sistema de fachada ventilada, abordando a metodologia de execução deste tipo de sistema, cuidados a serem tomados, materiais empregados, funcionalidade e conforto. Para tanto aborda-se inicialmente antecedentes de utilização de revestimento em fachada na Europa e outros países, inclusive no Brasil. Este trabalho, além da introdução é estruturado por 4 seções. A seção dois apresenta os objetivos gerais e específicos do trabalho. A seção três é destinada a apresentar uma pesquisa bibliográfica sobre o sistema de fachada ventilada, apresentando as técnicas, os componentes e suas vantagens. Finalmente, o quarto capítulo tece as conclusões e considerações finais da pesquisa. O trabalho encerra-se com a apresentação das referências bibliográficas utilizadas.

Palavras chave: fachadas ventiladas, inserts metálicos, vantagem, ancoragem, fixação.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem apresentando nos últimos anos um forte crescimento em todo o país. Em busca por melhores resultados no sistema construtivo dos diversos componentes da execução de um edifício, um novo conceito de revestimento de fachadas começa a ser introduzido como opção para ganho no tempo de execução e eficiência, além de evitar uma série de problemas posteriores já largamente verificados no sistema de revestimento tradicional e mais utilizado no Brasil (revestimento cerâmico e pintura) em estudos e trabalhos anteriores.

As primeiras obras executadas o sistema de fachada ventilada surgiram na Europa e nos Estados Unidos e tem sua eficiência comprovada há mais de 30 anos e no Brasil este sistema surgiu a cerca de 15 anos.

Segundo o estudo desenvolvido por MÜLLER (et al, 2005), o sistema de fachada ventilada é largamente empregado na Europa onde existem empresas que exploram este mercado e possuem tecnologia necessária para o desenvolvimento do processo. Esta técnica vem sendo difundida em todo o mundo e as técnicas de fixação sendo cada vez mais aperfeiçoadas.

Segundo GUERRA (2010) o sistema não possui uma aplicação específica, podendo ser utilizado em qualquer tipo de edifício, quer seja uma construção nova ou em trabalho de recuperação. Este tipo de sistema pode ser aplicado em edifícios habitacionais, comerciais, industriais, desportivos e outros.

O conceito de revestimento e construção de fachada nas últimas décadas, foram revolucionados tecnologicamente, com a concepção de novos métodos, o surgimento de novos e eficientes materiais, e a indústria da construção acompanhou tal evolução e hoje consegue responder tecnologicamente às solicitações cada vez mais exigentes e criativas dos projetos arquitetônicos (GUERRA, 2010).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho foi elaborado objetivando apresentar e estudar o sistema de fachadas ventiladas, destacando os principais conceitos e características do sistema bem como as vantagens por ele alcançada.

2.2 Objetivo específico

O presente trabalho intitulado “Sistema de fachada ventilada em edifícios” não pretende enfatizar o uso de um tipo de material específico no revestimento, tendo em vista a grande gama de materiais passíveis de utilização, sendo que cada um apresenta características específicas de acordo com a necessidade de sua aplicação, mas sim tecer as principais características do sistema dentro do contexto de métodos não estabelecidos por normas mas de metodologias executivas apresentadas por diversos autores.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Projeto e Planejamento geral

Segundo MAZAROTTO (2011), o sistema de fachadas ventiladas depende fortemente do meio externo (como temperatura externa e radiação solar), por influenciar o meio interno, devendo ser projetada de acordo com as particularidades do meio e orientação da fachada, caso contrário, o desempenho não será satisfatório. A individualidade do projeto é o ponto alto a ser considerado para que o sistema tenha um desempenho satisfatório.

As propriedades físicas no interior da cavidade devem ser fundamentalmente estudadas para compreensão do desempenho da fachada ventilada. A geometria da fachada irá influenciar o fluxo de ar e as temperaturas em diferentes alturas da cavidade. Os diferentes painéis que poderão ser utilizados resultam em diferentes propriedades físicas, bem como a dimensão e localização das aberturas que podem influenciar no fluxo e temperatura do ar da cavidade. Todos estes parâmetros determinam a utilização e como a fachada ventilada deverá ser projetada (MAZAROTTO, 2011).

O planejamento dos diversos tipos de fachadas são citadas por MAZAROTTO (2011) em seu trabalho, podendo ser citados:

- “1. Verificar as restrições - a adequação do uso estratégias de ventilação natural para os ambientes com os sistemas de fachada disponíveis, e a viabilidade econômica dos sistemas.*
- 2. Determinar a configuração da fachada - análise da matriz de requisitos para determinar a forma e construção apropriada da fachada.*
- 3. Garantir um bom suprimento de ar fresco - planejamento das dimensões das aberturas e das rotas de fluxo de ar na cavidade e nos ambientes.*
- 4. Evitar o superaquecimento da cavidade - o fluxo de ar é projetado de tal forma que o ganho de calor não aumenta de andar em andar.*

5. *Otimizar o fluxo de ar – determinar o tamanho e a posição das aberturas adequadamente, acrescentando propulsão extra quando necessário.*
6. *Planejamento das condições de operação - variando o tamanho das aberturas para os requisitos de isolamento térmico e acústico.*
7. *Testar as concepções de fachada - a integração física do edifício e da tecnologia de ventilação do sistema de fachada com o conceito de ventilação mecânica.*
8. *Integração de clientes e usuários no planejamento – a otimização do processo global do sistema exigirá participação de todos os envolvidos na fase de planejamento para assumir uma parcela de responsabilidade.*
9. *Tendo os mecanismos de controle em funcionamento - coordenar o ajuste das funções de fachada e ventilação mecânica (se houver) e dar tempo para o processo de ajuste antes da ocupação do edifício.”*

O sucesso do sistema de fachada depende muito do entendimento de sua funcionalidade, as recomendações citadas representam orientações para os projetistas e usuários do sistema.

3.2 Metodologia executiva – Conceito

O sistema de fachada ventilada caracteriza-se pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento possibilitando a ventilação através de uma câmara de ar em movimento.

Com o emprego da câmara de ar é permitido a ventilação natural e contínua da parede do edifício, através do efeito chaminé, onde o ar frio entra pela parte inferior e sai quente pela parte superior. Além disso diferenças de pressão no interior da câmara ventilada, devido a ação do vento, também contribuem para a ventilação (GALVÃO et al, 2006).

Segundo KISS (1999), o sistema permite a troca constante do ar, reduzindo assim a possibilidade de formação de pontos de umidade na estrutura, além de melhorar durante as diferentes épocas do ano a isoterminia da edificação.

A cavidade formada entre os dois elementos (revestimento e estrutura), varia de 10 a 15 cm de largura, mas podendo ser maior para possibilitar a passagem de

instalações elétricas e hidráulicas. A troca de ar é permanente na câmara proporcionando assim um maior conforto ambiental dentro do edifício. (MOURA, 2009).



Figura 1: Montagem fachada ventilada

Fonte: Fachada ventilada (ROCHA, 2011)

3.2.1 Preparação da base suporte de fixação

Segundo SIQUEIRA (2003), é necessário que as paredes ofereçam uma resistência a flexão compatível com esforços aplicados pelo sistema, pois isso influenciará diretamente no custo do sistema, já que a necessidade de se fixar a estrutura em mais pontos intermediários contribui para a diminuição da utilização de fixadores metálicos. Em função disso, é necessário que o projetista possua o domínio tecnológico sobre o elemento de vedação vertical a ser utilizado.

Os fatores que influenciam diretamente no desempenho da vedação como um todo, devendo ser levado em consideração além da resistência a flexão da base, a deformidade dos elementos e os componentes que podem vir a comprometer o sistema de vedação da fachada ventilada.

3.2.1.1 Parede de alvenaria

Segundo SIQUEIRA (2003, apud SORIANO, 1999) os componentes do substrato parede de alvenaria podem ser classificados de acordo com os materiais de sua constituição ou pela porcentagem de perfurações que este substrato tem.

O comportamento das ancoragens fixadas não pode ser assegurada quando executadas em blocos ocós, onde existe a variação da espessura da parede, pois a posição da ancoragem pode afetar um furo, a junta de argamassa ou união quase seca das juntas verticais. Sendo assim, as ancoragens devem ser executadas pontualmente ou isoladas, fixadas diretamente na alvenaria, devendo ser de tijolo ou bloco maciço (SIQUEIRA, 2003, apud SORIANO,1999)

A tabela 1 apresenta os componentes mais usuais e o grau de confiança para a sua utilização como base de ancoragem (SIQUEIRA,2003).

Tabela 1: Natureza do suporte da base x grau de confiabilidade da fixação

Natureza do suporte	Grau de confiabilidade
Concreto	Excelente
Tijolo maciço	Muito bom
Tijolo perfurado	Bom
Bloco de concreto com separação entre as paredes de 30mm e septos com espessura de 30mm	Bom
Tijolo cerâmico com pequenas células ocas	Bom
Bloco cerâmico vazado	Inaceitável*

Nota: Quando do dimensionamento da ancoragem deve-se levar em conta, além da resistência do material, a situação das juntas e bordas da alvenaria.

* Quando utilizado sem reforços, como cintas entre outros.

Fonte: Tecnologia de fachada: cortina com placas de grês porcelanato (SIQUEIRA, 2003)

3.2.1.2 Movimentos estruturais

Segundo SIQUEIRA (2003, apud ALLEN, 1990) diversos fatores podem levar a subestrutura de suporte e o revestimento ao colapso e provocar falhas no sistema de vedação se sujeitos a esforços não previstos, podendo ser citado como fatores que podem levar a estrutura a esta situação: movimentos ocasionados pelo encurtamento dos pilares e flexão das vigas, devido a deformação lenta do concreto onde o revestimento será fixado; forças do vento que podem fazer com que surja empuxo lateral na estrutura e nos revestimentos, recalques diferenciais na fundação e esforços transmitidos pelas interações higrotérmicas.

