



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia de Civil

**MÉTODO CONSTRUTIVO DE FACHADA
VENTILADA EM COMPÓSITO**

TÁSSIA ARAUJO GOULART
(Licenciada em Engenharia Civil)

Estágio de natureza profissional para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Orientador:

Licenciado/Especialista Manuel Augusto Gamboa

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Doutora Maria Idália da Silva Gomes

Licenciado Especialista Manuel Augusto Gamboa

Janeiro de 2021

RESUMO

O presente trabalho centra-se na apresentação do Relatório de Estágio de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, desenvolvido na empresa Sotecnisol S.A., gerando a oportunidade de trabalhar em um empreendimento em que foi projetada e executada pela empresa a solução técnica construtiva de fachadas ventiladas.

No relatório apresenta-se a história e evolução dos sistemas construtivos de fachada e como surgiu e ganhou mercado a aplicação de fachadas ventiladas, procedeu-se, também, à descrição a apresentação da empresa e, principalmente, do empreendimento em que se foi realizado o estágio, com a apresentação do mesmo e a pormenorização dos processos de montagem de uma fachada ventilada e seus desafios.

Procedeu-se à descrição das atividades desenvolvidas, que visou não só a aquisição de competências técnicas como também comportamentais em uma direção de obra, que proporcionou assim uma boa preparação técnica e profissional.

Pela sua importância são analisados e descritos os materiais, assim como sua transformação, tipos de fixações, montagem e identificação de riscos de cada fase da atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Fachada Ventilada, Comportamento térmico, Montagem, Atividades, Cassetes

ABSTRACT

The present work focuses on the presentation of the Internship Report of scientific nature to obtain the Master's degree in Civil Engineering, developed at the company Sotecnisol SA, generating the opportunity to work in a project in which the technical solution was designed and executed by the company construction of ventilated facades.

The report presents the history and evolution of building facade systems and how the application of ventilated facades emerged and gained market, the company presentation and, mainly, the project in which the project was carried out were also described internship, with the presentation of the same and detailing of the assembly processes of a ventilated facade and its challenges.

The activities developed were described, which aimed not only at the acquisition of technical skills, but also behavioral skills in a project management, which thus provided good technical and professional preparation.

Due to their importance, the materials are analyzed and described, as well as their transformation, types of fixings, assembly and risk identification of each phase of the activity.

KEYWORDS: Ventilated facade, Thermal behavior, Assembly, Activities, Cassette

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	1
1.2	OBJECTIVOS DO TRABALHO	2
2	DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO	3
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	3
2.1.1	<i>Sotecnisol Revestimentos</i>	3
2.1.2	<i>Caracterização da subempreitada</i>	4
2.2	ATIVIDADES DESEMPENHADAS EM SITUAÇÃO DE ESTÁGIO	5
2.2.1	<i>Apoio à preparação e supervisão das obras</i>	6
2.2.2	<i>Acompanhamento técnico das equipas de trabalho</i>	6
2.2.3	<i>Apoio na elaboração e controlo do planeamento dos trabalhos</i>	6
2.2.4	<i>Seleção e avaliação de subempreiteiros</i>	7
2.2.5	<i>Diálogo com clientes</i>	7
2.2.6	<i>Planeamento e controlo de produção</i>	8
3	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	11
3.1	HISTÓRIA E EVOLUÇÃO	11
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE FACHADA VENTILADA	14
3.3	SISTEMA DE FIXAÇÃO E SUPORTE PARA PAINÉIS	16
3.3.1	<i>Fixação à vista</i>	16
3.3.2	<i>Fixação oculta</i>	17
4	SOLUÇÃO EM PAINÉIS COMPOSTOS	21
4.1	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTOS	21
4.1.1	<i>Reynodual</i>	21
4.1.2	<i>Reynobond</i>	23
4.2	PROCEDIMENTO DE MODELAGEM	24
4.2.1	<i>Corte</i>	24
4.2.2	<i>Fresagem e Dobragem</i>	25
4.2.3	<i>Calandragem</i>	27
4.2.4	<i>Fabricação de cassetes</i>	29
4.2.5	<i>Montagem reforços de encaixe</i>	30
4.2.6	<i>Limpeza e manutenção</i>	32
5	CONSIDERAÇÕES DO PROJETO	33
6	DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL	37

6.1	DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA.....	37
6.2	CONCEÇÃO ESTRUTURAL.....	38
6.3	AÇÕES.....	39
7	PLANEAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	43
7.1	PROCEDIMENTO DE MONTAGEM.....	44
7.1.1	<i>Logística de estaleiro</i>	45
7.1.2	<i>Logística de frente de obra</i>	45
7.1.3	<i>Sequência de montagem</i>	46
7.1.4	<i>Marcação</i>	47
7.1.5	<i>Montagem de peças de amarração</i>	48
7.1.6	<i>Montagem de isolamento</i>	50
7.1.7	<i>Montagem de ómeças</i>	52
7.1.8	<i>Montagem de revestimentos</i>	55
7.1.9	<i>Montagem de remates</i>	57
8	SEGURANÇA NA MONTAGEM.....	61
8.1	TRABALHO EM ALTURA.....	61
8.2	IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS E MEDIDAS PREVENTIVAS.....	63
9	CONCLUSÃO.....	73
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Painéis de alumínio	4
Figura 2.2 – Painéis de alumínio compósito	5
Figura 2.3 – Hierarquia Obra	7
Figura 2.4 – Material acondicionado em Box	9
Figura 2.5 – Material acondicionado em Palete	9
Figura 3.1 – Evolução do método construtivo de fachadas em Portugal	13
Figura 3.2 – Esquema Isolamento Térmico.....	14
Figura 3.3 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação através de Grampos	17
Figura 3.4 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação através de Rebites.....	17
Figura 3.5 – Esquema e Figura de Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por colagem.....	18
Figura 3.6 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por Ancoragem Linear	19
Figura 3.7 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por Encaixe.....	19
Figura 4.1 – Cassete	21
Figura 4.2 – Painel em Reynodual	22
Figura 4.3 – Euroclasse de reação ao fogo.....	23
Figura 4.4 – Painel em Reynobond.....	24
Figura 4.5 – Corte na máquina CNC	25
Figura 4.6 – Fresagem	26
Figura 4.7 – Ferramenta de dobragem.....	27
Figura 4.8 – Dobragem.....	27
Figura 4.9 – Calandragem.....	28
Figura 4.10 – Processo de Calandragem	28
Figura 4.11 – Bordas dobradas	29
Figura 4.12 – Posicionamento do rebite.....	30
Figura 4.13 – Pormenor tipo e legenda da Cassete.....	32
Figura 5.1 – Identificação do sistema de fachada ventilada	33
Figura 6.1 – Esquema geral da estrutura de suporte de fachada	37
Figura 6.2 – Identificação dos materiais de estrutura e acessórios.....	38
Figura 6.3 – Esquema do perfil com referência LC-3	38
Figura 6.4 – Perfil tipo LCH-2.....	39
Figura 6.5 – Valor básico da velocidade de referência do vento consoante a área do território nacional.....	40
Figura 6.6 – Categorias de terreno e respectivos parâmetros	40
Figura 6.7 – Indicação dos pisos e as pressões de vento.....	41

Figura 6.8 – Perfis ômeegas com seis encaixes e cinco encaixes	42
Figura 7.1 – Evolução da sequência de montagem do Hotel 3*	44
Figura 7.2 – Box contendo revestimentos (cassetes)	45
Figura 7.3 – Canga de elevação em corte e de uma elevação recorrendo a uma canga	46
Figura 7.4 – Transição Traffic Grey/White (verde) e da fachada plana/curva (azul)	46
Figura 7.5 – Bate linha	47
Figura 7.6 – Marcação do posicionamento da estrutura	48
Figura 7.7 – Exemplo de uma peça em “U” de amarração	49
Figura 7.8 – Exemplo de extensão da peça em “U”	50
Figura 7.9 – Isolamento Lã de Rocha	51
Figura 7.10 – Condutibilidade térmica de materiais isolantes	51
Figura 7.11 – Exemplo de montagem do isolamento	52
Figura 7.12 – Montagem perfil ômega	53
Figura 7.13 – Moldes para montagem do perfil ômega	53
Figura 7.14 – Montagem perfil LC-3 junto ao perfil ômega	54
Figura 7.15 – Perfis ômeegas	55
Figura 7.16 – Indicação do início da montagem dos revestimentos de fachada	55
Figura 7.17 – Encaixe da cassete	56
Figura 7.18 – Indicação da junta entre cassetes	57
Figura 7.19 – Cassetes com diferentes planos	58
Figura 7.20 – Pormenor Remate Superior	58
Figura 7.21 – Remate Inferior com os três rasgos	59
Figura 7.22 – Pormenor Remate Inferior	59
Figura 8.1 – Andaime	61
Figura 8.2 – Bailéu – Plataforma Elevatória	62

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Valores de cálculo para o vento utilizados	40
Quadro 2 – Probabilidade de Ocorrência x Gravidade.....	64
Quadro 3 – Cálculo da Dimensão do Risco	64
Quadro 4 – Instruções de Trabalho.....	65
Quadro 5 – Identificação de Riscos Fase 0/1.....	66
Quadro 6 – Identificação de Riscos Fase 2.....	67
Quadro 7 – Identificação de Riscos Fase 3.....	68
Quadro 8 – Identificação de Riscos Fase 4.....	69
Quadro 9 – Identificação de Riscos Fase 5.....	71

LISTA DE SIGLAS

Siglas

ISEL Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

RSA Regulamento de Segurança e Ações

EPI Equipamento de Proteção Individual

EPC Equipamento de Proteção Coletiva

CNC Controlo Numérico Computadorizado

SSG Soil Stiffness Gauge

FR Fire Retardancy

ACM Aluminium Composite Material

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Trabalho

O presente relatório de estágio no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) é direcionado para se obter o grau de Mestre, tendo como principais objetivos a descrição das atividades desempenhadas em situação do estágio e a correspondência entre a realidade e a expectativa, com a devida explicação dos conhecimentos adquiridos e dos procedimentos adotados para a execução de uma fachada ventilada, pormenorizando o processo de montagem, a logística, o planeamento e controlo de produção e a gestão de processos.

O estágio curricular de nove meses decorreu na SOTECNISOL S.A., grupo que atua nos setores da Construção, Ambiente, Energia e Água e está organizada por áreas de atividade com valências e recursos distintos que se complementam. Ao realizar-se na área de Revestimentos, em que projeta e executa uma larga gama de soluções técnicas, direcionadas para as Fachadas Ventiladas, o estágio comporta áreas de interesse como formar um profissional para apoio à preparação e supervisão das obras, acompanhamento técnico das equipas de trabalho, apoio na elaboração e controlo do planeamento dos trabalhos, seleção e avaliação dos subempreiteiros e diálogo com clientes.

O relatório em questão apresentar-se-á dividido por partes, sendo a primeira parte o enquadramento teórico, que engloba a descrição do estágio e desenvolvimento histórico do sistema de fachadas ventiladas, a segunda parte enquadramento prático, que descreve a solução em painéis, considerações do projeto, dimensionamento e verificação da estrutura, planeamento e organização da produção e a segurança na montagem, e a terceira parte a conclusão.

Na primeira parte é feita uma breve apresentação da empresa e da subempreitada, assim como as atividades desempenhas em situação de estágio, bem como uma contextualização histórica do sistema de fachada ventilada, o surgimento, a evolução e os diversos tipos de sistemas de fixação e suporte que surgiram ao longo do tempo.

A segunda parte tem como finalidade descrever os materiais de revestimentos utilizados, bem como suas características e o procedimento de modelagem destes materiais para que os mesmos possam ser utilizados em obra, também tem como objetivo apresentar os detalhes construtivos da obra, o dimensionamento e a verificação da estrutura do projecto e a pormenorização do procedimento de montagem e a segurança durante o processo de montagem em obra.

A terceira parte contém a conclusão e considerações finais do estágio e do sistema de fachadas ventiladas, considerando as vantagens e desvantagens do mesmo.

1.2 Objectivos do Trabalho

O Estágio Curricular é de extrema importância para o desenvolvimento de práticas qualificadas no âmbito da atividade profissional, proporciona a oportunidade de adquirir conhecimentos e competências diretamente ligadas a profissão e oferece um primeiro contacto com o mercado de trabalho e suas práticas.

Diante do acima exposto o presente relatório tem como objectivo apresentar e descrever, além do processo de modelagem e montagem de um sistema de fachada ventilada, as seguintes atividades desenvolvidas no âmbito do estágio.

- Apoio à preparação e supervisão das intervenções da Sotecnisol nas fachadas;
- Acompanhamento técnico das equipas de trabalho;
- Apoio na elaboração e controlo do planeamento dos trabalhos;
- Seleção e avaliação de subempreiteiros;
- Diálogo com clientes;
- Planeamento e controlo de produção.

2 DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO

2.1 Caracterização da Empresa

A Sotecnisol foi constituída no dia 8 de maio de 1970 como Sociedade Técnica de Impermeabilizações. Apesar da sua dedicação às impermeabilizações, a Sotecnisol começou desde logo a ser requisitada para executar obras de reabilitação de edifícios, desenvolvendo parcerias com variadíssimas empresas de administração de condomínios.

Com o passar do tempo surgiu a necessidade de reabilitar os edifícios - nomeadamente a resolução de problemas de degradação da envolvente exterior, como infiltrações de água, desconforto higrotérmico, condensações e fissuração - assumiu grande importância no setor da construção civil em Portugal.

Em 1993, deu-se início ao processo de diversificação, através da criação de centros de competências autónomos:

- Sotecnisol Coberturas & Fachadas
- Sotecnisol Materiais
- Sotecnisol Água & Ambiente
- Sotecnisol Engenharia

Ainda na década de 90, começou a trabalhar em Espanha e criámos duas empresas:

- Titsa - a primeira associada da Sotecnisol no estrangeiro
- Sotecnisol España - detida a 100% pela Sotecnisol

Em 2007 foram criadas mais duas áreas de negócio na Sotecnisol:

- Sotecnisol Revestimentos
- Sotecnisol Energia

No final de 2017, a Sotecnisol sofre um rebranding que inclui a reorganização das suas áreas em:

- Sotecnisol Coberturas & Fachadas
- Sotecnisol Engenharia & Ambiente
- Sotecnisol Power & Water
- Sotecnisol Revestimentos

2.1.1 SOTECNISOL REVESTIMENTOS

A Sotecnisol Revestimentos projeta e executa uma larga gama de soluções técnicas:

- Revestimentos metálicos
- Revestimentos para interiores
- Fachadas ventiladas
- Estruturas metálicas

- Coberturas deck

Dentre todas as soluções técnicas que a empresa oferece destaca-se a Fachada Ventilada, em que a Sotecnisol Revestimentos oferece uma larga experiência na execução de projetos com Alumínio compósito, por ser o tema deste trabalho e por ser um tipo de procedimento que ao longo dos anos está a ganhar mercado e visibilidade por se tratar de um material de revestimento especialmente adequado para a criação de fachadas, tanto no sector da construção nova como no da reabilitação. São especialmente importantes as suas vantagens no caso do revestimento de grandes superfícies que requerem necessidades especiais quanto à planura e à rigidez dos acabamentos. Através de um tratamento especial FR (Fire Retardancy) adquirem uma elevada resistência ao fogo.

2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA SUBEMPREITADA

A Sotecnisol Revestimentos está a realizar a subempreitada de fornecimento e montagem de revestimento de fachadas em painel compósito de alumínio para dois hotéis, de três e cinco estrelas, que estão localizados no Parque das Nações.

A subempreitada de fachadas consiste no fornecimento e montagem dos revestimentos em painel compósito de alumínio, sendo que esta está dividida em três subempreitadas, nomeadamente:

- Fornecimento e montagem de subestrutura de alumínio;
- Fornecimento e montagem de isolamentos;
- Fornecimento e montagem de revestimentos tipo painéis de compósito de alumínio

A área total da subempreitada é de aproximadamente 12 214,92 m², sendo cerca de 80% do total da área a instalar em painéis de alumínio pré-pintado, composto por duas folhas de alumínio ligadas entre si com uma espessura total de 3,0 mm, Figura 2.1, e 20% em painéis de alumínio compósito, composto por um núcleo extrudido que é unido por fusão entre duas folhas de alumínio com uma espessura total de 4,0 mm, Figura 2.2.

Os painéis possuem duas tipologias gerais, nomeadamente, painéis planos e curvos.



Figura 2.1 – Painéis de alumínio. Adaptado (Fonte: ARCHIEXPO)

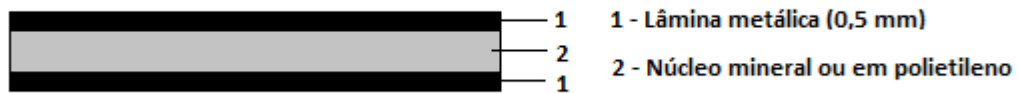


Figura 2.2 – Painéis de alumínio composto. Adaptado de (SOUZA, 2010)

2.2 Atividades desempenhadas em situação de Estágio

A realização do Estágio tem como objetivo adquirir experiência profissional em contexto real no mercado de trabalho, proporcionando um complemento fundamental do percurso académico.

É de grande importância o plano de estágio curricular, pois o mesmo possui um conjunto variado de oportunidades em colocar em prática toda a aprendizagem adquirida em contexto escolar.

O processo formativo nesta obra tem um grande desafio, pois trata-se de dois hotéis com arquitetura diferenciada, com zonas curvas e retas, que exigem o máximo de controlo e acompanhamento durante a execução. Desde o começo as responsabilidades impulsionaram o crescimento profissional, ajudando a desenvolver a parte de direção de obra, nomeadamente no desenvolvimento e acompanhamento das seguintes actividades correspondentes ao revestimento das fachadas dos edifícios:

- Apoio à preparação e supervisão das intervenções da Sotecnisol nas fachadas;
- Acompanhamento técnico das equipas de trabalho;
- Apoio na elaboração e controlo do planeamento dos trabalhos;
- Seleção e avaliação de subempreiteiros;
- Diálogo com clientes;
- Planeamento e controlo de produção.

A acrescentar ao acima exposto, ao receber uma obra para supervisionar, é necessário analisar o projecto, nas suas partes escrita e desenhada, bem como a documentação administrativa e contratual. Neste particular destaca-se a pormenorização do projecto que engloba o procedimento de montagem para assim saber quais são os materiais, mão-de-obra e máquinas necessárias para iniciar o trabalho. Para a obra ter um bom andamento é sempre importante ter em stock material suficiente para uma boa sequência dos trabalhos, uma das actividades de responsabilidade da Estagiária foi organizar e contabilizar este material, saber quais materiais são usados, em quais zonas e as suas quantidades.

O Estágio por sua vez, não foi apenas para realizar as actividades mencionadas acima, que foram inicialmente propostas, mas, também, para analisar criteriosamente a direção e execução de uma obra, com envolvimento e participação direta do cliente e da fiscalização, como lidar com os profissionais no dia-a-dia e com a necessidade de responder e cumprir os prazos, custos e especificações técnicas previstas.

2.2.1 APOIO À PREPARAÇÃO E SUPERVISÃO DAS OBRAS

Em obras de fachada ventilada é necessário um controlo maior nos aspetos relacionados com a estereotomia, a marcação na fachada, os alinhamentos e a relação com a estrutura do edifício, principalmente quando o material é em compósito, pois tem de chegar em obra com as medidas exatas, com os cortes certos, para isto é necessário ter um ponto de referência ao tirar as medidas para produzir o material, que neste projeto tem-se como referência os caixilhos.

Nem todo revestimento necessita desta precisão, como por exemplo o Equitone, que é um material de fachada de fibrocimento, sendo composto por cimento, minerais e celulose. Quando usado este tipo de material, pode ser enviado com medidas maiores para a obra, com alguma tolerância dimensional, pois é facilmente ajustado durante a montagem. O compósito requer uma atenção redobrada em relação a medida, tanto da estrutura quanto dos revestimentos, por isso é necessário o apoio e acompanhamento junto ao Preparador da Obra, de forma a auxiliar a tirar as medidas, dar indicações relativamente às características e condicionamentos do material.

