



# **Gestão de Projetos em Obra de Estrutura Metálica no Mónaco**

Mestrado em Engenharia Civil - Construção Civil

Stéfanie Corrêa Gomes

Leiria, 30 de setembro de 2023

# **Gestão de Projetos em Obra de Estrutura Metálica no Mónaco**

Mestrado em Engenharia Civil - Construção Civil

**Stéfanie Corrêa Gomes**

Estágio realizado sob a orientação do Doutor Luís Prola, Professor Coordenador da  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, 30 de setembro de 2023

## **AGRADECIMENTOS**

O primeiro agradecimento é destinado ao meu pai, Cipriano Benedito Estrafaci Gomes, que lutou até ao seu último suspiro para que eu me pudesse formar numa profissional capacitada e ética.

Ao meu namorado, Francisco Coutinho de Sousa, que foi quem não permitiu que eu desistisse de finalizar o Curso de Mestrado em Engenharia Civil e da minha carreira.

Ao meu chefe, André Joni Silva, por me acolher e ensinar sem julgamentos, transformar a rotina exaustiva de trabalho num ambiente mais divertido e priorizar a união da nossa equipa de Gestão de Projetos.

À minha colega de trabalho, Joana Tavares, que para além de Gestora de Projetos experiente e inteligente que admiro e me espelho, tem bondade dentro de si e tornou-se uma amiga. Vive ao meu lado nas risadas, mas também nos momentos de choro.

Ao meu colega de trabalho, Samuel Carvalho, que considero meu mentor, pois partilha comigo os seus conhecimentos com excelência e humor.

À minha colega de trabalho, Joana Filipa Seguro, que demonstrou empatia ao indicar-me o caminho de forma a evitar obstáculos pelos quais ela teve a infelicidade de enfrentar no seu início de função.

## **ORIGINALIDADE E DIREITOS DE AUTOR**

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar. Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Construções Cíveis no ano letivo 2022/2023 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

## RESUMO

O presente relatório tem como objetivo sintetizar a experiência profissional adquirida durante o estágio e a concretização de conhecimentos, tanto no domínio da gestão de projeto como na utilização de estruturas metálicas como método construtivo.

As orientações foram passadas por uma Gestora de Projeto, que teve como objetivo demonstrar os processos da empresa e presenciar o funcionamento de uma obra de estrutura metálica, desde o início até ao seu fim.

Cada Gestor de Projeto determina a organização de dados de forma que a mesma fique explícita e justificada a quem necessitar de aceder a estas informações. A equipa tem objetivos semanais e são acompanhados pelo chefe de departamento e administração. Os problemas e soluções são discutidos em conjunto de forma a otimizar processos e promover melhorias.

Para demonstração do processo, foi apresentado o projeto SMEG, que é o resultado das atividades exercidas durante o estágio onde a sua estrutura é descrita em desenhos 3D, especificações técnicas para execução de montagem em obra e estratégia e organização para o seguimento do projeto.

São retratados os materiais utilizados, juntamente com as suas características, bem como as zonas da obra necessárias à sua utilização.

É apresentada a organização dos processos de fabrico da estrutura de aço para envio e a inserção destes processos em organização de logística, para que seja possível manter o ritmo e prazo esperado da obra.

Por fim, é retratada a montagem da obra, onde todos os materiais necessitam de chegar a tempo para que as datas do planeamento sejam cumpridas e não existam atrasos.

No final deste trabalho, conclui-se que os objetivos iniciais foram todos cumpridos.

**Palavras-Chave:** Obra; Estrutura Metálica; Gestor de Projeto.

## **ABSTRACT**

This report aims to summarize the professional experience acquired during the internship and the realization of knowledge, both in the field of project management and in the use of metallic structures as a construction method.

The guidelines were given by a Project Manager, whose objective was to demonstrate the company's processes and witness the operation of a metal structure project, from the beginning to the end.

Each Project Manager determines the organization of data so that it is explicit and justified to anyone who needs access to this information. The team has weekly objectives and are monitored by the head of department and administration. Problems and solutions are discussed together in order to optimize processes and promote improvements.

To demonstrate the process, the SMEG project was presented. The SMEG project is the result of the activities carried out during the internship and its structure is described in 3D drawings, technical specifications for carrying out assembly on site and strategy and organization for following the project.

The materials used are portrayed, along with their characteristics, as well as the areas of the work necessary for their use.

The organization of the steel structure manufacturing processes for shipping and the insertion of these processes into the logistics organization are presented, so that it is possible to maintain the pace and expected deadline of the work.

Finally, the assembly of the work is portrayed, where all materials need to arrive on time so that the planning dates are met and there are no delays.

At the end of this work, it is concluded that the initial objectives were all met.

**Keywords:** Work; Steel Structure; Project Manager.

# Índice

AGRADECIMENTOS.....	3
ORIGINALIDADE E DIREITOS DE AUTOR .....	4
RESUMO .....	5
ABSTRACT.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABELAS .....	11
ABREVIATURAS .....	12
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos do Estágio .....	13
1.2 Estrutura do Relatório .....	14
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ENTIDADE DE ACOLHIMENTO .....	14
2.1 Apresentação da Empresa .....	14
2.2 Visão, Missão e Valores.....	15
CAPÍTULO 3 – DEPARTAMENTOS ENVOLVIDOS NA OBRA.....	16
3.1 Gestão de Projeto .....	16
3.2 Projeto .....	17
3.3 Preparação.....	17
3.4 Compras .....	17
3.5 Indústria.....	17
3.6 Logística.....	18
3.7 Subempreiteiro de Tratamento Superficial.....	18
3.8 Obra.....	19
CAPÍTULO 4 - SMEG.....	19
4.1 O Projeto SMEG .....	19
4.2 Características e Especificações.....	21
4.3 Reforço de Vigas e Pilares de Betão Pré-Existentes .....	23
4.4 Estratégia de Execução do Projeto .....	24
4.5 Elementos da Estrutura Metálica.....	25
4.5.1 Chapa Colaborante .....	25
4.5.2 Ligações .....	28
CAPÍTULO 5 – GESTÃO DO PROJETO .....	34
5.1 Processo de Fabrico.....	35
5.1.1 PF10_1 - Chumbadouros de Arranque de Pilares (Piso 6).....	35
5.1.2 PF10_3 – Vigas do Miolo do Bloco A e C (Pisos 6 e 7).....	36
5.1.3 PF10_2C – Estrutura Provisória Bloco C (Pisos 6 e 7).....	37

5.1.4 PF11_1A – Chumbadouros Bloco A (Pisos 6 e 7).....	39
5.1.5 PF11_3C – Estrutura Definitiva Bloco C (Pisos 6 e 7).....	40
5.1.6 PF CC100 – Chapas Colaborantes Cofraplus80 (Pisos 6 e 7) Blocos A e C .....	40
5.1.7 PF20_3C_REV_A – Estrutura Definitiva Bloco C (Piso 8) .....	41
5.1.8 PF11_4C – Reforços dos Furos da Alma das VRS Bloco C (Pisos 6 e 7).....	43
5.1.9 PF20_2C – Estrutura Provisória Bloco C (Pisos 8) .....	44
5.2 Pack de Expedição .....	46
5.2.1 PE0001 .....	47
5.2.2 PE0002 .....	47
5.2.3 PE0003 .....	48
5.3 Montagem .....	48
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Bysteel S.A. (Fonte: Site Bysteel, 2023).....	15
Figura 2 - Interfaces da Gestão de Projeto com Outros Departamentos da Empresa (Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023).....	16
Figura 3 - Indústria: Fábrica Bysteel S.A. (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023).....	18
Figura 4 – SMEG (Fonte: Software Robot, 2023).....	19
Figura 5 - Modelação do SMEG (Fonte: Software Tekla, 2023).....	20
Figura 6 - Elevação Metálica do SMEG (Fonte: Software Tekla, 2023).....	20
Figura 7 - Abordagem Inicial de Montagem em Obra (Fonte: Software Tekla, 2023).....	24
Figura 8 - Vista em Planta com a Divisão do Bloco B (Fonte: Software AutoCAD, 2023).....	24
Figura 9 - Secção Transversal da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023).....	25
Figura 10 - Receção em Obra de Carga de Chapa Colaborante (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	26
Figura 11 - Outras Dimensões da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023).....	27
Figura 12 - Instalação da Chapa Colaborante (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	27
Figura 13 - Parafuso de Rosca Total (Fonte: Site Fabory, 2023).....	28
Figura 14 - Parafusos HRC (Fonte: Software Tekla, 2023).....	28
Figura 15 - Ligação Coluna – Coluna (Fonte: Software Tekla, 2023).....	29
Figura 16 - Ligação Coluna - Base Betão (Fonte: Software Tekla, 2023).....	29
Figura 17 - Ligação Aço – Betão (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	30
Figura 18 - Ligação Coluna – Viga (Fonte: Software Tekla, 2023).....	30
Figura 19 - Ligação Viga – Viga, utilizando o Método Coluna – Viga (Fonte: Software Tekla, 2023).....	31
Figura 20 - Ligação Viga – Viga, Utilizando Duas Chapas de Ligação Soldadas às Vigas (Fonte: Software Tekla, 2023).....	31
Figura 21 - Ligações para a Fixação da Estrutura Provisória à Definitiva (Fonte: Software Tekla, 2023).....	32
Figura 22 – Conectores (Fonte: Software Tekla, 2023).....	32
Figura 23 - Conectores Soldados às Vigas (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023).....	33
Figura 24 - Chapa Colaborante Instalada (Fonte: Software Tekla, 2023).....	33
Figura 25 - Chapa Colaborante Instalada em Obra (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	34
Figura 26 – Chumbadouros (Fonte: Software Tekla, 2023).....	35
Figura 27 - Visão Geral 3D do Processo (Fonte: Software Tekla, 2023).....	36
Figura 28 – Modelo VRS (Fonte: Software Tekla, 2023).....	36
Figura 29 - VRS Fabricada pela Bysteel Enviada para Obra (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023).....	37
Figura 30 - Estrutura Para Auxílio de Montagem (Fonte: Software Tekla, 2023).....	37
Figura 31 – Visão Geral do PF (Fonte: Software Tekla, 2023).....	38

Figura 32 - Estrutura Provisória em Obra (Fonte: Obra SMEG, 2023) .....	38
Figura 33 - Visão Geral dos Chumbadouros (Fonte: Software Tekla, 2023).....	39
Figura 34 - Chumbadouro Instalado ao Betão (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	39
Figura 35 - Elementos da Estrutura Definitiva do Bloco C (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	40
Figura 36 - Visão Geral 3D Chapa Colaborante (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	40
Figura 37 - Inclusão de Reforços nas VRS (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	41
Figura 38 - Tubos CHS 273x12 para Reforço Circular (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	41
Figura 39 – Tubo CHS 273x12 para Reforço Circular, Soldado em Fábrica (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023) .....	42
Figura 40 - Chapas para Reforço Retangular (Fonte: Software Tekla, 2023).....	42
Figura 41 – Chapas para Reforço Retangular, Soldadas em Fábrica (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023) .....	43
Figura 42 - Reforços de Aberturas de Vigas, Soldados em Obra (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	43
Figura 43 - Cantoneiras de Apoio à Chapa Colaborante (Fonte: Software Tekla, 2023).....	44
Figura 44 - Cantoneira Instalada em Obra (Fonte: Obra SMEG, 2023) .....	44
Figura 45 - Desenho 3D das Escadas (Fonte: Software Tekla, 2023).....	45
Figura 46 - Dimensões do Lance de Escada (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	45
Figura 47 - Detalhe do Degrau da Escada (Fonte: Software Tekla, 2023).....	46
Figura 48 - Processo de Termolacagem (Fonte: Site AF Azevedos, 2023) .....	46
Figura 49 - Elementos Prioritários à Obra [PE0001] (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	47
Figura 50 - Elementos Prioritários à Obra [PE0002] (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	47
Figura 51 - Elementos Prioritários à Obra [PE0003] (Fonte: Software Tekla, 2023) .....	48
Figura 52 - Montagem de Estrutura Provisória (Fonte: Obra SMEG, 2023) .....	49
Figura 53 - Montagem do Piso 6 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	49
Figura 54 - Montagem do Piso 7 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	50
Figura 55 - Montagem do Piso 8 e 9 (Fonte: Obra SMEG, 2023) .....	50
Figura 56 - Montagem do Piso 6 do Bloco A (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	51
Figura 57 - Montagem do Piso 9 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023).....	51
Figura 58 - Montagem do Piso 10 do Bloco A e C (Fonte: Obra SMEG, 2023) .....	52

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tipo de Estrutura (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023).....	21
Tabela 2 - Tipo de Ligações (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023).....	22
Tabela 3 - Esquema de Pintura (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023).....	22
Tabela 4 - Classe de Execução (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023).....	22
Tabela 5 - Ficha Técnica da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023) .	26
Tabela 6 - Marcação CE da Chapa Cofraplus 80, de Acordo com a Norma EN 1090-1 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023) .....	27

## **ABREVIATURAS**

**CE** – *Conformité Européene (CE) or European Compliance*

**CCTP** – *Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) or Book of Particular Technical Clauses*

**DO** – Direção de Obra

**DST** – Domingos da Silva Teixeira

**EN** – European Norm

**GP** – Gestão de Projeto

**HRC** – *Hardness Rockwell C-Scale*

**mm** – Milímetro

**µm** – Micrómetro

**MO** – Mão de Obra

**MP** – Matéria-Prima

**PE** – *Pack* de Expedição

**PF** – Processo de Fabrico

**RAL** – *Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (RAL) or State Commission for Delivery Terms*

**SMEG** – *Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz (SMEG) or Monegasque Electricity and Gas Company*

**t** – Toneladas

**UPN** – U Perfil Normal

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O presente relatório diz respeito a um estágio profissional de duração de 6 meses no âmbito da unidade curricular Estágio do Mestrado em Engenharia Civil - Construções Cíveis, do Instituto Politécnico de Leiria.

O estágio visa consolidar os conhecimentos adquiridos durante o Curso de Mestrado em Engenharia Civil, através do uso dos conceitos na prática do dia a dia profissional. Este exercício prepara para as responsabilidades e os seus novos conhecimentos absorvidos durante o curso de mestrado.

No presente caso envolve ainda uma mudança de área, onde após alguns anos de envolvimento na direção de obras de betão armado, decidiu-se tomar um caminho diferente. O estágio foi realizado no Departamento de Gestão de Projetos de Estruturas Metálicas, da Bysteel S.A, em Braga.

A Gestão de Projeto engloba todas as etapas de elaboração da obra, faz com que todas caminhem juntas e esta caminhada tem como objetivo o custo e o prazo ideais. Vale acrescentar que nesta experiência profissional foram alterados os materiais, acessórios e métodos construtivos da função. É uma função que tem autonomia e não necessita de visitas à obra, o que permite que tudo seja tratado através de emails, reuniões telemáticas e presenciais no escritório.

A obra objeto do trabalho foi o projeto SMEG. Este serviu para acompanhar praticamente desde o seu início até o processo de execução, ficando apenas a faltar a reorçamentação. A reorçamentação tem como objetivo deixar visível os lucros e prejuízo do projeto, de forma a tentar melhorar os resultados.