A figura 2 mostra as deformações a quais a estrutura está sujeita, sendo a mais significativa a movimentação ocasionada pela deformação lenta do concreto, principalmente em função das obras brasileiras serem executadas da forma tradicional e apresentarem elevado grau de esbeltez com que são executadas (SIQUEIRA, 2003, apud ALLEN, 1990).

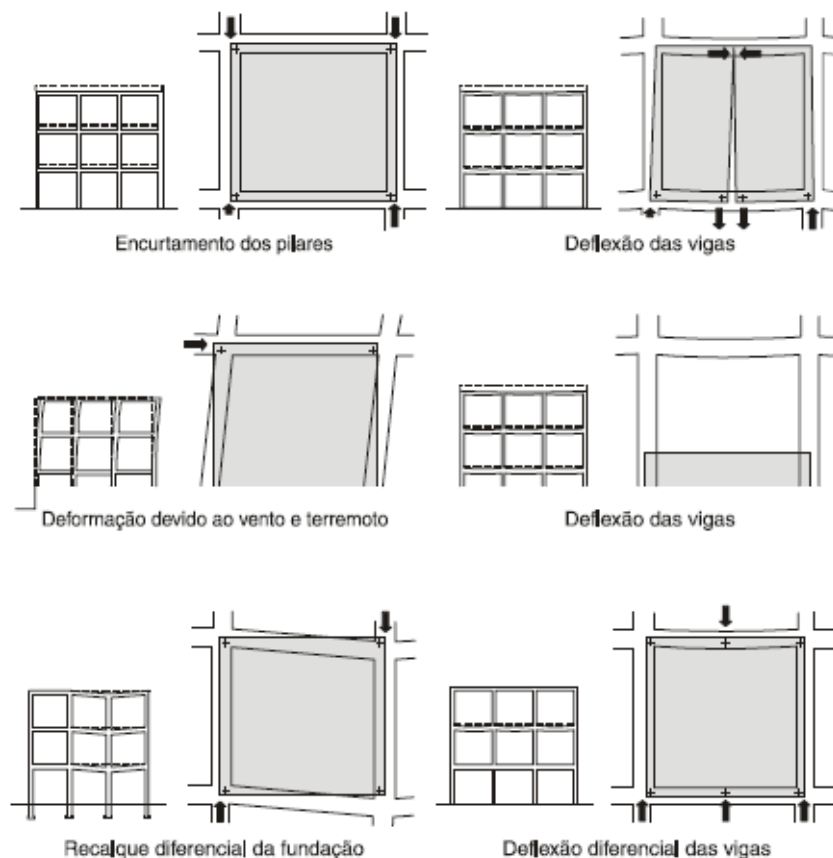


Figura 2: Deformações a que o revestimento não aderido está sujeito

Fonte: Tecnologia de fachada- cortina com placas de grês porcelanato (SIQUEIRA, 2003, apud ALLEN, 1990)

3.2.2 Projeto produção e paginação do sistema

A paginação apresenta grande importância para a execução do sistema de fachada ventilada, pois além de ser um procedimento de fundamental importância, determina todo o padrão estético para a coordenação modular identificando os locais onde serão fixados os suportes (inserts) metálicos na subestrutura, sendo também responsável pela disposição correta dos cortes das peças (cerâmicas, pedras, etc).

Deve-se considerar as medidas existentes em caso de adaptações ou “retrofit”, pois em caso de revestimentos cerâmicos estas medidas irão requerer o corte deste componente. É necessário prever tais cortes pois uma quantidade excessiva se torna antieconômica, além de componentes cerâmicos de pequenas dimensões podem apresentar problemas de estabilidade (SIQUEIRA, 2003).

De acordo com SIQUEIRA (2003), no projeto de produção deve-se levar em conta as técnicas que serão adotadas na obra, como a consideração dos equipamentos existentes e que terão que ser disponibilizados, espaço físico disponível para estocagem e montagem dos componentes, interferências com as demais frentes de produção e o cronograma da obra. Um projeto de fachada deve conter basicamente para atender às necessidades da produção:

- condições de início para a execução dos serviços;
- ferramentas de uso pessoal;
- equipamentos para transporte vertical e horizontal;
- definição das plataformas de trabalho;
- definição dos locais para armazenamento dos dispositivos, componentes e elementos;
- dimensionamento da equipe de produção;
- procedimentos de produção;
- referências, dimensões e características de acabamento das placas;
- paginação das placas cerâmicas de modo a se evitar cortes e estabelecer os parâmetros arquitetônicos;

- tipo e dimensionamento da fixação a ser utilizada (visível ou oculta);
- acabamento superficial do elemento de vedação externo;
- necessidade ou não da implantação de isolante térmico;
- detalhe da interface do sistema com as esquadrias;
- detalhe dos dispositivos localizados nas aberturas de entrada e saída do ar;
- espessura das juntas entre as placas cerâmicas;
- tipo de selante a ser utilizado entre as placas e a subestrutura metálica de suporte;
- distância entre o paramento externo (tardoz das placas) e a vedação externa (espessura da câmara);
- forma de fixação dos chumbadores e rebites;
- as tolerâncias e forma de controle que serão adotadas.

SIQUEIRA (2003) define ainda que as etapas do cronograma de execução devem ser compatibilizadas com as especificações e verificações preliminares.

3.3 Componentes

A fachada ventilada é composta por um sistema de guias e suportes de fixação para o revestimento. A figura 3 mostra o corte transversal da fachada com seus principais componentes. A função e utilização de alguns destes componentes serão apresentados a seguir neste estudo.

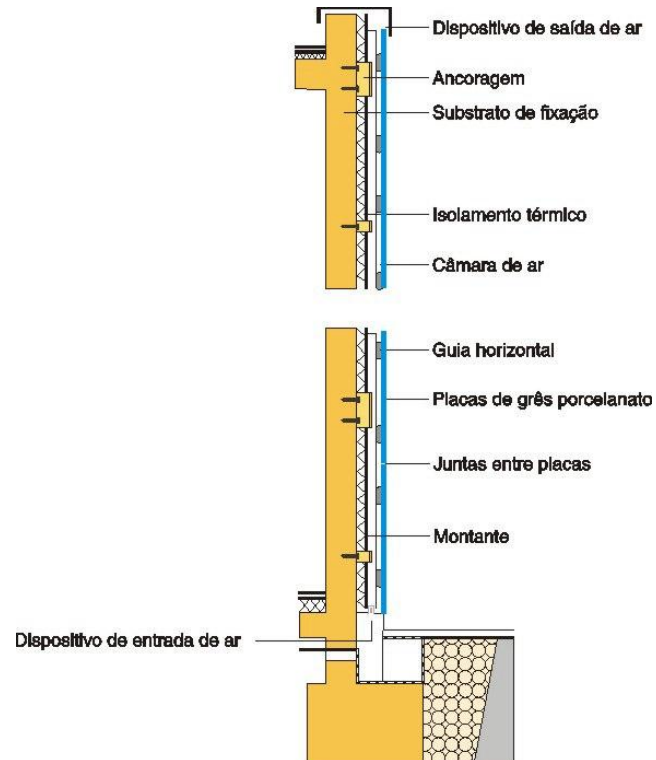


Figura 3: Corte transversal indicando os componentes da fachada ventilada

Fonte: Tecnologia de fachada- cortina com placas de grês porcelanato (SIQUEIRA, 2003, apud GRANITI FIANDRE, s.d)

3.3.1 Revestimentos externos

O revestimento exterior tem como principal função a estética e a proteção da parede do edifício.

Segundo SIQUEIRA (2003), a escolha dos componentes deve obedecer as definições das linhas gerais e detalhes construtivos da obra, observando-se a composição do custo direto e indireto das opções, levando-se em consideração o custo dos insumos, equipe de apoio e a facilidade de execução.

As placas de revestimento da fachada ventilada podem ser de materiais como vidro, placas de pedra natural (granito, mármore), cerâmicas (extrudadas, esmaltadas, grês e cotto) ou placas compósitas de metais ou laminados melamínicos (MÜLLER, et al, 2005).

Com o desenvolvimento dos materiais de revestimento tem sido possível criar fachadas ventiladas eficientes e resistentes às variações de umidade, temperatura e aos agentes atmosféricos em geral. Mesmo com a diversidade de materiais, o Brasil ainda não tem um número significativo de produtos e sistemas. Segundo Jonas Silvestre Medeiros, consultor da Inovatec Consultores e Associados, “a cerâmica extrudada é a única por enquanto que tem futuro perto do granito, rocha artificial e cristalato no Brasil porque é vendida como um sistema construtivo.” Ainda segundo Medeiros, o sistema não se consolidou no Brasil porque as placas cerâmicas produzidas possuem dimensões e espessuras limitadas, gerando um consumo maior de metal utilizado na subestrutura. Diferentemente das placas de granito que possuem espessura de pelo menos 25mm, permitindo a colocação segura dos insertos pontuais.

Em contrapartida, os painéis cerâmicos de maior dimensão precisam ser mais espessos para uso das ancoragens, devido a necessidade da segurança estrutural, o que encarece o sistema.

Com os painéis cerâmicos extrudados o sistema equilibra as questões de espessura e resistência, podendo ser fabricado com os encaixes necessários à montagem. As placas possuem de 18 a 25mm de espessura e formatos entre 25 e 50cm de altura e 60 a 180cm de comprimento. O sistema é disponibilizado pronto para montagem, devendo ser compatibilizado com todos os outros sistemas do edifício (ROCHA, 2011).