2.2.2 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS EQUIPAS DE TRABALHO

É fundamental o acompanhamento técnico das equipas, pois assim é possível verificar se o trabalho executado está de acordo com o exigido e contratado pelo cliente. Para isso o projeto tem de ser bem estudado e transmitido de forma simples e direta.

Acompanhar os trabalhos e saber o que está a ser executado garante uma qualidade desde o início, além de otimizar o tempo, pois uma vez o trabalho estando vistoriado reduz a chance de erros e durante o processo de montagem se torna mais fácil e prático, pois no caso do Hotel, como a estrutura é de encaixe, se toda ela estiver de acordo e for vistoriada antes de montar o revestimento, evita perder tempo com os ajustes de estrutura.

Os trabalhos acompanhados têm como função não só vistoriar, mas também orientar os trabalhos que são maus executados, por isso a importância da leitura de projetos e dos conhecimentos técnicos da estrutura e sua forma de montagem.

2.2.3 APOIO NA ELABORAÇÃO E CONTROLO DO PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Por vezes o controlo da execução é repartido pela produção, no estaleiro da obra e pela elaboração da documentação correspondente ao controlo dos prazos, aprovisionamento de materiais e medições.

O acompanhamento diário dos trabalhos é necessário para garantir a qualidade da montagem e o cumprimento dos prazos.

2.2.4 SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE SUBEMPREITEIROS

Em muitos casos são contratados subempreiteiros para a execução de uma atividade, para isso é necessário verificar se determinada empresa está de acordo com o perfil da obra, se atende em termos de documentação, mão-de-obra, qualidade e produção. Antes mesmo de selecionar o subempreiteiro é importante ter referências, tirar as dúvidas e conhecer muito bem o chefe de equipa responsável, pois o mesmo terá responsabilidades de execução e produção.

A avaliação também é importante e para isso é essencial o acompanhamento diário, para saber se estão a fazer conforme solicitado e se estão a colocar em obra equipas de qualidade, com profissionais competentes.

2.2.5 DIÁLOGO COM CLIENTES

Para iniciar um projeto o Dono da Obra contrata um empreiteiro geral para executar e uma fiscalização para vistoriar todo o trabalho realizado e garantir execução conforme projetos e com qualidade, sendo diferentes empresas para não ter conflito de interesses. O empreiteiro geral contrata subempreiteiros, que são empresas especializadas em uma determinada área, para executar a obra. Quando se trata de um projeto de grande dimensão, normalmente o subempreiteiro organiza uma equipa de engenharia que fica instalada no estaleiro para fazer um acompanhamento diário, que neste caso é o Diretor de Obra e abaixo dele o Estagiário. Para todos os assuntos de obra deve-se seguir a hierarquia conforme Figura 2.3.

Um bom relacionamento com o cliente, neste caso o empreiteiro geral, ajuda na execução da obra, normalmente o estagiário tem de reportar primeiramente os assuntos ao Diretor de Obra da sua empresa, e após uma conversa interna é que transmite a situação ao cliente, geralmente durante a reunião de obra que, neste projeto, são semanais.

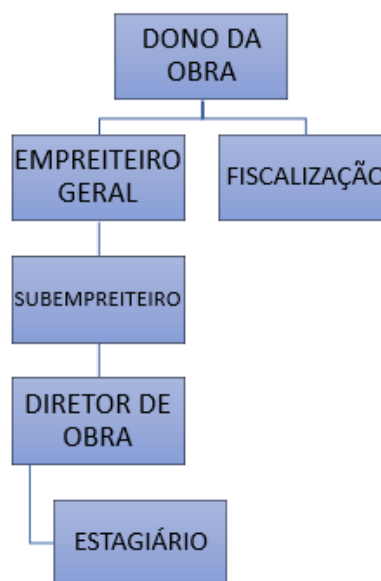


Figura 2.3 – Hierarquia Obra (Fonte: Arquivo Próprio)

A comunicação com o cliente é essencial para uma boa organização dos trabalhos, que começa desde a chegada dos materiais até a execução das tarefas. De todo o material que chega à obra deve ser dado conhecimento ao dono de obra, através da ficha de inspeção da receção, a qual deve possuir a descrição do material, a quantidade total em m², a guia de remessa e a cópia do boletim técnico do material.

Relativamente à execução dos trabalhos, antes do seu início deve ser comunicado e planeado atempadamente com o cliente, empreiteiro geral, de tal forma que a área de aplicação esteja totalmente disponível para começar as tarefas relacionadas a fachada ventilada. Também é necessário efetuar uma vistoria conjunta com o empreiteiro geral e a fiscalização quando os trabalhos de estrutura e isolamento forem concluídos, esta que é em conjunto com o Cliente e a Fiscalização, para assim ser autorizado e aprovado a montagem dos revestimentos, se estiver tudo de acordo com o contratado.

2.2.6 PLANEAMENTO E CONTROLO DE PRODUÇÃO

O planeamento e o controlo de produção englobam todo o processo, desde o início com as programações dos revestimentos, sua fabricação, chegada em obra e montagem.

O conhecimento do projeto e da obra e a comunicação com diversos setores da empresa é fundamental para um bom planeamento e controlo de produção, é importante saber as necessidades da obra, saber a sequência de execução e de montagem do projeto em questão.

No caso desta obra, todo o material é produzido e fabricado na própria empresa, o que facilita e proporciona não só uma boa qualidade, mas também uma otimização nos prazos de entrega. O controlo de produção inicia quando as encomendas dos revestimentos vão para a fábrica, sendo necessário um acompanhamento para saber o tempo de produção do material e a forma como o mesmo é acondicionado, que pode ser em box ou paletes, normalmente o material acondicionado em box são os de grandes dimensões, Figura 2.4 e os acondicionados em paletes são os de menores dimensões, Figura 2.5, principalmente os remates, que são os fechos dos revestimentos até os caixilhos. Após estas informações agenda-se um transporte de entrega e reserva com o cliente, empreiteiro geral, a grua para assim conseguir descarregar o material. Quando a box ou palete chegarem em obra é preciso saber o local adequado para armazenamento, o mais próximo do local em que será montado, para evitar o manuseio repetitivo.

Em conjunto com a fábrica deve-se ter uma lista de prioridades dos materiais, com as datas de entrega de acordo com as necessidades da obra.



Figura 2.4 – Material acondicionado em Box (Fonte: Arquivo Próprio)



Figura 2.5 – Material acondicionado em Palete (Fonte: Arquivo Próprio)

3 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

3.1 História e Evolução

Nas duas últimas décadas, as fachadas ventiladas têm, cada vez mais, sido inseridas no mercado da construção civil em Portugal, como resultado da aplicação de regulamentação associada ao comportamento térmico dos edifícios, mas também de uma maior consciencialização para as questões energéticas e ambientais. Relativamente as questões energéticas, as fachadas ventiladas permitem reduzir significativamente o aquecimento dos edifícios no verão. O revestimento exterior protege o edifício da incidência direta dos raios solares, sombreando-o. A câmara-de-ar ventilada, por sua vez, impede o calor acumulado no revestimento exterior de ser transmitido para o edifício, graças à circulação de ar induzida por convecção. O ar quente sobe, saindo pela junta de ventilação superior, sendo substituído pelo ar frio que entra na câmara-de-ar pela junta de ventilação inferior. No inverno o revestimento e a câmara-de-ar não contribuem para o aquecimento do edifício, mas a ventilação por convecção reduz significativamente o teor de humidade da câmara-de-ar, melhorando o desempenho dos isolamentos térmicos. (MENDES, 2016)

Uma das grandes vantagens ambientais deste material é que o mesmo pode ser reciclado e aproveitado, no caso de o material ser de alumínio-alumínio, podendo ser derretido e transformado em outro material de utilização da obra. Antes de o material ser transformado sempre foi programado com o menor desperdício possível, garantindo a utilização de praticamente toda a dimensão da placa.

Nota-se uma evolução no sistema construtivo e consequentemente a imagem dos edifícios são alteradas e modernizadas. Mas antes das fachadas ventiladas serem aplicadas de forma mais generalizada em Portugal, ao longo dos tempos as soluções de envolvente passaram por uma evolução, que será referida neste capítulo.

Para contextualizar resumidamente as alterações sofridas na conceção das fachadas ao longo dos anos, vamos ao princípio de que o método de construção dos edifícios evoluiu de acordo com a necessidade de cada região, matéria prima disponível e da vida do homem. Inicialmente as fachadas eram compostas por soluções às quais correspondiam paredes maciças na envolvente com o objetivo de conservar o calor no interior, bem como, proteger das variáveis externas como, por exemplo, condições climáticas. Todavia, havia a necessidade de ventilar e iluminar o interior, e para isso, foram abertos pequenos vãos nessas paredes, mas além das condições positivas, estas soluções também acarretavam trocas térmicas significativas, foi então que surgiu a solução da utilização de vidro para assim permitir a iluminação interna natural, não comprometendo em definitivo a proteção referida. (BRITO, 2010)

As utilizações de janelas de vidro iam-se adequando às construções da época de acordo com as limitações da tecnologia, do processo de fabrico e do custo do material, evoluindo de diversas formas.

Quando na metade do século XIX, com o avanço no desenvolvimento de produção e libertação de limitações, se tornou mais comum e acessível o uso do vidro. (BRITO, 2010)

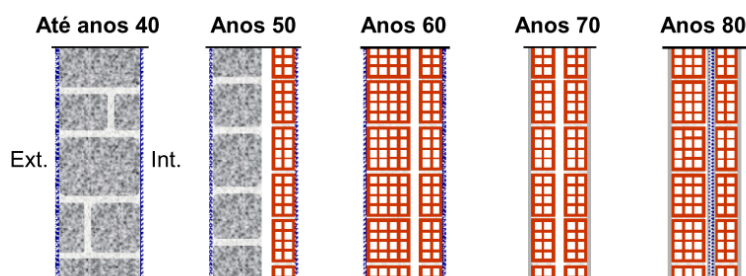
Foi então, com a Revolução Industrial, que evoluiu consideravelmente a indústria da construção, surgindo novos materiais e métodos de produção, como, o uso do ferro e vidro nas fachadas de edifícios de serviços, as estruturas metálicas, já que antes da Revolução, os metais eram usados com outros propósitos, mas não estruturalmente, e mais tarde o aparecimento das estruturas em betão armado.

A tendência que se vinha sentindo na construção desde a Revolução Industrial foi alterando de acordo com a necessidade de racionalização dos consumos de energia e surgimento de inovações tecnológicas. O fabrico de janelas, por exemplo, desenvolveu novos materiais que melhoraram o seu desempenho e funcionamento, como: vários tipos de vidros, selantes, ferragens e o vidro duplo, enquanto a madeira e o ferro foram substituídos pelo PVC e o alumínio. (BRITO, 2010)

A Europa atravessou uma difícil situação económica após a Revolução Industrial e a 2ª Guerra Mundial, e o custo da climatização os edifícios tornou-se uma preocupação. Com o intuito de reduzir o consumo de energia, optou-se por opções de isolamentos térmicos, que segundo estudos realizados na altura, se aplicados na envolvente dos edifícios eram assim mais eficazes. (FREITAS, 2002)

Paralelamente em Portugal, com a necessidade de garantir um maior conforto térmico, e também acústico e hidrotérmico nos edifícios, a conceção das fachadas, que no início dos anos 40 passava por paredes de grande espessura, em pedra ou tijolo cerâmico maciço, deu lugar à redução da espessura e da massa dos materiais e algumas décadas mais tarde à introdução da parede dupla. (SOUSA, 2010)

A evolução das técnicas construtivas das paredes exteriores, Figura 3.1, resultou da transição de panos simples de elevada espessura para além de panos duplos de alvenaria de tijolo vazado também com caixa-de-ar entre panos (década de 60/70) e, que posteriormente, passaram a ter a sua caixa-de-ar total ou parcialmente preenchida por materiais isolantes. A última solução construtiva, que apresenta um bom desempenho térmico, é a aplicação do material isolante pelo exterior, geralmente em paredes de alvenaria de tijolo ou paredes de betão, como procura da correção de patologias originadas pelas pontes térmicas em sistemas anteriores. (BRITO, 2010)



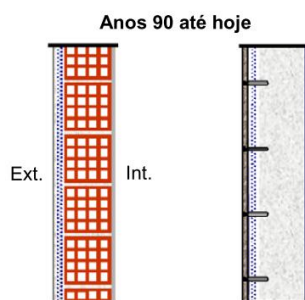


Figura 3.1 – Evolução do método construtivo de fachadas em Portugal (SOUSA, 2010)

Até aos anos 40 o material mais utilizado na construção era a pedra, por ser o mais acessível e mais abundante nas regiões naquela altura, além de ter boas características resistentes para a construção.

Com a evolução do tempo e das tecnologias, nos anos 50 as paredes já não eram totalmente revestidas com pedras, era parcialmente em pedra, pelo exterior, e um pano de alvenaria em tijolo pelo interior, na busca da melhoria do conforto térmico no interior das habitações e redução dos custos de construção. (MENDES, 2009)

A utilização mais generalizada do betão armado, nos anos 60, as paredes exteriores de alvenaria, perderam boa parte da sua função estrutural. Com a necessidade de aligeirar o processo, fez a substituição da pedra pelo tijolo de barro vermelho, fazendo com que a solução mais comum da época fosse a parede dupla de alvenaria de tijolo, com o pano exterior mais espesso. (MENDES, 2009)

Nos anos 70, foi o começo do uso da parede dupla de dois panos de pequena espessura, mas que caíram em desuso devido a dificuldades na execução desta solução.

O pano exterior passa a aumentar novamente de espessura nos anos 80, e para fazer face aos requisitos regulamentares, introduzem-se materiais de isolamento térmico, preenchendo total ou parcialmente a caixa-de-ar das paredes duplas. Mas esta incorporação de materiais de isolamento térmico começou por se efetuar sem grande preocupação com o tratamento das pontes térmicas, assim tornou-se necessário a adoção de disposições construtivas para resolver as perdas energéticas devidas às pontes térmicas. (MENDES, 2009)

Dentre os tipos de soluções, buscou-se por materiais mais leves que, quando fixos adequadamente ao suporte, além de resolver o problema, também possibilitariam a colocação dos isolamentos térmicos dos edifícios pelo exterior das alvenarias, garantindo-se a maior eficácia térmica da envolvente exterior e por outro lado a resolução do funcionamento da parede dupla como um único elemento estrutural. Ao mesmo tempo, também foram desenvolvidos diversos tipos de grampos de fixação que asseguravam a independência entre suporte e revestimento exterior através da interposição de uma caixa-de-ar, ventilada graças às juntas abertas do revestimento final exterior. Os isolamentos térmicos passaram então a ser colocados no interior desta câmara-de-ar, fixos às alvenarias, identificado na Figura 3.2. (MENDES, 2016)

que auxilia na melhora do conforto térmico e acústico, na manutenção dos níveis de desempenho ambiental e estrutural.

Este sistema cria uma espécie de segunda pele em relação à fachada principal do edifício, um invólucro separado e independente da estrutura. O revestimento é constituído por elementos independentes e descontínuos, de espessura e dimensões variáveis, e não tem uma aplicação específica, é fixado a uma estrutura de alumínio ou de aço inoxidável que é ancorada na estrutura da edificação, mantendo a fachada afastada da alvenaria de vedação, criando assim uma caixa de ar dinâmica que permite uma circulação de ar natural entre as partes, melhorando a proteção contra a intempérie (acumulação de humidades de infiltração ou condensação) e o desempenho térmico no Verão, por força da ventilação (acumulação de calor decorrente da radiação solar incidente).

Há diversas soluções de fachadas para os variados tipos de materiais de revestimento, dentre eles, betão polimérico, alumínio perfilado ou de painéis compostos, vidro, cerâmica, pedra, resinas fenólicas e madeira modificada. Todos são fixos à edificação por componentes metálicos, mas para cada material de revestimento há diferentes formas e fixações, sendo eles: revestimentos de grande espessura fixam-se as peças sobre a margem superior e inferior em perfis horizontais que serão posteriormente fixos à estrutura através de grampos de aço; em sistemas de fixação à vista de espessura fina, o encaixe é visível do exterior, mediante o uso de grampos em aço que fixam e posicionam o painel, unindo-os ao perfil metálico; nos sistemas sobrepostos para painéis cerâmicos existe uma sobreposição de painéis formando escamas, garantindo-se no entanto, a estanquidade das juntas; e os sistemas de fixação oculta em que os encaixes das peças de revestimento não são visíveis e encontram-se no dorso das mesmas, mediante rasgos que permitem a colocação de elementos de aço e que se aparafusam a um perfil de alumínio que fixa ao suporte através de grampos. (PEREIRA, 2013)

Visualmente, a fachada ventilada não tem grandes diferenças de outros sistemas que já existiam anteriormente, mas há vantagens quando comparada com processos tradicionais, principalmente pela facilidade de manutenção e melhoria estética e funcional. Tem assim estado presente cada vez mais na construção moderna, além de poder ser utilizada em qualquer tipo de edifício, tais como habitacionais, comerciais, industriais ou desportivos, quer em construção nova quer em obras de reabilitação ou conservação.

Destaca-se entre as vantagens de uma fachada ventilada, a facilidade de manutenção. Por ser um sistema de grande durabilidade que protege a estrutura interna, reduz o risco de deterioração do edifício, uma vez que apenas a fachada entra em contato com os agentes externos. Considera-se também que cada um dos painéis da fachada ventilada é independente e assim facilita a substituição e favorece a inspeção e manutenção, além da rápida execução. Dentre as melhorias funcionais, este sistema auxilia diretamente na resolução de problemas de isolamento térmico, uma vez que impede que no interior ocorram grandes alterações de temperaturas e assim reduz a necessidade do uso de sistemas auxiliares de climatização, contribuindo para a melhoria do comportamento energético. Assim como, aumenta a

circulação eficaz do ar em todos os compartimentos e por consequência diminui o risco de problemas relacionados qualidade do ar interior em termos de poluentes e teor de humidade.

Portanto, a fachada tem interferência tanto no exterior como no interior do edifício, proporcionando também melhores condições de habitabilidade, conforto, salubridade e bem-estar.