### 1.1 Objetivos do Estágio

Para o estágio em causa, foram delineados os seguintes objetivos:

- i) Utilizar conhecimentos adquiridos no Mestrado de Engenharia Civil numa experiência profissional;
- ii) Demonstrar as etapas e funcionamento do processo da Gestão de Projetos;
- iii) Implementar e atualizar o planeamento interno da obra, que estivesse dentro das capacidades da fábrica e ao mesmo tempo cumprisse com as datas do contrato com o cliente;
- iv) Determinar datas-limite para que a modelação fosse concluída pela preparação e conseqüentemente a emissão dos desenhos de fabrico;
- v) Fazer o levantamento de materiais necessários para a fábrica e para a obra, mapas comparativos de subempreiteiros de fabrico e tratamento superficial;
- vi) Solicitar consulta de mercado das compras pretendidas, de forma a conciliar o melhor custo e prazo;

- vii) Efetuar o controlo económico da obra, que engloba uma frequente atualização da previsão de todos os custos do projeto e alertar o esgotamento de recursos.

## **1.2 Estrutura do Relatório**

O presente relatório está estruturado nos 7 capítulos a seguir citados:

**Capítulo 1:** Contextualização, objetivos do estágio e estrutura do documento.

**Capítulo 2:** Apresentação da empresa de acolhimento.

**Capítulo 3:** Descrição dos departamentos envolvidos na obra.

**Capítulo 4:** Apresentação da obra.

**Capítulo 5:** Gestão da obra.

**Capítulo 6:** Montagem da obra.

**Capítulo 7:** Conclusões.

## **CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ENTIDADE DE ACOLHIMENTO**

### **2.1 Apresentação da Empresa**

A DST Group teve início de atividade no setor da engenharia & construção nos anos 40 do século passado. A partir de 2000, o grupo ampliou seu campo de atuação incluindo o ramo imobiliário, energias renováveis, ambiente e água, telecomunicações, mercado internacional e, em 2013, criou uma área de negócios – ventures – investimento de capital de risco em projetos inovadores. A área do grupo responsável por engenharia e construção apresenta diversas especialidades a visar a inovação e sustentabilidade: Bysteel S.A., Bysteel FS, Dte, Tmodular, Tbetão, Tgeotecnia, Tbetuminoso, Tagregados e Tlaboratório. No mercado internacional o grupo atua em França, Reino Unido, Mónaco, Angola, Bélgica e Países Baixos.

O estágio curricular desenvolvido teve como entidade de acolhimento a empresa Bysteel S.A. (Figura 1). A Bysteel S.A é uma empresa especializada na conceção/projeto, produção e montagem de soluções integradas de sistemas de fachadas e estruturas metálicas.

O seu principal objetivo é criar, de uma forma sustentada, valor acrescentado produzindo soluções de elevada qualidade com prazos de entrega curtos a preços competitivos, assegurando sempre a satisfação dos acionistas, colaboradores, clientes e fornecedores.

A Bysteel S.A opera atualmente em Portugal, França, Reino Unido, República do Congo e Angola, além de efetuar exportações para todo o mundo. A sede e unidade industrial localizam-se em Braga, no parque industrial de Pitancinhos, no norte de Portugal, integrada no complexo industrial sede do Grupo DST. Está implantada numa área de 60 000 m<sup>2</sup>, dos quais 20 000 m<sup>2</sup> são cobertos por superfície industrial, onde a modernidade da edificação e o imenso parque de máquinas, destacam-se, e que permite produzir as estruturas com que estamos a construir o futuro.

A Bysteel S.A, está assim, habilitada para responder em pleno a todas as solicitações do crescente e exigente mercado das construções metálicas [1].



Figura 1 - Bysteel S.A. (Fonte: Site Bysteel, 2023)

## 2.2 Visão, Missão e Valores

A Bysteel S.A. pretende ser uma das empresas europeias de construção metálica e sistemas de fachadas de maior confiança, reconhecida como o parceiro preferido dos projetos mais exigentes e das ideias mais inovadoras, onde a eficiência dos processos e a certeza dos resultados definem a excelência das relações criadas e o valor entregue ao cliente.

Tem como missão criar, produzir e construir estruturas metálicas e sistemas de fachadas de acordo com os mais elevados padrões do mercado, a um preço competitivo. Atrair, reter e motivar os melhores talentos enquadrados pela paixão da construção metálica, pelo rigor e eficiência organizativa. Valorizar todos os ativos da marca em busca do máximo retorno para os *stakeholders*, a curto e a longo prazo.

## CAPÍTULO 3 – DEPARTAMENTOS ENVOLVIDOS NA OBRA

Cada departamento tem sua responsabilidade para com o planeamento e tem que ser organizado para que todo o processo que tenha a desempenhar, não prejudique as tarefas dos outros departamentos e conseqüentemente o cliente (obra). Para isto, a gestão de projeto tem como responsabilidade verificar diariamente se tudo está a correr conforme às datas que foram acordadas e se porventura algum imprevisto causará alguma alteração. Os departamentos envolvidos são:

- Gestão de Projeto;
- Projeto;
- Preparação;
- Compras;
- Indústria;
- Logística;
- Subempreiteiro;
- Obra.

### 3.1 Gestão de Projeto

A função da Gestão de Projeto é, a partir das necessidades da Obra, fazer com que todas as áreas envolvidas na empreitada caminhem juntas e sejam acompanhadas constantemente (como ilustrado esquematicamente na Figura 2). Para isso, faz-se o controlo dos prazos e custos com o objetivo de cumprir o planeamento da obra e, conseqüentemente, o maior proveito financeiro possível.

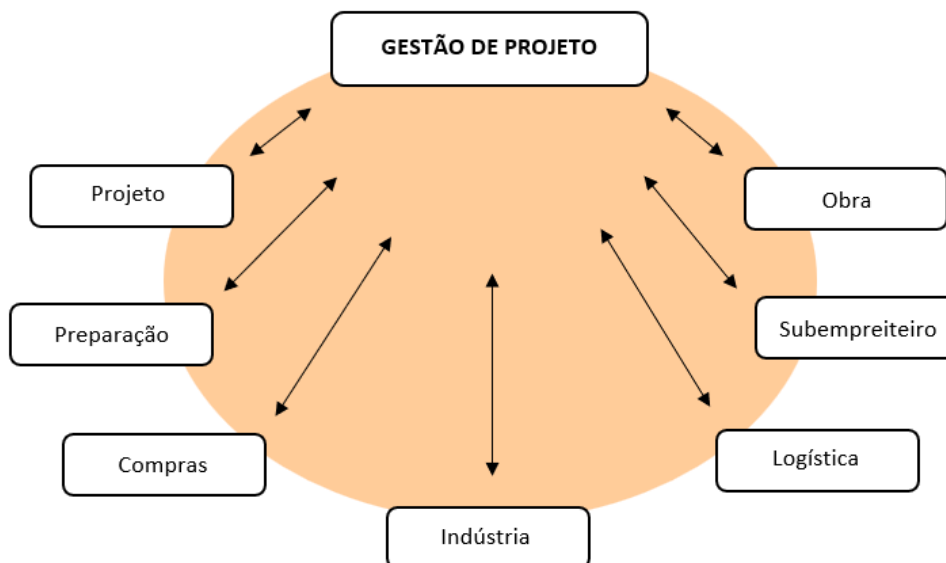


Figura 2 - Interfaces da Gestão de Projeto com Outros Departamentos da Empresa (Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023)

### **3.2 Projeto**

O Projeto está sob a responsabilidade da Bysteel S.A., que coordena a equipa subcontratada para fornecer as informações referentes a possíveis alterações ou mesmo sugestões de alternativas conforme as necessidades da Obra, Indústria ou Logística.

A Gestão de Projeto (GP) recolhe as necessidades da Direção de Obra (DO) e une às conveniências da Bysteel S.A., como por exemplo o uso de stock, para que se possa otimizar o tempo de compra do material e possivelmente uma economia a depender do período que o material em stock foi comprado.

### **3.3 Preparação**

Esta equipa tem a responsabilidade de garantir a modelação do projeto, levantamento de parafusaria e dos desenhos de montagem, para que a obra possa seguir o projeto. A GP recolhe as listas de materiais para que, no caso dos acessórios, realizar a solicitação de compra, acompanhar a sua receção na fábrica e planear a sua expedição. É com este departamento que são organizados os processos de fabrico (PF), que são as divisões feitas para se fabricar o aço da obra. Caso seja necessário também é realizada a determinação de prioridades, já que o fabrico é iniciado após o lançamento deste processo através da Preparação. Fica na responsabilidade deste departamento executar os desenhos de montagem para orientar os trabalhadores que estão em obra.

### **3.4 Compras**

Existem dois procedimentos de compras: (i) para matéria-prima, que necessita da otimização da produção para que a compra seja efetuada com base na lista de material onde consta apenas o que a fábrica necessita, controlando assim os desperdícios ou acúmulo desnecessário de material e (ii) para acessórios ou subempreitadas, onde é elaborado um documento a indicar os itens necessários à obra, para que seja feita uma cotação e por fim validação por parte da GP.

### **3.5 Indústria**

A Indústria (uma das partes está mostrada na Figura 3) é o setor que faz a análise dos materiais que são listados pela Preparação. Através dessas listas verificam os materiais que constam em stock fazendo uma otimização de compra, diminuindo assim o desperdício de chapas, perfis, barras e tubos. A GP faz o acompanhamento para garantir que esta etapa faça cumprir os prazos estipulados para fabrico e, se necessário, subempreitada de fabrico e expedição.

O responsável deste departamento indica a data de início para a realização dos processos de fabrico e o número de dias que levará a finalizá-los, para que possa ser expedido para tratamento superficial em questão ou então para a obra.



Figura 3 - Indústria: Fábrica Bysteel S.A. (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023)

### 3.6 Logística

O Departamento de Logística administra: (i) a gestão e receção de MP e acessórios, (ii) distribuição de cargas pelas fábricas da Bysteel S.A. e (iii) expedições para a obra ou subempreiteiros. A Gestão de Projeto coordena as datas objetivo para que se cumpra o planeamento interno e se mantenha a rotação da obra.

### 3.7 Subempreiteiro de Tratamento Superficial

Após o término do fabrico, as peças que necessitam de tratamento superficial são carregadas e enviadas para um subempreiteiro de pintura. De seguida, são enviadas para a obra. A Gestão de Projeto antecipadamente faz um mapa comparativo de subempreiteiros e verifica qual tem o melhor preço e que está apto a receber o material e finalizar o trabalho dentro do prazo estipulado pela obra.

### 3.8 Obra

Esta área executa: (i) o projeto em si, (ii) receção de material em obra, (iii) determinação de prazos combinados com o cliente, (iv) controlo de custos de MO e subsídios e (v) elaboração de planeamento de obra. O Diretor de Obra, responsável pelas atividades realizadas na obra, é também responsável pela comunicação entre a administração da Bysteel S.A. e o dono de obra, definindo e transmitindo as prioridades à Gestão de Projeto.

## CAPÍTULO 4 - SMEG

### 4.1 O Projeto SMEG

O projeto SMEG consiste na elevação do edifício SMEG, *Société Monégasque de l'Electricité et du Gaz*, cuja morada é 10, Avenue de Fontvieille, 98 000 Monaco, empresa que distribui e fornece eletricidade e gás a todo o Mónaco.

A Bysteel S.A. tem como participação: (i) fornecimento de materiais e acessórios para fixação, (ii) fabricação e proteção anticorrosiva e (iii) transporte e montagem da estrutura metálica.

A elevação, com uma quantidade inicial geral de 264 t, é constituída por 5 pisos. A sua modelação foi realizada no *software* Robot [2], conforme ilustra a Figura 4.

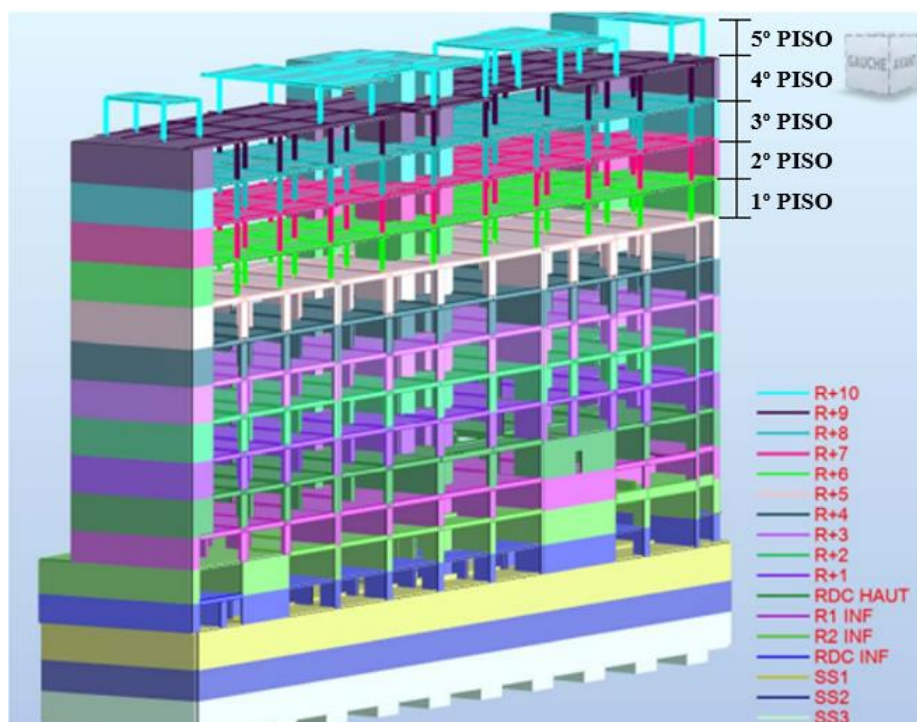
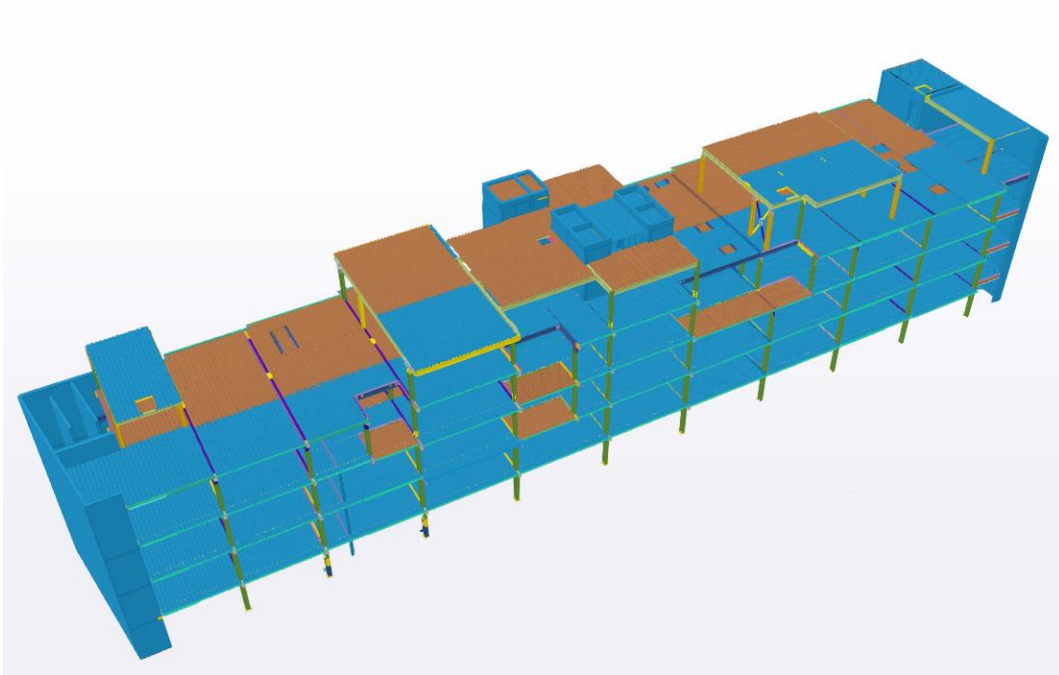