No caso de revestimento de fachada com placas cerâmicas, de acordo com SIQUEIRA (2003, apud MÄNTYLÄ, 2001) o aspecto mais importante a ser considerado é a absorção de água, este valor deve ser baixo o suficiente para dar a capacidade ao revestimento de resistir a poluição, a erosão e a todas as mudanças climáticas devido à temperatura.

Outros fatores também podem ser citados como condicionantes para determinação do tipo de revestimento a ser utilizado, como composição

arquitetônica, que determina o tamanho das peças e conseqüentemente os esforços à flexão e a cortante sobre as ancoragens e sobre a própria placa.

O tipo de acabamento superficial do revestimento e a sua textura, devem ser compatíveis com a sua exposição durante o longo período de tempo em um determinado ambiente, sem que haja alteração na cor ou em outros fatores estéticos (SIQUEIRA, 2003).

De acordo com o GALVÃO et al (2006) os principais materiais que podem ser utilizados como revestimentos externos são:

a. Betão polímero

O betão polímero é uma combinação de silício e quartzo, ligados mediante resinas de poliéster estável, garantindo uma combinação que lhe concede excelentes características mecânicas e físicas. Uma das principais propriedades do betão polímero é sua impermeabilidade, tendo como vantagens a leveza do material e a fácil trabalhabilidade.

Este tipo de material pode ser empregado tanto em obras novas como em obras de recuperação (GALVÃO, et al, 2006).



Figura 4: Fachada ventilada com betão polímero
Fonte: GALVÃO et al (2006)

b. Alumínio perfilado

São perfis de alumínio extrudado utilizados para construir a subestrutura e os elementos de acabamento, as cantoneiras são arredondadas e pré-lacadas (previamente pintadas com resina). Os perfis podem ser fixados à subestrutura através de encaixes especiais permitindo uma perfeita regulação sem a necessidade de fixação mecânica à vista. Este tipo de revestimento permite resultados estéticos diferenciados de acabamento da fachada.

Com a utilização de perfis em barra, estes se comportam como uma viga de apoio contínuo, melhorando a resposta a ação do vento, tanto na zona de pressão como na zona de sucção.

As principais características são: resistências aos agentes atmosféricos (chuva, vento, sol, poeira), resistência à corrosão e agentes químicos, rapidez e facilidade na montagem bem como fácil manutenção (GALVÃO, et al, 2006).

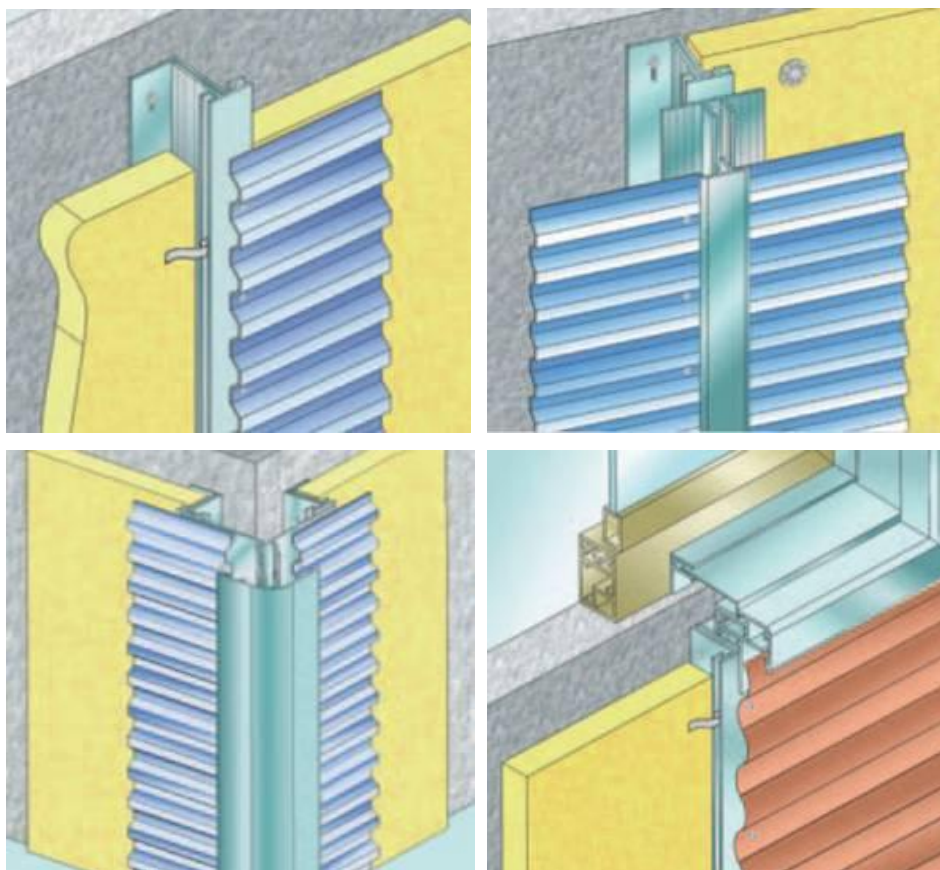


Figura 5: Fachada com alumínio perfilado
Fonte: GALVÃO et al (2006)

c. Alumínio tracamada

O painel é composto por duas camadas exteriores de alumínio (com 5mm de espessura cada) e um núcleo interior de polietileno de 2 a 5mm de espessura.

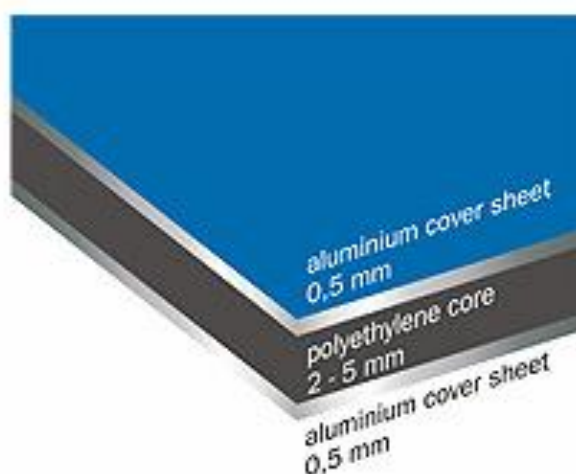


Figura 6: Corte de um painel tracamada de alumínio

Fonte: GALVÃO et al (2006)

Este tipo de solução para o revestimento da fachada permitem: planeza de superfície, variedade de acabamento em cores, manutenção reduzida ao longo da vida, solução estética e durabilidade dada pela garantia do fabricante (GALVÃO, et al, 2006).

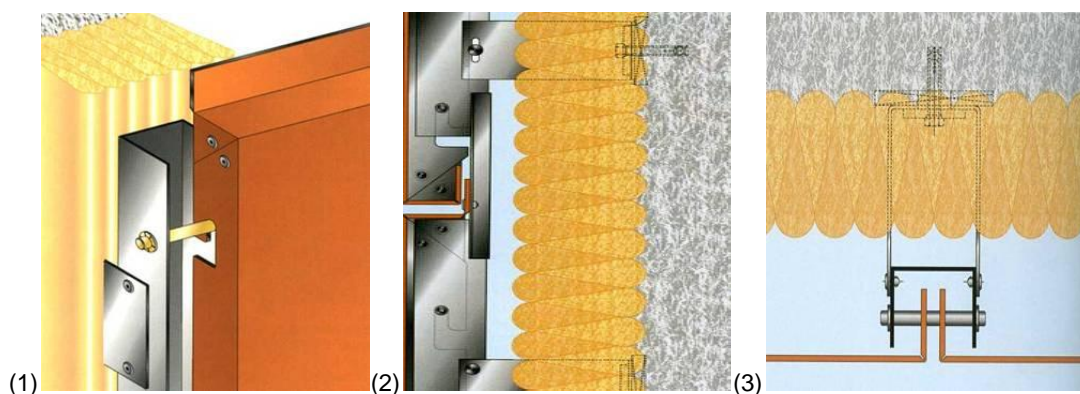


Figura 7: Detalhe da fachada ventilada com alumínio tracamada(1), corte vertical(2) e corte horizontal(3)

Fonte: GALVÃO et al (2006)

d. Vidro

A fachada ventilada com utilização de revestimento em vidro, assemelha-se à fachada cortina, a diferença pode ser encontrada no seu sistema construtivo. Pode apresentar função estrutural visto que o suporte pode ser totalmente oculto se visto do exterior do edifício.

O sistema é composto por perfilagem de suporte com vidro duplo no plano interior, a câmara de ar varia de 10 a 15cm e um pano simples colocado à face exterior dos perfis de suporte (GALVÃO, et al, 2006).

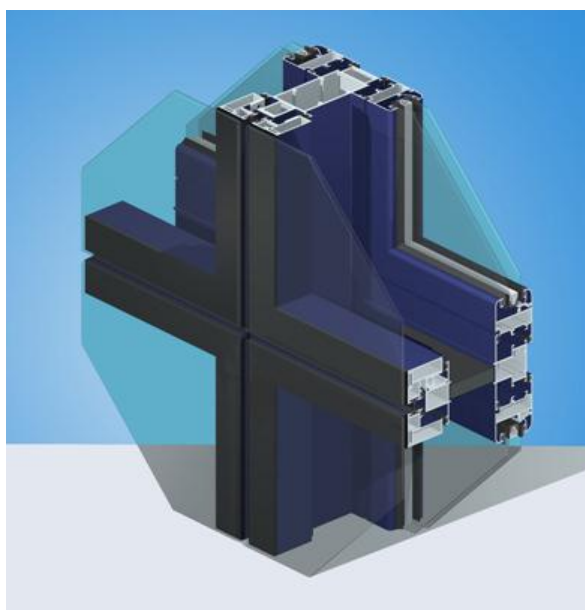


Figura 8: Detalhe do sistema com revestimento em vidro

Fonte: GALVÃO et al (2006)

e. Cerâmica

O sistema de uma fachada ventilada em cerâmica, é composto por um perfil de suporte que por sua vez é fixado ao pano a parede devidamente isolado pelo exterior. Os painéis são acoplados aos perfis por meio de encaixes (clips) metálicos.