3.3 Sistema de fixação e suporte para painéis

Os sistemas para fixação e suporte dos painéis anteriormente descritos não diferem muito entre si, em grande parte devido ao facto de as empresas que produzem os painéis recorrerem a subestruturas constituídas por perfilarias fabricadas por empresas especializadas. Estas podem ser em madeira tratada em autoclave, aço galvanizado ou alumínio. (MENDES, 2016)

A aplicação do sistema de perfilaria é hoje uma solução ideal e muito utilizada para diversos materiais como, Cerâmicos, Painéis Fenólicos, Policarbonatos, Compósitos de Cimento, Compactos de pedra, Alumínio, etc... Assim, e devido à vasta oferta de acabamentos, cores e materiais existente no mercado, podemos obter para todos eles, várias soluções no suporte de perfilaria com diferentes tipos de fixação. (SAM PEDRAS, 2012)

A sua fixação é feita com a colocação de esquadros de suporte e apoio à perfilaria nas fachadas, a fim de fixar e nivelar os perfis de alumínio, colocados de modo a receber material de acabamento, podendo este ainda ter dois tipos de acabamento final, fixação à vista ou fixação oculta. Na maior parte dos casos em que a fixação dos painéis é visível, a subestrutura é constituída por peças pontuais ancoradas às alvenarias e perfilaria aplicada no sentido vertical, fixa às referidas peças pontuais. (SAM PEDRAS, 2012)

3.3.1 FIXAÇÃO À VISTA

Estes sistemas são aqueles em que os tipos de encaixe para fixar o painel à perfilaria é visível desde o exterior. Normalmente utilizam-se grampos de aço inoxidável, Figura 3.3, ou rebites, Figura 3.4, que seguram o painel unindo ao perfil metálico, lacados da mesma cor que o próprio revestimento, para com isso reduzir o impacto visual e estético. (DOSSIER, 2016)

Quando se trata de colocar na fachada materiais com uma espessura fina, este é o sistema ideal, que foi pensando para cerâmica, mas pode também aplicar-se com peças de pedra natural delgada, laminadas, placas de alumínio, etc. (DOSSIER, 2016)

Sistema de perfilaria vertical (T e L), com transmissão de cargas de forma imediata à estrutura do edifício, através de esquadros de carga. Esquadros intermédios de apoio, de forma a evitar a flexão do perfil por pressão do vento. Fixação dos revestimentos através de adesivo elástico de alto modulo, ou por rebites. (TECNOFRONT)

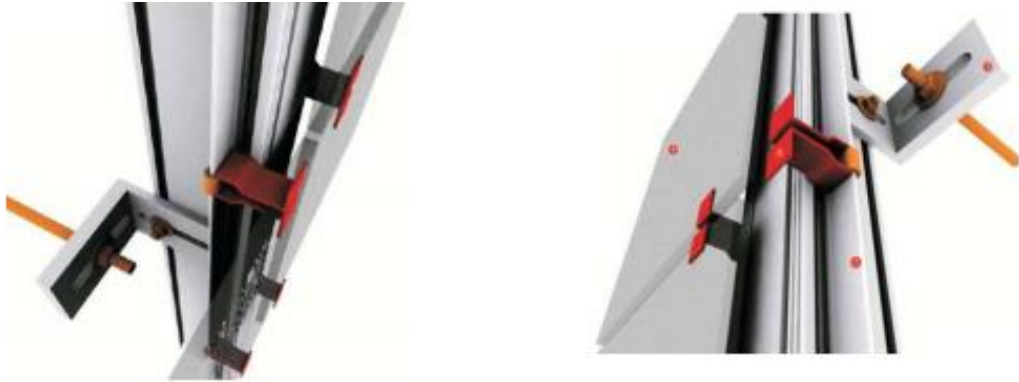


Figura 3.3 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação através de Grampos (DOSSIER, 2016)



Figura 3.4 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação através de Rebites (Fonte: ARCHIEXPO)

3.3.2 *FIXAÇÃO OCULTA*

No sistema oculto, os encaixes de fixação da peça de revestimento não são visíveis. Deve-se ao facto de serem feitas, no dorso da peça, rasgos que permitem a colocação de elementos de aço inoxidável, que se aparafusam a um perfil de alumínio que, por sua vez, fica fixado através de grampos de pressão ao perfil horizontal. Este sistema encontra-se pensado para cerâmica, mas pode também aplicar-se com peças de pedra natural delgada, laminadas, placas de alumínio, etc. (DOSSIER, 2016)

Existe ainda o método de fixação oculto através de colagem, Figura 3.5, para materiais com pesos reduzidos, sendo feito com produtos de alta resistência e durabilidade, garantindo uma boa fixação do revestimento à perfilaria, no qual faz-se com uma fita adesiva de dupla face e um adesivo mástique, ambos aplicados sobre as superfícies previamente tratadas com primários de aderências específicos adequados aos materiais dos perfis. O adesivo de dupla face tem por função assegurar uma espessura mínima de três

milímetros entre estrutura e painéis (trata-se da espessura mínima indispensável para a resistência da mástique) e, simultaneamente, suportar o peso dos painéis enquanto a mástique forma presa. Quando esta seca, a fita de dupla face deixa de fazer efeito. (SAM PEDRAS, 2012)

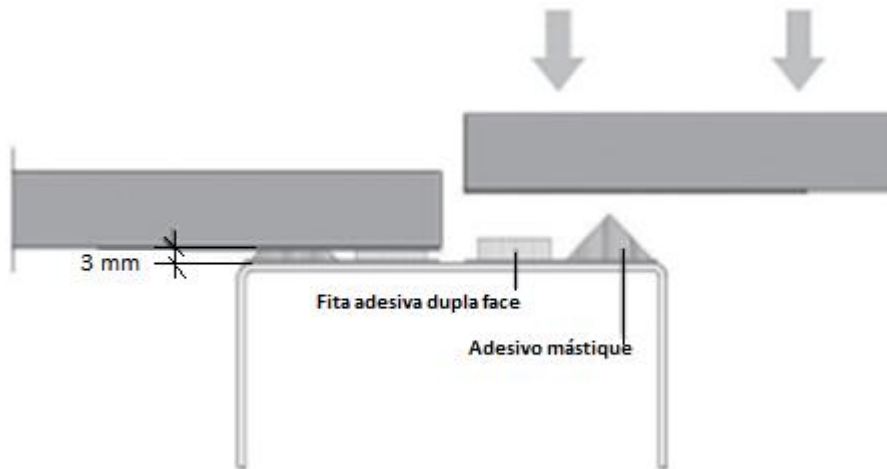


Figura 3.5 – Esquema e Figura de Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por colagem (MENDES, 2009)

A ancoragem linear também é um tipo fixação oculta, Figura 3.6, é semelhante à ancoragem por grampos sendo este contínuo em todo o comprimento dos elementos de revestimento, suportando o peso próprio e fixando-o à fachada. Este sistema aplica-se a revestimentos pesados e de espessura suficiente para permitir a existência de um entalhe onde encaixa a ancoragem. (SOUZA, 2010)



Figura 3.6 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por Ancoragem Linear (SOUZA, 2010)

Sistema de perfilaria vertical, perfil ómega, com transmissão de cargas de forma imediata à estrutura do edifício, através de esquadros de carga. Esquadros intermédios de apoio, de forma a evitar a flexão do perfil por pressão do vento. Fixação mecânica dos revestimentos através de encaixe, Figura 3.7 Destinado a revestimento em painéis de montagem em cassette. (TECNOFRONT)

Estes sistemas estão disponíveis para materiais como o metal e os cerâmicos. Para ser possível a montagem por encaixe, os painéis têm de ser nervurados no seu contorno ou no seu tardo, onde se localizarão as dobras ou entalhes que permitem a fixação. Este sistema tanto pode ser utilizado para placas de dimensões variadas como para lâminas. (SOUZA, 2010)



Figura 3.7 – Pormenores de Aplicação de Materiais com a Fixação por Encaixe (Fonte: ARCHIEXPO)

4 SOLUÇÃO EM PAINÉIS COMPOSTOS

4.1 Descrição dos materiais de revestimentos

Os painéis utilizados em obra são do tipo REYNODUAL, placas de alumínio de chapa dupla com duas chapas de alumínio de 1,5 mm de espessura, nas cores Traffic Grey e White e do tipo REYNOBOND, placas de alumínio compósito com 4,0mm de espessura, sendo 0,5mm de chapa de alumínio, 3,0 mm de núcleo e 0,5 mm de chapa de alumínio, na cor Traffic Grey.

Este projeto trata-se do sistema de fachada ventilada com painéis tipo cassete, que são placas mecanizadas de acordo com as programações, de fixação oculta, sistema de encaixe a um suporte resistente, os perfis ômega de alumínio.

Painel é uma chapa lisa que ainda não passou por nenhuma transformação. Como neste projeto o sistema de fachada ventilada é o de encaixe, o painel passa por um processo de mecanização, de acordo com a programação, em que se faz o corte e a fresagem, é o processo que retira uma parte do alumínio para formar uma aba que deve ser dobrada e fixada à estrutura, conforme Figura 4.1 , após esta transformação o painel passa a se chamado de cassete.



Figura 4.1 – Cassete (Fonte: Arquivo Próprio)

4.1.1 REYNODUAL

O Reynodual é um painel duplo de alumínio pré-pintado para fachadas, que consiste em duas folhas de alumínio ligadas entre si com uma espessura total de 3 mm (Figura 4.2), oferece uma boa resistência ao vento e está classificado de acordo com a norma europeia EN 13501-1, classe de reação ao

fogo A2-s1, d0, em caso de incêndio são “não combustíveis” e não mostra nenhuma participação ativa. Sem emissões de gases tóxicos, seja em caso de incêndio ou durante o ciclo de vida. (ARCHIEXPO)



Figura 4.2 – Painel em Reynodual. Adaptado de (Fonte: ARCHIEXPO)

Para classificar um material quanto a classe de reação ao fogo é necessário fazer o ensaio, que estão destinados a avaliar a contribuição do material na fase inicial e de desenvolvimento do incêndio, para isso são avaliadas as seguintes propriedades. (APSEI)

- Desenvolvimento da combustão do produto (com ou sem chama, velocidade e extensão da propagação, etc.);
- Facilidade de ignição;
- Liberação de calor;
- Liberação de fumos ou de produtos voláteis (opacidades, toxicidade e corrosividade);
- Liberação de gotas ou de partículas inflamadas.

Os produtos de construção civil em geral, excluindo os revestimentos de piso, possuem classes de reação ao fogo de acordo com a Figura 4.3. No caso do Reynodual, conforme informado anteriormente, está classificado como classe A2-s1, d0, que corresponde a materiais de combustibilidade limitada, que produzem pouca fumaça e que não desprendem gotas incandescentes

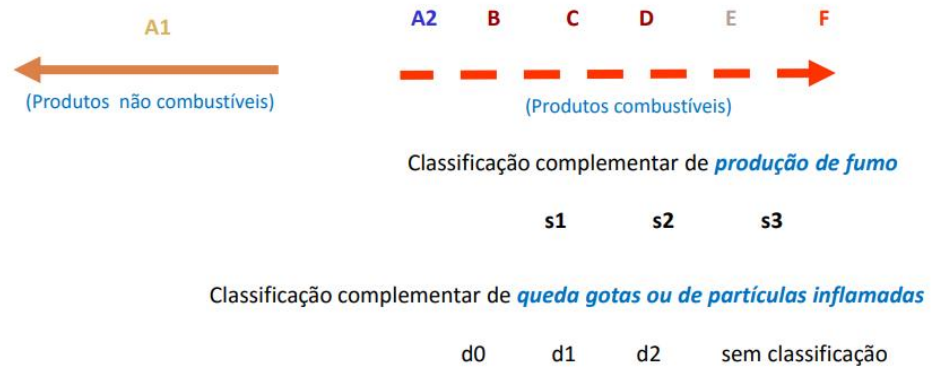


Figura 4.3 – Euroclasse de reação ao fogo (Fonte: APSEI)

Quando adequadamente instalado em um conjunto compatível com o código, isto o torna adequado para revestimentos de fachada como, por exemplo, edifícios altos, edifícios públicos, túneis, estações, estações de metro, aeroportos, hotéis, hospitais, centros comerciais, estádios, pavilhões de eventos versátil e fácil de transformar. (ARCHIEXPO)

A estabilidade do Reynodual significa que também pode ser utilizado em grandes cassetes e painéis. Pode ser instalado utilizando parafusos, rebites, sistema de colagem ou sistemas de fixação invisíveis como cassetes. O Reynodual pode ser fácil e finamente dobrado ou fresado, devido à uniformidade da cor. Possuem nivelamento supremo, resistência a choques e durabilidade de longo prazo. (ARCHIEXPO)

4.1.2 REYNOBOND

Os painéis compostos Reynobond é um Material Composto de Alumínio (ACM), que é obtido através da laminação do alumínio em duas chapas, cada uma com espessura de 0,5 mm, sob tensão controlada com o núcleo de polietileno de baixa densidade, com espessura de 3,0 mm, conforme Figura 4.4.

O resultado é um material altamente resistente à corrosão e rígido, porém flexível, que pesa 3 a 4 vezes menos que o aço e 1,6 vezes menos que o alumínio puro. (ARCHIEXPO)

O material Reynobond é excepcionalmente plano, bastante moldável, leve, possui expansão mínima, alta resistência à corrosão e às intempéries são algumas das vantagens que o tornam um produto bastante versátil. (ARCHIEXPO)

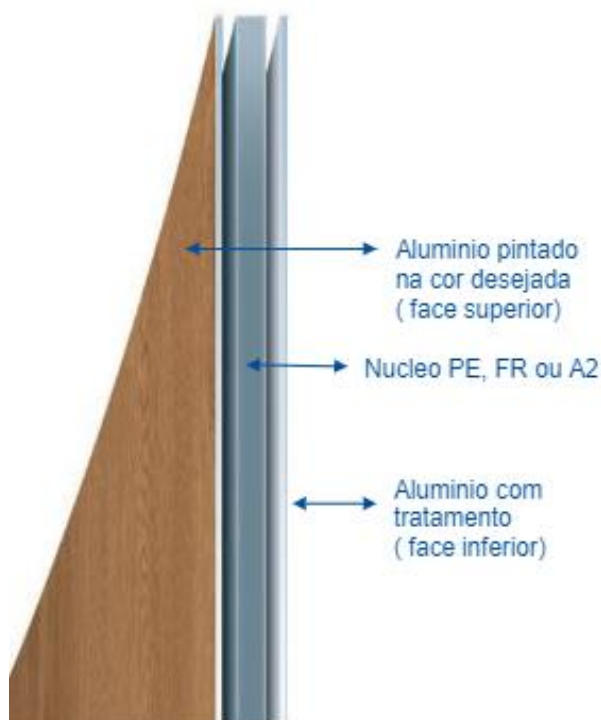


Figura 4.4 – Painel em Reynobond. Adaptado de (Fonte: ARCHIEXPO)

4.2 Procedimento de Modelagem

Entende-se por modelagem as operações de corte, serragem, fresagem, perfuração, puncionamento de corte e calandragem, que concedem formato as placas. Os dois tipos de revestimentos, Reynodual e Reynobond podem ser modelados e transformados mediante a utilização de técnicas e equipamentos simples.

Estas operações são executadas em fábrica, as placas devem ser trabalhadas em uma máquina, controlo numérico computadorizado (CNC), que é um computador responsável, principalmente, pelos movimentos da máquina.

É introduzido neste computador uma programação, desenhado pelo Preparador de Obra, de acordo com as medidas do projeto, após isto o controlo numérico lê, interpreta e executa cada um dos códigos que compõem o programa de usinagem da peça.

O processo mais corrente de aplicação dos painéis de alumínio é através de uma quinagem dos extremos das chapas, de modo a formarem uma cassete.

4.2.1 CORTE

A fim de manter uma longa vida útil da ferramenta, lâminas de corte, serra circular e brocas de roteador, apenas uma folha Reynodual deve ser serrada durante um ciclo da lâmina de serra. As cisalhas de guilhotina são particularmente apropriadas para cortar as chapas Reynobond, desde que se tomem

determinadas precauções. Os cortes de linha devem ser feitos com diâmetro de 8", 80 dentes, lâmina combinada com ponta de carboneto e corte transversal. Ao realizar um corte com uma serra circular, os painéis devem ser colocados com a película protetor voltado para o lado oposto da estrutura da serra.

O corte também pode ser feito em uma máquina de controlo numérico computadorizado (CNC), conforme Figura 4.5



Figura 4.5 – Corte na máquina CNC (Fonte: Arquivo Próprio)

4.2.2 FRESAGEM E DOBRAGEM

A fresagem é um processo de maquinação mecânica, feito por fresadoras e ferramentas de corte designadas por fresas. A fresagem consiste em retirar o excesso de metal ou sobremetal da superfície de uma peça, a fim de lhe conferir uma forma e acabamento desejados.

Na fresagem, a remoção do material da peça é feita pela combinação de dois movimentos, efectuados ao mesmo tempo. Um dos movimentos é o de rotação da ferramenta, a fresa. O outro é o movimento relativo peça-ferramenta o qual na maioria dos casos é feito pela mesa da máquina, onde é fixada a peça a ser maquinada, note-se, porém, que existem situações em que este movimento relativo pode não ser feito pela mesa (peça), é o caso das fresadoras de mesa apoiada, nas quais a mesa se encontra imóvel, é a ferramenta que faz todos os movimentos.

O tamanho plano dos painéis a serem cortados e fresados deve ser calculado e marcado antes de qualquer trabalho de preparação e fabrico. Isso permitirá a fabricação dentro das melhores tolerâncias possíveis. Em todos os casos, uma execução de teste deve ser realizada com antecedência, para definir os ajustes dimensionais a aplicar.

Ao fresar para uma dobra, uma espessura de $0,7 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de alumínio deve ser deixada na parte inferior da ranhura. Para uma dobra fresada com uma superfície plana de 3 mm, o eixo da dobra

estará no plano da ranhura fresada, portanto 0,7 mm da visível cara. Isso, no caso de uma dobra fechada de 90 °, leva a um tamanho excessivo de 0,7 mm por ângulo, Figura 4.6.

- Dobra fechada a 90 ° - fresa com superfície plana de 3 mm: subtrair 0,7 mm do lado do fim de cada dobra;
- Abertura de 90 °: o cálculo do desenvolvimento é feito com o lado da terminação.

As tolerâncias dimensionais geralmente aceitas em produtos fabricados elementos são ± 1 mm, ao usar uma fresa com 3 mm superfície plana.

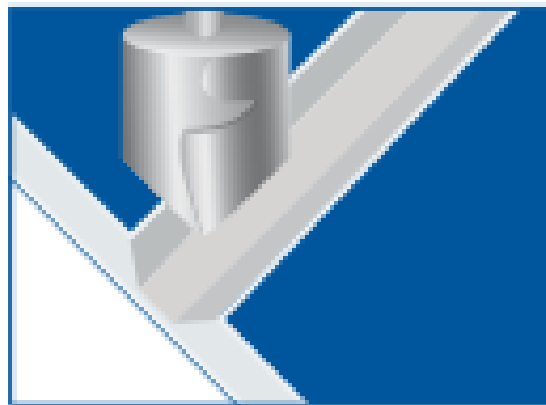
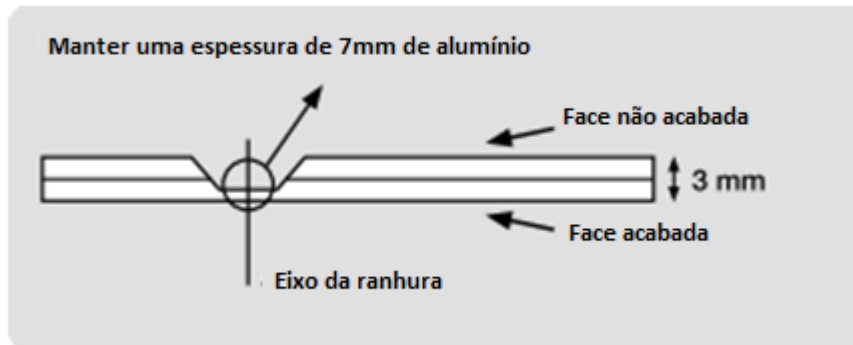


Figura 4.6 – Fresagem (Fonte: ARCHIEXPO)

De modo geral, é essencial dobrar a volta inteira num único movimento e fechar a dobra 10° a 20° mais do que o ângulo desejado, para contrariar um ligeiro efeito de ressalto, antes de modelar o ângulo final exato. Figura 4.7 e Figura 4.8

Dependendo das dobras, as seguintes técnicas podem ser usadas:

- Pequenos formatos: dobrável com régua dobrável (fixa ou portátil) composta por um perfil em forma de U ou H com uma alavanca;
- Grandes formatos: dobrável com uma cama dobrável - particularmente adequado para a dobradura de retornos, especialmente para comprimentos longos ou pequenas larguras de dobragem.

