



ENGENHARIA  
**BIM**

# Projeto e Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas

[canalengenhariabim.com.br](http://canalengenhariabim.com.br)

# Estruturas Metálicas

Projetos e Detalhamento para Fabricação

# Engenharia e Detalhamento para Fabricação

“Para uma obra de sucesso em estruturas metálicas a engenharia deve ser plena do começo ao fim, ou seja, desde o primeiro croqui (rascunho do projeto) até o apeto do último parafuso na obra.

---

Importância da Engenharia Inteligente do início ao fim...

Economia no Projeto (Estruturas Leves e Funcionais)

Fabricação (Padronização, Agilidade e Qualidade no Processo)

Transporte e Montagem (Transporte convencional, Montagem Ágil e precisa.



Fabricação



Linha do tempo



Equipe



Engenharia de Projetos

# O que é o Detalhamento para Fabricação?

Bem se procurarmos no dicionário a palavra “Detalhe” significa:

(Elemento mínimo em relação a um todo; pormenor, particularidade, minúcia).

Detalhar uma estrutura metálica, seria pegarmos aquele conjunto de elementos estruturais que formam nossa estrutura e detalhar minuciosamente todos os seus itens (Colunas, Vigas, Trelças, Tesouras, Ligações e Miscelâneas).

## Quais os documentos criados neste processo?

- Croquis peça por peça Formato A4/A3 / Traçagem de Chaparia escala real 1/1
- Desenhos de Conjunto (Shop Drawings) Single Drawing / Multi Drawing
- Diagramas de Montagem
- Listas de Material / Perfis Dobrados / Perfis Soldados / Parafusos /

# Qual deve ser a experiência do profissional que executa este tipo de trabalho?

O profissional que fornece este tipo de trabalho, tem que ter um amplo conhecimento em projetos de estruturas metálicas, ligações (conexões), materiais, normas a serem seguidas relacionadas ao tipo de projeto que está trabalhando;

- Projetos no setor de óleo e gás (onshore ou offshore) área petrolífera tem que obedecer rigorosamente AWS (American Welding Society).
- Projetos de Mineração
- Projetos Indústria Alimentícia
- Projetos Indústria Farmacêutica
- Projetos na Área de Fertilizantes
- Projetos na Área de Óleo e Gás (Estruturas de Refinarias, Projetos Onshore e Offshore)
- Projetos na Área de Energia (Termelétricas)

Observação: Todo projeto tem suas particularidades que se diferenciam em um detalhamento para fabricação nos aspectos relacionados a tipologia da estrutura, preparação de superfície do aço (pintura ou galvanização), tipos de conexões (parafusadas ou soldadas), etc...

# Exemplos de Estruturas e Processos de Produção e Exploração Onshore e Offshore



REFINARIA DE PETRÓLEO



EQUIPAMENTOS ONSHORE



PLATAFORMA OFFSHORE

# A importância da análise de um projeto estrutural a ser detalhado...

É de suma importância nos atentarmos para informações do projeto que vão nos auxiliar a fazer um projeto de detalhamento com qualidade, segurança e sem retrabalhos que por muitas vezes poderiam ter sido evitados.

- Norte do Projeto
- Ligações
- Contra- Flechas
- Pré-tensão
- VDF – Verificação do Desenho de Fabricação

# Qual a importância do Norte do Projeto?

Conhecer o norte do projeto é fundamental para criarmos no Diagrama de Montagem, um desenho de implantação onde colocamos as bases das colunas e também para quando criarmos os desenhos de detalhamento destas colunas passarmos para a fábrica qual face da coluna deve ser tipada indicando o norte do projeto!

Observação: Um projeto de estruturas metálicas deve vir com esta informação, porém existe casos que esta simbologia não vem indicada, então diante disso recomendo estar conversando com seu cliente e estar definindo com o mesmo o norte do projeto para a estrutura a se detalhada.