As vantagens mais significativas são: o sistema é aplicável a solução nova e “retrofit”, aplicado sobre qualquer suporte existente, execução rápida e garantia de segurança na utilização (GALVÃO, et al, 2006).

Algumas características devem ser observadas na escolha do revestimento cerâmico para aplicação na fachada ventilada como a resistência a flexão, que deve ser elevada o suficiente para resistir os esforços devido à pressão do vento e ao choque acidental de corpos (exemplo: gôndolas de limpeza). Deve ser considerado também a escolha da textura e do acabamento superficial das placas observando a compatibilidade do revestimento quanto à exposição durante um longo período de tempo sem que haja alterações na cor pela ação de raios ultravioleta (SIQUEIRA, 2003).



Figura 9: Detalhe do sistema com revestimento em cerâmica

Fonte: GALVÃO et al (2006)

f. Pedras

Por ser extraída da natureza, a pedra possui características físicas, mecânicas e químicas variáveis em função de sua origem. A resistência e a durabilidade das placas pétreas estão condicionadas ao tipo de suporte que será aplicado (CUNHA 2005, apud PAIVA, 2003).

Com este tipo de revestimento, as juntas entre placas são quase sempre de topo e não estanques. Os painéis só poderão ser revestidos de estanqueidade se os dispositivos de fixação os tornarem independentes da parede e se a câmara- de – ar entre o revestimento e o suporte for ventilada, sendo que a câmara- de – ar deve possuir mecanismo de evacuação de água que se infiltre no revestimento.

Existem diversos tipos de suportes para fixação das pedras, este mecanismo será definido de acordo com a natureza do material e suas características (GALVÃO, et al, 2006).



Figura 10 : Fachada ventilada com revestimento em pedra
Fonte: GALVÃO et al (2006)

g. Fenólico

São painéis constituídos por três partes sendo elas:

- Núcleo – composto por folhas de papel Kraft impregnadas com resinas fenólicas para o dotar com estabilidade e rigidez.

- Folha decorativa – composta por uma folha de papel com o desenho pretendido ou folha de madeira natural que é impregnada em resina melamínica, dotando-a assim de elevada resistência à abrasão.
- Película protectora – película (overlay) impregnada em resina melamínica.

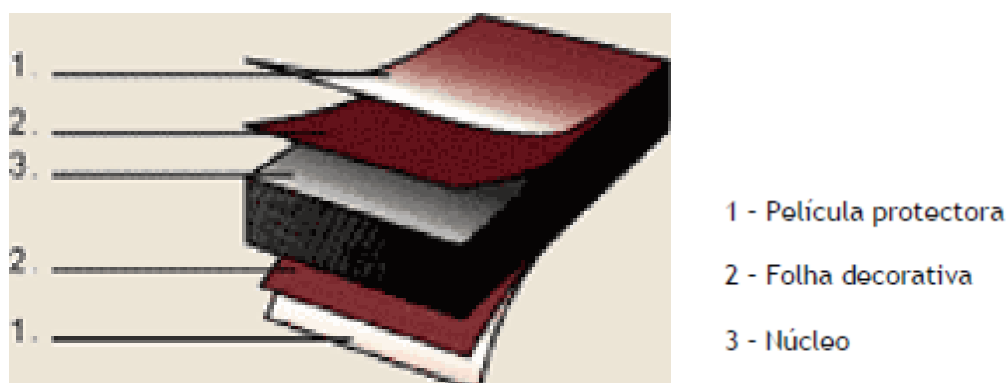


Figura 11 : Camadas do painel fenólico

Fonte: GALVÃO et al (2006)

O composto é levado a altas pressões e temperaturas onde se funde, posteriormente endurecendo, conferindo-lhes boas propriedades de grande resistência química e mecânica.

As placas fenólicas é um dos produtos mais versáteis que se pode encontrar no setor de construção, tanto para aplicações horizontais e verticais (GALVÃO, et al, 2006).

h. Madeira modificada

Este tipo de solução faz o uso de uma material natural, a madeira bruta. Para que este material adquira resistência e características para ser aplicada como revestimento exterior, a madeira é modificada quando submetida à elevadas temperaturas em seu estado bruto até que a maior parte de sua umidade desapareça e a torne mais resistente (GALVÃO, et al, 2006).



Figura 12 : Fachada ventilada com revestimento em madeira modificada

Fonte: GALVÃO et al (2006)

3.3.2 Câmara de ar

Segundo MOURA (2009), a lâmina de ar existente na cavidade entre a estrutura e o revestimento é a característica dominante do sistema de fachada ventilada, sendo responsável pelo desencadeamento do efeito chaminé (troca natural de ar do sistema com o ambiente).

A câmara de ar pode ser projetada para trabalhar de duas formas: a primeira de acordo com o que o aquecimento provocado pelo sol seja estocado de forma temporária para proteção do ambiente interior em caso de invernos rigoroso, ou de forma a retirar o excesso de calor do interior da câmara através do efeito chaminé (SIQUEIRA, 2003, apud UUTTU S., 2001).

A definição de trabalho da câmara fica a cargo do projetista que pode classificá-la em função do movimento do ar em seu interior em: sistema não ventilado (estanque) e sistema ventilado (SIQUEIRA, 2003, apud, STRAUBE et al, 1999).

O sistema não ventilado não possui aberturas ligando o ar da câmara com o ar exterior. O revestimento tem a função também de fazer o papel de barreira de ar (SIQUEIRA,2003).

De acordo com SIQUEIRA (2003, apud, CROISSET, 1970) a lâmina de ar do sistema não ventilado deve possuir uma espessura de 20 a 50mm e dispor em sua base de dispositivos de esgotamento de água para o exterior, que eventualmente penetrar pelo revestimento.

Pode- se dividir o sistema ventilado em dois tipos: sistema com ventilação mecânica, onde é induzido no interior da câmara um fluxo de ar com equipamento próprio projetado. No caso da câmara de ar naturalmente ventilada, o aquecimento do revestimento ocasionado pela incidência solar provoca uma variação de pressão no interior da câmara, proporcionando um efeito chamado chaminé, que é responsável pela eliminação do ar quente através da convecção do ar aquecido para fora do sistema, o que contribui também para a eliminação do vapor d'água. Usualmente são utilizadas juntas entre os componentes neste tipo de revestimento, onde não foram preenchidas (SIQUEIRA,2003).

O desempenho desse tipo de sistema também dependerá da manutenção das aberturas no topo e no pé da instalação, tomando- se cuidado para que nenhum elemento construtivo interrompa a corrente de ar podendo ocasionar um fluxo convectivo localizado (SIQUEIRA, 2003, apud, UNIVERSITY OF ALASKA FAIRBANKS, 2000).

3.3.3 Isolante térmico

A utilização do isolamento térmico nem sempre é recorrente, devendo ser observado para isso o clima e as características do sistema de vedação. Quando necessário a introdução do isolamento térmico, este poderá ser implantado através da instalação de um material no interior da câmara, aderido à lâmina interna (SIQUEIRA, 2003).



Figura 13: Detalhe da câmara de ar com uso de isolante térmico

Fonte: MÜLLER et al (2005)

3.3.4 Sistema de juntas

De acordo com SIQUEIRA(2003, apud, UAF, 2000) as juntas de colocação ou juntas entre os componentes tem a função e são responsáveis pela absorção das deformações de expansão e retração, tanto da base como as que estão ligadas ao revestimento. As juntas também são responsáveis pela estanqueidade do revestimento e devem permitir uma fácil manutenção. Existem basicamente dois tipos de juntas: as juntas abertas e as juntas fechadas.

No sistema de juntas abertas, o espaço entre as placas e as juntas, não recebem vedação completa nas aberturas superiores e inferiores, possibilitando a trocar de ar, onde o ar mais quente sobe pela diferença de pressão, sugando para dentro ar mais frio para dentro da cavidade. Como o ar da cavidade é sempre renovado, a face do corpo da edificação não chega a se aquecer, permanecendo protegida (MOURA, 2009).

De acordo com SIQUEIRA (2003, apud, UAF, 2000) as juntas abertas não são recomendadas para locais onde as condições climáticas sejam extremas, ou

onde o revestimento possa ser danificado por vandalismo. As juntas com até 3 mm de espessura tendem a impedir que a água atinja a lâmina interna, se esta lâmina se encontrar a uma distância de aproximadamente 45 mm do revestimento. São recomendados ainda que a lâmina interna seja resistente à umidade e que as juntas verticais sejam fechadas.

O sistema de juntas fechadas são caracterizados pela disposição de uma proteção externa contra a ação da chuva, nesse tipo de sistema os revestimentos devem dispor de aberturas e drenos para equalização das pressões e escoamento da água da chuva que porventura penetre no sistema. A utilização de selantes, especialmente silicone, devem ser testados anteriormente para se evitar incompatibilidade química com o revestimento e para se evitar a mudança de cor em função da incidência dos raios UV (SIQUEIRA, 2003, apud, UAF, 2000).

Segundo SIQUEIRA (2003, apud, SORIANO, 1999), este sistema não requer nenhum tipo de proteção das juntas. Como exemplo cita a vedação em encontros com as esquadrias significam uma solução inadequada ao sistema construtivo.

3.3.5 Estanqueidade de água

Segundo MOURA (2009), o sistema, se dimensionado corretamente, mesmo com as juntas abertas consegue controlar a entrada de água da chuva, eliminando uma das principais causas de patologia e deteriorização de fachadas: as infiltrações por fadiga secante ou mástique.