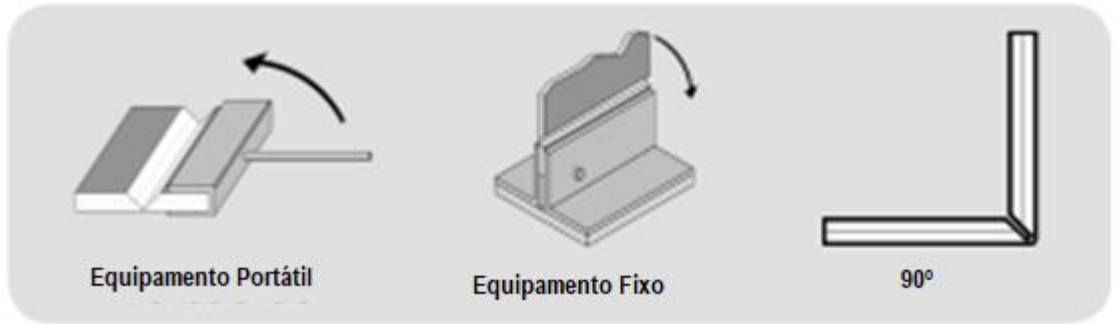


Figura 4.7 – Ferramenta de dobragem (Fonte: ARCHIEXPO)



Figura 4.8 – Dobragem (Fonte: Arquivo Próprio)

4.2.3 CALANDRAGEM

A calandragem é um processo industrial que atribui o formato final às peças laminadas de metal, principalmente às chapas de aço, é realizada em uma máquina conhecida como calandra. Nela as chapas são submetidas a um procedimento que pode servir para conferir a elas sua curvatura ou para aplainar novamente peças que estão onduladas, geralmente porque não foram armazenadas da maneira correta.

O funcionamento da calandra é relativamente simples, a mesma possui rolos em seu interior que modelam a chapa conforme a necessidade. Geralmente são 3 rolos em forma de pirâmide ou 4 rolos que facilitam o processo de pré-curvamento. O material é passado por entre esses rolos que exercem pressão o suficiente para achatá-lo, Figura 4.9 e

Figura 4.10, o raio de curvatura pode ser alcançado através de várias passagens pelos rolos, porém é necessário evitar qualquer risco de fissuração, para isso deve-se ter em conta o raio de flexão

interior mínimo. É também recomendado um raio de curvatura mínimo de 15 vezes a espessura de o painel. (ARCHIEXPO)

Ao calandrar o painel, a película protetora original na superfície superior deve ser deixada colada. Dependendo das condições da oficina, é ainda aconselhável que a proteção seja reforçada com outro filme autoadesivo ou a inserção de tiras de polietileno ou PVC com 1 mm a 2 mm de espessura.

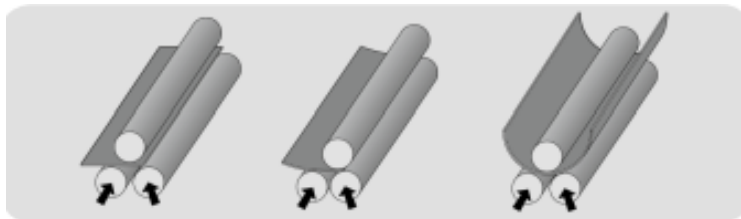


Figura 4.9 – Calandragem (Fonte: ARCHIEXPO)



Figura 4.10 – Processo de Calandragem (Fonte: Arquivo Próprio)

Além das calandras para chapas, existem calandras de perfil, tubo e linhas especiais. A curvatura realizada em tubos é de alta precisão e pode ser aplicada em tubos redondos, retangulares, de alumínio, inox, cobre e outros materiais. A calandragem pode alcançar os mais diversos formatos, entretanto, os mais comuns de serem encontrados são os cilíndricos e cônicos.

Para atingir resultados mais específicos, a calandragem conta com o auxílio de máquinas perfiladeiras, que são capazes de atribuir curvas mais acentuadas em formato de U ou I e em cantoneiras e tubulações. A calandra também controla a espessura das peças, permitindo chapas finas e grossas. Normalmente as mais grossas são utilizadas na fabricação de equipamentos industriais e estruturas de

aço. Por sua vez, as chapas mais finas são ideais para o segmento de processos a quente, que alimenta a indústria ferroviária e de móveis.

4.2.4 FABRICAÇÃO DE CASSETES

Para iniciar a transformação do material, é necessário realizar uma ranhura em forma de V contínua feita ao redor de todo o perímetro do painel a uma distância constante de 1" (25 mm) de a borda do painel. Uma espessura mínima de 0,032" (0,81 mm) de material de face deve permanecer após o roteamento. Os cantos são removidos e as bordas são dobradas para criar uma "bandeja" ou cassete de 1" (25 mm) de profundidade. Os cantos são reforçados com rebites ângulos de alumínio para endurecer a unidade do painel. Figura 4.11

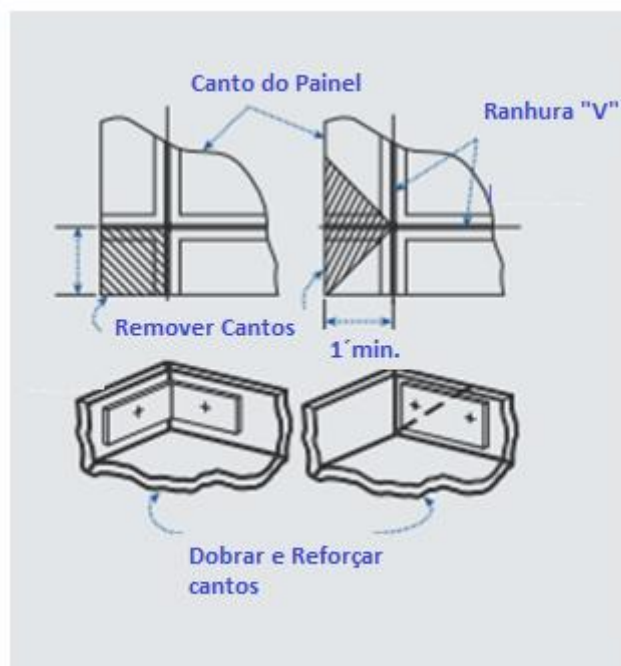


Figura 4.11 – Bordas dobradas. Adaptado. (Fonte: ARCHIEXPO)

Os rebites comumente usados para alumínio são adequados para prender os painéis aos ângulos de alumínio, devem ser colocados a uma distância de pelo menos 10 mm da borda da folha, conforme Figura 4.12. Este valor pode mudar de acordo com os requisitos de carregamento de o material de folha dupla Reynodual, e varia com a espessura do material para ser unido aos painéis. Ao selecionar um rebite, recomenda-se um coeficiente de pelo menos 2,5 vezes a resistência à tração e ao cisalhamento do rebite usado.

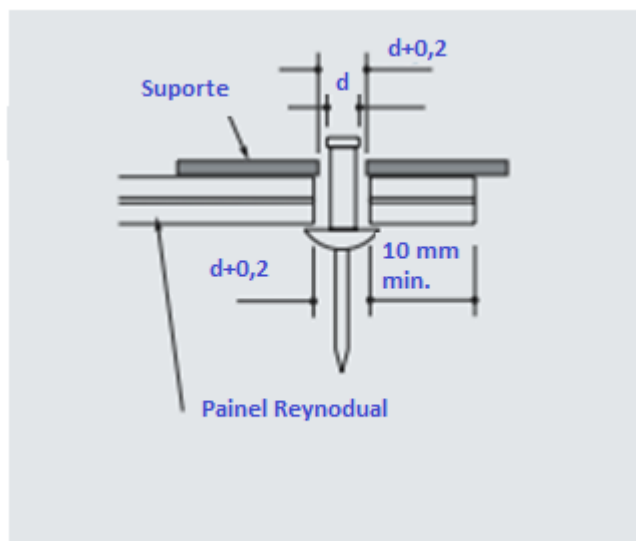


Figura 4.12 – Posicionamento do rebite. Adaptado. (Fonte: ARCHIEXPO)

Os fabricantes recomendam pressão aplicada para prender o rebite nos painéis Reynodual e devem ser seguidos para evitar o desabotoamento do rebite. Quando usado ao ar livre, é necessário fornecer uma folga de execução de 2 mm entre o diâmetro mínimo e o diâmetro do furo do rebite do painel Reynodual para refletir o coeficiente de expansão linear de $1,136 \times 10^{-3} \text{ in / in / } ^\circ \text{ F}$ ($0,0236 \text{ mm / m / } ^\circ \text{ C}$).

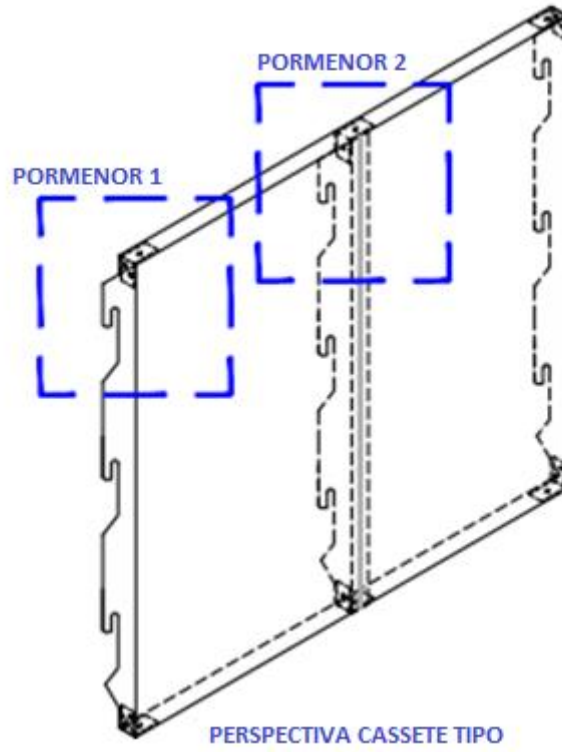
A fixação usando parafusos escareados com parafusos é um método secundário de anexo, mas este método não acomoda para expansão ou contração nos pontos de fixação. Grandes arruelas devem ser usadas para distribuir as cargas de fixação. A montagem sem arruela pode causar deformação e de forma significativa reduzir o desempenho dos cliques.

Os painéis Reynodual podem ser soldados com técnicas semelhantes que são usadas para placa de alumínio. A soldagem pode ser útil para pinos de projeção de soldagem de pino na parte traseira de painéis, mas não é recomendado para fechar cantos. As temperaturas e parâmetros de soldagem devem seguir as instruções do fabricante do pino de solda diretrizes, mas não deve produzir calor suficiente na superfície oposta para danificar o acabamento frontal. Somente pinos de alumínio devem ser usados para este processo.

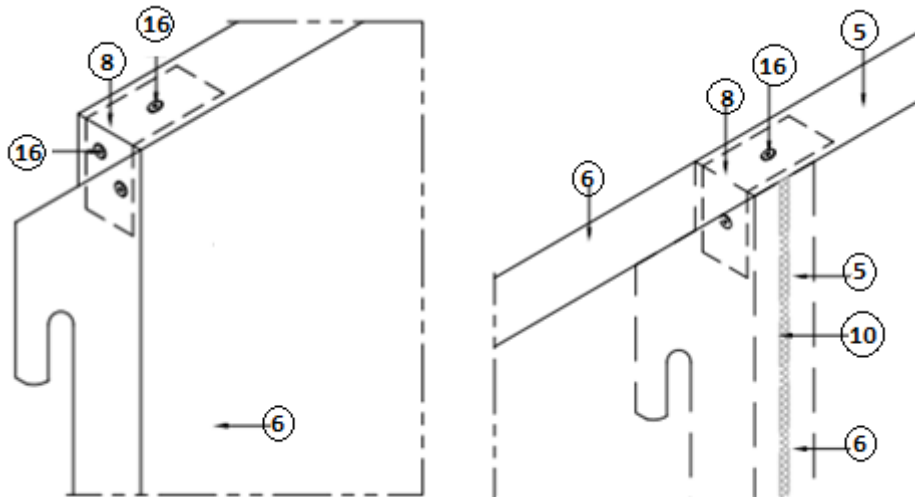
4.2.5 MONTAGEM REFORÇOS DE ENCAIXE

Após a fabricação das cassetes é necessário realizar a montagem dos reforços de encaixe ao meio da cassete, pois os reforços das extremidades são maquinados durante o processo de corte. Os reforços ao meio da cassete são produzidos a parte e de acordo com a programação. O mesmo é colado na área não visível através do sistema de colagem estrutural dupla face 3M e para garantir uma melhor fixação também é rebitado na parte superior e inferior um perfil “L” em alumínio com 2,0 mm de espessura, conforme indicado na Figura 4.13.

Os painéis são reforçados também para resistir ao vento e reduzir a deflexão, por isso os painéis de maiores dimensões possuem mais reforços. A força diferencial do vento ou pressão no painel é transferida para os reforços, que transferem a força para fora para a borda do painel.



PERSPECTIVA CASSETE TIPO



LEGENDA:

- ⑤ - CHAPA DE ALUMÍNIO COMPÓSITO "REYNOBOND", NA COR TRAFFIC GREY A7102S, COM 4,0mm ESP.^a, ACABAMENTO DUROGLOSS 5000, BRILHO SATINADO
- ⑥ - PAINEIS DE ALUMÍNIO "REYNODUAL", NA COR TRAFFIC GREY A7102S, COM 3,0mm ESP.^a (DUPLA CAMADA), ACABAMENTO DUROGLOSS 5000, BRILHO SATINADO
- ⑦ - PAINEIS DE ALUMÍNIO "REYNODUAL", NA COR WHITE 9324M, COM 3,0mm ESP.^a (DUPLA CAMADA), ACABAMENTO DUROGLOSS 5000, BRILHO MATE
- ⑧ - PERFIL "L" EM ALUMÍNIO, COM 2,0mm ESP.^a, ACABAMENTO ALUMÍNIO NATURAL
- ⑩ - SISTEMA DE COLAGEM ESTRUTURAL DUPLA FACE 3M VHB
- ⑬ - FIXAÇÃO MECÂNICA | REBITE ALU/INOX Ø4,8x12 ou 18 CAB. Ø9,5, VALIDADO PELA **ARCONIC**

Figura 4.13 – Pormenor tipo e legenda da Cassete (Fonte: Arquivo Próprio)

4.2.6 LIMPEZA E MANUTENÇÃO

Recomenda-se uma limpeza frequente e regular, esta frequência de limpeza e a escolha do produto certo depende da localização do edifício e do grau de sujidade. A lavagem deve ser feita em etapas, do fundo ao topo. A limpeza deve ser manual ou usando equipamento especial em moderada à pressão leve. Somente produtos de limpeza apropriados podem ser usados, e após a limpeza dos painéis deve ser enxaguada sistematicamente com água limpa para remover produtos de limpeza residuais. O excesso de água de enxague deve ser removido da superfície com uma esponja, rodo ou camurça para evitar depósitos minerais de acumulando. (ARCHIEXPO)

Os produtos de limpeza a evitar são produtos altamente alcalinos, ácidos e solventes. Em todos os casos, um pequeno local impercetível deve ser escolhido para testar o efeito do limpador. No caso de os painéis serem riscados durante a fabricação ou instalação. Pequenos arranhões podem ser retocados com tinta seca. Pequenos amassados podem ser reparados com preenchimento corporal antes de sua pintura. Uma preparação de superfície adequada, por exemplo, decapagem e aplicação de uma camada de primer, pode ser necessário. (ARCHIEXPO)

São parte integrante de um plano de manutenção, as rotinas de inspeção provenientes da manutenção preventiva com base nos sintomas pré-patológicos observados. Através da previsão da vida útil e da periodicidade de operações de manutenção, é possível antever a necessidade de reparação ou substituição dos elementos, garantindo a reparação das anomalias. Este plano de manutenção serve como base ao bom desempenho do edifício ao longo da sua vida útil. A manutenção periódica deve ser uma preocupação no decorrer da vida útil do edifício, sendo as fachadas um dos elementos a merecer maior atenção, uma vez que se encontram mais expostas a mecanismos de degradação devido às ações ambientais, interferindo na vida útil dos materiais de revestimento, pelo que apresentam maiores necessidades de intervenção de forma a responder às exigências funcionais para as quais foram projetadas. (BOTO, 2014)

5 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO

Para elaborar um projeto é necessário saber os detalhes construtivos da obra e as especificações técnicas a serem atendidas, tendo em consideração a escolha dos materiais, a estereotomia, técnica de corte dos materiais, o tipo de estrutura, os custos e os prazos solicitados pelo cliente, neste caso o empreiteiro geral.

Os detalhes construtivos da obra, assim como os desenhos de arquitetura, são fornecidos pelo cliente e com isso a empresa inicia a elaboração do projeto de fachada ventilada, sempre compatibilizando com os desenhos enviados pelo cliente.

Além dos projetistas, é necessário que os diretores de obra e os montadores de fachada tenham conhecimento das características do sistema, procurando sempre atender aos requisitos predeterminados e aos pormenores especificados nos desenhos. Caso haja a necessidade de adaptar ou alterar determinada característica do sistema, é de extrema importância a comunicação com o projetista, para que o mesmo possa validar, se necessário, através das condições técnicas as modificações necessárias.

O sistema de fachada ventilada é basicamente composto pelo suporte de fixação, pelo isolamento térmico, pela caixa-de-ar ventilada, pela estrutura de fixação, pelos suportes das placas de revestimentos e pelas placas de revestimentos, conforme Figura 5.1. (CUNHA, 2006)

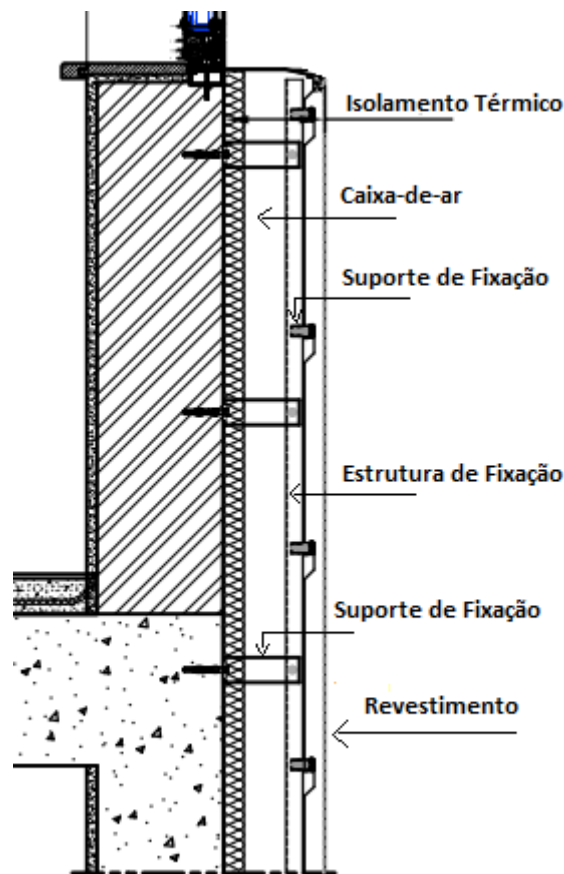


Figura 5.1 – Identificação do sistema de fachada ventilada (Fonte: Arquivo Próprio)

Numa fachada ventilada deve-se aferir o cumprimento de alguns requisitos essenciais para garantir a qualidade e segurança durante a montagem e o seu uso do sistema. Os requisitos são divididos em três categorias, segurança, habitabilidade e durabilidade, descritos abaixo. (CUNHA, 2006)

1) Segurança

• Segurança Estrutural

- Resistência mecânica a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas decorrentes do uso normal ou abuso (peso próprio do revestimento e da estrutura de suporte, ação do vento, cargas oriundas de variações térmicas, cargas de impacto, fadiga provocada pelo vento);
- Eficiência das ancoragens que ligam a estrutura de suporte à estrutura do edifício;
- Eficiência do sistema de fixação das placas à estrutura de suporte;
- Capacidade de absorver as deformações previstas em projeto.

• Segurança ao Fogo

- Reação ao fogo dos materiais escolhidos (combustibilidade e propagação de chamas, liberação de gases e fumaça);
- Resistência ao fogo de todo o sistema (integridade, estanqueidade e isolamento)

2) Habitabilidade

• Estanqueidade à água

- Pouca absorção de água;
- Eficácia na drenagem de águas pluviais.

• Conforto térmico e economia de energia

- Estanqueidade do ar;
- Isolamento térmico no inverno e no verão.