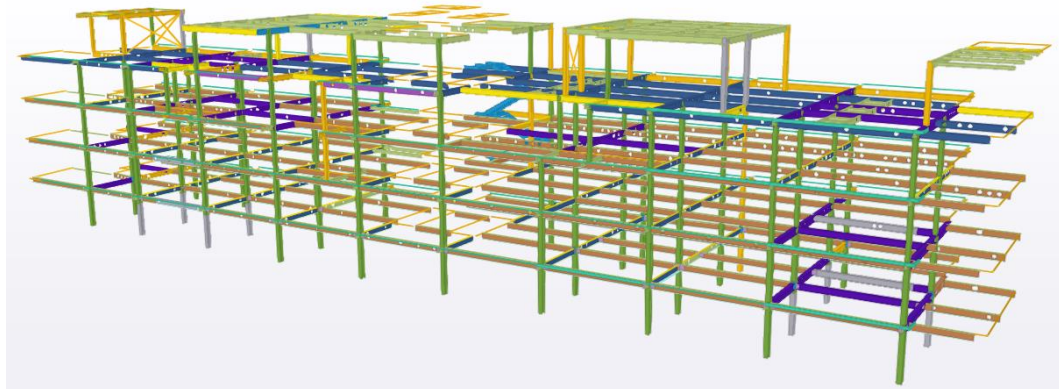
Figura 4 – SMEG (Fonte: Software Robot, 2023)

A estrutura contempla VRS's, perfis comerciais, barras, tubos, cantoneiras, chumbadouros verticais e horizontais, chapas de ligação e parafusaria.

A modelação [3], indicada nas Figuras 5 e 6 [4], constitui apenas a estrutura metálica com chapa colaborante para a laje mista, excluindo o betão.



**Figura 5 - Modelação do SMEG (Fonte: Software Tekla, 2023)**



**Figura 6 - Elevação Metálica do SMEG (Fonte: Software Tekla, 2023)**

## 4.2 Características e Especificações

Para dar seguimento ao projeto, são necessárias especificações técnicas para: (i) orientar a execução da obra, (ii) materiais permitidos, (iii) métodos construtivos, (iv) regras de dimensionamento e (v) tratamento superficial do aço e seu RAL (cor).

Contratualmente estas características são definidas através do caderno de encargos, ou seja, o CCTP, documento que impõe a aplicação das especificações em França.

Todas as escolhas de materiais e execução da montagem foram do cliente, que apresenta à bysteel um projeto prévio à contratação. Posteriormente, são realizados apenas estudos de ligações e adaptações caso seja necessário auxiliar no transporte, pintura ou montagem. O gestor de projeto não participa na definição de dimensionamentos ou escolhas de técnicas que serão utilizadas [5].

**Tabela 1 - Tipo de Estrutura (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023)**

Estrutura	CCTP	Fornecimento BYSTEEL
Laje	Cofraplus 80	Cofraplus 80, Ep. 1mm galvanizado
		Cofraplus 60, Ep. 0.75mm galvanizado
		(somente piso 9)
Perfis e PRS	S355JR	S355J2 - EN 10 025
Perfis tubulares	S355JR	S355J2H - EN 10 219

As ligações aparafusadas do SMEG levam dois tipos de parafusos: i) os de ligações correntes e ii) os para ligações pré-esforçadas, conforme a Tabela 2. Os parafusos SB de qualidade 8.8 são usados nas ligações correntes e funciona como um elemento de ligação que permite transmissão de esforços. Já os parafusos HRC são utilizados em casos de ligação pré-esforçada, ou seja, ligação que sofre uma compressão inicial provocada pela força de aperto. Estes parafusos são de alta resistência à fadiga, deformabilidade reduzida e qualidade 10.9.

**Tabela 2 - Tipo de Ligações (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023)**

Ligações	CCTP	Fornecimento BYSTEEL
Parafusos sem pré-esforço	-	Parafusos SB 8.8 Marcação CE – EN 15048
Parafusos pré-esforçado	-	Aparafusado com marcação HRC 10.9 CE, EN 14399-1

O tratamento superficial considera no caso do SMEG a decapagem: retirar a superfície possivelmente oxidada do aço e preparar as peças para receber o tratamento primário (*primer*). O tratamento primário protege a peça contra a corrosão, reduz o atrito e dá um acabamento estético. A Tabela 3 apresenta a espessura escolhida para esta pintura em  $\mu\text{m}$ , já a flocagem não foi utilizada por decisão do cliente.

**Tabela 3 - Esquema de Pintura (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023)**

Esquema	Local	CCTP	Fornecimento BYSTEEL	Valores
1 - Postes e vigas	Fábrica	-	Decapagem	Sa 2 ½
		-	Uma camada de primer	50 $\mu\text{m}$
	Estaleiro	Flocagem R90	Flocagem	R90
2 - Escada de metal R8/R9 – RAL Padrão	Fábrica	-	Decapagem	Sa 2 ½
		-	Uma camada de primer	50 $\mu\text{m}$
		-	Uma camada de acabamento	60 $\mu\text{m}$
	Estaleiro	-	Retóques	-

A norma EN1090 determina os requisitos e desempenho a que devem obedecer as estruturas metálicas e o nível de exigência necessário ao controlo de produção da fábrica, que pode ser desde a classe de execução 1 (EXC1) até a classe de execução 4 (EXC4).

**Tabela 4 - Classe de Execução (Fonte: Diretrizes Contratuais do SMEG, 2023)**

Classe de Execução	CCTP	Fornecimento BYSTEEL
	EXC3	EXC3

### 4.3 Reforço de Vigas e Pilares de Betão Pré-Existentes

O projeto da estrutura já existente não está incluído no escopo da Bysteel S.A., portanto, as alterações necessárias para receber a elevação metálica não são de conhecimento direto da equipa de projeto. No entanto, as alterações foram realizadas em vigas e pilares, a fim de reforçar através do encamisamento dos mesmos e consequentemente suportar as novas cargas que serão aplicadas à estrutura do SMEG.

Este procedimento consiste em aumentar a secção do elemento estrutural a ser reforçado, sendo feito através do acréscimo de uma camada de betão na secção já existente. Nos pilares, os benefícios presentes são: (i) a resistência à flexão, (ii) o esforço transversal e (iii) a resistência à compressão. Nas vigas, são (i) o aumento da flexão e (ii) o aumento do esforço transversal, devido ao aumento da área de armadura resistente.

Neste projeto foram necessários reforços, visto que os elementos estruturais estão sujeitos a cargas superiores às inicialmente projetadas. O encamisamento é económico, com simples execução, e necessita de tempo para que o betão endureça e ganhe a resistência necessária. Este procedimento é utilizado em casos como: (i) elementos estruturais que estão sujeitos a cargas superiores às iniciais, (ii) o betão não atingir a qualidade desejada e (iii) baixa densidade do aço. Para que o procedimento seja bem-sucedido, os pilares e as vigas necessitam de uma preparação adequada da superfície entre as duas camadas de betão. A camada de betão já existente deve estar, atempadamente, picada e sem tratamento para que haja aderência suficiente ao unir o betão novo ao betão já existente. A inconveniência da escolha desta alternativa é facto de a dimensão ser aumentada e a arquitetura e otimização do espaço não serem mantidas.

O encamisamento pode ser feito de formas diferentes, tanto nas vigas como nos pilares.

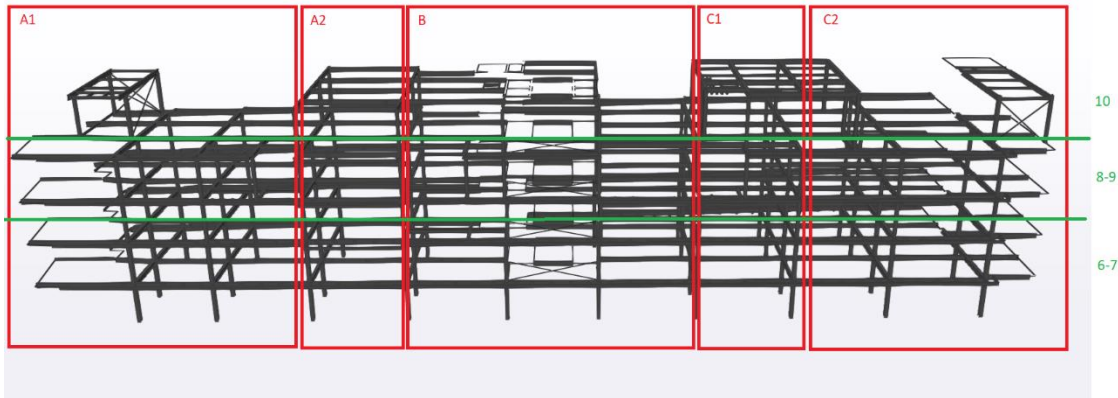
Para os pilares: (i) é realizado o encamisamento de todas as faces do pilar, onde é necessária a aplicação de armadura ao seu redor e são usados conectores no betão já existente através de furos, ligando assim ao novo betão e (ii) em três faces do pilar, onde as cintas são unidas à barra da face não encamisadas através de um furo feito previamente.

Para as vigas: (i) o reforço é realizado na sua base para suportar a flexão; (ii) reforço na base e laterais para resistência à flexão e esforço transversal e (iii) o reforço total da viga, que também permite mais capacidade de resistência à flexão e ao esforço transversal, porém requer mais trabalho [6].

## 4.4 Estratégia de Execução do Projeto

Inicialmente foi decidida a seguinte abordagem de montagem (Figura 7) [7] [8]:

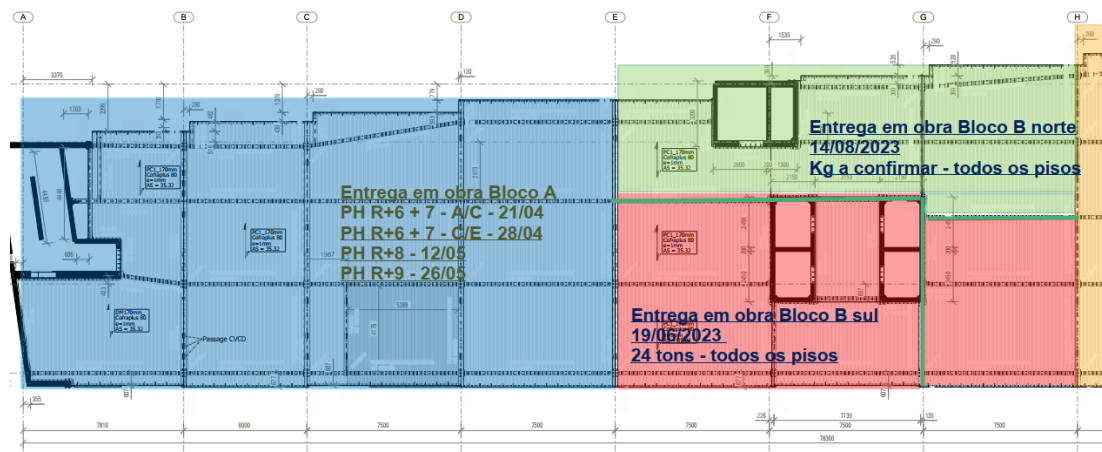
- 1º - Bloco A;
- 2º - Bloco C;
- 3º - Bloco B.



**Figura 7 - Abordagem Inicial de Montagem em Obra (Fonte: Software Tekla, 2023)**

No entanto, a montagem da estrutura metálica depende do planeamento do cliente. Este é responsável pelo betão da obra, o que significa que só será possível seguir com a obra se o cliente atender aos prazos estipulados. Portanto, foram necessárias adaptações com o decorrer da obra e a abordagem inicial necessitou de ser alterada.

Com o avanço da montagem, o cliente causou um atraso de pelo menos 3 meses na obra e, apesar de se manter a abordagem de montagem, o Bloco B foi subdividido em duas partes para que houvesse frente de trabalho: Zona Sul e Zona Norte (como mostra a Figura 8).



**Figura 8 - Vista em Planta com a Divisão do Bloco B (Fonte: Software AutoCAD, 2023)**

Tendo em atenção as necessidades e prioridades da obra, foi montado:

- 1º - Bloco C, do Piso 6 ao 9;
- 2º - Bloco A, do Piso 6 ao 9;
- 3º - Piso 10, dos Blocos C e A;
- 4º - Bloco B Sul e Norte.

Portanto, foi realizada uma montagem verticalizada, onde cada bloco foi montado individualmente até a cobertura.

## 4.5 Elementos da Estrutura Metálica

### 4.5.1 Chapa Colaborante

O sistema de *steel deck* ou chapa colaborante é uma alternativa na execução de lajes feita de chapa de aço perfilada e tem como funções a cofragem permanente para o betão e também faz o papel da armadura positiva da laje. Esta é denominada de laje mista, que contempla vantagens como: (i) tornar o trabalho de execução mais seguro, (ii) mais leve e (iii) aumentar a rigidez e resistência à flexão [9] [10].

No projeto SMEG, o modelo de chapa colaborante utilizado foi a *cofraplus 80* das Figuras 9 e 10 [11].

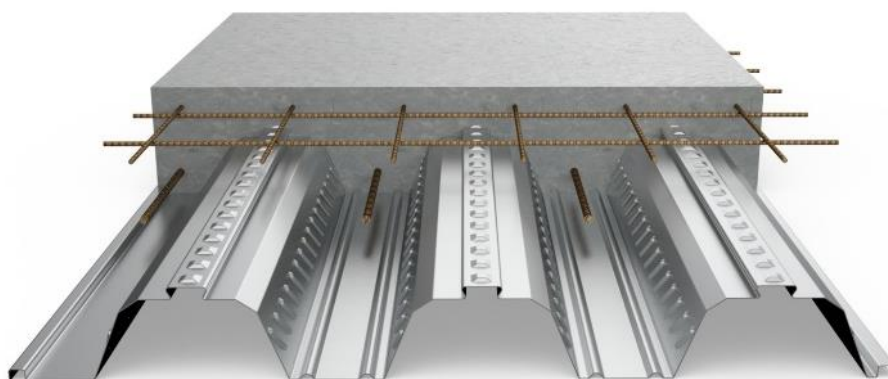


Figura 9 - Secção Transversal da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023)



**Figura 10 - Receção em Obra de Carga de Chapa Colaborante (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

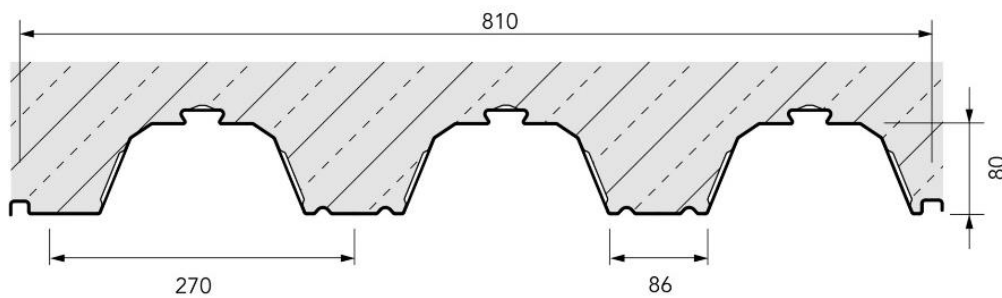
Esta chapa tem 1mm de espessura e apresenta as especificações técnicas referidas nas Tabelas 5 e 6 e Figura 11.