Com este tipo de sistema de fachada ventilada, consegue-se que o nível de penetração de água no interior da cavidade seja reduzido, sendo controlada por uma camada de impermeabilizante aplicada na estrutura do edifício.

O afastamento entre o paramento externo e a abertura das juntas devem ser dimensionados de tal forma que a a pressão interna da cavidade seja equilibrada, fazendo com que a água escorra pela parede do revestimento.

Como as placas são fixadas independentemente uma das outras, elas ficam livres para se dilatar, apresentando assim melhor capacidade de adaptação às variações de temperatura ocorridas na estrutura (MOURA,2009).

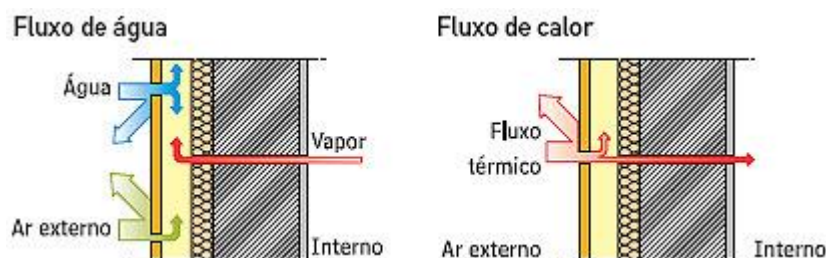


Figura 14: Detalhe da variação do fluxo de água e calor

Fonte: Fachadas respirantes – MOURA (2009)

3.3.6 Sistema de fixação – Inserts metálicos

A instalação do sistema deve-se iniciar após a elaboração de um projeto de paginação onde serão estabelecidos o tipo de fixação, e qual estrutura metálica que ficará presa ao corpo do edifício e que suportará os placas de revestimento, podendo ser um misto de tubos metálicos ou cantoneiras (ROCHA, 2011).

Para realização da paginação da fachada ventilada, é necessário ter disponíveis as cotas horizontais e verticais em função dos eixos topográficos, prumadas, contramarco e pontos de nível. As dimensões das placas a serem aplicadas serão definidas de acordo com os seguintes parâmetros:

- Afastamento médio dos inserts metálicos de 7cm até o centro do pino (interno 6cm e total pronto 8cm).
- Espaço para rejuntamento de aproximadamente 5mm.
- Tipo e forma de concordância de cantos das placas.

A instalação das placas podem começar de cima para baixo ou de baixo para cima, sendo ajustado de acordo com o projeto de paginação (ROCHA, 2011).

Os inserts metálicos utilizados para fixação das placas de revestimento são fabricação em aço inoxidável, possuindo formas variadas para atender a cada tipo de necessidade de fixação. As dimensões dos inserts metálicos variam de acordo com o fabricante, mas usualmente podem ser encontradas peças com espessura variando de 2 a 4mm, cujo diâmetro dos pinos é de 4mm. Os furos para fixação dos chumbadores possuem diâmetro de 3/8". O sistema de fixação por inserts metálicos pode corrigir um desprumo de aproximadamente 3cm, com isso o afastamento poderá variar de 7 a 10cm (CUNHA, 2005).

Cada peça de insert metálico possui identificação com letras de acordo com a aplicação ou formato. Abaixo, serão apresentadas as codificações com suas respectivas funções e folhas de montagem de cada tipo de insert metálico, de acordo com o fabricante Gran – Prometal.

a. Sistema "LS" – Pino Simples

- Aplicação: colunas e painéis.
- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento e travamento do empuxo/sucção do vento.

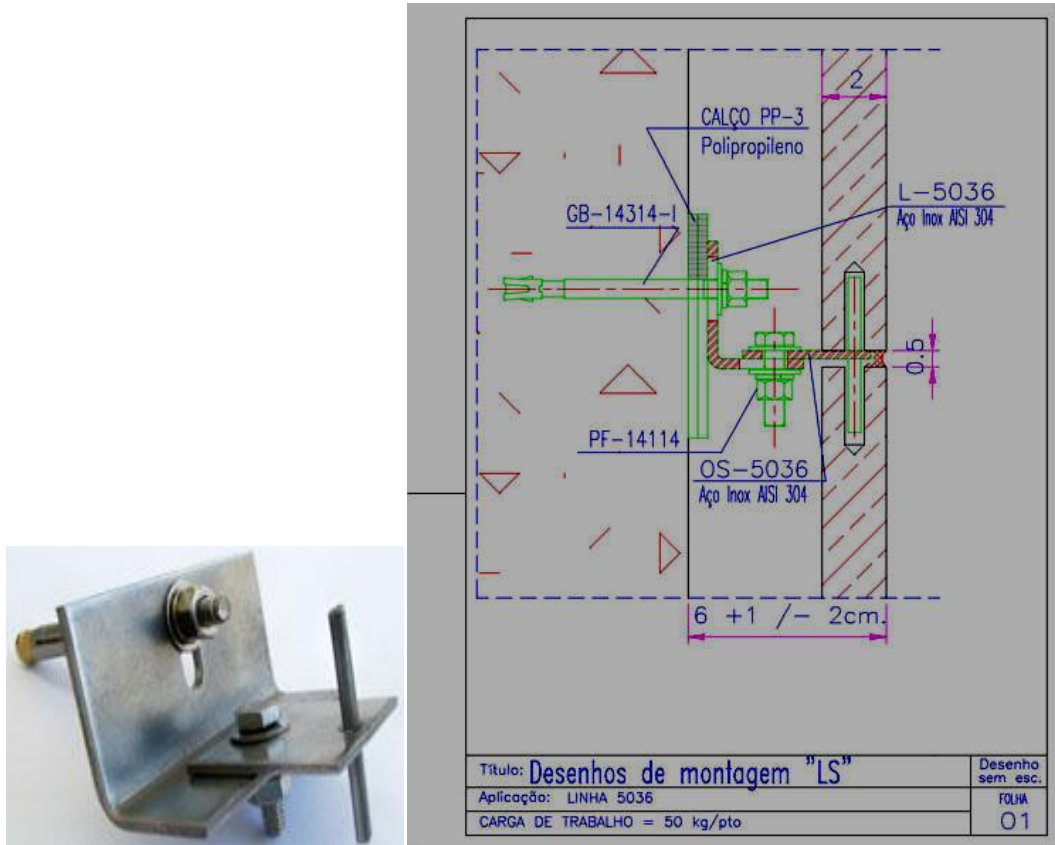


Figura 15: Sistema "LS"
Fonte: Gran – Prometal

b. Sistema "LD" – Pino Duplo

- Aplicação: Painéis/ Requadrações autoportantes/Sofitos.
- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento e travamento do empuxo/sucção do vento.

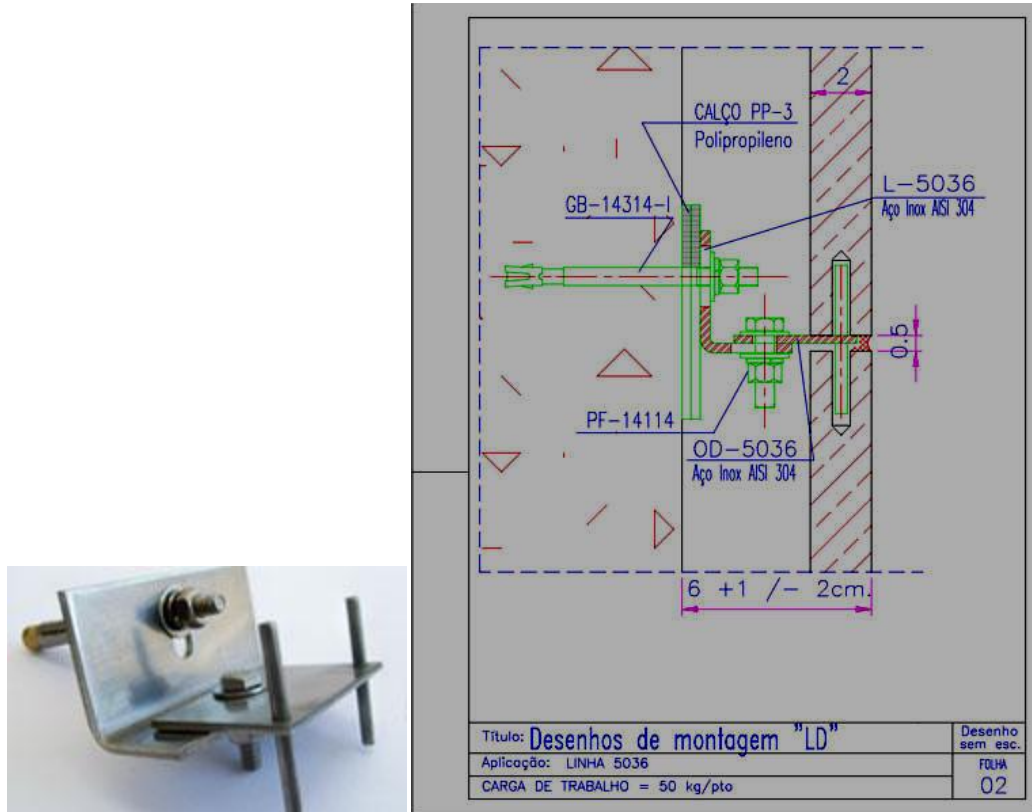


Figura 16 : Sistema "LD"
Fonte: Gran – Prometal

c. Sistema "LT" – Pino Transição

- Aplicação: Placas suspensas centrais.
- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento e travamento do empuxo/sucção do vento.