• Estética

- Planeza dos componentes e do conjunto;
- Condição superficial (cor, brilho, textura...);
- Uniformidade de colocação.

• Conforto Acústico

- Isolamento e absorção sonora;
- Não ser fonte de ruídos através das solicitações térmicas, ou da vibração ou impactos provocados pelos agentes atmosféricos.

• Conforto Táctil

- Agradável e suave ao tacto.

• Adaptação ao uso

- Integração das instalações;
- Facilidade na montagem.

3) Durabilidade

- **Durabilidade (manutenção do desempenho durante a vida útil)**
 - Conservação do aspecto (cor e brilho);
 - Conservação das prioridades mecânicas;
 - Conservação das prioridades da estrutura de suporte.
- **Manutenção**
 - Facilidade e frequência de limpeza e manutenção;
 - Custo global.

6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

A Sotecnisol contratou uma empresa para fazer uma análise da estrutura de suporte de fachada, esta análise foi efetuada no sentido de suportar a utilização de uma estrutura secundária, descrita neste capítulo, alternativa para o suporte dos elementos de fachada, de acordo com a regulamentação em vigor para Portugal.

No dimensionamento e verificação estrutural dos elementos de suporte foram utilizadas e interpretadas as indicações presentes nos seguintes regulamentos:

- EN 1990 – Eurocódigo – Bases para o Projeto de Estruturas;
- EN 1991 – Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas;
- EN 1999 – Eurocódigo 9 – Projeto de Estruturas de Alumínio;
- EN 1090 – Execução de estruturas de aço e de alumínio;
- RSA – Regulamento de Segurança e Ações (Decreto-Lei nº235/85 de 31 de maio).

6.1 Descrição da estrutura

A estrutura de suporte dos painéis de fachada é constituída por um perfil especial de alumínio que liga diretamente aos painéis de fachada com um parafuso autoperfurante, um perfil ómega de alumínio onde ligam os perfis especiais anteriores de alumínio e um outro perfil em U que liga ao perfil ómega e liga também à parede de alvenaria ou de betão. Figura 6.1.

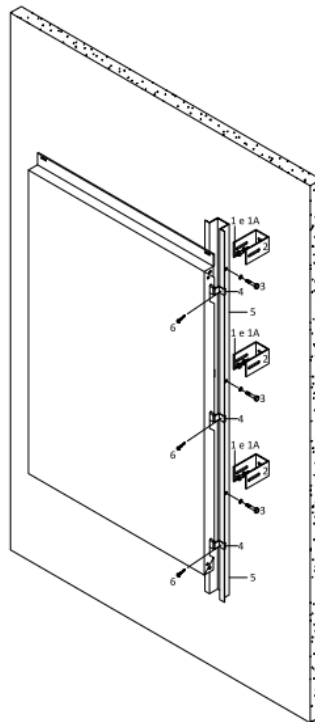


Figura 6.1 – Esquema geral da estrutura de suporte de fachada (Fonte: Arquivo Próprio)

A estrutura é constituída por perfis de alumínio, parafusos autoperfurantes, parafusos sextavados rosca total e parafusos tirefon, identificados na Figura 6.2.

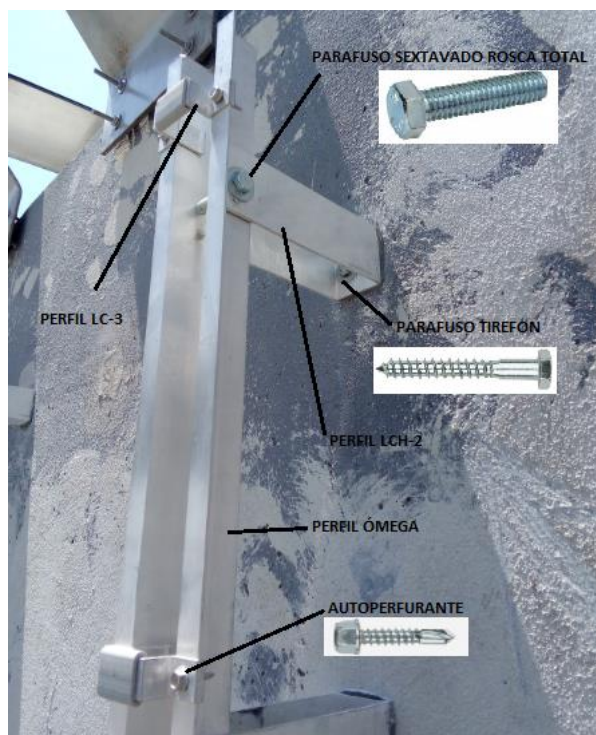


Figura 6.2 – Identificação dos materiais de estrutura e acessórios (Fonte: Arquivo Próprio)

6.2 Conceção estrutural

A estrutura secundaria de suporte das fachadas têm um funcionamento muito simples. Os painéis de fachada são apoiados ao perfil especial com referência LC-3, Figura 6.3, estando este perfil a resistir ao peso dos painéis e encaminhar os esforços de vento para a restante estrutura.

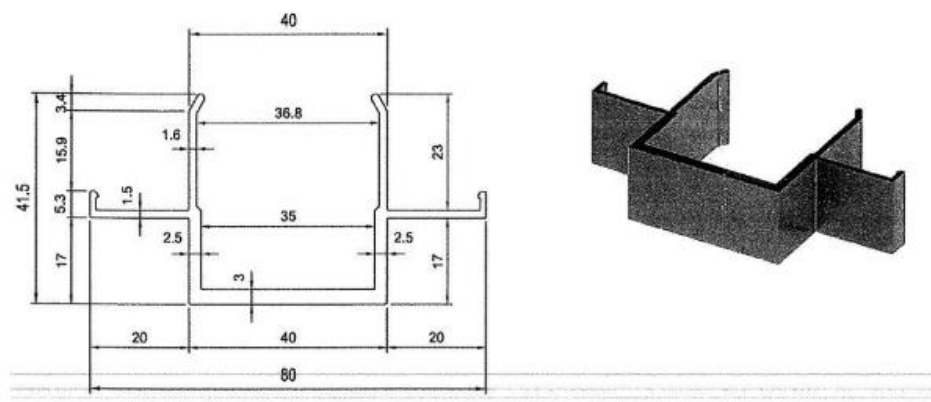


Figura 6.3 – Esquema do perfil com referência LC-3 (Fonte: Arquivo Próprio)

Os perfis da Figura 6.3 são fixos a um perfil ómega através de parafusos autoperfurantes. Estes parafusos estarão a resistir ao corte do peso da fachada e à tração do vento de sucção na fachada. A calha ómega é fixa à parede do edifício com o auxílio de perfis de alumínio com referência LCH-2, Figura 6.4. Estes perfis são fixos à parede do edifício com parafusos tirefond e fixos à calha ómega com parafuso métrico sextavado.

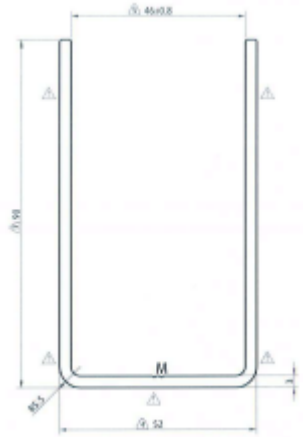


Figura 6.4 – Perfil tipo LCH-2 (Fonte: Arquivo Próprio)

6.3 Ações

Nas condições técnicas foram analisadas as ações permanentes, que ao longo da vida útil da construção civil possuem valores praticamente constantes ou com pequena variabilidade, e as ações variáveis, que variam de forma significativa sua intensidade.

A determinação das ações permanentes foi efetuada com base no peso próprio dos materiais utilizados. Os valores utilizados foram os seguintes:

- Cargas Permanentes:

Alumínio	27,1kN/m ³
----------	-----------------------
- Restantes Cargas Permanentes:

Painel de Fachada	0,20kN/m ²
-------------------	-----------------------

As ações variáveis utilizadas são as indicadas na EN 1991 – Eurocódigo 1 e quando não aplicável, no Regulamento de Segurança e Ações (RSA).

Para a quantificação da ação do vento em Lisboa foi utilizada a EN1991 1-4 – Eurocódigo 1. Desta forma o edifício, que está localizado próximo ao estuário do Tejo, foi considerado como pertencente à zona B definida na EN 1991-1-4, conforme Figura 6.5 e a uma categoria de terreno IV, para a determinação do coeficiente de rugosidade, este coeficiente depende das características de rugosidade do terreno, cujas

classes são representadas na Figura 6.6, onde Z_0 representa o comprimento de rugosidade e Z_{\min} é a altura mínima.

Para os restantes coeficientes necessários à determinação da pressão do vento sobre a estrutura, tal como são os coeficientes de pressão, foram utilizados os valores prescritos pela norma.

Zona do território nacional	$v_{b,0}$ [m/s]
A – Generalidade do território, exceto regiões pertencentes à zona B	27
B – Arquipélagos dos Açores e da Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou a altitude superior a 600 m.	30

Figura 6.5 – Valor básico da velocidade de referência do vento consoante a área do território nacional. (TAMEN, 2018)

CATEGORIA DE TERRENO		Z_0 [m]	Z_{\min} [m]
I	Mar ou zona costeira exposta aos ventos de mar, lagos extensos	0,005	1
II	Zona de vegetação rasteira, tal como erva, e obstáculos isolados (árvores, edifícios) com separações entre si de, pelo menos, 20 vezes a sua altura	0,05	3
III	Zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: aldeias, zonas suburbanas, florestas permanentes)	0,3	8
IV	Zona na qual pelo menos 15 % da superfície está coberta por edifícios com uma altura média superior a 15 m	1,0	15

Figura 6.6 – Categorias de terreno e respectivos parâmetros. (VIERA, 2013)

De uma forma conservativa foram utilizados os coeficientes de pressão máximos na fachada do edifício. Os valores de cálculo considerados para o vento estão no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores de cálculo para o vento utilizados (Fonte: Arquivo Próprio)

	H [0m – 40m]	H [40m – 60m]
Vento Pressão (+)	0.97kN/m ²	1.12kN/m ²
Vento Depressão (-)	-1.45kN/m ²	-1.68kN/m ²

A ação de vento condicionante para a verificação da estrutura de suporte de fachadas é a depressão/sucção, sendo esta em conjunto com as cargas permanentes associadas às ações verticais que definem as cargas utilizadas nesta análise. O vento considerado teve a mesma base regulamentar que o vento considerado para a análise estrutural do edifício do Hotel.

Na ação do vento considerada e de forma a garantir a segurança das fachadas do edifício tendo

em conta a sua localização próxima do estuário do Tejo, foi admitido que o edifício se encontra a menos de 5km do mar, o que não é o caso. Assim sendo, a velocidade de referência do vento considerada de 30m/s é superior à velocidade de referência do vento que poderia ser considerada do ponto de vista regulamentar (27m/s).

Os coeficientes de pressão do vento no edifício, que dependem da zona da fachada do edifício, foram considerados como correspondentes ao valor máximo possível em toda a fachada. Assim sendo toda a fachada do edifício encontra-se verificada para a zona extrema de pressão de vento, zona esta que se situa nos cantos da fachada onde existe mudança de direção da mesma.

Diante da nota de cálculo para a estrutura, foi-se determinado que todas as cassetes, com grandes dimensões, teriam seis perfis ômega para encaixar, porém o perfil não seria por igual em todos os pisos, como a pressão do vento, indicada na Figura 6.7, é maior nos pisos superiores, neste caso piso 12 até a cobertura, no valor de 1900 Pa, a estrutura foi reforçada, sendo instalado cinco esquadros “U” por cada perfil ômega, este que tem mais encaixes, seis no total conforme Figura 6.8, o que garante uma melhor fixação das cassetes. E nos pisos inferiores, do piso 11 ao piso 3, com pressão do vento menor, no valor de 1700 Pa, a estrutura conta com quatro esquadros em “U” por cada perfil ômega, este que tem 5 encaixes no total, identificado também na Figura 6.8.

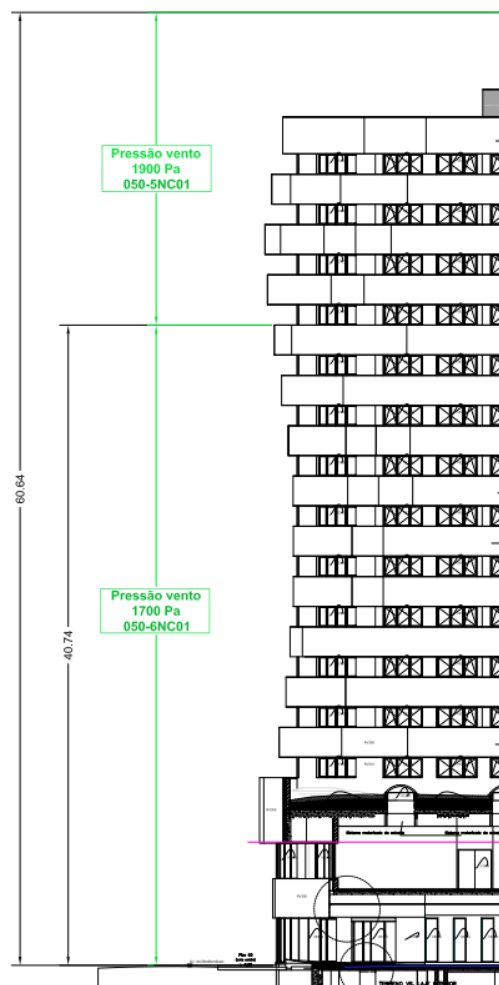


Figura 6.7 – Indicação dos pisos e as pressões de vento (Fonte: Arquivo Próprio)

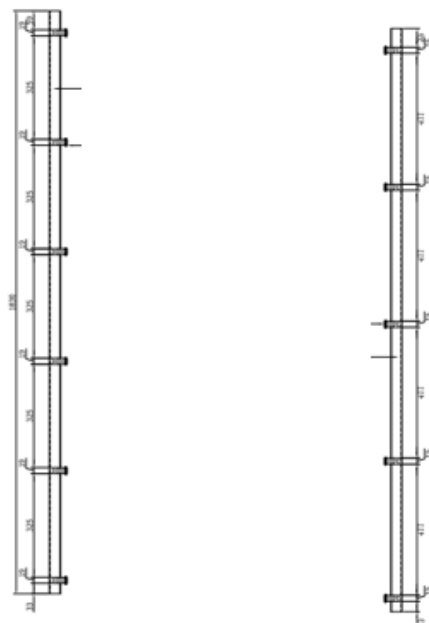


Figura 6.8 – Perfis ômega com seis encaixes e cinco encaixes (Fonte: Arquivo Próprio)

7 PLANEAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

O planeamento é de fundamental importância para um bom abastecimento das frentes de trabalho, para conseguir assim organizar e dimensionar as equipas necessárias para executar a fachada ventilada, os equipamentos e os materiais necessários.

Para o cumprimento dos prazos é importante um bom planeamento e que o mesmo seja atualizado com frequência, com o acompanhamento da obra e de acordo com a evolução da obra em geral.

A empresa deve equacionar todos os procedimentos, pois os mesmos servem para estabelecer uma sequência lógica predefinida, fazendo com que as responsabilidades e prioridades sejam definidas, possibilitando assim, o planeamento e a organização da produção. (CUNHA, 2006)

Antes do processo de produção é necessária uma preparação para a montagem do sistema de fachada ventilada, com o objetivo de se estabelecer uma coordenação e organização dos trabalhos e processos e de identificar possíveis deficiências da obra. (CUNHA, 2006)

Neste projeto o planeamento foi adaptado às necessidades da obra e a frente de trabalho dada pelo empreiteiro geral, sempre com o acompanhamento semanal das equipas, subempreiteiro e empreiteiro geral, de forma a garantir o cumprimento dos prazos. Por se tratar de um projeto de grande dimensão, cada hotel foi dividido por zonas, conforme Figura 7.1, garantindo assim um controlo maior de cada trabalho e das necessidades de cada zona, pois cada zona teve início dos trabalhos em datas diferentes e cada um estava em um processo de montagem, mesmo com esta divisão foi necessário seguir uma sequência de montagem para garantir uma qualidade do trabalho bem como o devido alinhamento e plano do revestimento final.

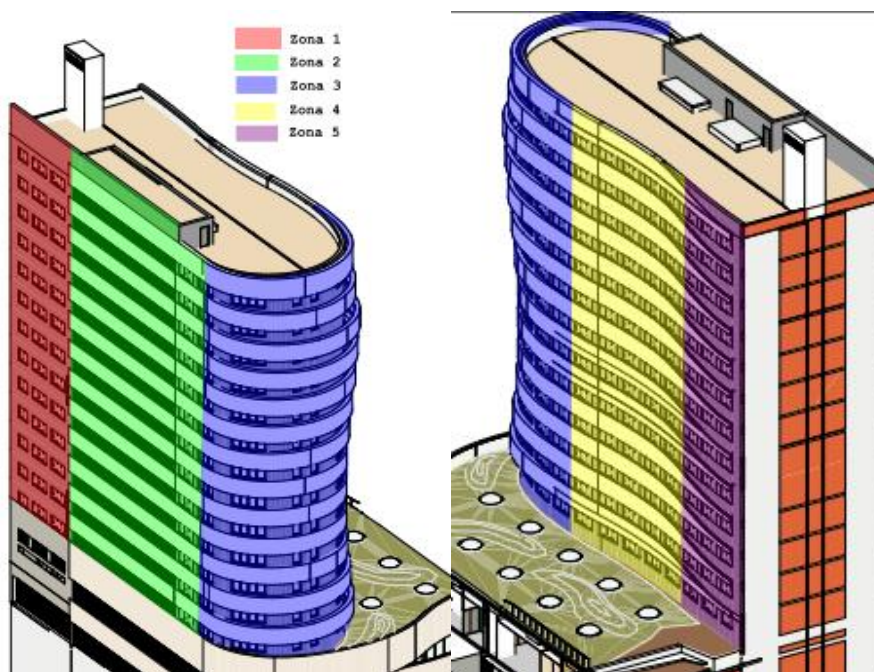


Figura 7.1 – Evolução da sequência de montagem do Hotel 3* (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1 Procedimento de montagem

O presente procedimento de montagem pretende estabelecer um conjunto de procedimentos e indicações relevantes para o decorrer da montagem dos revestimentos em Painel Compósito de Alumínio nas fachadas do empreendimento. Ao mesmo tempo, identifica os pontos de segurança e saúde necessários para a redução do risco de ocorrência de acidentes de trabalho, através da implementação de medidas preventivas e de proteção.

As regras e conceitos expressos no plano pelo subempreiteiro devem ser considerados como os requisitos adequados exigidos em questões de segurança, tendo em conta a legislação vigente, nunca substituindo regras e conceitos mais exigentes.

Em resumo, o procedimento de montagem tem várias fases que são descritas sequencialmente:

- Logística Estaleiro
- Logística Frente de Obra
- Sequência de Montagem
- Marcação
- Montagem peças de amarração
- Montagem de isolamentos
- Montagem de ómegas
- Montagem de revestimentos

Uma vez que os trabalhos decorrem de forma sequencial, estão a ser alocadas para obra Equipas de Logística, Equipa de montagem de peças de amarração, isolamentos, ómegas e revestimentos.

7.1.1 LOGÍSTICA DE ESTALEIRO

A logística de estaleiro consiste na coordenação de datas e horários com o Empreiteiro Geral para a descarga de materiais na frente de trabalho, organização esta que é realizada pela direção de obra e de acordo com a necessidade da obra.

As cassetes são expedidas para obra em box's, Figura 7.2, desenvolvidas para o efeito, tendo em consideração as dimensões das mesmas, sendo que cada box's transporta em média 20 cassetes regulares (3900x1900 mm).