# Como são definidas as ligações no detalhamento ?

Normalmente as empresas de engenharia solicitam que as ligações secundárias de um projeto que irá ser detalhado, sejam calculadas considerando 75% ou 100% da capacidade do perfil, existem manuais como por exemplo o Manual da Gerdau que serve como uma boa referência para ligações entre perfis estruturais, porém claro que estas ligações devem ser verificadas por profissional habilitado e capaz de discernir quanto à sua aplicabilidade em cada situação específica!



# Parafusos em ligações de Estruturas Metálicas, A307, A325N e A325X. Qual devo usar ???



A325N



A307



A325X

Para ser rápido e prático vamos lá, toda Estrutura principal deve ser parafusada com parafusos A325 mas como saber se devo usar o "N" ou "X" bom pela minha experiência e conversas com alguns engenheiros amigos de trabalho normalmente no cálculo o engenheiro dimensiona no pior caso, ou seja, utilizando aquele que teria menor resistência, onde a rosca do parafuso está incluída no plano de cisalhamento em uma ligação seja ele cisalhamento simples ou duplo(A325-N).

# Parafusos em ligações de Estruturas Metálicas, A307, A325N e A325X. Qual devo usar?

Já vi projetos que somente indicaram A325 porem não foi deixado claro qual deles usar, nesse caso aconselho para quem detalha estruturas para fabricação, que venha a questionar o responsável pelo cálculo porque existe uma diferença em resistência significativa em ambos, possivelmente a resposta será que foi considerado a rosca do parafuso incluída no plano de corte!

Então você entendeu ???

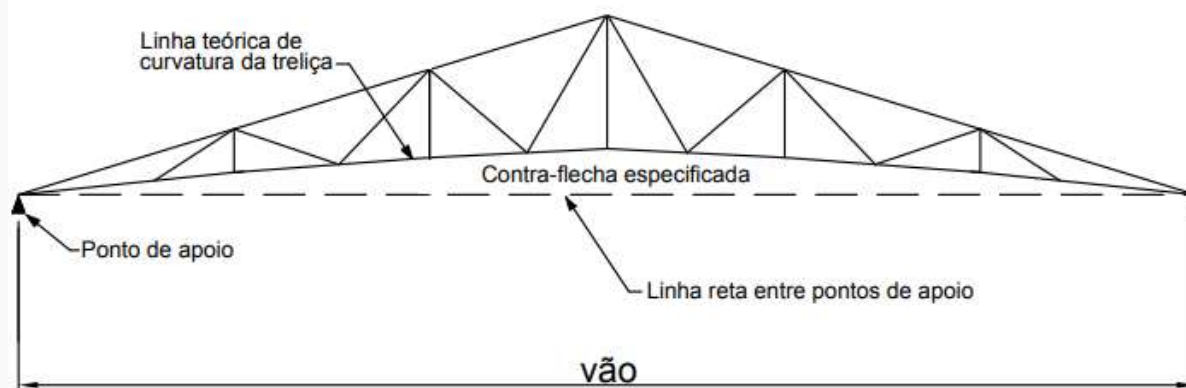
A325N (Rosca incluída no plano de corte)

A325X (Rosca excluída do plano de corte)

Ah! e o A307 é usado em Estruturas secundárias, fixação de guarda-corpos, escada marinho, terças, fechamentos, etc.

# Contra Flecha qual a importância e quando deve ser aplicada?

Esta definição vem do engenheiro calculista, que irá informar se será ou não necessário a contra-flecha, no caso da resposta ser positiva é de responsabilidade do detalhamento fazer o estudo e detalhar esta tesoura ou treliça indicando a contra flecha necessária ao fabricante.



## 10.2 Contraflechas

**10.2.1** As contraflechas que forem necessárias devem ser indicadas nos desenhos de projeto. Em princípio, para treliças de vão igual ou superior a 24 m, devem ser aplicadas contraflechas aproximadamente iguais à flecha resultante das ações permanentes diretas características. Para vigas de rolamento de vão igual ou superior a 20 m, em princípio deve ser dada contraflecha igual à flecha resultante das ações permanentes diretas características mais 50 % das ações variáveis características. Quaisquer outras contraflechas, por exemplo, as necessárias para compatibilizar deformações da estrutura com os elementos de acabamento da obra, devem ser determinadas para os casos específicos tratados.