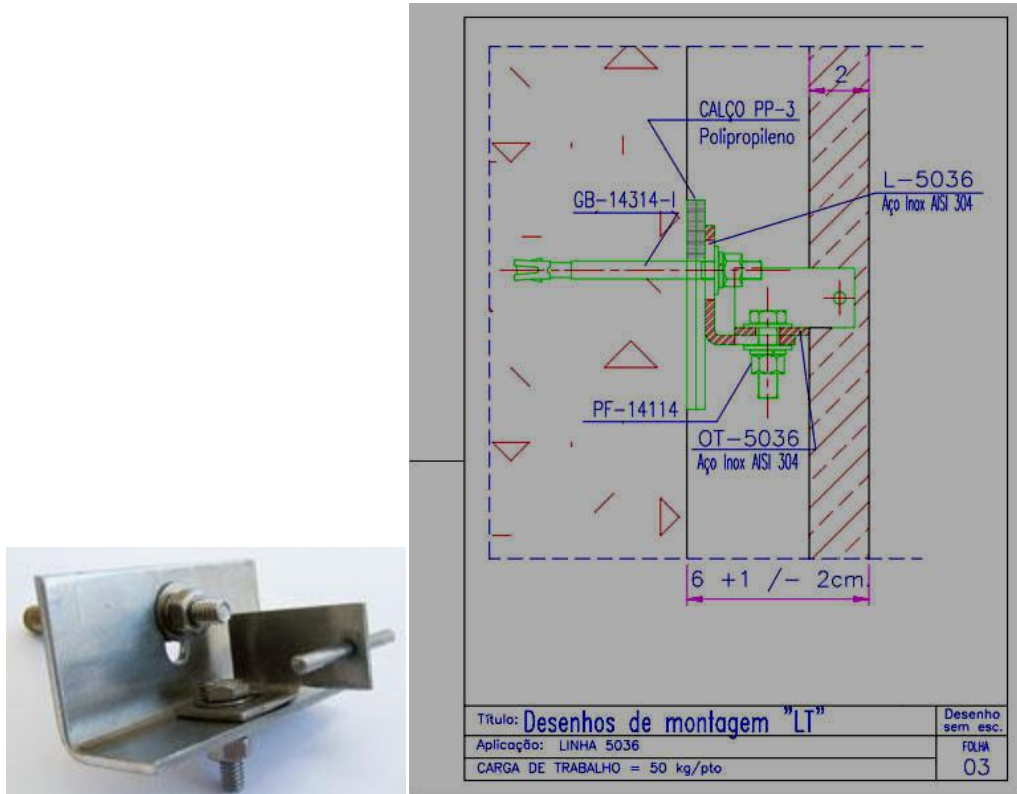


Figura 17 : Sistema "LT"
Fonte: Gran – Prometal

d. Sistema "LG" – Chapa em ângulo

- Aplicação: Placas suspensas de extremidades.
- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento e travamento do empuxo/sucção do vento.

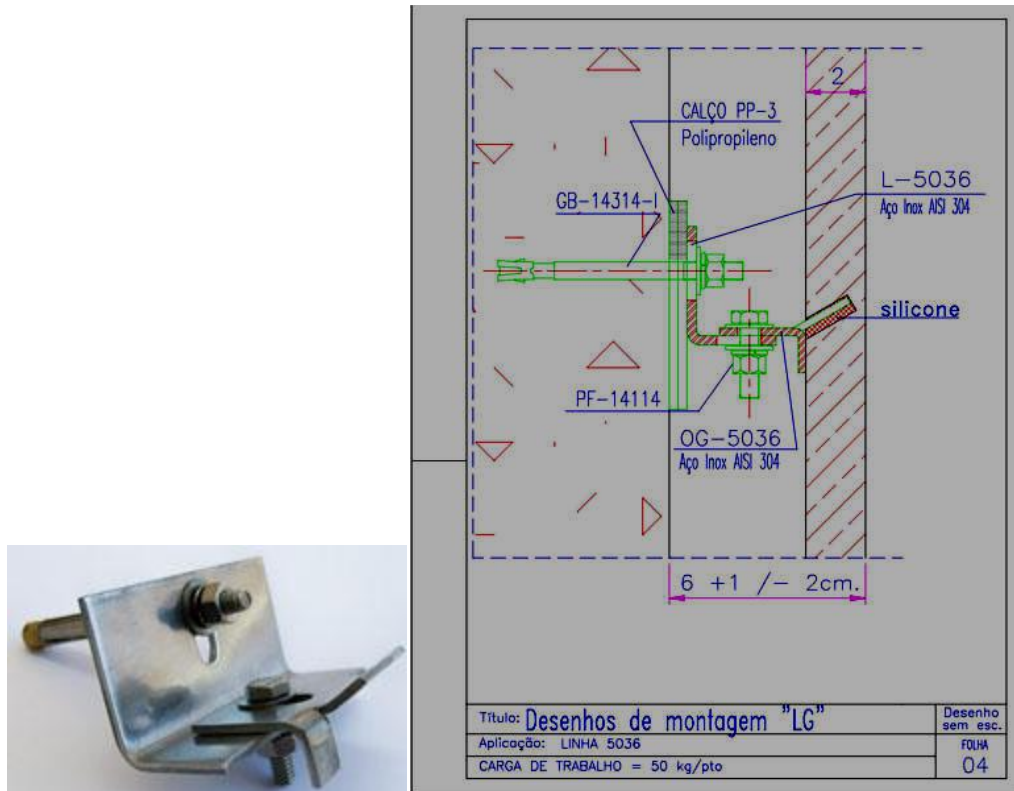


Figura 18 : Sistema "LG"
Fonte: Gran – Prometal

e. Sistema "GTP" – Gancho de Transição de Pino

- Aplicação: Travamento superior central.
- Função: Travamento do empuxo e sucção do vento no revestimento.

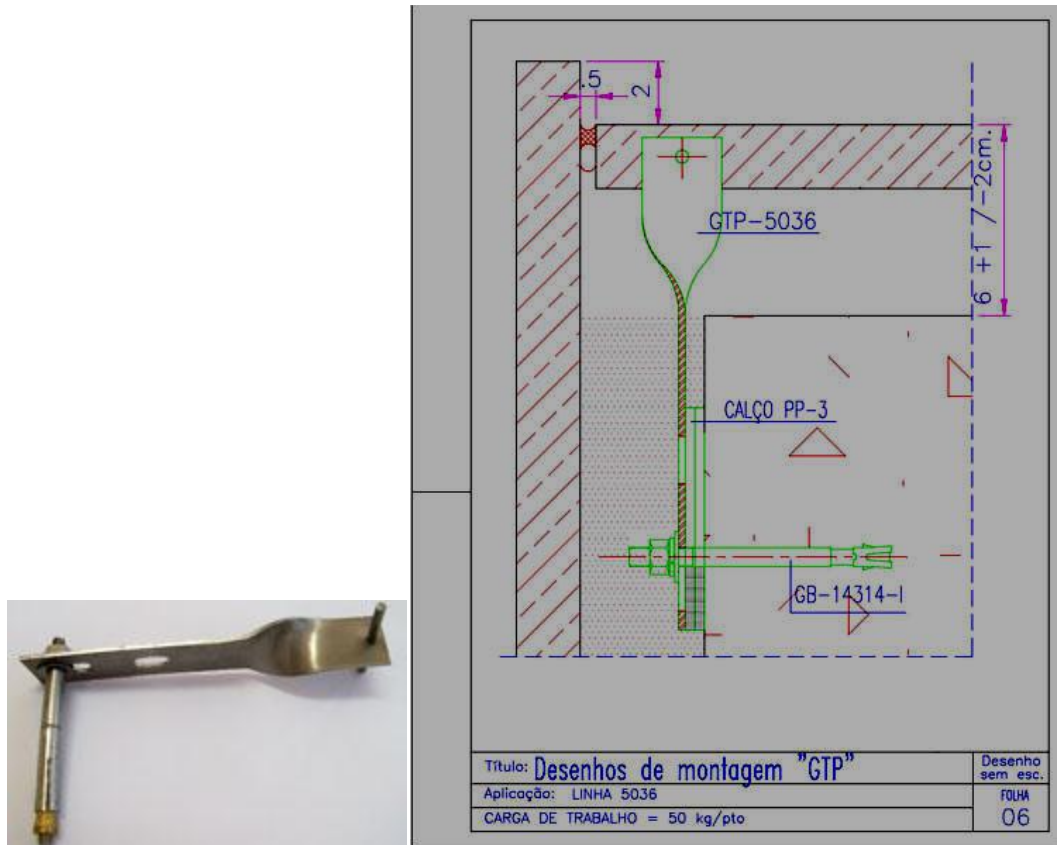


Figura 19 : Sistema "GTP"
Fonte: Gran – Prometal

f. Sistema "GP" – Gancho de Pino

- Aplicação: Travamento superior de topo nas extremidades.
- Função: Travamento do empuxo e sucção do vento no revestimento.