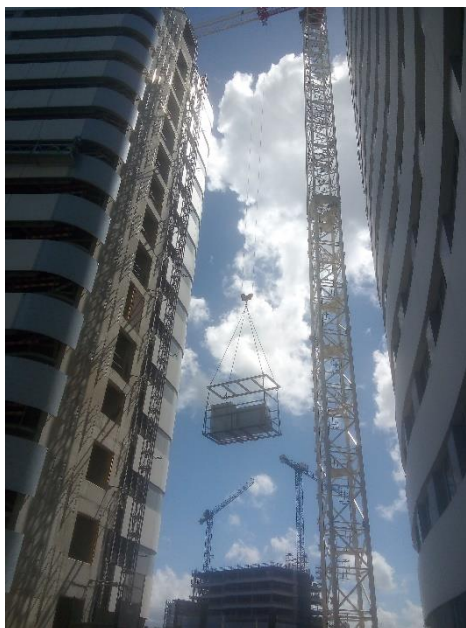


Figura 7.2 – Box contendo revestimentos (cassetes) (Fonte: Arquivo Próprio)

Aquando da chegada do material a obra, por via terrestre, com o auxílio da grua torre de obra, e descarregada a box de cassetes e posicionada junto à frente de trabalho correspondente.

7.1.2 LOGÍSTICA DE FRENTE DE OBRA

A Logística de frente de obra consiste na elevação das boxes para as frentes de obra em montagem. A logística de cada frente é feita no dia de descarga do camião, por fim a evitar-se sucessivas elevações de material e, conseqüentemente, uma possível perda de material, uma vez que que o material pode vir a ser danificado com o excessivo manuseio.

A box tem aproximadamente 2000 Kg, não existindo constrangimentos de peso para a grua torre. A elevação da box é realizada através do uso de uma canga, de modo a que a elevação seja o mais estável possível. Na ligação canga/box será usadas cintas duas toneladas que são acopladas aos olhais da canga.

Por sua vez, a canga possui olhais superiores, para que sejam acopladas as correntes de elevação da grua torre. Atendendo ao comprimento das mesmas e da capacidade, nunca poderá exceder o ângulo entre 45 e 60 graus, como se mostra no corte de elevação na Figura 7.3.

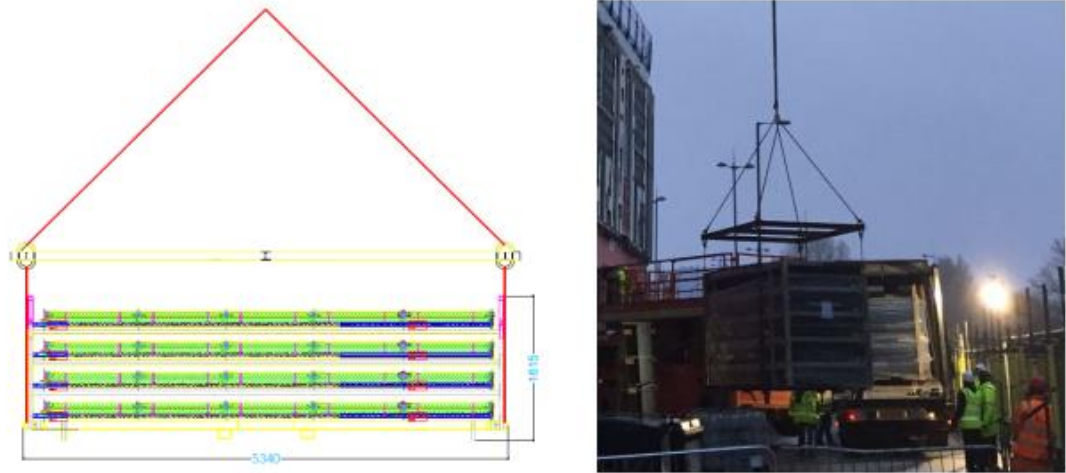


Figura 7.3 – Canga de elevação em corte e de uma elevação recorrendo a uma canga (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1.3 SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

Conforme identificado anteriormente, devido a grande dimensão do projeto, o mesmo foi dividido por zonas, para facilitar o acompanhamento e o controlo de execução.

Apesar desta divisão deve-se necessariamente seguir uma sequência de montagem, respeitando principalmente a zona de arranque, pois esta zona que dará direcionamento para as outras zonas.

A zona 1 corresponde à zona onde todo o revestimento desenvolve-se no mesmo plano, sendo que montagem se inicia de baixo para cima, da esquerda para a direita.

A zona 2 inicia-se na transição do revestimento, Figura 7.4, em Reynodual Traffic Grey e o Reynodual White e acaba na zona de transição entre fachada plana e fachada curva.

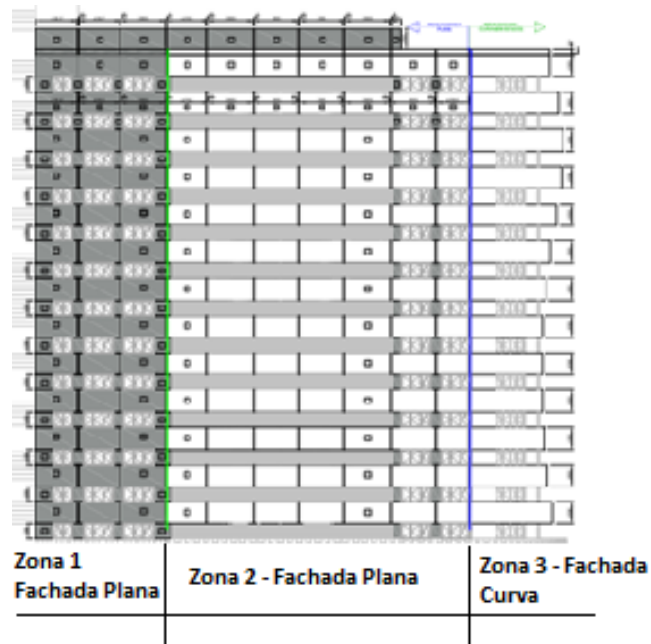


Figura 7.4 – Transição Traffic Grey/White (verde) e da fachada plana/curva (azul) (Fonte: Arquivo Próprio)

A zona 3 corresponde a toda a zona onde tem-se fachada curva. Esta zona, ao contrário das restantes, tem a particularidade de existirem dois planos de fachada a revestir. Existe a zona das vigas projetadas, que é revestida em Reynodual White e em Reynodual Traffic Grey. Visto ser uma zona particular, onde os acessos são condicionados, e devido à arquitetura da zona em questão, existiram zonas que foram montadas de baixo para cima e zona de cima para baixo.

Por sua vez, nas vigas projetadas (reynodual), visto que não há no mercado sistema de elevação que consigam compensar as diferenças entre as prumadas das vigas projetadas, os revestimentos foram montados recorrendo aos andaimes existentes em obra de forma faseada. Visto ser uma zona singular, o procedimento de montagem foi sempre ajustado as necessidades de cada viga projetada.

A zona 4, corresponde á zona de transição entre as vigas projetadas, fachada curva, e a fachada semi-curva. Apesar de esta zona ser considerada curva, pelo seu formado em projeto, os raios são grandes que podemos considerar uma zona direita.

Por fim temos a zona 5, de fecho, onde será feito o fecho ao edifício existente, em que nesta zona temos o efeito “onda” que é composto por Reynodual Wite e Reynodual Traffic Grey.

7.1.4 MARCAÇÃO

O primeiro trabalho a ser realizado para iniciar uma fachada ventilada é o de marcação, a equipa responsável pela montagem da fachada ventilada deve ter sempre o projeto com as medidas, afastamento entre os sistemas de fixações, na horizontal e na vertical. No projeto é identificado uma zona de arranque, na qual a partir desta será marcada e alinhada as medidas.

A marcação normalmente é realizada por laser que orienta o posicionamento correto e para marcar o a linha em que será posicionada a estrutura, a equipa utiliza um equipamento chamado bate-linha, Figura 7.5, que possui em seu interior uma linha com pó de giz que ao posicionar na parede e puxar a linha contra a mesma cria uma linhas de marcação, conforme Figura 7.6.



Figura 7.5 – Bate linha (Fonte: Google)

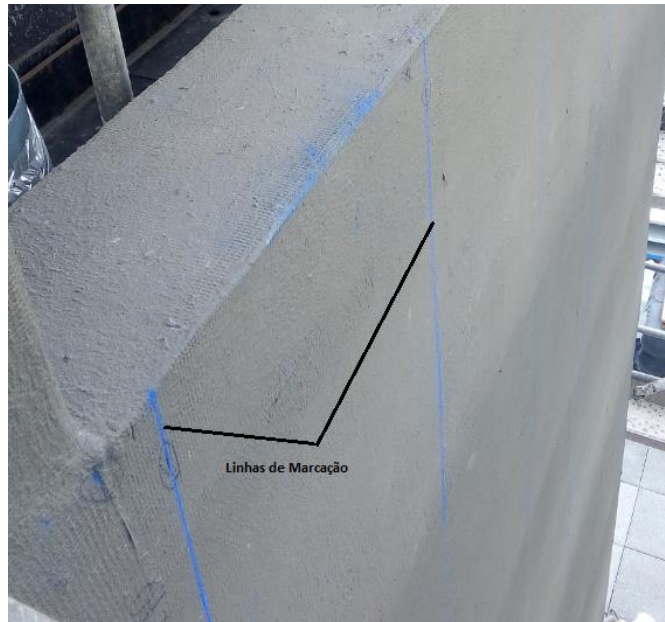


Figura 7.6 – Marcação do posicionamento da estrutura (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1.5 MONTAGEM DE PEÇAS DE AMARRAÇÃO

Após marcação dos posicionamentos da estrutura de acordo com o projeto, inicia-se a montagem das peças de amarração, suporte de fixação. Este trabalho consiste na colocação e fixação do Perfil LCH-2, conhecido também por perfil com formato em 'U' (Figura 7.7), que são fixados diretamente à estrutura de alvenaria/betão recorrendo a buchas de Nylon e parafusos métricos.

Os perfis metálicos em forma de "U" garantem o alinhamento do revestimento e a ancoragem do sistema da fachada às alvenarias/betão, o que assegura a espessura da caixa-de-ar e o espaço necessário para a colocação do isolamento térmico.

Esta caixa-de-ar ventilada tem como principais funções promover a drenagem da água que entra para o seu interior, através das juntas abertas do material, remover a humidade através da evaporação e igualar a pressão do ar do seu interior à pressão exterior, caso seja dimensionada para tal. (CUNHA, 2006)



Figura 7.7 – Exemplo de uma peça em “U” de amarração (Fonte: Arquivo Próprio)

Antes de iniciar a montagem, são marcados os alinhamentos verticais e horizontais na fachada, de acordo com o especificado para o piso em questão. A densidade de fixações aumenta em relação à pressão do vento do piso em questão. Devido à estereotomia dos edifícios, a posição dos pré-aros das caixilharias tem de estar corretamente posicionada nos três eixos (x, y e z). Isto quer dizer que os pré-aros terão de estar todos situados no mesmo x, y por prumada, variando de forma idêntica a altimetria entre eles. Qualquer variação, terá consequência na estereotomia do edificado, como por exemplo a necessidade de corte da peça em “U” ou o empalme da mesma, que essa extensão da peça deve ser feita de acordo com a Figura 7.8, sendo necessário, para a ligação entre as peças, quatro autoperfurantes em cada aba, não podendo ultrapassar o comprimento de 270 mm.

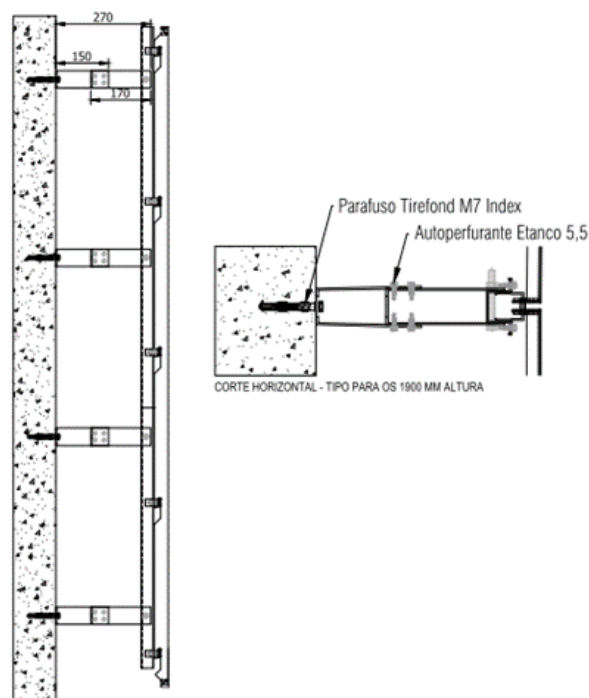


Figura 7.8 – Exemplo de extensão da peça em “U” (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1.6 MONTAGEM DE ISOLAMENTO

Este subsistema que integra o sistema de fachadas ventiladas tem como objetivo reduzir a transferência de calor dos elementos onde se encontra aplicado.

Os materiais isolantes possuem uma resistência térmica (R), que corresponde à dificuldade de transmissão de calor e é determinado pelo quociente entre a espessura do material (E) e a sua condutibilidade térmica (λ): (AREAM, 2016)

$$R \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)} = E \text{ (m)} / \lambda \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

Quanto menor for a condutibilidade térmica e maior a espessura do material, mais eficaz será o isolamento térmico. (AREAM, 2016)

A nível de projeto térmico, é utilizado dois tipos de isolamento de classe fogo A1, material não combustível, segundo a norma EN 13501. O Ecovent VN 035 de 40 mm, Figura 7.9, que tem resistência térmica de 1,10 m².K/W, é aplicado nas zonas em que o revestimento é em Reynodual, pois é composto de painéis em alumínio não considerado inflamável e o Ecovent VN 035 de 50 mm, que tem resistência térmica de 1,40 m².K/W é aplicado nas zonas em que o revestimento é em Reynobond, pois estes painéis possuem, além do alumínio, um material compósito que possui pouca combustibilidade, material pouco inflamável.



Figura 7.9 – Isolamento Lã de Rocha (Fonte: Arquivo Próprio)

Para garantir a câmara-de-ar é importante que haja uma distância mínima entre o isolamento e o revestimento que é de 20 mm.

A lã de rocha é um tipo de lã mineral, que é um material isolante muito utilizado, produzida a base de rocha liquefeita, não inflamável, com eficácia em isolamento térmico, sendo também um bom isolante acústico, conforme indica a Figura 7.10, quanto mais baixo o valor da condutibilidade térmica, melhor o isolamento. Este valor característico do material não varia consoante a espessura, conforme ocorre com a resistência térmica. As suas propriedades incombustíveis asseguram total tranquilidade durante a sua montagem, aplicação e vida útil.

Condutibilidade térmica de materiais isolantes (W/m.K)

Poliestireno extrudado (XPS)	Poliestireno expandido (EPS 100)	Lã de rocha	Aglomerado de cortiça	Argamassa de reboco para isolamento térmico (tipo ISODUR)	
				Humidade 30%	Humidade 100%
0,035	0,036	0,038	0,040	0,079	0,205

Figura 7.10 – Condutibilidade térmica de materiais isolantes (AREAM, 2016)

A montagem do isolamento iniciará após a montagem das peças de amarração por fim a evitar abertura de negativos em vários pontos da fachada. Nas zonas onde está montado a peça de amarração será ajustado o isolamento.

No processo de montagem do isolamento deve-se garantir uma boa fixação Figura 7.11, a fim de garantir que o painel não saia com facilidade caso fique exposto a intempéries antes da montagem do perfil ômega e do revestimento.

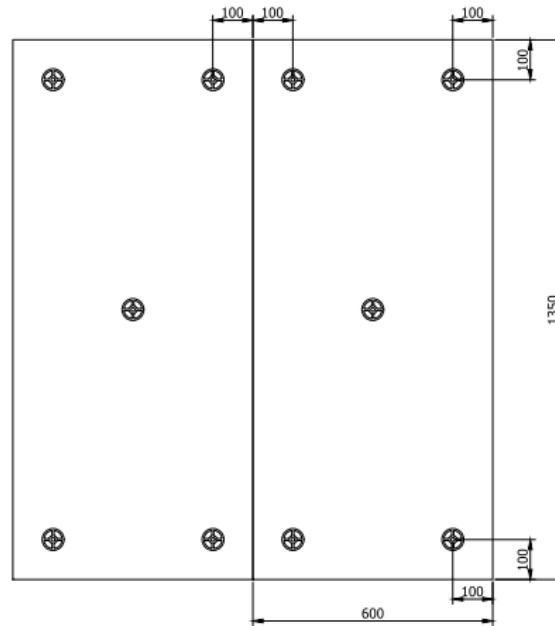


Figura 7.11 – Exemplo de montagem do isolamento (Fonte: Arquivo Próprio)

Ao aplicar o isolamento térmico é de extrema importância o uso de equipamento de proteção individual, nomeadamente, luvas, viseiras e fato de proteção, por se tratar de um material que pode provocar irritabilidade na pele e nos olhos.

7.1.7 MONTAGEM DE ÓMEGAS

Após a montagem dos isolamentos, iniciará a montagem dos ómeças de fachada. A montagem destes inicia-se de baixo para cima, conforme a sequência de trabalhos já mencionada anteriormente, para ambos os hotéis.

A montagem dos ómeças, Figura 7.12, é de extrema importância, visto que estes terão de estar apurados por fim a possibilitarem o correto encaixe das cassetes na estrutura de alumínio.



Figura 7.12 – Montagem perfil ómega (Fonte: Arquivo Próprio)

Para este projeto foram utilizados moldes conforme Figura 7.13, que são posicionados em cima dos perfis LCH-2, conhecidos como esquadros “U”, para garantir o posicionamento correto dos perfis ómeegas em relação a parede e para garantir o mesmo plano entre as cassetes, principalmente nas zonas de transição entre as zonas planas e as zonas curvas. Estes moldes são de extrema importância para garantir, além do exposto acima, uma boa montagem dos painéis.

O afastamento mínimo dos perfis ómeegas é de 90 mm e o afastamento máximo é de 270 mm, o que garante uma boa circulação de ar, sem comprometer a segurança da fachada ventilada.



Figura 7.13 – Moldes para montagem do perfil ómega (Fonte: Arquivo Próprio)

A estrutura secundária de suporte das fachadas têm um funcionamento muito simples. Os painéis de fachada são apoiados ao perfil LC-3 ilustrado na Figura 7.14, estando este perfil a resistir ao peso dos painéis e encaminhar os esforços de vento para a restante estrutura.

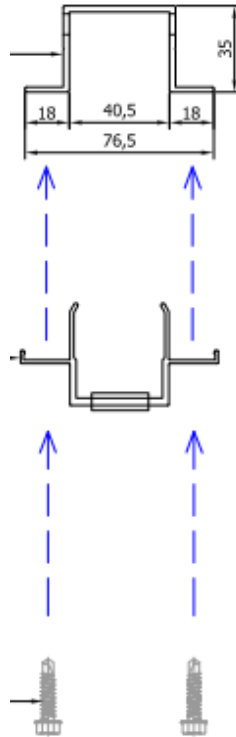


Figura 7.14 – Montagem perfil LC-3 junto ao perfil ômega (Fonte: Arquivo Próprio)

Os perfis LC-3, Figura 7.14, são fixos a um perfil ômega através de parafusos autoperfurantes. Estes parafusos estarão a resistir ao corte do peso da fachada e à tração do vento de sucção na fachada. O perfil ômega é fixo à parede do edifício com o auxílio de perfis de alumínio LCH-2. Estes perfis são fixos à parede do edifício com parafusos tirefond e fixos ao perfil ômega com parafuso métrico sextavado. Figura 7.15.



Figura 7.15 – Perfis ômega (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1.8 MONTAGEM DE REVESTIMENTOS

Após montagem da estrutura e do isolamento inicia-se o processo de montagem das cassetes, no qual requer atenção, pois se a fachada tem o mesmo plano, conforme Figura 7.16, deve-se iniciar a montagem dos revestimentos de baixo para cima e da esquerda para direita, assim a fachada será toda encaixada.