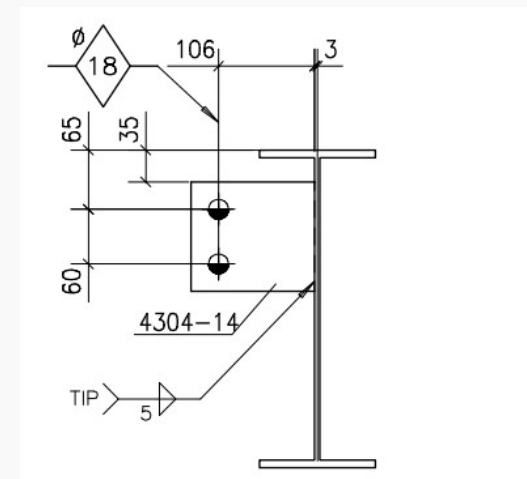
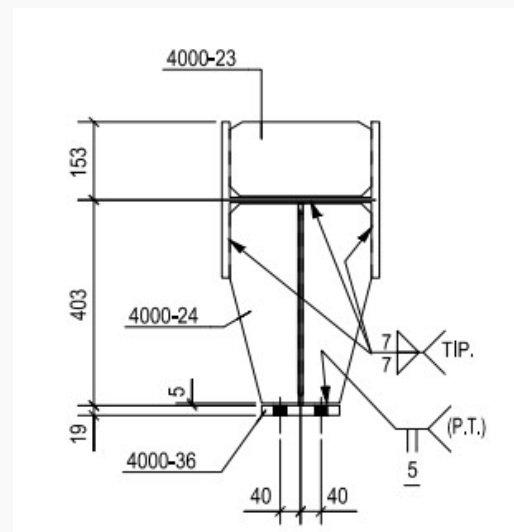
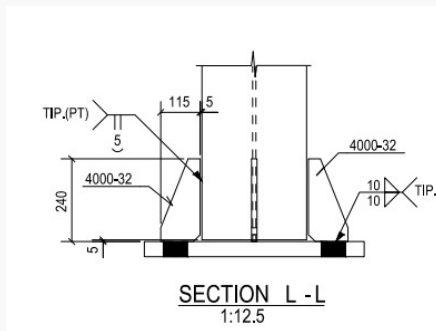
# Pré-tensão nos contraventos, o que é isso?

Em contraventamentos simples com a formato em X de grande comprimento sejam eles contraventos verticais e horizontais se exige uma atenção pois estes podem não trabalhar corretamente devido a vibração e flexão , com isso saindo facilmente de seu plano de trabalho, existe uma recomendação que se aplique uma redução nos mesmos para evitar possíveis anormalidades, segue uma tabelinha abaixo explicando sobre esta reduções:

Para distâncias até 3.000 não há redução.  
Para distâncias de 3.000 a 6.000 reduzir 2 mm.  
Para distâncias de 6.000 a 10.500 reduzir 3 mm.  
Para distâncias maiores que 10.500 reduzir 5 mm.

# Verificação de Soldas

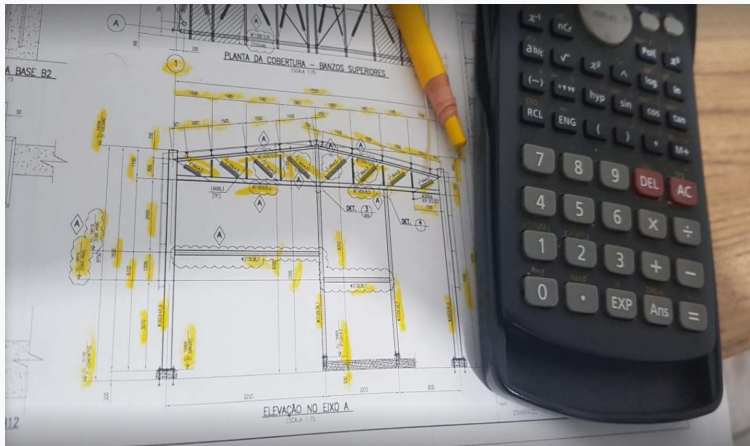
A verificação de soldas é algo bem importante em um projeto de detalhamento, sendo esta responsabilidade do verificador responsável pelo VDF.