**Tabela 5 - Ficha Técnica da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023)**

Characteristics	Nominal thickness of the profile sheet [mm]			
	0,88	1,00	1,13	1,25
Weight [kg/m <sup>2</sup> ]	10,66	12,11	13,69	15,14
Cross section [mm <sup>2</sup> /m]	1 296	1 481	1 682	1 867
Effective inertia [mm <sup>4</sup> /m]	1 415 800	1 587 900	1 774 300	1 946 400
Neutral axis [mm]	48,02	48,02	48,02	48,02
Modulus of inertia [mm <sup>3</sup> /m]	29 484	33 067	36 949	40 533

**Tabela 6 - Marcação CE da Chapa Cofraplus 80, de Acordo com a Norma EN 1090-1 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023)**

Characteristics of the base material		Norms
Steel grade	S 350 GD	EN 10346
Type of corrosion protection	Galvanised steel ZM 175	ETPM ZMevolution or AbZ Z-30.11-61



**Figura 11 - Outras Dimensões da Chapa Cofraplus 80 (Fonte: Ficha Técnica ArcelorMittal, 2023)**

As encomendas ao fornecedor são realizadas através de listas e desenhos elaborados pelo Departamento de Preparação que, após a modelação, envia para a Gestão de Projeto que realiza as otimizações necessárias e verifica se os furos para os conectores serão executados em fábrica ou em obra [11].

Após a montagem dos pilares, vigas e chumbadouros são alocadas às chapas e aplicados os conectores para receber o betão, como indicado na Figura 12. É importante que a chapa colaborante seja furada corretamente para que assim seja possível o encaixe com os conectores que estão nas vigas, estes são soldados em fábrica e transportados para a obra após o tratamento superficial.



**Figura 12 - Instalação da Chapa Colaborante (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

## 4.5.2 Ligações

A definição de geometria é estabelecida pelo Departamento de Projeto e é seguida pelo dimensionamento de ligações, sendo elas aparafusadas ou soldadas. O dimensionamento define os cordões de soldadura e quais os parafusos a serem usados, tendo em conta a dimensão, qualidade, quantidade e espaçamento para que a estrutura resista aos esforços de tração e corte, aos quais será submetida [12].

### 4.5.2.1 Parafusos de Rosca Total

Os parafusos estruturais usados na montagem do SMEG foram, em sua maioria, parafusos de rosca total, ou seja, a rosca inicia-se a partir da cabeça do parafuso e termina na ponta, conforme ilustrado na Figura 13 [13].

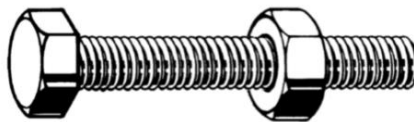


Figura 13 - Parafuso de Rosca Total (Fonte: Site Fabory, 2023)

Este parafuso, zincado, segue a norma EN 15048 e apresenta uma classe de resistência 8.8 (800MPa de resistência à tração). Foram usados diversos diâmetros, tais como: M12, M16, M20, M24 e M27 de diferentes comprimentos [14].

### 4.5.2.2 Parafusos HRC

Os parafusos HRC (Figura 14), com classe de resistência 10.9 (1000 MPa de resistência à tração) na norma EN14399-10, são parafusos pré-esforçados utilizados em ligações de fricção que recebem o tratamento superficial Geomet720, que é uma tecnologia patenteada composta por flocos de zinco e alumínio passivados em um aglutinante. Nas zonas de aperto onde estes estão instalados é aplicado o esquema de pintura de silicato de zinco [15] [16].

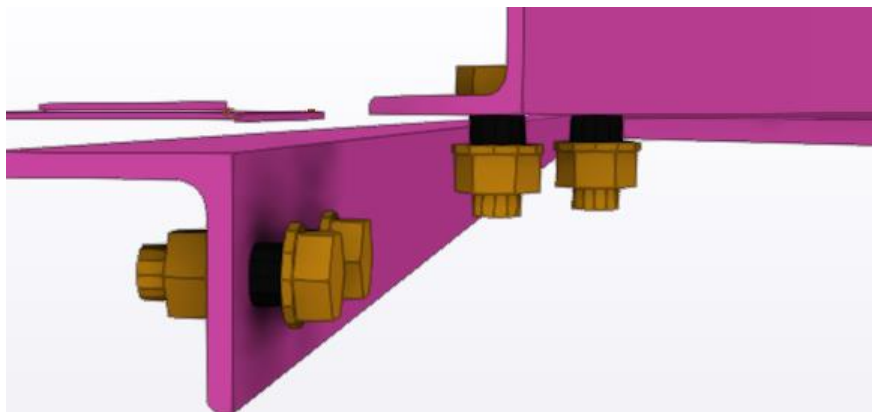


Figura 14 - Parafusos HRC (Fonte: Software Tekla, 2023)

#### 4.5.2.3 Ligação Coluna - Coluna

Nas colunas há uma variação de ligações aparafusadas, onde são necessários os parafusos de rosca total ou parafusos pré-esforçados, conforme apresentado na Figura 15.

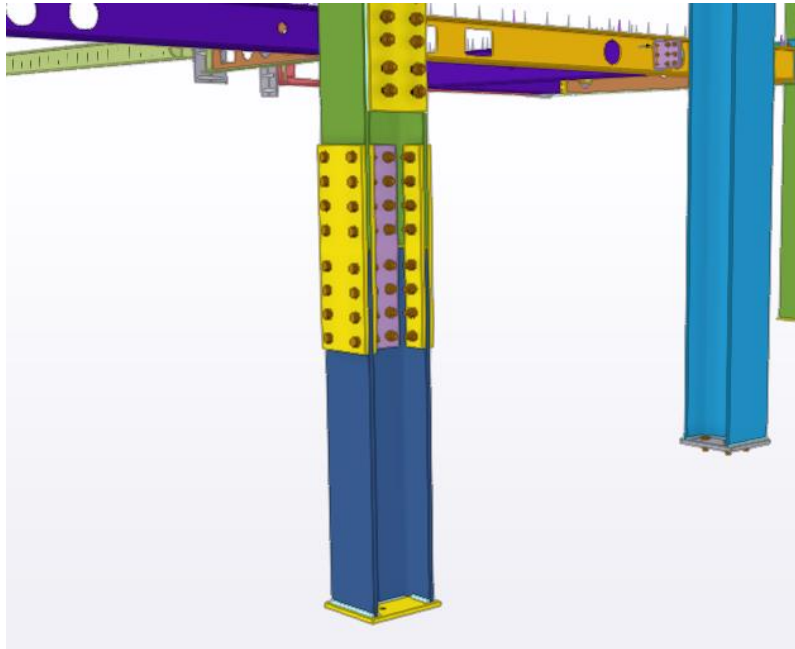


Figura 15 - Ligação Coluna – Coluna (Fonte: Software Tekla, 2023)

#### 4.5.2.4 Ligação Coluna - Base Betão

As colunas são fixadas ao betão da laje inferior através dos chumbadouros, onde o perfil é soldado à chapa que contém os varões roscados com esquematizado na Figura 16.

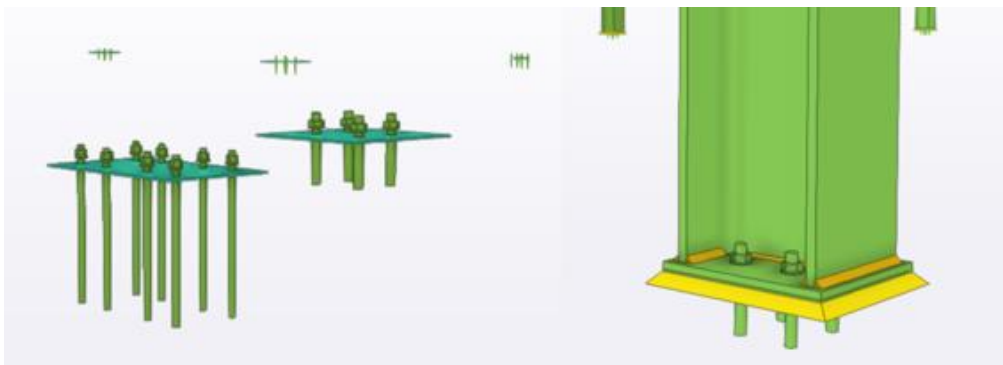


Figura 16 - Ligação Coluna - Base Betão (Fonte: Software Tekla, 2023)

Estes acessórios de ligações ao betão, que são fabricados internamente, levam tratamento superficial e seguem para obra para serem instalados com bucha química. A ancoragem química, ou seja, a aplicação de bucha química, é uma opção para fixar a estrutura metálica ao betão. É realizada através de um furo no betão, onde é introduzido um varão roscado e resina, colando assim o varão ao betão. A resina vem num formato de cartucho e necessita de uma pistola para fazer a aplicação. Esta pistola é reutilizável, portanto, para a encomenda de cartuchos faz-se o cálculo de quantos ml serão necessários para o embebedimento de cada varão [17].

As ligações ao betão podem ser também verticais, ou seja, as vigas são fixadas ao betão através dos chumbadouros, conforme a Figura 17.



Figura 17 - Ligação Aço – Betão (Fonte: Obra SMEG, 2023)

#### 4.5.2.5 Ligação Coluna - Viga

A coluna leva uma chapa vertical na alma do perfil e, através de uma chapa, os parafusos são aplicados na viga e na chapa da coluna, conforme a Figura 18.

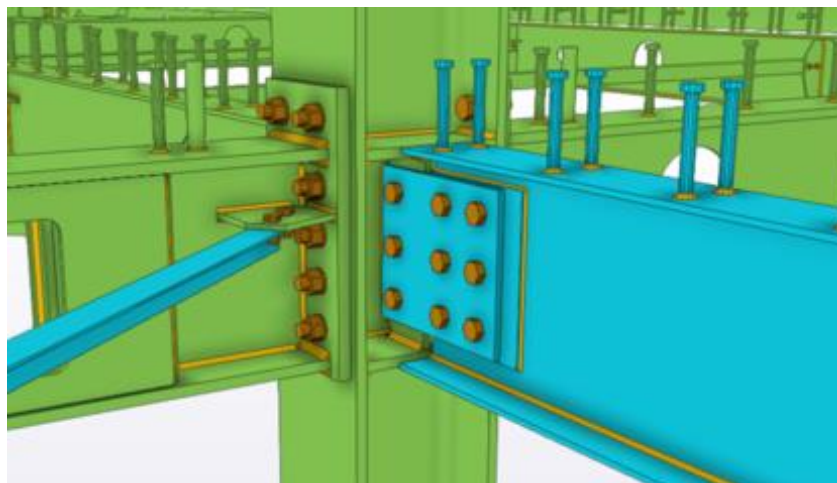


Figura 18 - Ligação Coluna – Viga (Fonte: Software Tekla, 2023)

#### 4.5.2.6 Ligação *Viga - Viga*

Esta ligação é aparafusada com chapa, porém, pode ser realizada de duas formas. Uma delas, consiste em utilizar o método da *Coluna – Viga* (Figura 19), enquanto na outra são aparafusadas duas chapas de ligação, onde as duas são soldadas às vigas e tem encontro com as faces (Figura 20).

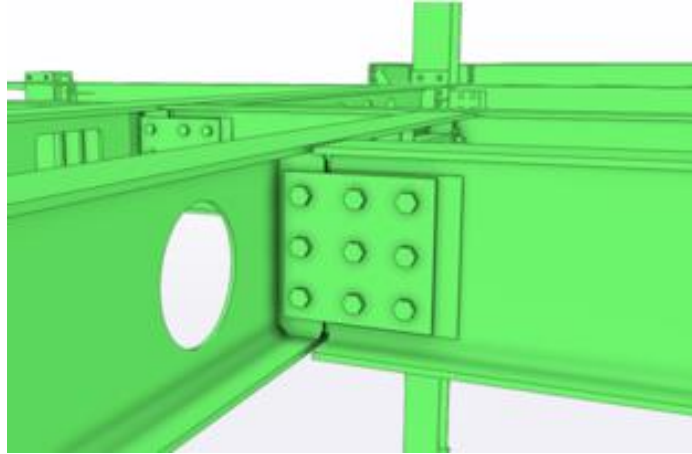


Figura 19 - Ligação *Viga – Viga*, utilizando o Método *Coluna – Viga* (Fonte: Software Tekla, 2023)

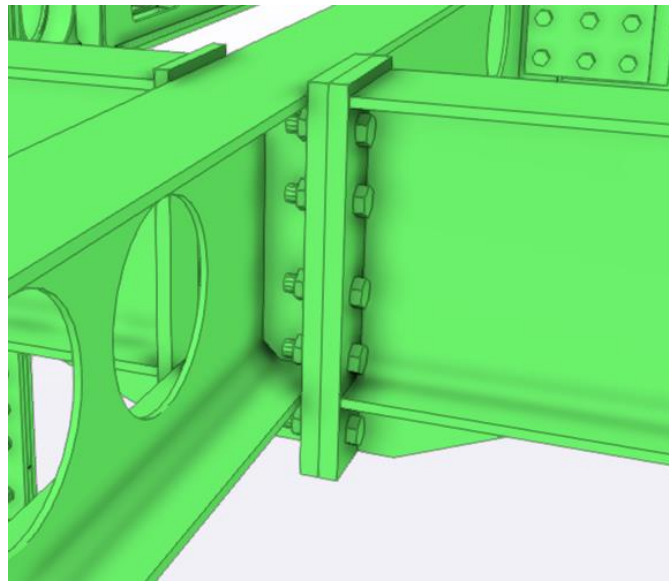
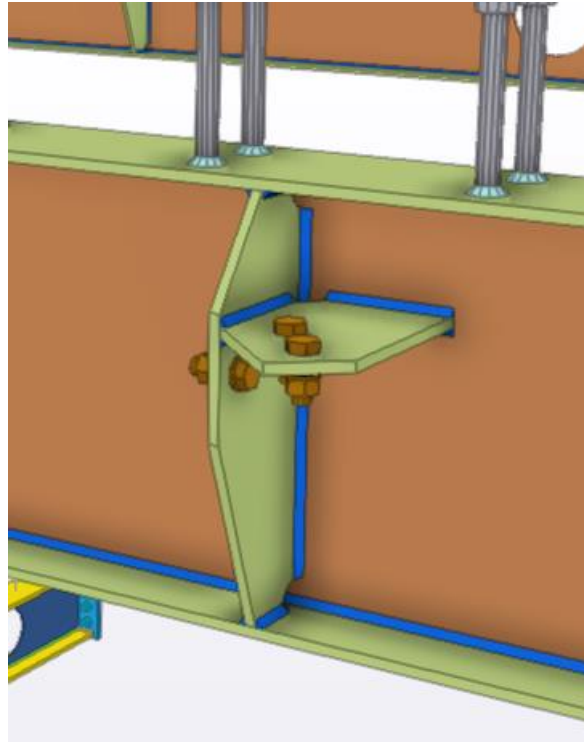