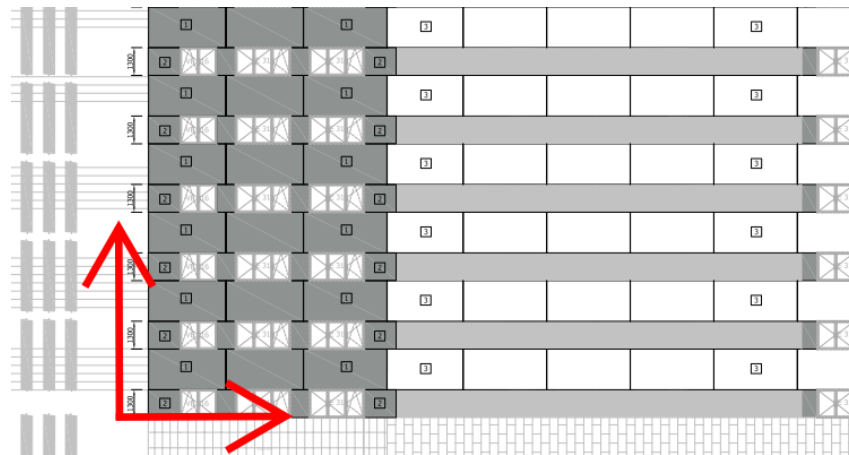


Figura 7.16 – Indicação do início da montagem dos revestimentos de fachada (Fonte: Arquivo Próprio)

Normalmente durante a montagem é necessária mais mão-de-obra, para garantir o manuseio da casete com cuidado e por conta da sua dimensão. O chefe de equipa é que direciona para onde as cassetes vão e verifica se todos os encaixes foram realizados.

Os encaixes das extremidades é que direcionam durante a montagem, a equipa posiciona a casete um pouco acima dos perfis e após verificar se os encaixes estão no mesmo direcionamento dos

perfis é que fazem o movimento de “descida” e encaixe final da cassette. Após a finalização da cassette é importante a verificação dos encaixes, se todos estão bem encaixados no perfil LC-3, conforme Figura 7.17.



Figura 7.17 – Encaixe da cassette (Fonte: Arquivo Próprio)

Como já mencionado, devido as dimensões dos revestimentos, 3900x1900mm nas cassetes regulares, e com o peso aproximado de 60 Kg, o seu manuseamento nos andaimes é limitado. Além disso, as fixações do andaime estão feitas à fachada, o que impossibilita da montagem dos revestimentos, sendo mais fácil e rápido a instalação das cassetes através de bailéus.

Ao iniciar a montagem de uma fachada ventilada deve-se garantir a junta entre cassetes, que são espaços deixados em aberto que separam as placas de revestimentos, sendo um dos elementos mais importantes do sistema de fachada ventilada pois essa abertura permite a circulação de ar na câmara sem deixar a água entrar em contato com a camada isolante, além de garantir espaço para a dilatação do material, absorvendo as deformações de origem estrutural e as deformações de expansão e contração do revestimento.

As juntas possuem também o objetivo de promover o alívio das tensões oriundas das movimentações intrínsecas e extrínsecas ao conjunto, o que caracteriza um revestimento ventilado. Além

disso, as juntas também são responsáveis pela estanquidade do revestimento e permitem uma fácil manutenção. (CUNHA, 2006)

A partir de cálculos de dilatação do revestimento externo, é possível obter a espessura de junta ideal, levando em consideração também fatores ambientais como chuva e vento, os quais variam de local para local. (CAUSS, 2014)

A largura mínima da junta é de 8 mm, sendo que neste projeto a junta prevista entre painéis é de 10 a 20 mm, como mostrado na Figura 7.18.

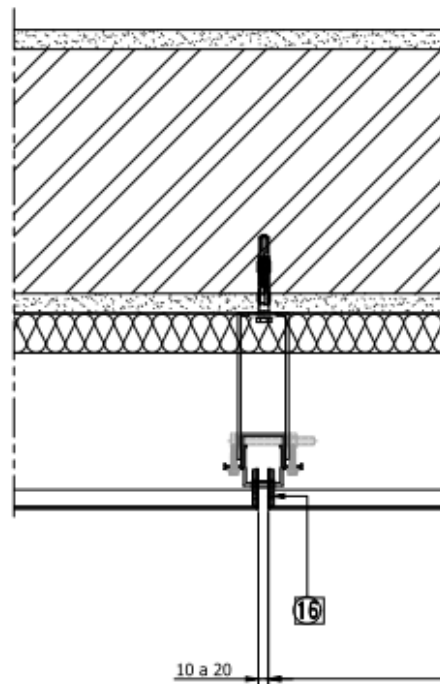


Figura 7.18 – Indicação da junta entre cassetes (Fonte: Arquivo Próprio)

7.1.9 MONTAGEM DE REMATES

Por se tratar de uma fachada ventilada, o revestimento exterior fica afastado da parede criando assim uma abertura na zona da esquadria e nas zonas onde as cassetes possuem diferentes planos, Figura 7.19, sendo necessário a execução de acabamentos de fecho, os remates.



Figura 7.19 – Cassetes com diferentes planos (Fonte: Arquivo Próprio)

Os remates superiores devem ser executados sem tampar por completo a abertura da saída de ar da câmara e deve garantir o escoamento de água através de pequenas aberturas, rasgos, e da inclinação, com a pendente para fora.

Conforme indicado na Figura 7.20, o pormenor de fixação é extremamente importante para garantir uma montagem segura, os remates superiores devem ser rebitados junto a cassete, na aba identificada pelo número 12, e junto a caixilharia, no perfil “L”, que é fixado ao pré-aro, identificado pelo número 8.

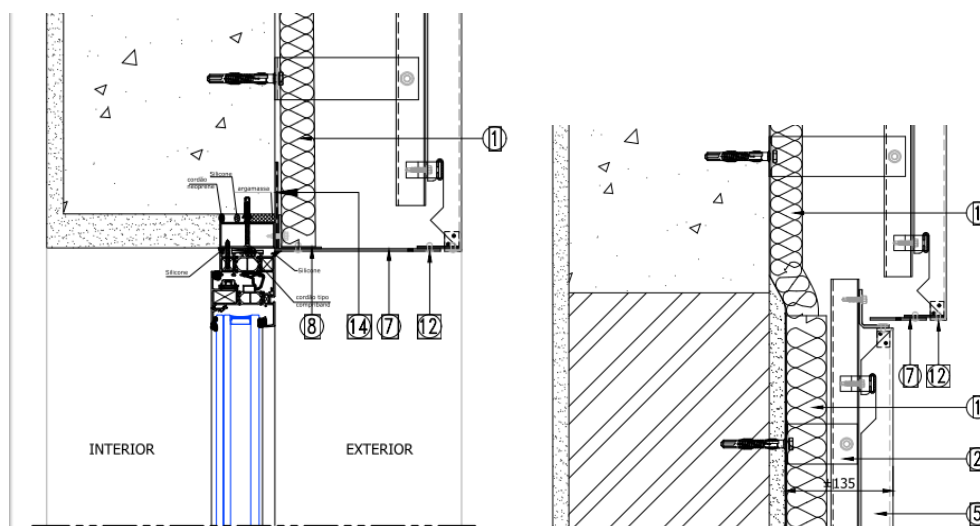


Figura 7.20 – Pormenor Remate Superior (Fonte: Arquivo Próprio)

Neste projeto os remates inferiores possuem três rasgos, como mostra na Figura 7.21, projetado para direcionar o escoamento da água para as extremidades, na junta entre cassetes, evitando assim que a água escoe na frente da cassete e com isso o surgimento de manchas.



Figura 7.21 – Remate Inferior com os três rasgos (Fonte: Arquivo Próprio)

Na zona da janela o remate inferior deve ser executado conforme Figura 7.22, em que é fixado na aba da cassete, através de rebite, indicado pelo número 12, e encaixado na abertura entre o caixilho e o pré-aro, garantindo uma fixação segura.

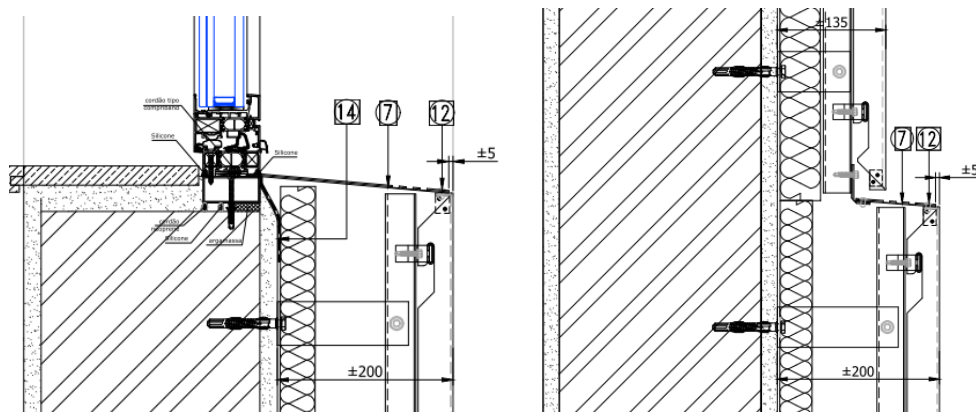


Figura 7.22 – Pormenor Remate Inferior (Fonte: Arquivo Próprio)

Normalmente os remates são sempre rebitados, independente do sistema de montagem, mas é necessária atenção pois os rebites devem ser fixados respeitando um espaçamento mínimo entre eles, neste caso de 30 cm, de forma a garantir os mecanismos que permitam a dilatação dos revestimentos e os movimentos estruturais a dilatação do material. O excesso de rebites não significa uma maior segurança.

8 SEGURANÇA NA MONTAGEM

8.1 Trabalho em altura

Este tópico aborda alguns temas relacionados à segurança, como o uso de equipamento de proteção no processo de montagem, individual e coletiva.

Os acessos aos paramentos verticais a revestir foram feitos através de andaimes contínuos, conforme Figura 8.1 e plataformas elevatórias nas fachadas, os bailéus, conforme Figura 8.2.

Nas zonas direitas utilizou-se o andaime e o bailéu pato a montagem da fachada ventilada, enquanto na zona curva toda montagem foi realizada através do andaime, porém para a elevação dos painéis, considerando sua grande dimensão, foi necessário o auxílio do bailéu para levar o painel até o piso de montagem.

O andaime destina-se a criar um lugar de trabalho com acesso seguro e adequado para o trabalho que está a ser executado. A norma EN 12811 rege andaimes metálicos tubulares e andaimes de fachada de componentes pré-fabricados, a norma EN 12810. (FELÍCIO, 2016)

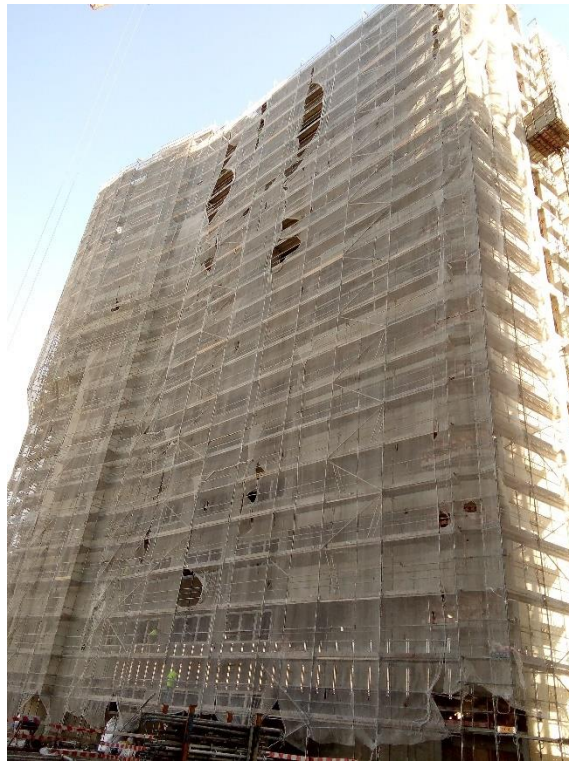


Figura 8.1 – Andaime (Fonte: Arquivo Próprio)

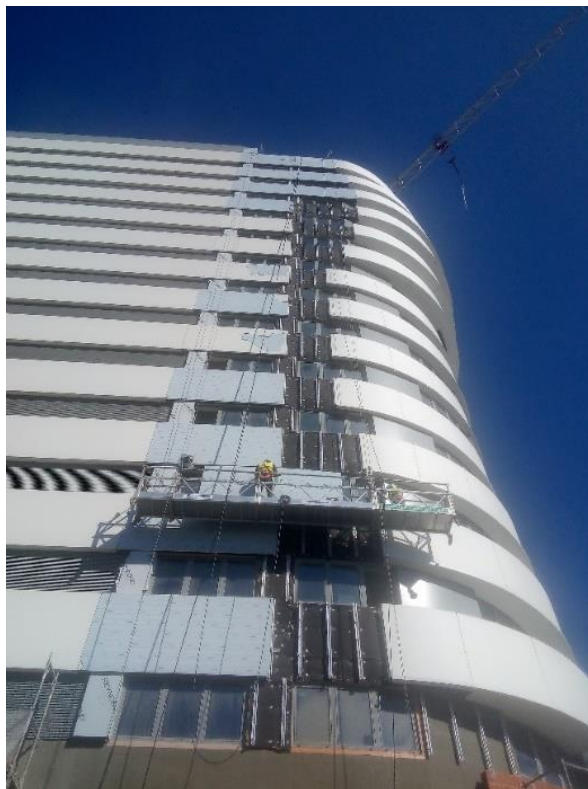


Figura 8.2 – Bailéu – Plataforma Elevatória (Fonte: Arquivo Próprio)

A execução de fachada ventilada envolve o tipo de trabalho em altura, em geral, oferece algum tipo de risco à segurança dos funcionários. A fim de prevenir a ocorrência de acidentes e garantir a segurança de todos os envolvidos, é necessário identificar todas as tarefas que implicam a realização dos trabalhos em altura.

Para prevenir lesões ao trabalhar em altura deve-se fazer uma avaliação dos riscos, de forma a poder tomar as devidas precauções.

Os equipamentos de proteção individual (EPI) e os de proteção coletiva (EPC) são indispensáveis na execução de fachada ventilada. Deve ser previsto para cada atividade quais equipamentos são necessários para desenvolver tais funções. (CAUSS, 2014)

Para prevenir a queda nos andaimes e nos bailéus, deve-se colocar as redes de segurança no andaime, porque deverão minimizar o risco de lesões se alguém cair e usar arnês nos trabalhos realizados no bailéu, que deverá sempre está preso a linha de vida, ou um equipamento anti queda irá igualmente minimizar as lesões, mas requer uma instalação e uma formação especial.

As redes de segurança são proteções constituídas por cordas de fibras sintéticas, ligadas por nós, formando um conjunto elástico de malhas quadradas, capaz de absorver uma certa quantidade de energia, durante uma vida útil mínima de 18 meses. São usadas para impedir quedas quer de pessoas, quer de materiais. A instalação deste equipamento deve ser assegurada por pessoas com formação adequada. (FELÍCIO, 2016)

Relativamente aos equipamentos utilizados no bailéu para proteção coletiva, podemos identificar as linhas de vida como sistemas contra quedas em altura e que possibilitam a sua utilização por duas ou mais pessoas em simultâneo. A Norma a EN 795 estabelece diversas especificações sobre este sistema. Existem linhas de vida do tipo vertical ou horizontal, de forma fixa ou temporária e em relação às quais são ancorados os equipamentos de proteção individual anti-queda, desde bloqueadores automáticos até mosquetões, cintas e cordas. (FELÍCIO, 2016)

Todos os equipamentos presentes nas obras devem ser inspecionados por profissionais habilitados e também realizar manutenções regularmente. (CAUSS, 2014)

Quando se utiliza qualquer equipamento para trabalhos em altura, é igualmente necessário certificar-se de que:

- Seja conforme com as normas internacionais ou as normas europeias;
- É regularmente inspecionado e sujeito a uma manutenção adequada;
- As pessoas que o utilizam estão devidamente formadas para a sua utilização em segurança; e
- O trabalho é supervisionado para se verificar que as pessoas estão a trabalhar em segurança.

8.2 Identificação de riscos e medidas preventivas

O risco é a probabilidade de concretização do dano em função das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresente perigo. (FELÍCIO, 2016)

O risco é, por definição, o produto da probabilidade de uma ocorrência pela severidade (consequência provocadas pela ocorrência).

$$R = P \times E$$

R = Risco P = Probabilidade E= Severidade (Gravidade)

A Avaliação de Riscos que se expõe nos Quadro 2 e Quadro 3, consiste no cálculo da avaliação da probabilidade de ocorrência de um acidente, devido a um perigo e avaliar as suas possíveis consequências, para, com base nos níveis de risco, propor medidas que permitam minimizar e/ou controlar os riscos avaliados como não aceitáveis.

A identificação da Medida Preventiva face ao risco é uma medida que, apesar do trabalhador estar em situação de risco, poderá evitar ou limitar as consequências da exposição a esse risco. De acordo com os Princípios Gerais de Prevenção, a prioridade para a tomada de medidas preventivas é a eliminação do risco. Se não for possível a seleção de uma opção com menos risco, evitar o risco ou a adoção de medidas de proteção da máquina ou a alteração da organização de trabalho, deverá utilizar-se o equipamento de proteção individual. Para identificar as medidas preventivas, deve ter-se em conta a frequência com que o

trabalhador está exposto ao risco e a gravidade dessa exposição. Quanto maior for a frequência e gravidade, maior será a necessidade de aplicação imediata sobre a medida. (FELÍCIO, 2016)

Dos vários métodos para avaliar os riscos, adotou-se o seguinte:

Quadro 2 – Probabilidade de Ocorrência x Gravidade (Fonte: Arquivo Próprio)

Risco = Probabilidade de Ocorrência x Gravidade				
Acidente	Probabilidade	5	Muito Provável	Duas ou mais vezes por ano
		4	Provável	Uma vez por ano, ou menos que uma vez por ano
		3	Possível	Mais do que uma vez
		2	Pouco Provável	Há referências de que já ocorreu no sector da construção
		1	Remota	Não se conhece nenhum relato de acidente nessas circunstâncias
	Gravidade	5	Muito Séria	Provoca a morte ou incapacidade permanente absoluta
		4	Séria	Provoca incapacidade permanente parcial ou incapacidade temporária com duração superior a 90 dias
		3	Importante	Provoca incapacidade temporária com duração entre 15 e 90 dias
		2	Significativa	Provoca incapacidade temporária com duração entre 3 e 14 dias
		1	Moderada	Lesões ligeiras que são tratadas com os meios existentes no estaleiro

Quadro 3 – Cálculo da Dimensão do Risco (Fonte: Arquivo Próprio)

Cálculo da Dimensão do Risco							
		Nível de Risco	Gravidade				
			1	2	3	4	5
Probabili-dade	1	1	2	3	4	5	
	2	2	4	6	8	10	
	3	3	6	9	12	15	
	4	4	8	12	16	20	
	5	5	10	15	20	25	

Verde – Baixo; **Amarelo** – Médio; **Vermelho** – Alto

Deverá ser tido em conta, na avaliação de severidade (gravidade), a existência de condicionalismos e respetivos riscos que crescem à atividade.

As técnicas de prevenção utilizadas em obra deverão sempre estar de acordo com os princípios gerais de prevenção, combatendo os riscos na origem, e privilegiando a proteção coletiva face a proteção individual.