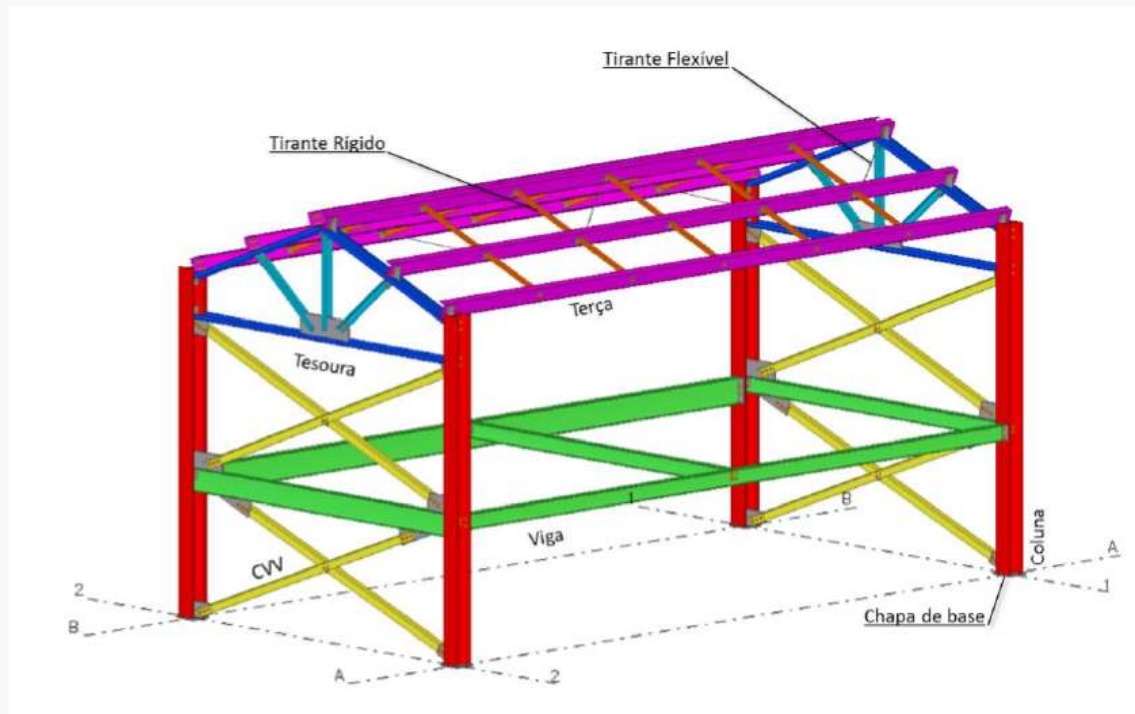
# VDF – (Verificação de Desenho de Fabricação)

A verificação de desenhos é uma das etapas mais importante no projeto de detalhamento para fabricação, sendo esta também de grande responsabilidade pois após esta verificação final a estrutura estará pronta para ser fabricada e posteriormente seguir a campo para montagem.

O verificador munido de todas as informações do projeto, faz toda uma análise critica, comparando desenhos de conjunto, diagrama de montagem e uma compatibilização com interfaces do projeto de estruturas metálicas com fundação, equipamentos e ou qualquer outra disciplina que faça parte do projeto que esta sendo verificado.