Figura 20 - Ligação *Viga – Viga*, Utilizando Duas Chapas de Ligação Soldadas às Vigas (Fonte: Software Tekla, 2023)

#### 4.5.2.7 Ligação *Estrutura Provisória – Estrutura Definitiva*

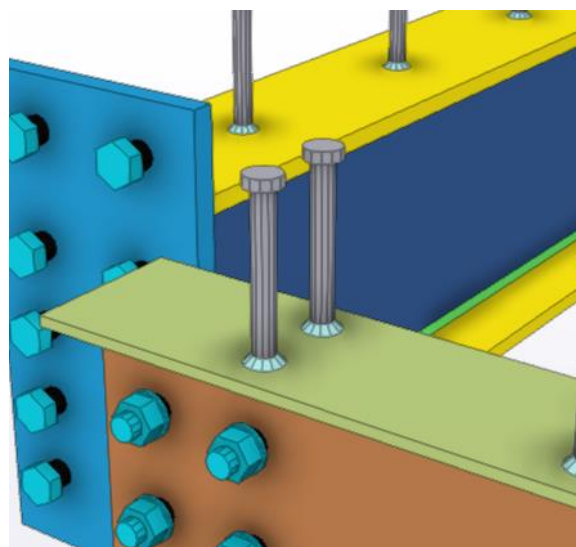
Para que seja possível fixar as cantoneiras, que servem de suporte à chapa colaborante, a estrutura provisória do SMEG necessita de ligações. Com isso, as vigas da estrutura definitiva recebem pequenas chapas soldadas à alma para que as cantoneiras possam ser aparafusadas, como ilustrado na Figura 21.



**Figura 21 - Ligações para a Fixação da Estrutura Provisória à Definitiva (Fonte: Software Tekla, 2023)**

#### 4.5.2.8 Conectores

Os conectores (Figura 22) têm como função conectar a viga à laje e, quando necessário, ancorá-la. Estes são soldados às vigas em fábrica, como mostrado na Figura 23.

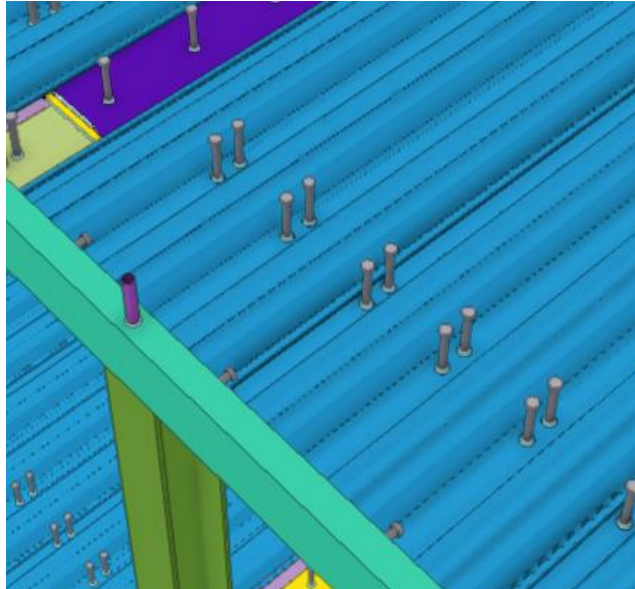


**Figura 22 – Conectores (Fonte: Software Tekla, 2023)**

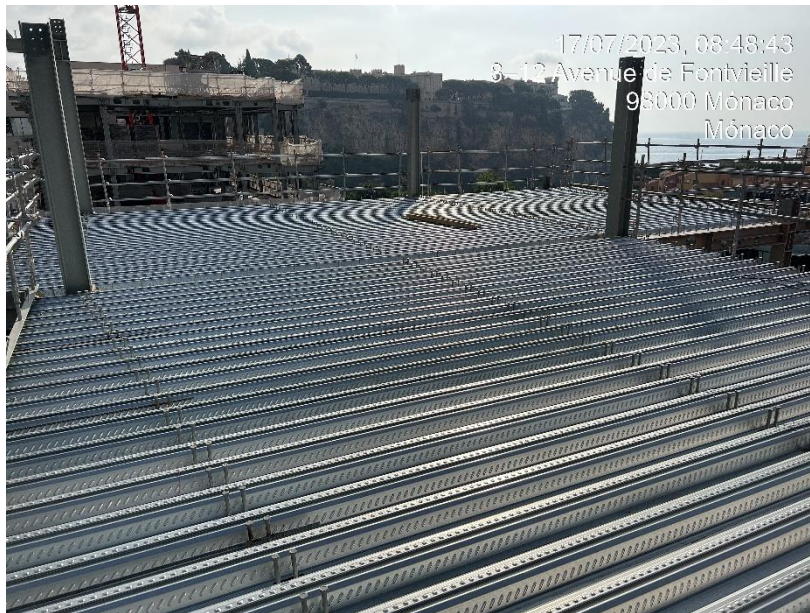


**Figura 23 - Conectores Soldados às Vigas (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023)**

As chapas são instaladas com furação (por onde passa o conector) para que os conectores tenham contacto com o betão, como mostram as Figuras 24 e 25.



**Figura 24 - Chapa Colaborante Instalada (Fonte: Software Tekla, 2023)**



**Figura 25 - Chapa Colaborante Instalada em Obra (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

As dimensões dos conectores utilizadas no SMEG são:

- D19 (150 mm) – Diâmetro 19 mm, com comprimento de 150 mm.
- D22 (175 mm) – Diâmetro 22 mm, com comprimento de 175 mm.

## **CAPÍTULO 5 – GESTÃO DO PROJETO**

O Departamento de Gestão de Projeto providencia a organização das informações do projeto e suas necessidades e orienta a fábrica e a logística quanto a prazos, quantidades e prioridades. Isto facilita a comunicação interna da empresa com a obra e sua execução.

Este trabalho não é estático. O projeto pode sofrer alterações, a obra pode sofrer atrasos por parte do cliente e isto exige adaptações e reformulações, não apenas no fabrico, mas também na logística.

Cada elemento da estrutura metálica contém uma referência e esta é a forma de determinar ao departamento de logística o que será expedido e quando, seja para o subempreito que executa o tratamento superficial ou para a obra.

Para manter a rotação deste processo nos departamentos, é emitida uma lista de material inicial. Esta engloba todas as zonas da obra que já tem sua geometria definida, mesmo que ainda não exista ligações, pode-se assim, fazer a encomenda de aço.

Desta forma, o preço do aço é mais baixo, devido a grande quantidade e não é preciso contabilizar tempo para aprovisionamento de material no momento que é feito o desbloqueio para fabrico.

## 5.1 Processo de Fabrico

Para a fábrica são os processos de fabrico (PF's) que levam a sigla como nome. Cada um tem a sua numeração e desta forma é possível identificar aquela parcela específica do projeto no planeamento interno.

Os PF's são enviados à indústria pela preparação num ficheiro no qual constam os desenhos de fabrico e a lista de material que será necessário para execução.

Caso não haja o material em stock devido a compra inicial, é feita a otimização apenas do que falta e faz-se a consulta no mercado.

O projeto SMEG é formado por 45 processos de fabrico, que incluem: (i) estrutura definitiva, (ii) estrutura provisória, (iii) chapa colaborante, (iv) rufos e (v) chumbadouros.

Devido à elevada quantidade de PF's, citam-se, a seguir, alguns deles como exemplo [3].

### 5.1.1 PF10\_1 - Chumbadouros de Arranque de Pilares (Piso 6)

Foram usados chumbadouros com varões roscados M24 (185mm) e M16 (370 e 300mm) fixados com bucha química (Figura 26). Os acessórios dos chumbadouros zincados têm classe de resistência 8.8 [17] [18].

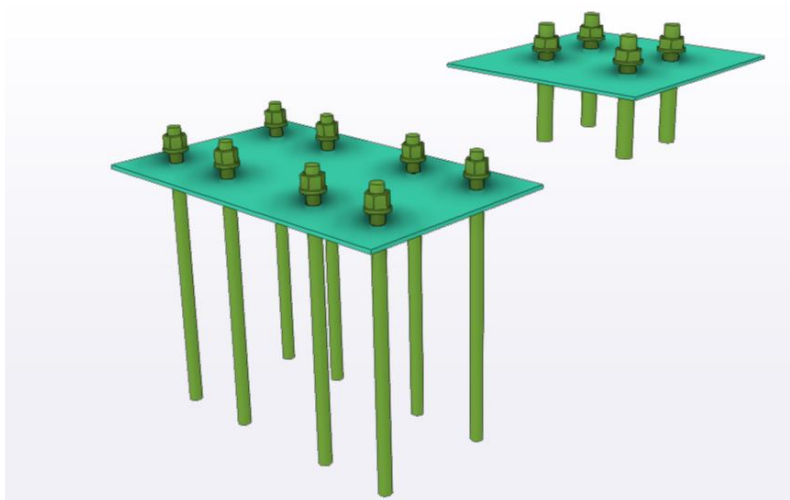


Figura 26 – Chumbadouros (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.1.2 PF10\_3 – Vigas do Miolo do Bloco A e C (Pisos 6 e 7)

Para impedir atrasos elevados, devido ao facto do projeto SMEG ter inúmeras intervenções tardias do cliente, foram seleccionados elementos para fabrico que já estavam desbloqueados e enviados para a obra em cargas otimizadas, nomeadamente, as VRS's (Figuras 27 e 28).

As VRS's são as vigas feitas em fábrica com chapas cortadas e soldadas (Figura 29).

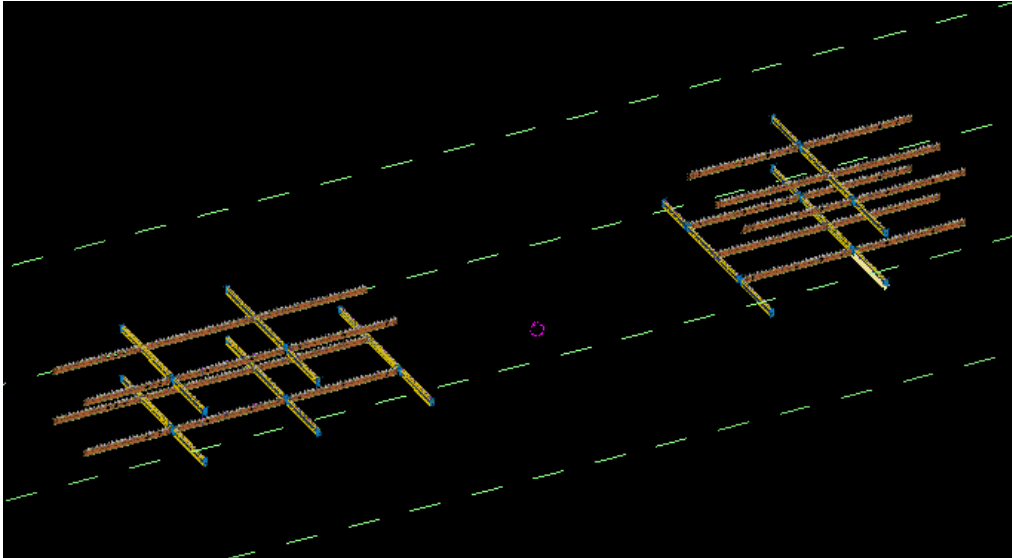


Figura 27 - Visão Geral 3D do Processo (Fonte: Software Tekla, 2023)

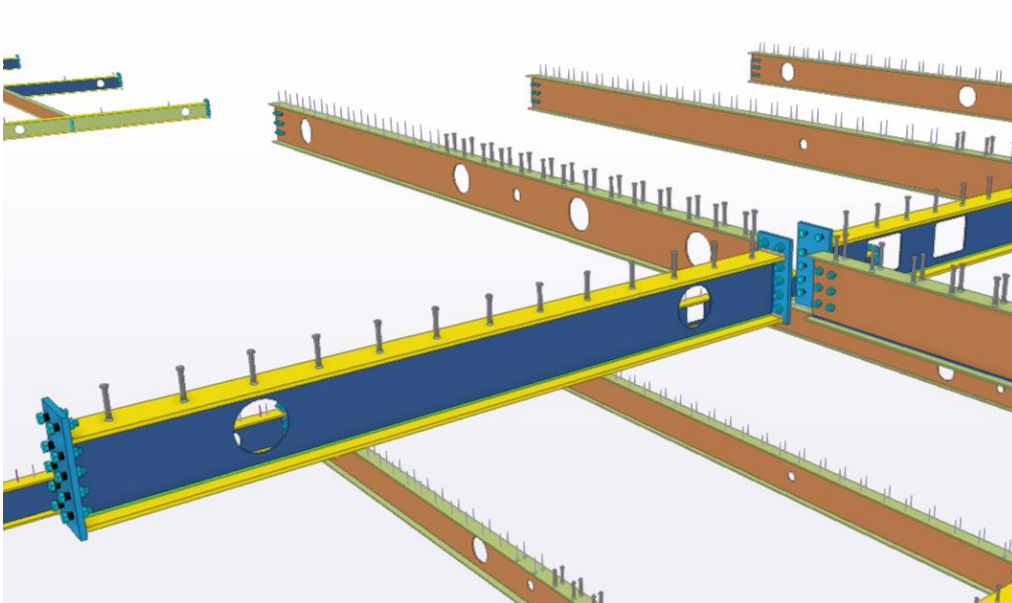


Figura 28 – Modelo VRS (Fonte: Software Tekla, 2023)



Figura 29 - VRS Fabricada pela Bysteel Enviada para Obra (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023)

### 5.1.3 PF10\_2C – Estrutura Provisória Bloco C (Pisos 6 e 7)

A estrutura provisória (Figura 30) serve apenas para auxiliar a montagem da estrutura definitiva e após o término da montagem não é reaproveitada, ou seja, vira sucata.