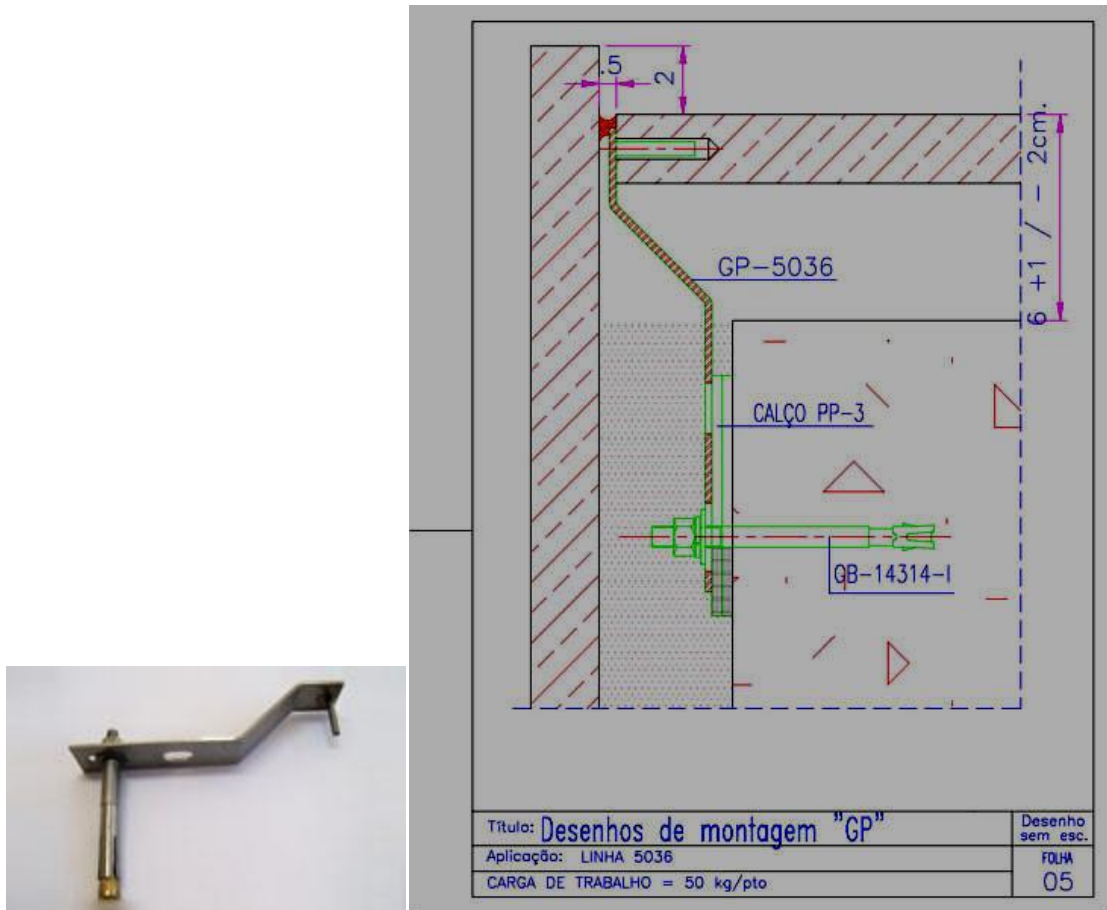


Figura 20 : Sistema "GP"
Fonte: Gran – Prometal

g. Sistema "GA1" – Grampo de ancoragem 90°

- Aplicação: Travamento inferior 1º fiada - Chapim
- Função: Ancoragem mecânica do revestimento com a argamassa.

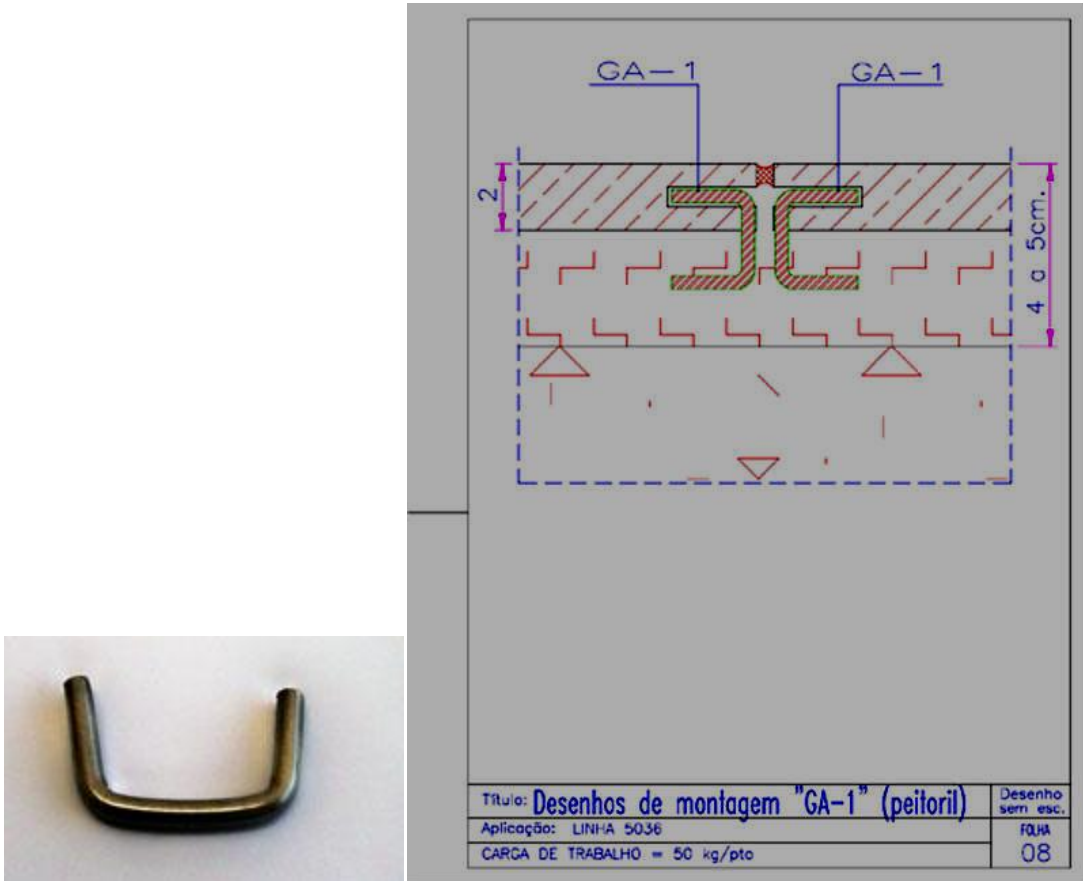


Figura 21 : Sistema "GA-1"
Fonte: Gran – Prometal

h. Sistema "GA2" – Grampo de ancoragem 45°

- Aplicação: Travamento superior de topo nas extremidades.
- Função: Travamento do empuxo e sucção do vento no revestimento.

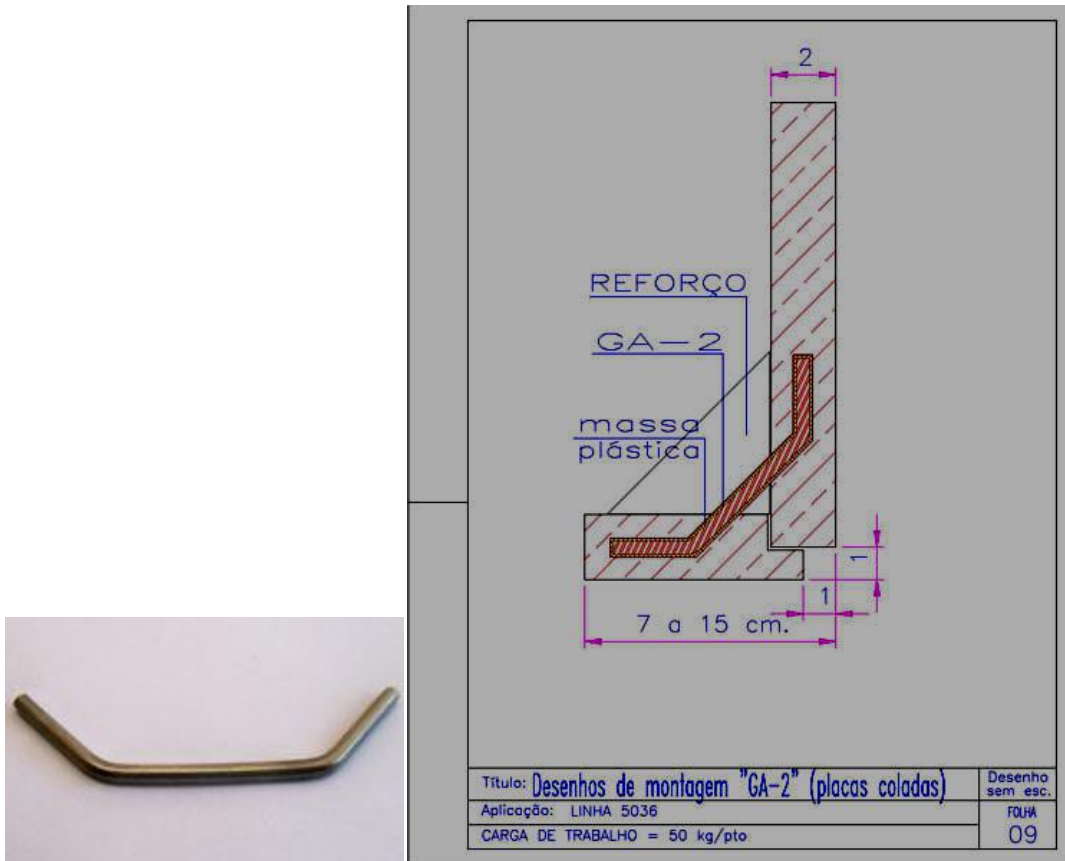


Figura 22 : Sistema "GA-2"
Fonte: Gran – Prometal

i. "EPD" – Especial Pino Duplo

- Aplicação: Colunas/ Painéis/ Vigas/ Requadrações.
- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento, travamento do empuxo / sucção do vento e correção de desaprumo com afastamento abaixo do mínimo.



Figura 23: Sistema "EPD"
Fonte: Gran – Prometal

j. “AE” – Alças Especiais.

- Aplicação: Colunas/ Painéis/ Vigas/ Requadrações.

- Função: Sustentação do peso próprio do revestimento e correção de desaprumo com afastamento acima do máximo.

- Acréscimo do afastamento máximo acabado:

AE 102 = 2 cm / AE 104 = 4 cm / AE 106 = 6 cm / AE 110 = 10 cm

3.3.7 Sistema de fixação – Barras metálicas

Segundo SIQUEIRA (2003), em função do sistema adotado para fixação, a tipologia da subestrutura metálica pode ser dividida em duas categorias: sistema de acoplamento visível ou sistema de acoplamento oculto.