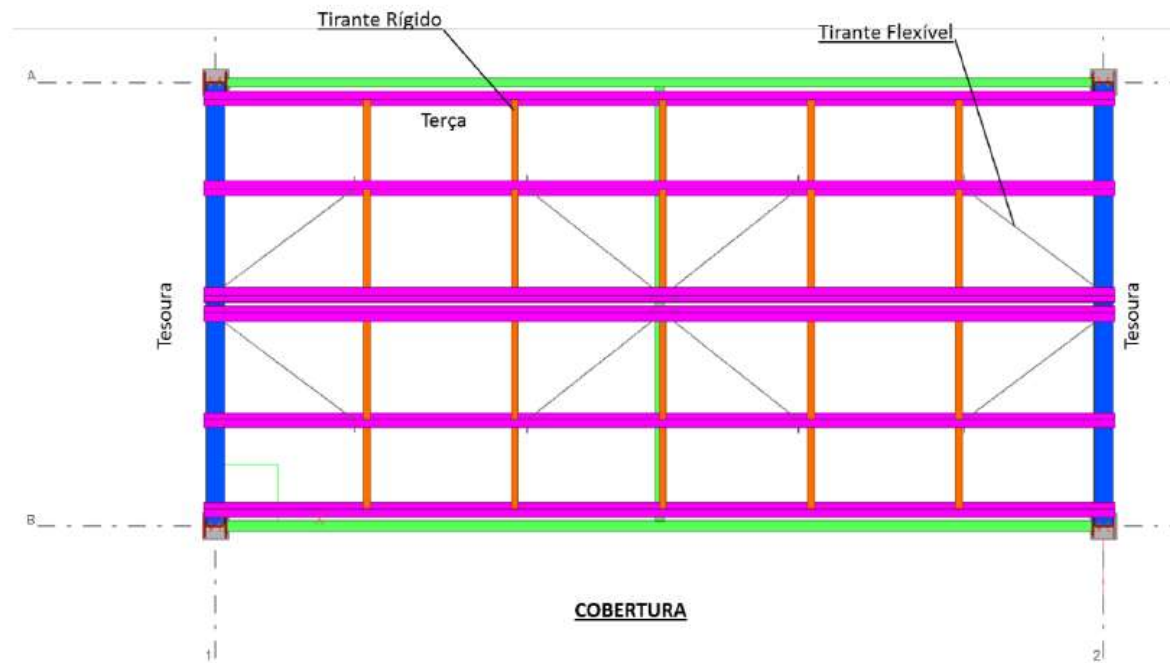
# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas (3D)