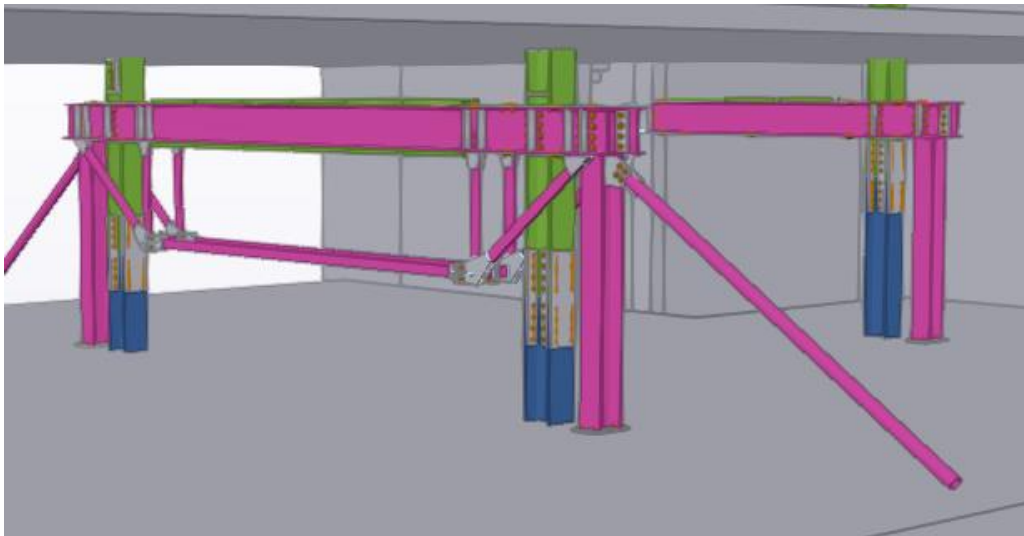


Figura 30 - Estrutura Para Auxílio de Montagem (Fonte: Software Tekla, 2023)

A visão do processo inteiro (Figura 31) permite verificar a aparição das cantoneiras nos Pisos 6 e 7.

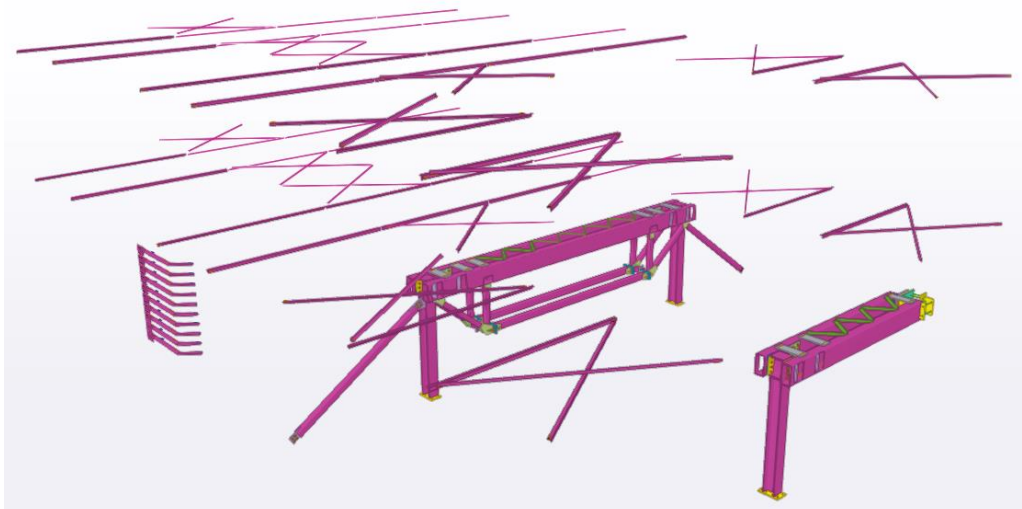


Figura 31 – Visão Geral do PF (Fonte: Software Tekla, 2023)

Para dar sustentação à montagem dos cinco pisos da elevação de estrutura metálica da obra, a estrutura provisória deste processo de fabrico (Figura 32) é utilizada desde o início da montagem e só será retirada ao ser finalizada. Esta estrutura é definida pelo departamento de projeto e, por vezes, definida juntamente com a obra. Nos casos de dimensionamento é imposta puramente pelo projeto, pois o que levou a tal decisão foi uma questão de transferência de carga, segurança e desempenho da estrutura metálica e do edifício já existente. Porém, nos casos de serem instaladas em obra peças altas, o diretor de obra pode exigir um tipo de estrutura com função de escoramento.



Figura 32 - Estrutura Provisória em Obra (Fonte: Obra SMEG, 2023)

#### 5.1.4 PF11\_1A – Chumbadouros Bloco A (Pisos 6 e 7)

Os chumbadouros (Figura 33) tiveram processos de fabrico separados, pois estes acessórios têm prioridade na montagem. Portanto, em cada zona desbloqueada pelo projeto para ser fabricada, emitiu-se um PF de chumbadouros.

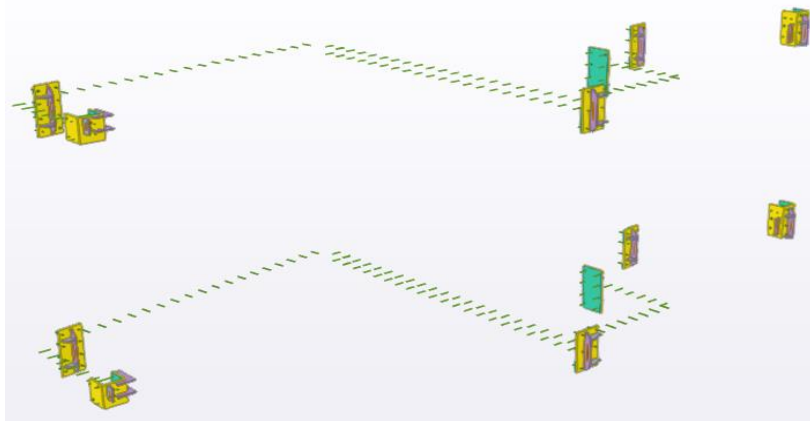


Figura 33 - Visão Geral dos Chumbadouros (Fonte: Software Tekla, 2023)

A Figura 34 mostra um chumbadouro já instalado em obra. De notar que, apesar de ser um acessório fixado ao betão, leva tratamento superficial com primário na face exterior.



Figura 34 - Chumbadouro Instalado ao Betão (Fonte: Obra SMEG, 2023)

### 5.1.5 PF11\_3C – Estrutura Definitiva Bloco C (Pisos 6 e 7)

Após o desbloqueio de geometrias e ligações através do Departamento de Projeto, foi possível emitir um processo de fabrico a englobar os Pisos 6 e 7 (Figura 35).

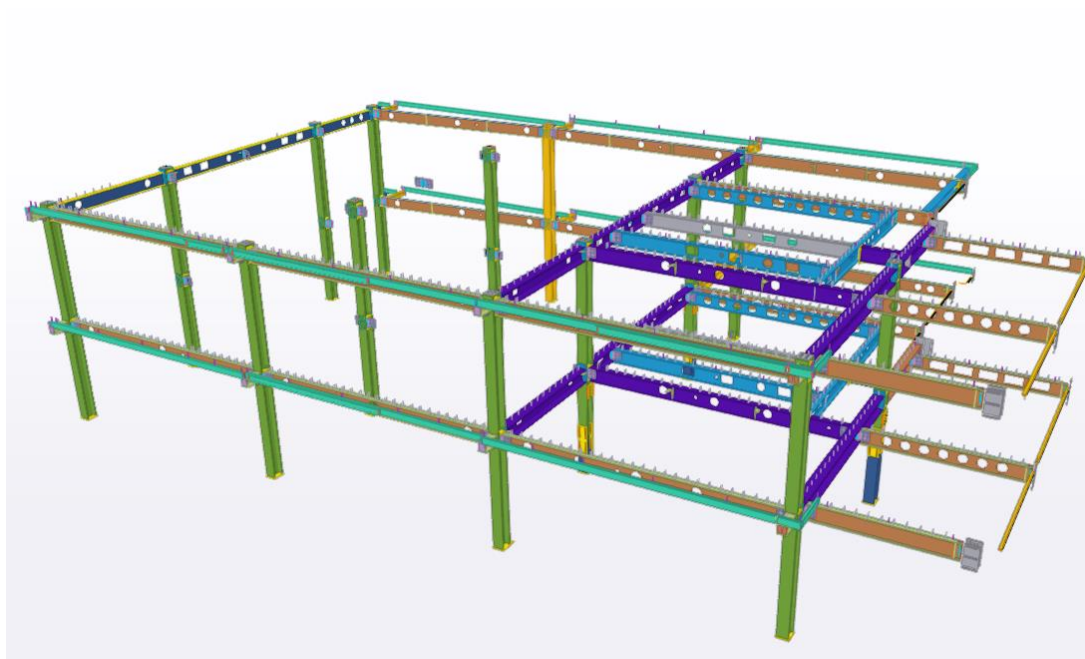


Figura 35 - Elementos da Estrutura Definitiva do Bloco C (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.1.6 PF CC100 – Chapas Colaborantes Cofraplus80 (Pisos 6 e 7) Blocos A e C

Mantida a prioridade nos Blocos C e A, o primeiro processo de fabrico de chapas colaborantes englobou os Pisos 6 e 7 destes dois blocos (Figura 36). Como neste projeto existem conectores, ou seja, a necessidade de realizar furações nas chapas, a Preparação enviou a lista de material e também os desenhos de fabrico. Caso não fossem necessárias furações, seriam enviadas apenas as listas com os comprimentos e quantidades das chapas.

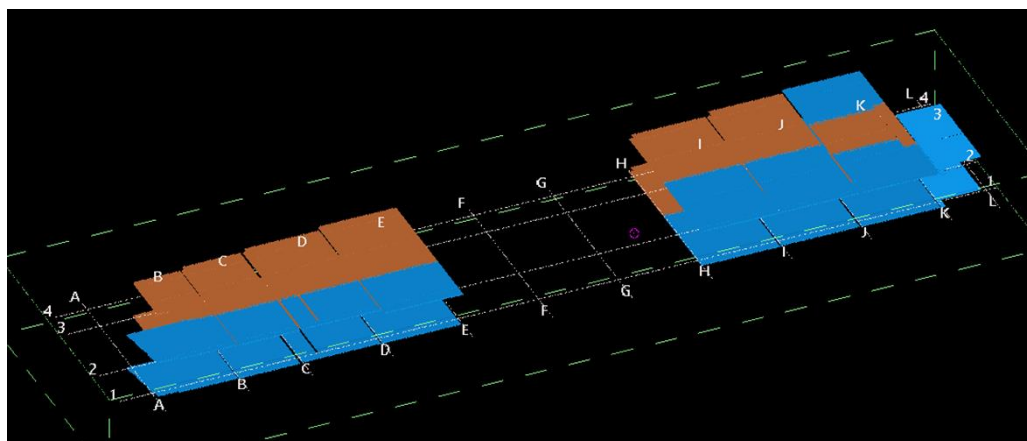


Figura 36 - Visão Geral 3D Chapa Colaborante (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.1.7 PF20\_3C\_REV\_A – Estrutura Definitiva Bloco C (Piso 8)

Neste conjunto de peças do bloco C, foi necessária a revisão do processo de fabrico. Apesar do PF ter sido emitido após validação do Projeto, o cliente solicitou alterações tardias originando a soldadura de reforços à alma das VRS's (Figura 37).

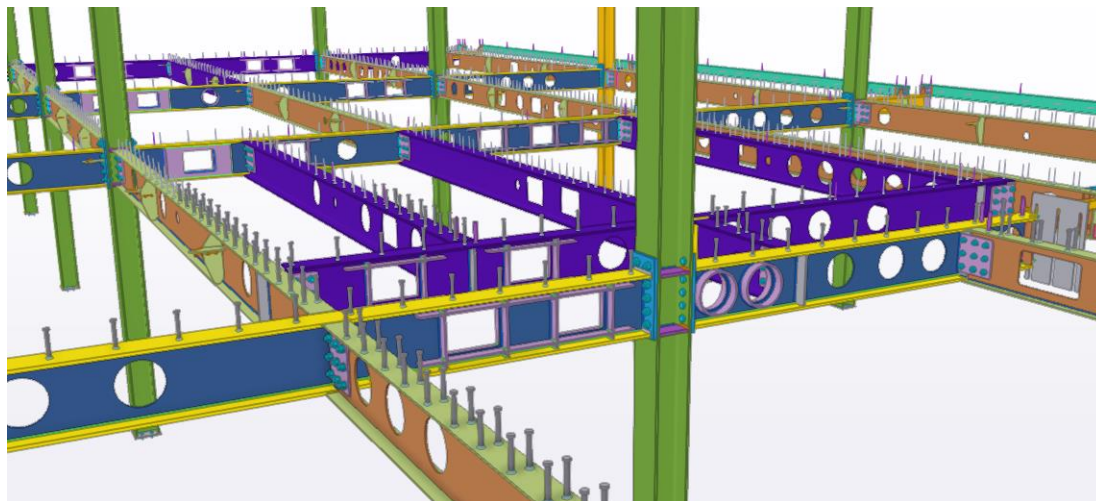


Figura 37 - Inclusão de Reforços nas VRS (Fonte: Software Tekla, 2023)

Nos reforços circulares, para evitar a calandragem de chapa (curvar a chapa em forma circular, que torna o processo mais trabalhoso), foram soldados às vigas tubos CHS 273x12 (Figuras 38 e 39). O departamento de projeto definiu esta solução segundo os dimensionamentos e estudos referentes à estrutura.

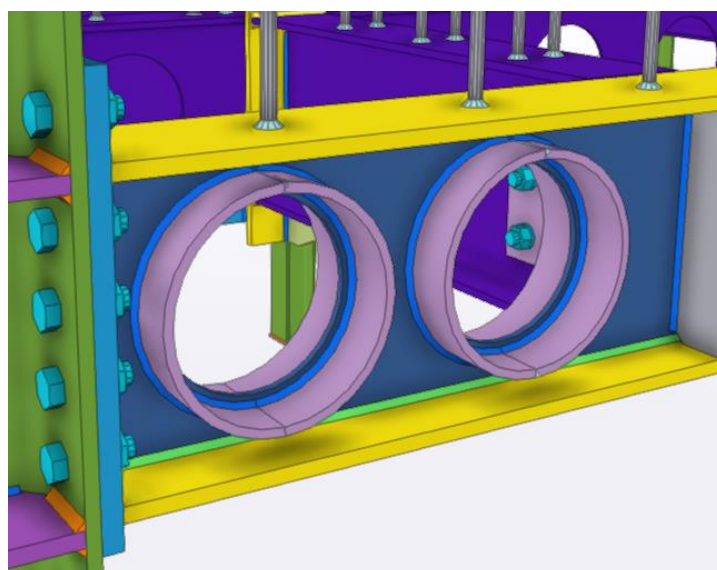
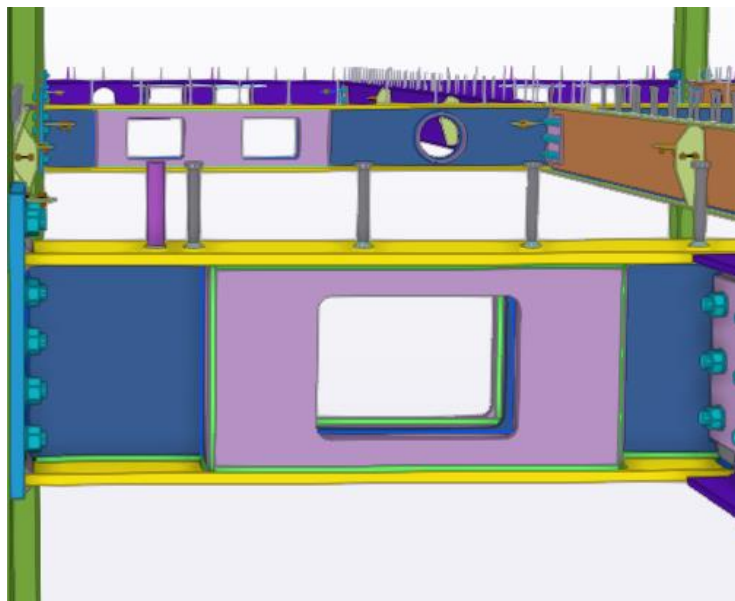


Figura 38 - Tubos CHS 273x12 para Reforço Circular (Fonte: Software Tekla, 2023)



**Figura 39 – Tubo CHS 273x12 para Reforço Circular, Soldado em Fábrica (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023)**

Para os reforços retangulares das vigas foram soldadas chapas (Figuras 40 e 41).