A segurança nas fixações das placas de revestimento, dá-se em função da superfície de contato do conjunto fixação/ placa. Com isso, uma fixação inserida em uma “garras”. A fixação quando mal executada pode causar avarias e o desprendimento do revestimento, devido à pequena espessura das placas (SIQUEIRA, 2003, apud, SORIANO, 1999).

a. Sistemas com acoplamento visível

As placas são fixadas à subestrutura com cliques metálicos localizados próximos às suas arestas, ficando visíveis no revestimento. Geralmente é utilizado um montante da série 6000 – T6, que é composto por perfis verticais, que são dispostos de acordo com a paginação estabelecida no projeto arquitetônico. Estes perfis fixam-se na subestrutura através de ancoragens em forma de “U” ou “L”, fabricado com o mesmo material do perfil. As duas interfaces (perfil e ancoragem) são conectadas através de rebites autoperfurantes, sendo que a distância será estabelecida através da capacidade resistente do substrato e em função das ações do vento (SIQUEIRA, 2003).

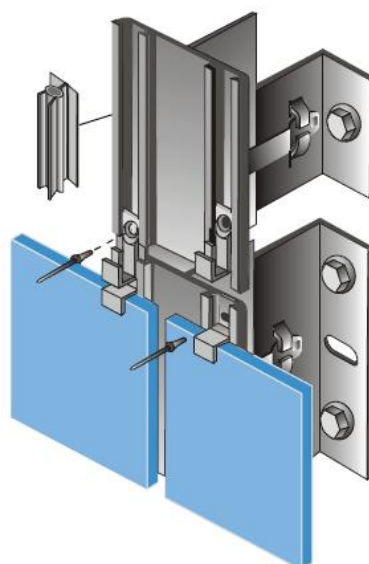


Figura 24 : Sistema de fixação visível

Fonte: SIQUEIRA (2003 apud, MIRAGE ENGINEERING,s.d)

b. Sistemas com acoplamento oculto

Para este sistema de fixação a subestrutura será composta por ganchos de ancoragens para fixação inseridos em furos cilindro- cônicos previamente executados no tardo do revestimento e subestrutura formada por perfis verticais (montantes) e horizontais (guias).

A montagem dos ganchos é feita no tardo do revestimento, de modo que este possa ser acoplado à subestrutura. A subestrutura é composta por montantes verticais e horizontais (de alumínio extrudado), devendo- se observar na montagem as distâncias especificadas no projeto e as dimensões das placas. As guias horizontais são fixadas às guias verticais através de rebites de ligas de alumínio com aço inoxidável austenítico. As barras horizontais são dotadas de ranhuras de fixação e deslizamentos para permitir as dilatações horizontais. Os revestimentos são conectados as barras com o auxílio dos ganchos de ancoragem (SIQUEIRA, 2003).

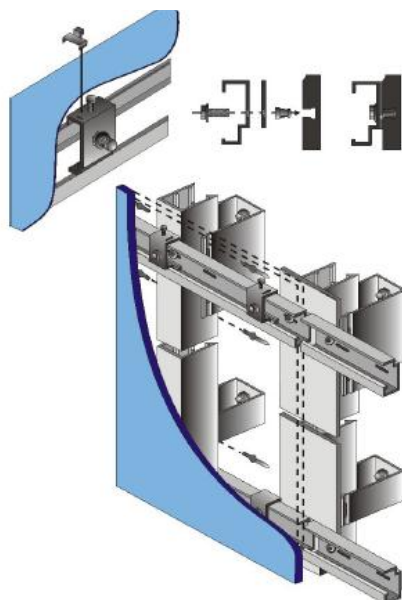


Figura 25 : Sistema de fixação oculto

Fonte: SIQUEIRA (2003 apud, MIRAGE ENGINEERING,s.d)

3.3.8 Rejuntamento

De acordo com CUNHA (2005), o rejuntamento da fachada, se for adotado este procedimento, dar-se-á inicialmente através da limpeza das juntas com posterior introdução de um cordão de polietileno de contenção (geralmente 8mm). Nas das arestas do revestimento aplica-se fita crepe para em seguida ser realizada a calafetagem com silicone neutro.

O uso do rejuntamento, traz um efeito mais estético do que técnico ao sistema, pois o rejuntamento das juntas impõe uma pressão adicional sobre as placas devido ao empuxo do vento, gerando desvantagens no sistema, como a neutrização do isolamento térmico e acústico, além de acarretar uma elevação no custo com a sua aplicação.

O preenchimento das juntas são aconselháveis até o 2º piso pois a partir desse pavimento se tornam imperceptíveis a olho desarmado. Em alguns casos, é comum o preenchimento das juntas das viradas e pingadeiras das sacadas. As juntas do peitoril podem ser preenchidas com rejunte normal (CUNHA, 2005).

3.4 Vantagens da aplicação do sistema

As vantagens oferecidas pelo sistema de fachada ventiladas são variadas e diferenciadas de acordo com a proposta de utilização do sistema e com a finalidade a que foi projetado, abaixo serão enumeradas algumas dessas vantagens.

Segundo MAZAROTTO (2011, apud POIRAZIS, 2004), as vantagens potenciais do sistemas estão ligadas diretamente com a possibilidade de maior uso da ventilação natural, isolamento acústico e térmico e conservação de energia.

A fachada ventilada tem também como vantagem a possibilidade de se realizar as instalações elétricas e hidráulicas no espaço criado entre a base e o revestimento, além da montagem fácil e rapidez na colocação, o que torna o sistema competitivo (GUERRA, 2010).

Mesmo apresentando custos iniciais superiores ao de um sistema de fachada convencional, as fachadas ventiladas oferecem grandes vantagens desde que seja bem dimensionada e calculada racionalmente. Esse tipo de fachada não necessita de intervenções frequentes de restauração e os riscos de desprendimentos de placas e fissuras são reduzidos (MOURA, 2009).

A fachadas ventilada, segundo especialistas, é uma fachada livre de decolamento, trincas e eflorescências, montagem sem desperdício e com a estrutura em andamento, maior conforto térmico, redução na pressão do vento na vedação interna, controle de passagem de água sem silicone nas juntas e redução nos gastos com a manutenção são outras vantagens apontadas (ROCHA,2011).

4 CONCLUSÃO

A aplicação do sistema de fachada ventilada, deve ser compatibilizado e totalmente integrado com todos os demais elementos que compõem a vedação externa dos edifícios, fazendo com que o sistema se torne uma “solução construtiva” e não um tipo de revestimento externo aplicado sem nenhum controle, pois se adotado outros critérios de comercialização pode levar o sistema ao fracasso.

O sucesso do sistema está na compatibilização do projeto com cada obra, no serviço de montagem, na manutenção e na garantia efetiva oferecida.

O conceito de sistema de fachada ventilada deve estar diretamente ligado ao objetivo, perfil e funcionalidade do sistema. Cada projeto deve ser individualizado respeitando- se as características da edificação e o meio onde ela estará inserida, tomando- se estes cuidados o sucesso da aplicação do sistema estará garantido (SIQUEIRA, 2003).

O sistema de fachada ventilada é um método relativamente novo no Brasil, sendo assim, a concepção e instalação do sistema deve ser realizado por pessoas treinadas, sempre com orientações dos projetistas.

Por ser um sistema com tecnologia diferente, a sua aplicação ainda não foi totalmente compreendida, e um dos erros conceituais graves é imaginar que usando inserts de granito para fixação do porcelanato (revestimento cerâmico), está se fazendo fachada ventilada. O sistema pode garantir rapidez na execução, mas a falta de equipamentos adequados que permitam o acesso rápido à fachada pode tornar a vantagem em desvantagem (LOTURCO, apud MEDEIROS, 2010).

No Brasil, o sistema de fachada ventilada não possui normatização específica, sendo utilizadas adaptações do sistema europeu e norte- americano para elaboração dos projetos.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CUNHA, Gustavo Henrique Silva. **Fachada ventilada**. Junho 2005.

GALVÃO, Telma; LOUREIRO, Carla; RODRIGUES, Carlos; BEÇA, Vítor; PINTO, Horário. **Dossier Técnico – Económico – Fachada Ventilada**. Outubro 2006.

GUERRA, João. **Revestimentos de fachada**. Disponível em <http://www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Construcoes/Revestimentos%20de%20Fachada.pdf> . Acessado em 31 dez. 2012, 08h40min.

KISS, Paulo. **Pulmões prediais**. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/pulmoes-prediais-85227-1.asp>. Acessado em 02 out. 2012, 11h30min.

LOTURCO, Bruno. **Fachada eficiente**. Disponível em <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/109/artigo31721-1.asp> . Acessado em 09 set. 2012, 10h41min.

MAZZAROTO, Ana Carolina Elizabeth Kolb. **Uso do sistema de fachadas duplas ventiladas em edifícios em Curitiba - Verificação computacional de desempenho comparativo com soluções convencionais**. Disponível em <http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0159.pdf> . Acessado em 29 dez. 2012, 09h12min.

MOURA, Eride. **Fachadas respirantes**. Revista Técnica – Ed. 144 – Março 2009.

MÜLLER, Alexandre; ALARCON, Orestes E. **Desenvolvimento de um sistema de fachada ventilada com placas cerâmicas de grés porcelanato voltado para**

a construção civil do Brasil. Campus Universitário Trindade (Depto. de EMC) – 2005

ROCHA, Ana Paula. **Fachadas ventilada.** Revista Técnica – Ed. 176 – Novembro 2011.

SIQUEIRA, Amaury. **Tecnologia de fachada-cortina com placas de grês porcelanato.** Disponível em <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2007/BT444-%20SIQUEIRA%20Jr..pdf>. Acessado em 01 jan. 2013, 11h00min.