O plano de prevenção de riscos, e respetiva tomada de medidas é feito de acordo com o disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Instruções de Trabalho (Fonte: Arquivo Próprio)

TAREFA/ CONDICIONALISMO	EQUIPAMENTO UTILIZADO	RISCOS	Avaliação			ACÇÕES DE PREVENÇÃO / PROTECÇÃO	FREQUÊNCIA DE INSPECÇÃO
			Baixo	Médio	Alto		
1. Coordenação	- N.A.	Queda em altura	X			Deverão ser realizadas reuniões periódicas entre empresas que realizam os trabalhos nas fachadas e a Direcção da obra para definir-se as frentes de trabalho disponíveis para a execução das fachadas ventiladas.	
2. Trabalhos em altura	- Andaime	Queda de materiais			X	A colocação de uma rede de protecção no andaime evita o risco de queda.	Mensal
		Queda de trabalhador na ausência de EPC's		X		Os trabalhadores deverão estar sempre protegidos através de protecção colectiva e individual anti-queda (altura superior a 2m ou que coloquem em risco a saúde dos operários). A colocação de guarda-corpos nos andaimes e na elevatória, assim como os arneses presos em pontos de ancoragem, quando necessários, evitam o risco de queda.	Durante toda a execução das operações
3. Corte de chapa	- serra circular	Corte de membros		X		Verificar a utilização de luvas anti-corte. Verificar se o dispositivo de segurança da esquadrejadora e da serra circular esta em funcionamento.	Durante toda a execução das operações
		Inalações de poeiras		X		Verificar a utilização de mascaras anti-poeiras.	Durante toda a execução das operações
4. Corte de perfil	- Maquina de corte, rebarbadora	Proiecção de limalhas	X			Verificar a utilização de óculos de protecção.	Durante toda a execução das operações
		Cortes		X		Verificar a utilização de luvas anti-corte. Verificar se o dispositivo de segurança da serra circular esta em funcionamento.	Durante toda a execução das operações
5. Aplicação de esquadros/perfil/painel de fachada	- Aparafusadora, torna,	Queda de material		X		A colocação de uma rede de protecção no andaime evita o risco de queda.	Durante toda a execução das operações

A identificação de riscos e medidas preventivas ocorre em todas as fases da obra, que estão identificadas nos seguintes quadros.

- Fase 0/1 – Logística de estaleiro/frente de obra

Quadro 5 – Identificação de Riscos Fase 0/1 (Fonte: Arquivo Próprio)

Tarefa	Perigo	Risco	Nível de Risco (sem medidas de controlo)	Avaliação do Risco (com medidas de controlo)	Consequências mais Prováveis
Descarga de materiais	Utilização de Equipamentos com partes Móveis	Contacto com Partes Móveis.	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, Entalamento
	Utilização de Equipamentos Móveis	Exposição prolongada a Posição incorrecta de trabalho	Significativo	Aceitável	Perturbações músculo-esqueléticas
	Movimentação Mecânica de Cargas	Choques/Quedas (de materiais, equipamentos)	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, morte
	Movimentação de veículos	Atropelamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, morte
Utilização de Acessórios de elevação	Queda de cargas	Entalamento Esmagamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte
<p>Medidas preventivas/controlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É proibido permanecer sob cargas suspensas; • Manter a carga em estado de equilíbrio no movimento, com o auxílio de cordas guia; • Movimentação das cargas é efectuada por pessoal devidamente habilitado; • Evitar a presença de pessoas desnecessárias à operação; • Não ultrapassar os limites de carga estipulados para os equipamentos. • Todos os equipamentos e máquinas devem cumprir os requisitos do DL n.º 103/2008 e o DL n.º 50/2005; • Posicionamento dos equipamentos deverá ser em terreno estável e com capacidade de sustentamento de carga; • Utilizar sempre equipamentos de elevação (lingas, cintas, estropos, ganchos, olhais...) certificados e verificados; • Fará parte da equipa um trabalhador que se necessário poderá auxiliar na operação (sinaleiro) para comandar as operações; • Zona de descarga delimitada e sinalizada (proibição de presença de pessoas e máquinas); 					
<p>Equipamentos de Protecção Individual Obrigatórios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botas com biqueira e palmilha anti perfuração • Capacete de protecção • Colete ou casaco reflector de alta visibilidade • Óculos de protecção, luvas de protecção mecânica e auriculares • Utilização de arnês nos casos aplicáveis 					
<p>Em caso de urgência:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar o Alerta. Avise de imediato o chefe em caso de acidente ou em caso de perigo iminente; Siga todas as orientações do chefe de equipa/encarregado; • A prestação de primeiros socorros e o combate a incêndios é efectuada pela pessoa no local que tiver formação de 1ºs socorros e se encontra habilitada para o efeito; 					

- Fase 2 – Fixação de linhas de vida

Quadro 6 – Identificação de Riscos Fase 2 (Fonte: Arquivo Próprio)

Tarefa	Perigo	Risco	Nível de Risco (sem medidas de controlo)	Avaliação do Risco (com medidas de controlo)	Consequências mais Prováveis
Fixação de linhas de vida	Utilização de Equipamentos com partes Móveis	Contacto com Partes Móveis.	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, Entalamento
	Utilização de Equipamentos Móveis	Exposição prolongada a Posição incorrecta de trabalho	Significativo	Aceitável	Perturbações músculo-esqueléticas
Medidas preventivas/controlo: <ul style="list-style-type: none"> • É proibido permanecer sob cargas suspensas; • Manter a carga em estado de equilíbrio no movimento, com o auxílio de cordas guia; • Movimentação das cargas é efectuada por pessoal devidamente habilitado; • Evitar a presença de pessoas desnecessárias à operação; • Não ultrapassar os limites de carga estipulados para os equipamentos. • Todos os equipamentos e máquinas devem cumprir os requisitos do DL n.º 103/2008 e o DL n.º 50/2005; 					
Equipamentos de Protecção Individual Obrigatórios: <ul style="list-style-type: none"> • Botas com biqueira e palmilha anti perfuração • Capacete de protecção • Colete ou casaco reflector de alta visibilidade • Óculos de protecção, luvas de protecção mecânica e auriculares • Utilização de arnês nos casos aplicáveis 					
Em caso de urgência: <ul style="list-style-type: none"> • Dar o Alerta. Avise de imediato o chefe em caso de acidente ou em caso de perigo iminente; • Siga todas as orientações do chefe de equipa/encarregado; • A prestação de primeiros socorros e o combate a incêndios é efectuada pela pessoa no local que tiver formação de 1ºs socorros e se encontra habilitada para o efeito; 					

- Fase 3 – Montagem de peças de amarração

Quadro 7 – Identificação de Riscos Fase 3 (Fonte: Arquivo Próprio)

Tarefa	Perigo	Risco	Nível de Risco (sem medidas de controlo)	Avaliação do Risco (com medidas de controlo)	Consequências mais Prováveis
Aplicação de peças de amarração	Trabalhos em altura	Queda em altura	Inaceitável	Significativo	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de ferramentas	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de material	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
Pequenas Ferramentas eléctricas	Utilização de máquina eléctrica	Contacto eléctrico indirecto	Significativo	Aceitável	Electrocussão , queimaduras
		Electrocussão	Significativo	Aceitável	Queimaduras,
	Contacto com partes móveis	Entalamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Escoriações
	Utilização de máquina perigosa	projecção de partículas	Significativo	Aceitável	Cegueira
	Utilização de máquina perigosa	Exposição a Vibrações	Aceitável	Aceitável	Perturbações vasculares e do sistema nervoso central
<p>Medidas preventivas/controlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É proibido permanecer sob cargas suspensas; • Manter a carga em estado de equilíbrio no movimento, com o auxílio de cordas guia; • Movimentação das cargas é efectuada por pessoal devidamente habilitado; • Evitar a presença de pessoas desnecessárias à operação; • Não ultrapassar os limites de carga estipulados para os equipamentos. • Todos os equipamentos e máquinas devem cumprir os requisitos do DL n.º 103/2008 e o DL n.º 50/2005; • Posicionamento dos equipamentos deverá ser em terreno estável e com capacidade de sustentamento de carga; • Utilizar sempre equipamentos de elevação (lingas, cintas, estropos, ganchos, olhais...) certificados e verificados; • Obrigatório uso de arnês; • Zona de intervenção da fachada, a nível do solo deve estar delimitada e sinalizada (proibição de presença de pessoas e máquinas) 					
<p>Equipamentos de Protecção Individual Obrigatórios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botas com biqueira e palmilha anti perfuração • Capacete de protecção • Colete ou casaco reflector de alta visibilidade • Óculos de protecção, luvas de protecção mecânica e auriculares • Utilização de arnês nos casos aplicáveis 					
<p>Em caso de urgência:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar o Alerta. Avise de imediato o chefe em caso de acidente ou em caso de perigo iminente; • Siga todas as orientações do chefe de equipa/encarregado; • A prestação de primeiros socorros e o combate a incêndios é efectuada pela pessoa no local que tiver formação de 1ºs socorros e se encontra habilitada para o efeito; 					

- Fase 4 – montagem de módulos

Quadro 8 – Identificação de Riscos Fase 4 (Fonte: Arquivo Próprio)

Tarefa	Perigo	Risco	Nível de Risco (sem medidas de controlo)	Avaliação do Risco (com medidas de controlo)	Consequências mais Prováveis
Elevação e descarga dos módulos	Utilização de Equipamentos com partes Móveis	Contacto com Partes Móveis.	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, Entalamento
	Utilização de Equipamentos Móveis	Exposição prolongada a Posição incorrecta de trabalho	Significativo	Aceitável	Perturbações músculo-esqueléticas
	Movimentação Mecânica de Cargas	Choques/Quedas (de materiais, equipamentos)	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, morte
Montagem e utilização de viga carril e guincho	Trabalhos em altura	Queda em altura	Inaceitável	Significativo	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de ferramentas	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de material	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Colapso do conjunto	Inaceitável	Significativo	Traumatismo, Morte, escoriações
Montagem dos Módulos	Utilização de Máquina Perigosa	Entalamento /Esmagamento Piso Obstruído	Significativo	Aceitável	Traumatismo Escoriações, Morte
	Utilização de Equipamentos Móveis	Exposição a Vibrações	Significativo	Aceitável	Lesão Muscular, Stress
	Utilização de Equipamentos Móveis	Choque contra objectos móveis e imóveis	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Escoriações
	Movimentação de cargas	Queda de módulo	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte
Pequenas Ferramentas eléctricas	Utilização de máquina eléctrica	Contacto eléctrico indirecto	Significativo	Aceitável	Electrocussão , queimaduras
	Contacto com partes móveis	Entalamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Escoriações
	Utilização de máquina perigosa	Projecção de partículas	Significativo	Aceitável	Cegueira
	Utilização de máquina perigosa	Exposição a Vibrações	Aceitável	Aceitável	Perturbações vasculares e do sistema nervoso central

Utilização de acessórios de elevação	Queda de carga	Esmagamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte
	Queda de carga	Entalamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo,
<p>Medidas preventivas/controlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • É proibido permanecer sob cargas suspensas; • Manter a carga em estado de equilíbrio no movimento, com o auxílio de cordas guia; • Movimentação das cargas é efectuada por pessoal devidamente habilitado; • Evitar a presença de pessoas desnecessárias à operação; • Não ultrapassar os limites de carga estipulados para os equipamentos; • Todos os equipamentos e máquinas devem cumprir os requisitos do DL n.º 103/2008 e o DL n.º 50/2005; • Obrigatório uso de arnês; • Antes de utilizar as ventosas verificar se estão operacionais; • Zona de intervenção da fachada, a nível do solo delimitada e sinalizada (proibição de presença de pessoas e máquinas) 					
<p>Equipamentos de Protecção Individual Obrigatórios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botas com biqueira e palmilha anti perfuração • Capacete de protecção • Colete ou casaco reflector de alta visibilidade • Óculos de protecção, luvas de protecção mecânica e auriculares • Utilização de arnês nos casos aplicáveis 					
<p>Em caso de urgência:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar o Alerta. Avise de imediato o chefe em caso de acidente ou em caso de perigo iminente; • Siga todas as orientações do chefe de equipa/encarregado; • A prestação de primeiros socorros e o combate a incêndios é efectuada pela pessoa no local que tiver formação de 1ºs socorros e se encontra habilitada para o efeito; 					

• Fase 5 – Acabamentos

Quadro 9 – Identificação de Riscos Fase 5 (Fonte: Arquivo Próprio)

Tarefa	Perigo	Risco	Nível de Risco (sem medidas de controlo)	Avaliação do Risco (com medidas de controlo)	Consequências mais Prováveis
Aplicação de vedante, vulcanização dos cantos superiores do módulo	Utilização de produto Químico	Queda em altura	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de ferramentas	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Queda de material	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Morte, escoriações
		Exposição/Contacto com produto químico	Aceitável	Aceitável	Irritação de olhos e pele
			Aceitável	Aceitável	Irritação das vias respiratórias
Pequenas Ferramentas eléctricas	Utilização de máquina eléctrica	Contacto eléctrico indirecto	Significativo	Aceitável	Electrocussão , queimaduras
	Contacto com partes móveis	Entalamento	Significativo	Aceitável	Traumatismo, Escoriações
	Utilização de máquina perigosa	Projectão de partículas	Significativo	Aceitável	Cegueira
	Utilização de máquina perigosa	Exposição a Vibrações	Aceitável	Aceitável	Perturbações vasculares e do sistema nervoso central
<p>Medidas preventivas/controlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar a presença de pessoas desnecessárias à operação; • Todos os equipamentos e máquinas devem cumprir os requisitos do DL n.º 103/2008 e o DL n.º 50/2005; • Obrigatório uso de arnês; • Obrigatório a utilização de equipamentos de protecção individual para a utilização dos produtos químicos – luvas, máscara e óculos. • Zona de intervenção da fachada, a nível do solo deve estar delimitada e sinalizada (proibição de presença de pessoas e máquinas) 					
<p>Equipamentos de Protecção Individual Obrigatórios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botas com biqueira e palmilha anti perfuração • Capacete de protecção • Colete ou casaco reflector de alta visibilidade • Óculos de protecção, luvas de protecção mecânica e auriculares • Utilização de arnês nos casos aplicáveis 					
<p>Em caso de urgência:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar o Alerta. Avise de imediato o chefe em caso de acidente ou em caso de perigo iminente; • Siga todas as orientações do chefe de equipa/encarregado; • A prestação de primeiros socorros e o combate a incêndios é efectuada pela pessoa no local que tiver formação de 1ºs socorros e se encontra habilitada para o efeito; 					

9 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o método construtivo de uma fachada ventilada, passando pela contextualização histórica, descrição dos materiais e a pormenorização do procedimento de modelagem e de montagem do sistema, mostrando como se deve proceder a sequência de instalação, sempre com a supervisão para que todo o processo seja executado com qualidade desde o início.

Conclui-se que o sistema de fachada ventilada está a ganhar mercado por ser uma solução construtiva com diversas vantagens, como um bom comportamento térmico e acústico, bom desempenho de estanquidade à água, facilidade de instalação e manutenção, e uma grande variedade de soluções estéticas, garantindo assim uma modernidade.

Mesmo com muitas vantagens, a fachada ventilada possui suas desvantagens, porém não a ponto de inviabilizar a sua utilização, como falta de mão-de-obra experiente e qualificada, custo relativamente elevado, maior controlo executivo e demanda uma substituição onerosa de peças, dependendo da fixação utilizada

Num balanço geral, o estágio curricular permitiu uma formação profissional, com a oportunidade de inserir no mercado de trabalho, mostrando o seu funcionamento e as exigências, preparando o profissional para lidar com a gestão de obra, e desenvolver o conhecimento sobre uma área específica, tanto em projeto quanto em execução de obra. O estágio maximizou as relações interpessoais e a capacidade trabalhar em grupo e sob pressão.

Neste estágio pude verificar todos os procedimentos necessários para a execução de um trabalho tão específico, toda a preparação e o que envolve até obter o resultado, presenciei o estudo do sistema de fixação, a transformação dos materiais e a execução dos mesmos, e isto ajudou-me a valorizar o sistema de fachada ventilada, suas dificuldades e suas belezas.

Além do aprendizado acima exposto, tive a oportunidade de desempenhar todas as atividades no âmbito de estágio curricular, como o acompanhamento de obra, planeamento dos trabalhos e da produção, diálogo com clientes e seleção dos subempreiteiros. No balanço geral, esta formação permitiu o contacto com o mercado de trabalho, bem como o conhecimento do seu funcionamento e de suas exigências. Tive a oportunidade de aprender sobre um trabalho específico, com profissionais de grande experiência e conhecimento que me proporcionaram um ótimo aprendizado e me ajudaram a exercer todas estas atividades com mais confiança.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO, M.C. – Reabilitação de Fachadas e o Seu Contributo Energético. Lisboa, Instituto Superior Técnico, 2010. Tese de Mestrado
- FREITAS, Vasco Peixoto – Isolamento térmico de fachadas pelo exterior: reboco delgado armado sobre poliestireno expandido. ETICS, Relatório – HT 191A/02. Porto, 2002.
- SOUSA, F.M.F – Fachadas Ventiladas em Edifícios.. Porto, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2010. Tese de Mestrado
- MENDES, F.M. V. P – Durabilidade das Fachadas Ventiladas. Porto, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2009. Tese de Mestrado
- MENDES, Sérgio, et al – Sistemas para Fachadas Ventiladas um estudo comparativo. Porto, Escola Superior Artístico do Porto, 2016
- PEREIRA, N. B. – Fachada Ventilada – Obtido de: <http://houselab.pt/fachada-ventilada/> acedido em: Abril de 2020
- BAZZOCHI, Frida et al (2002) – Facciate Ventilate Alinea Editric s.r.l. – Firenze Italia
- SAM PEDRAS, - Fachada Ventilada – Obtido de: <http://www.sampedras.com/pt/tipos-fixacao.html> acedido em: Agosto de 2020
- DOSSIER TÉCNICO-ECONÓMICO, - Fachada Ventilada – Obtido de: <https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf> acedido em: Agosto de 2020
- ARCHIEXPO, - Cantori Fachada Ventilada em alumínio – Obtido de: <https://www.archiexpo.com/pt/prod/cantori-srl/product-158002-2185045.html> acedido em: Agosto de 2020
- ARCHIEXPO, - Revestimento Fachada Ventilada – Obtido em: <https://www.archiexpo.com/pt/produto-fabricante/revestimento-fachada-efeito-metal-alcoa-19438-204.html> acedido em: Setembro de 2020
- CAUSS, L. W et al – Sistema de Fachada Ventilada em Edificações: Características, Métodos Executivos e Aplicações. Florianópolis, 2014
- TECNOFRONT, - Sistemas de Fachadas Ventiladas – Obtido em: <http://www.tecnofront.pt/> acedido em: Setembro de 2020
- Trabalhar em altura com segurança Saúde e segurança – Comissão Europeia – Obtido em: https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/PT/Safety/WorkingAtHeights_PT.htm acedido em: Setembro de 2020
- Proteção Passiva contra Incêndio – APSEI - Obtido em: https://www.apsei.org.pt/media/eventos/OD16-Passiva/2_LNEC.pdf acedido em: Novembro de 2020
- VIEIRA, C.M.M. – Acção do Vento em Edifícios Altos. Lisboa, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013. Tese Mestrado.
- TAMEN, D.R - Revestimentos de Fachada Ventilada com Painéis Compósitos: Modelação, Experimentação e Melhoria de Desempenho, Técnico Lisboa, 2018. Tese Mestrado
- Cálculo da resistência térmica de materiais de isolamento térmico para edifícios – AREAM – Obtido em: <https://aream.pt/files/2016/05/Resistencia-termica-de-materais-isolantes.pdf> acedido em: Novembro de 2020
- CUNHA, M.M.F – Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006. Tese Mestrado

Introdução a Fresagem – Obtido em: http://formacao.training.pt/?page_id=2747 acedido em: Novembro de 2020

O que é calandragem das chapas? – Obtido em: <http://www.acoplano.com.br/blog/o-que-e-a-calandragem-de-chapas/> acedido em: Dezembro de 2020

BOTO, M.G – Plano de manutenção de fachadas em edifícios na zona costeira, Universidade Fernando Pessoa, 2014, Porto. Tese de Mestrado

FELÍCIO, A.R.A. – Procedimentos de segurança a implementar em pequenas empresas industriais: o caso de uma serralharia, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão Instituto Politécnico de Bragança, 2016, Bragança. Tese de Mestrado