**Figura 40 - Chapas para Reforço Retangular (Fonte: Software Tekla, 2023)**



Figura 41 – Chapas para Reforço Retangular, Soldadas em Fábrica (Fonte: Fábrica Bysteel, 2023)

#### 5.1.8 PF11\_4C – Reforços dos Furos da Alma das VRS Bloco C (Pisos 6 e 7)

Devido a parte das VRS's já estarem em obra, foi criado um processo de fabrico para que estes reforços fossem soldados e pintados em obra (Figura 42).

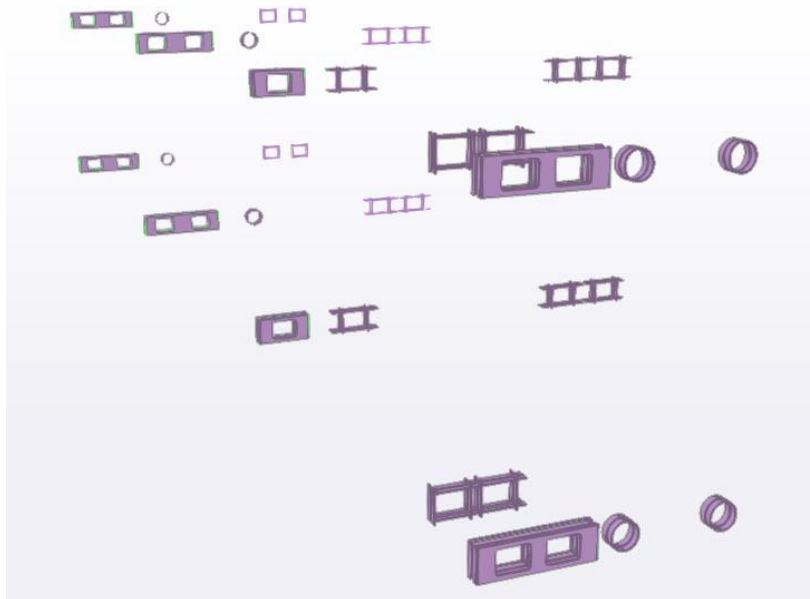


Figura 42 - Reforços de Aberturas de Vigas, Soldados em Obra (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.1.9 PF20\_2C – Estrutura Provisória Bloco C (Pisos 8)

Esta estrutura em cantoneiras esteve presente em todos os pisos da elevação, que tem a função de auxiliar a montagem das chapas colaborantes para a execução da laje mista (Figura 43).

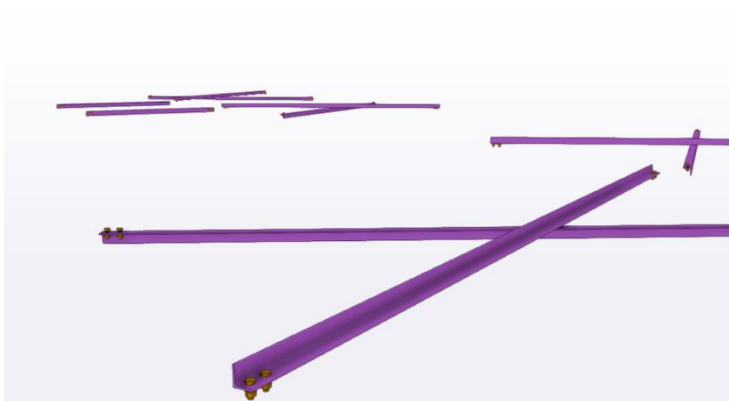


Figura 43 - Cantoneiras de Apoio à Chapa Colaborante (Fonte: *Software Tekla*, 2023)

Na Figura 44 é possível visualizar as cantoneiras já instaladas na estrutura definitiva através das ligações de apoio já mencionadas e a servir de apoio para a chapa colaborante. Sendo uma estrutura provisória que será retirada após o término da montagem, não necessita de ser submetida a um tratamento superficial. É apenas cortada e furada em fábrica para ser expedida para a obra, podendo mesmo apresentar sinais de oxidação.



Figura 44 - Cantoneira Instalada em Obra (Fonte: *Obra SMEG*, 2023)

### 5.1.10 PF22\_B – Escadas Bloco B Norte

Apesar deste processo de fabrico ainda não se encontrar concluído, está previsto e incluído no planeamento. Visto que a sua geometria sofreu inúmeras alterações no decorrer da obra, é uma entrega que ultrapassa os prazos iniciais e por isso não há registos fotográficos. A sua estrutura é constituída por longarinas de perfil UPN300, degraus com chapas quinadas, com estrutura e em tubo soldado no interior, e cantoneiras nos patamares (Figuras 45, 46 e 47) [19].

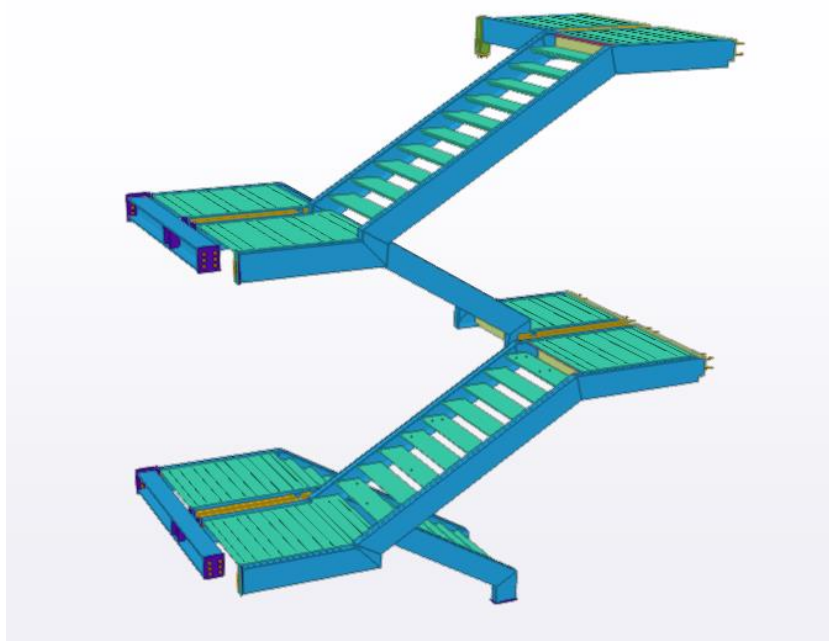


Figura 45 - Desenho 3D das Escadas (Fonte: Software Tekla, 2023)

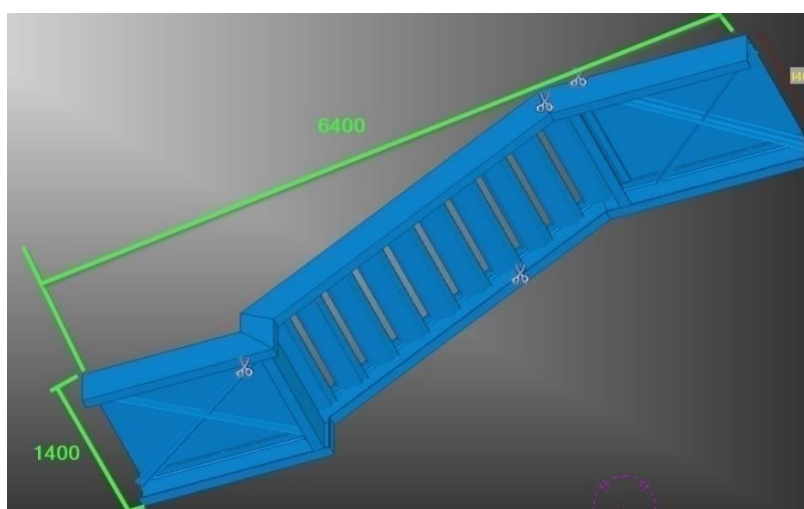


Figura 46 - Dimensões do Lance de Escada (Fonte: Software Tekla, 2023)

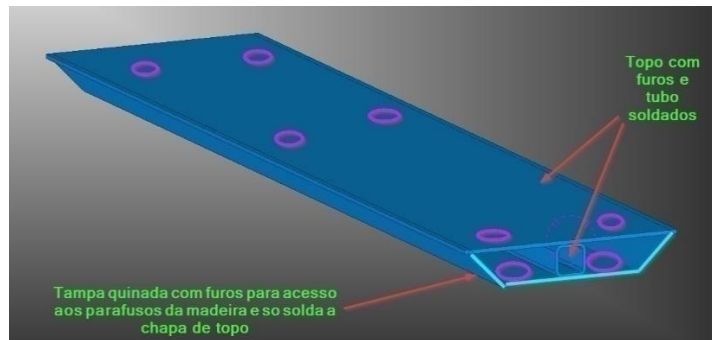


Figura 47 - Detalhe do Degrau da Escada (Fonte: Software Tekla, 2023)

A escada levará um tratamento de termolacagem com RAL 9006 e 90% de brilho. Este processo consiste na aplicação em estufa de uma tinta em pó (pintura eletrostática) (Figura 48).

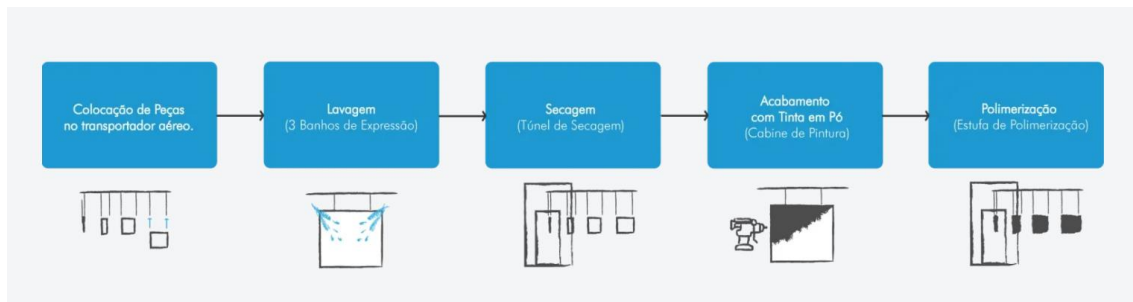


Figura 48 - Processo de Termolacagem (Fonte: Site AF Azevedos, 2023)

## 5.2 Pack de Expedição

Fornecidos os packs de expedição (PE) para a Logística, formalizam-se num ficheiro quais as referências que serão expedidas. Este ficheiro também orienta a marcação dos camiões, pois cada carga pode ter no máximo 22 Ton. É necessário fazer a marcação previamente e, caso ultrapasse este peso, analisa-se a necessidade da obra para o avanço do envio de dois camiões ou para a espera da finalização de outros PF's. Caso seja feita a espera, o material será expedido em cargas otimizadas.

Na definição dos PE's é feito o alinhamento com o diretor de obra, principalmente em casos onde há referências prioritárias de PF's diferentes. Estes casos acontecem quando os processos foram elaborados com poucas peças devido à indefinição do projeto ou a urgências na montagem.

Os projetos que tem os seus processos de fabrico definidos em grandes zonas da obra, podem ter os seus packs de expedição traduzidos com listas de prioridades. Desta forma, orienta-se não só a Logística como também o Fabrico [20].

Seguem a seguir exemplos de packs de expedição do projeto SMEG.

### 5.2.1 PE0001

Deste pack de expedição, fazem parte os processos de fabrico da Figura 49, listados abaixo:

- Pilares e Vigas (PF11\_3C)
- Estrutura provisória (PF10\_2)
- Chumbadouros (PF10\_1)

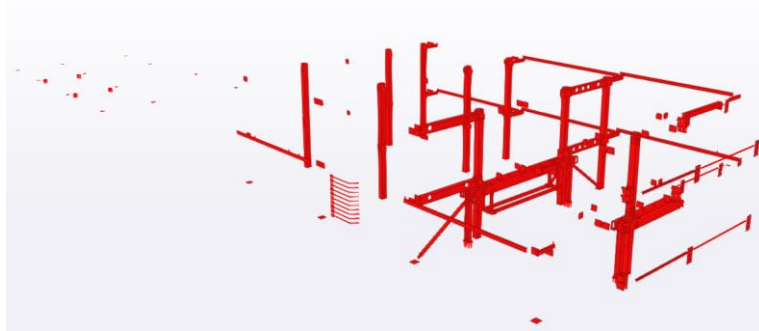


Figura 49 - Elementos Prioritários à Obra [PE0001] (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.2.2 PE0002

Deste pack de expedição, fazem parte os processos de fabrico da Figura 50, listados abaixo:

- *Inserts* (PF11\_1C)
- Estrutura definitiva (PF11\_3C)
- Estrutura provisória (PF10\_2C)

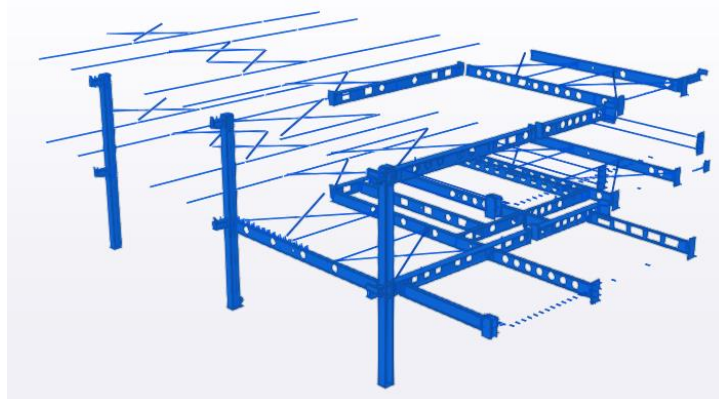


Figura 50 - Elementos Prioritários à Obra [PE0002] (Fonte: Software Tekla, 2023)

### 5.2.3 PE0003

Deste pack de expedição, fazem parte os processos de fabrico da Figura 51, listados abaixo:

- Estrutura definitiva (Bloco C) - PF11\_3C e PF10\_3
- Estrutura definitiva (miolo Bloco A) - PF10\_3

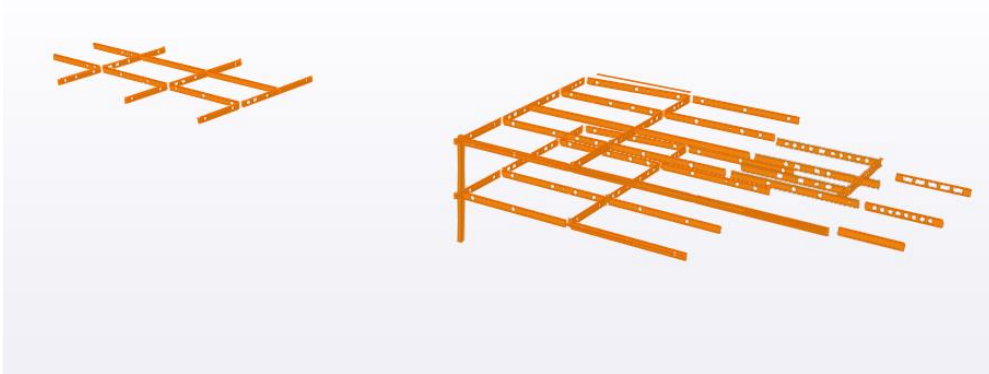


Figura 51 - Elementos Prioritários à Obra [PE0003] (Fonte: Software Tekla, 2023)

## 5.3 Montagem

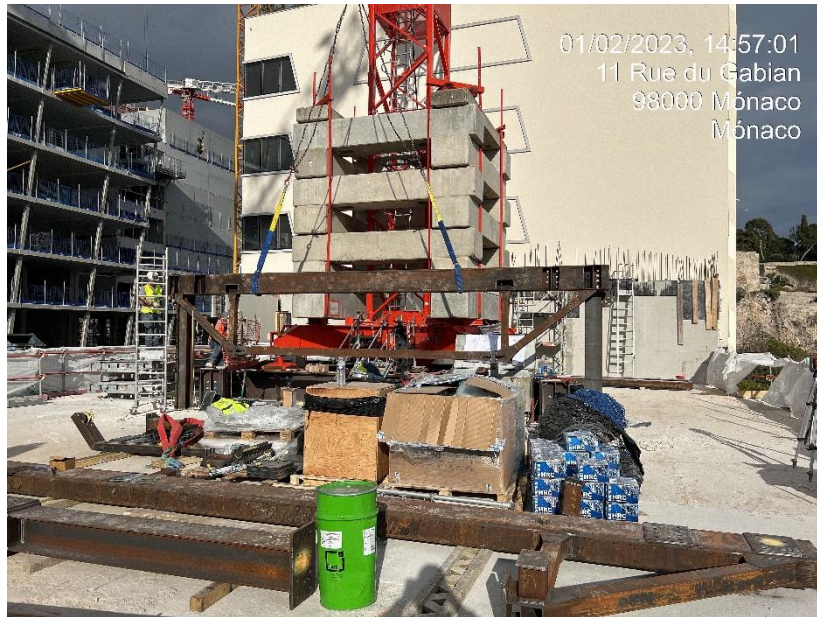
A montagem é coordenada com o diretor de obra e conta com reuniões juntos à gestão de projeto para quantificar materiais, equipamentos e mão de obra, para que seja feita a previsão de custos e analisar os recursos do projeto.

No caso do SMEG, a montagem acompanha o ritmo do cliente, que tem como responsabilidade o betão da obra. Após a montagem dos pilares, vigas, estrutura provisória e chapa colaborante de um piso, é necessário aplicar a armadura e betão, para que depois de seco seja possível iniciar a montagem dos pilares do piso superior e assim por diante. Em consequência disso, a obra estendeu-se cerca de 4 meses no planeamento.

A mão de obra é contratada no Mónaco e ainda conta com um encarregado interno. A coordenação da obra com o cliente e diretor de obra é feita pelo diretor de produção que serve também como canal de informações entre os acontecimentos em campo e ao diretor de gestão de projeto que lidera o departamento de Gestão de Projeto. Assim, faz-se o alinhamento das necessidades de ambos os lados.

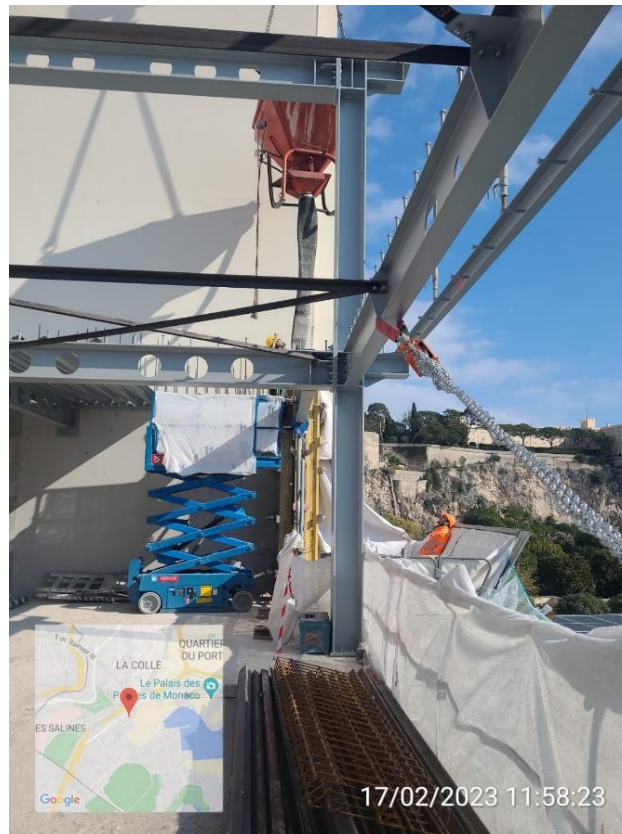
A seguir são apresentadas algumas fotografias da montagem da obra SMEG, por ordem cronológica.

Na Figura 52 é representado o início da montagem. Nesta fase foram instaladas as peças da estrutura metálica provisória que dá apoio à estrutura definitiva [21] [22].



**Figura 52 - Montagem de Estrutura Provisória (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

A meados de fevereiro, a estrutura definitiva começa a ser montada com os pilares e vigas do Piso 6 do Bloco C. São também montadas as cantoneiras nas vigas, para que seja possível receber a chapa colaborante (Figura 53).



**Figura 53 - Montagem do Piso 6 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

A montagem do Piso 7 do Bloco C (Figura 54) avança para a instalação da chapa colaborante no final de março. Esta montagem demonstra que o planeamento está a ser cumprido, pois não há quebra de ritmo e o material está em obra conforme a necessidade de montagem.



**Figura 54 - Montagem do Piso 7 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

O Piso 9 teve início de montagem quando o Piso 8 ainda não estava finalizado. Enquanto é finalizada a montagem da chapa colaborante do Piso 8, estão a ser montadas as colunas e vigas do Piso 9 (Figura 55).



**Figura 55 - Montagem do Piso 8 e 9 (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

No final de abril, a obra deu início à montagem do Piso 6 do Bloco A (Figura 56).



**Figura 56 - Montagem do Piso 6 do Bloco A (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

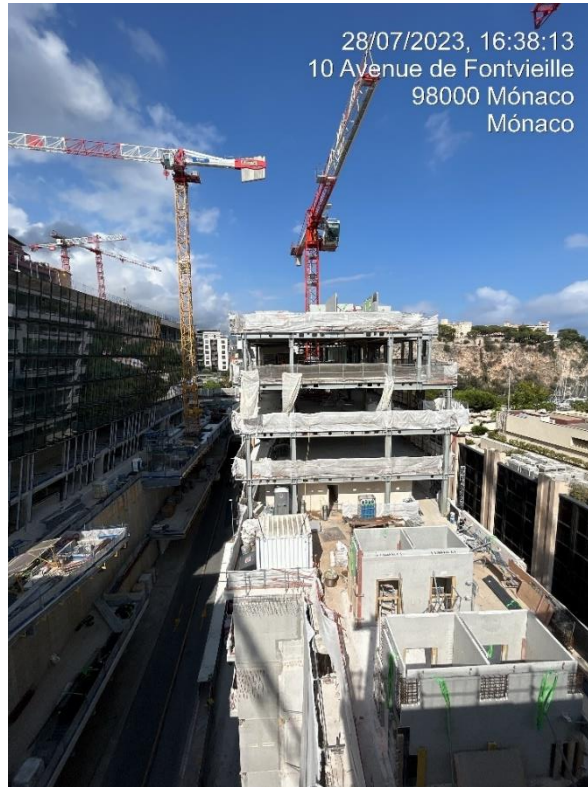
Para dar seguimento à montagem do Bloco A, a estrutura do Bloco C ficou montada até ao Piso 9 (Figura 57). Neste projeto o cliente teve dificuldades em betonar as lajes dentro dos prazos do planeamento, portanto a estrutura metálica pôde adotar um ritmo mais brando e deixar o Piso 10 de ambos os blocos para ser montados simultaneamente.



**Figura 57 - Montagem do Piso 9 do Bloco C (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

Através da observação da Figura 58 fica perceptível que o Bloco A atinge o Piso 9 como no Bloco C, pois o registo fotográfico é feito da mesma altura. Nesse momento é iniciada a montagem do Piso 10.

O Piso 10 possui menos elementos, logo, será mais rápido que os restantes pisos, possibilitando assim a montagem do Bloco B Sul logo a seguir.



**Figura 58 - Montagem do Piso 10 do Bloco A e C (Fonte: Obra SMEG, 2023)**

Como já mencionado anteriormente, a montagem do Bloco B ficou estruturada em duas partes. O Bloco B Norte ainda contém elementos bloqueados devido à indefinição das escadas, mas desta forma pode-se fabricar a maior parte das peças e deixa-se em standby apenas o que está bloqueado pelo Projeto.

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

O estágio realizado na Bysteel S.A. foi verdadeiramente enriquecedor, quer a nível pedagógico quer a nível profissional, pela possibilidade e oportunidade que de explorar e aplicar conceitos teóricos à prática.

Exercer esta atividade demonstra a alta importância da organização na execução de uma obra. Os procedimentos controlados tornam-se mais visíveis, os possíveis problemas tornam-se previsíveis e, em circunstâncias onde a falha é inevitável, é fornecido tempo hábil de encontro de uma alternativa.

Atuar em cada área da Engenharia Civil proporciona presenciar o que se aprendeu nos livros. O contato com a prática traz um melhor entendimento e aprofundamento de como tudo funciona e quais as novas necessidades que se é necessário enfrentar. Para o caso da estrutura metálica, foi proporcionada a oportunidade de analisar todos os materiais, processos de fabrico e métodos construtivos.

As ideias que surgem do mundo teórico ideal podem não ser aplicáveis na prática de montagem da estrutura. Cada obra tem as suas condicionantes e os responsáveis dos departamentos envolvidos têm de estar em constante acompanhamento, para que os obstáculos em campo sejam pensados atempadamente e o Diretor de Obra exerça com facilidade a rotatividade da montagem. O controlo financeiro foi a chave principal para guiar as decisões de seguimento da obra e a organização dos restantes departamentos.

Na posição de Gestor de Projeto, ficou clara a importância de se praticar a partilha de risco. São muitas responsabilidades e decisões com envolvimento financeiro de alto valor que pedem experiência para tomá-las. O Diretor de Gestão de Projeto é o líder deste departamento e tem o papel fundamental na tomada de decisões, sendo de extrema importância o seu envolvimento nas atualizações dos projetos, para que possa auxiliar e notificar a administração. O envolvimento dos cargos mais elevados é também necessário para a relação dos clientes com a empresa. Após a análise das situações críticas que são apresentadas pela Gestão de Projeto, são elaboradas abordagens de tratamento de informação para que sejam tomadas as melhores decisões para ambas as partes.

O trabalho em equipa é renovado a cada nova obra que se inicia. Em cada projeto são formadas novas equipas, o que desenvolve a capacidade de adaptação do ambiente e entendimento do foco do trabalho. Todas as obras serão executadas, cabendo aos integrantes das equipas do projeto decidirem juntos a melhor forma de executar o projeto. Com a realização deste estágio, pode concluir-se que os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bysteel (2023). <https://www.bysteel.pt/empresa/>. Acedido a 8 de março de 2023, Braga.
- [2] *Software Robot Structural Analysis Professional*, Autodesk, 2023.
- [3] Ficheiros internos da Bysteel. Braga, 2023.
- [4] *Software Tekla*, Trimble, 2023.
- [5] Pannoni, F.D. Projeto e Durabilidade, Manual da Associação Brasileira de Construção Metálica, 2017
- [6] Fernandes, P., Rodrigues H., Júlio, E. (2023). *Patologias e Reabilitação do Património Construído, Mestrado em Engenharia Civil – Construções Cíveis, Notas de aula*. Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.
- [7] Santos, F e Silva, L.S. Manual de Execução de Estruturas Metálicas, CMM, Associação Portuguesa de Construção Metálica e Mista, 2014.
- [8] NP EN 1090-2-2020 Execução de Estruturas de aço e de estruturas de alumínio, Parte 2: Requisitos técnicos para estruturas de aço, Instituto Português da Qualidade, 2020
- [9] *Estruturas Metálicas e Mistas, Mestrado em Engenharia Civil – Construções Cíveis. Notas de aula*. Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.
- [10] Calado, L. e Santos, J. Estruturas Mistas de Aço e Betão, IST Press, 2010.
- [11] ArcelorMittal (2013). <https://construction.arcelormittal.com/en>. Acedido a 17 de maio de 2023, Santarém.
- [12] Jaspart, J.P. and Weynand, K. Design of Joints in Steel and Composite Structures, ECCS – European Convention for Constructional Steelwork, Ernst & Sohn, 2016.
- [13] Fabory (2023). <https://www.fabory.com/pt>. Conjunto para fixação estrutural EN 15048 Aço Zincado 8.8/8 M20X60. Acedido a 7 de fevereiro de 2023, Setúbal. Acedido a 3 de março de 2023.
- [14] NP EN 15048-1:2019 (Ed. 1) Elementos de ligação roscados de construção não pré-esforçados. Parte 1: Requisitos gerais
- [15] NP EN 14399-10:2018 (Ed. 1) Elementos de ligação roscados de construção de alta resistência aptos a pré-esforço. Parte 10: Sistema HRC – Ligações parafuso-porca com pré-esforço calibrado
- [16] Emile Maurin (2023). <https://www.emile-maurin.fr/>. França Acedido a 13 de setembro de 2023.
- [17] Hilti (2023). <https://www.hilti.pt/>. Braga. Acedido a 22 de agosto de 2023.

- [18] Pinho, O, M. O. Execução de estruturas de Aço - Práticas Recomendadas; Manual da Associação Brasileira de Construção Metálica, 2010
- [19] AF Azevedos (2023). <https://afazevedos.pt/termolacagem-af-azevedos/>. Termolacagem – AF Azevedos, Braga. Acedido a 24 de agosto de 2023.
- [20] Pinho, O, M. O. Transporte e montagem (série manual de construção em aço) 1ª ed. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2005
- [21] Hermenegildo, A. P. L. Tecnologia da Construção de Edifícios Metálicos- Estudo do Edifício Euro Tower, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa, 2010.
- [22] Mingione, C.M Produtividade na Montagem de estruturas de Aço para Edifícios, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2016