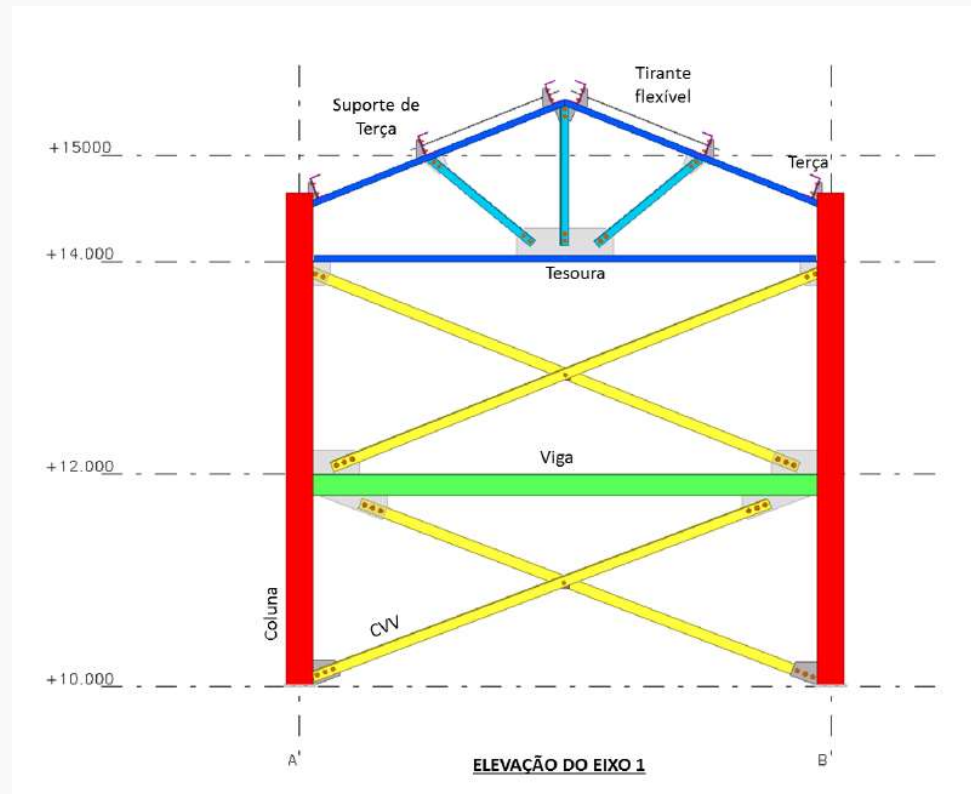


# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas

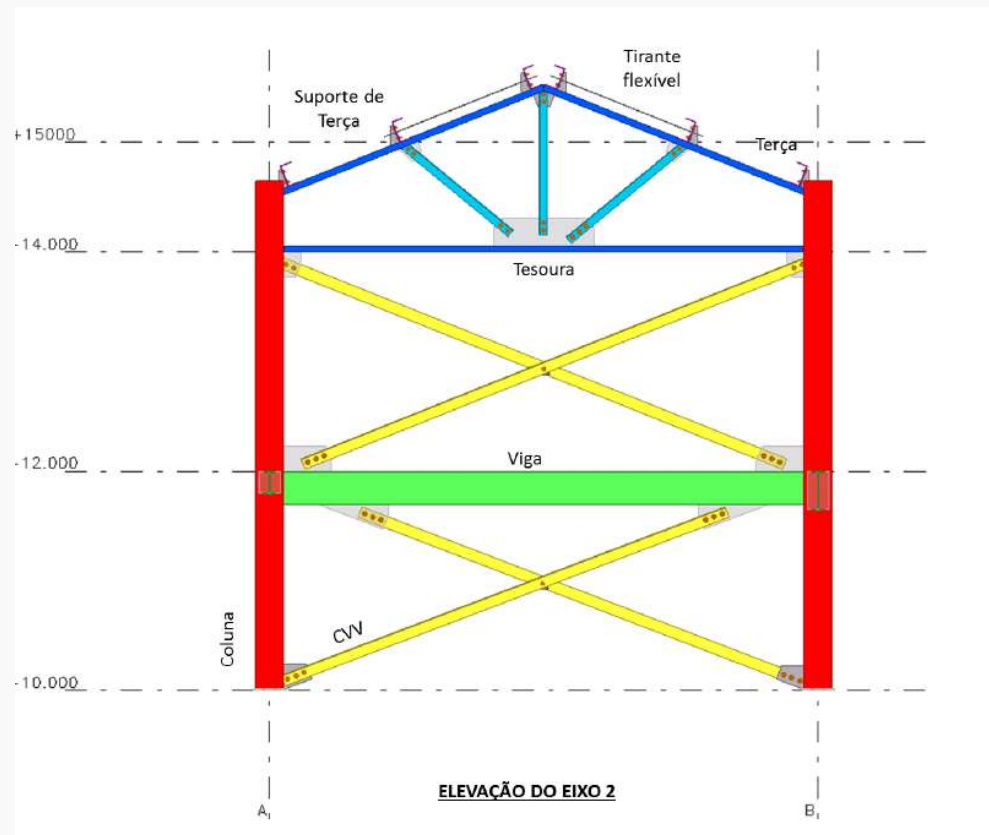
Planta de cobertura:



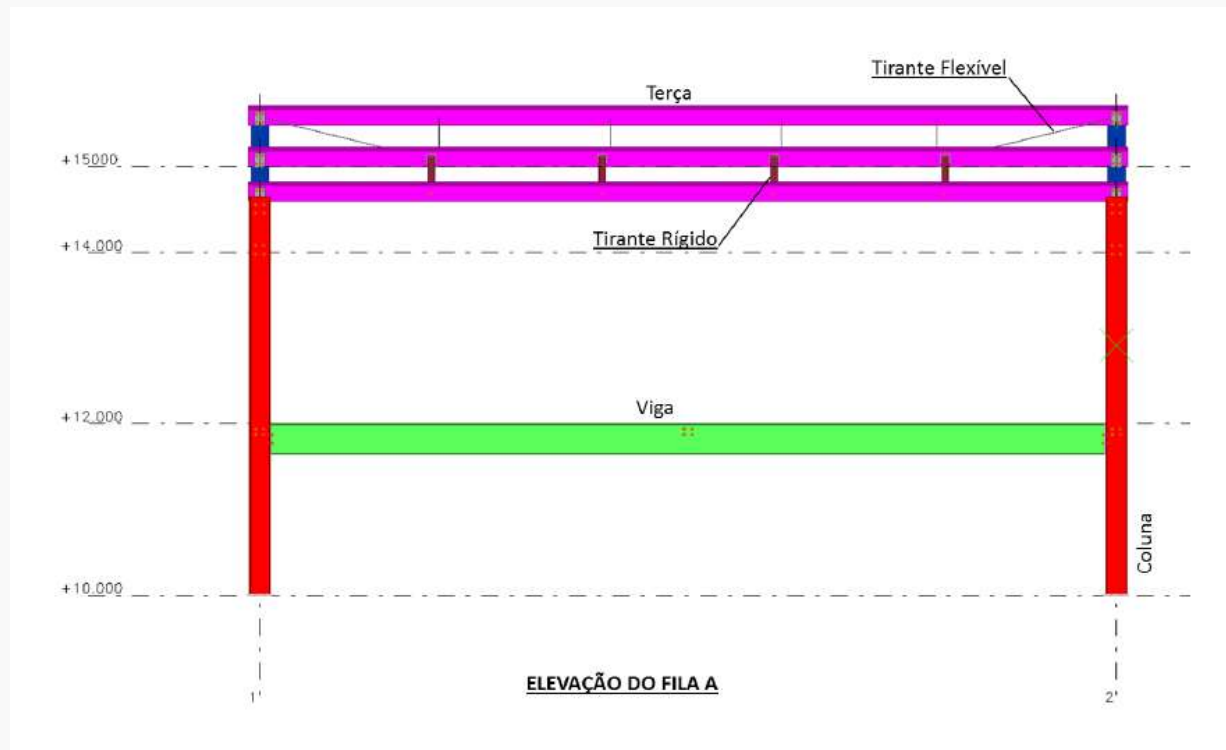
# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas



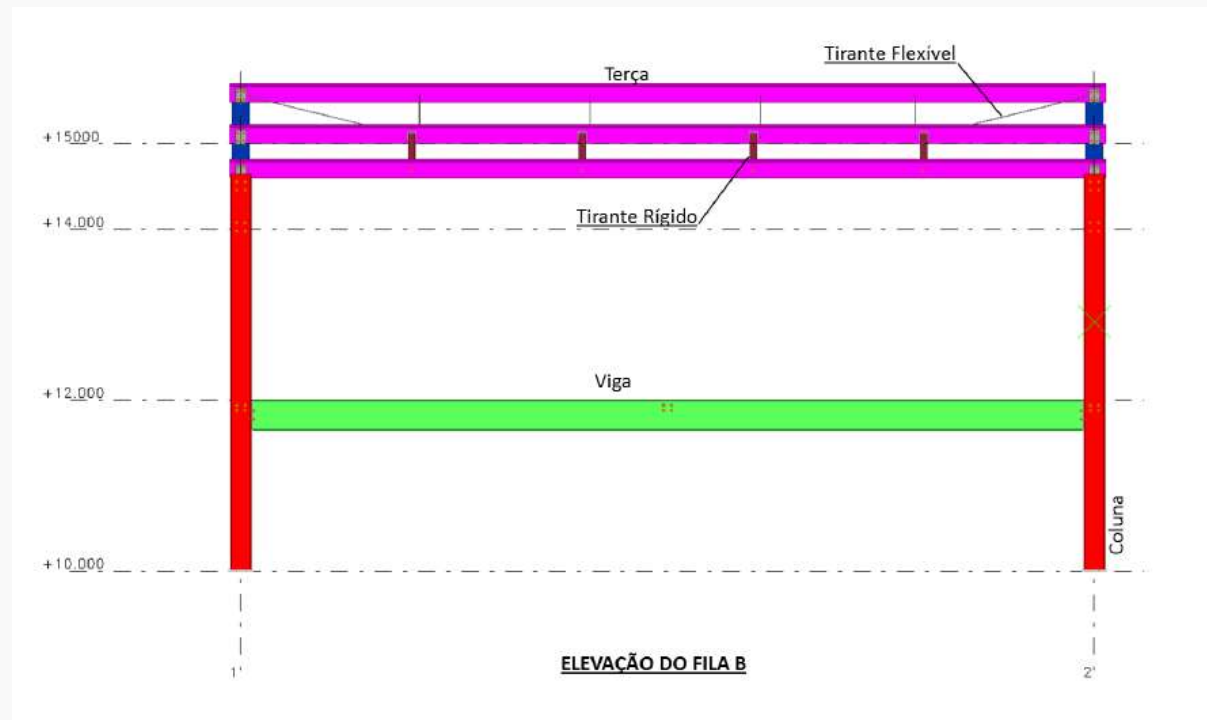
# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas



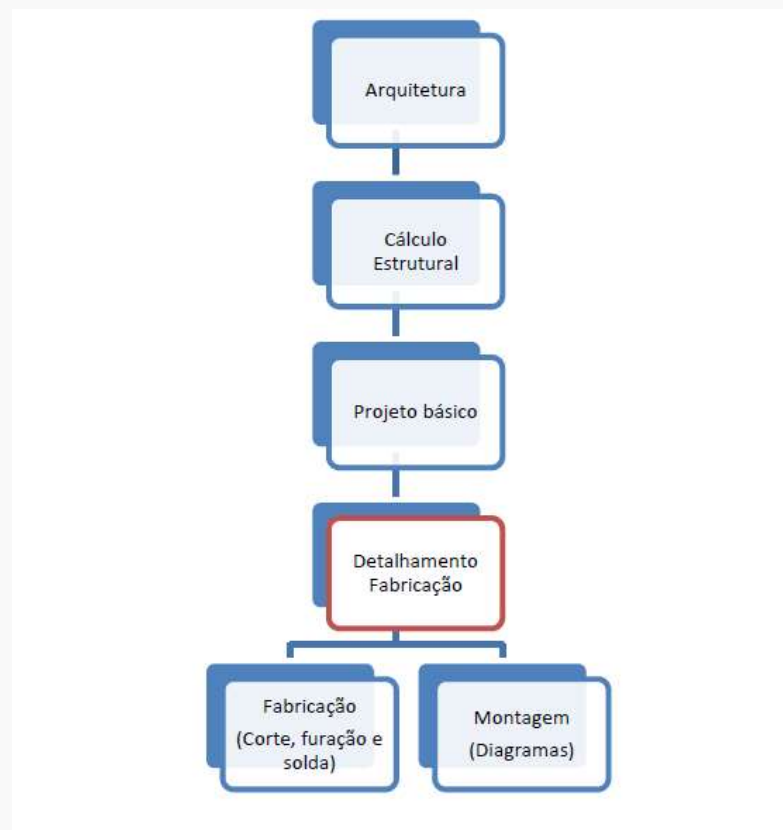
# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas



# Nomenclaturas utilizadas em Estruturas Metálicas



# Etapas do Projeto a Fabricação



# Planejamento em todas as partes do projeto são essenciais para o sucesso da obra.

O projeto de detalhamento, deve ser completo e possuir 100% das informações necessárias para compra dos materiais, fabricação das peças e para montagem da estrutura metálica na obra.

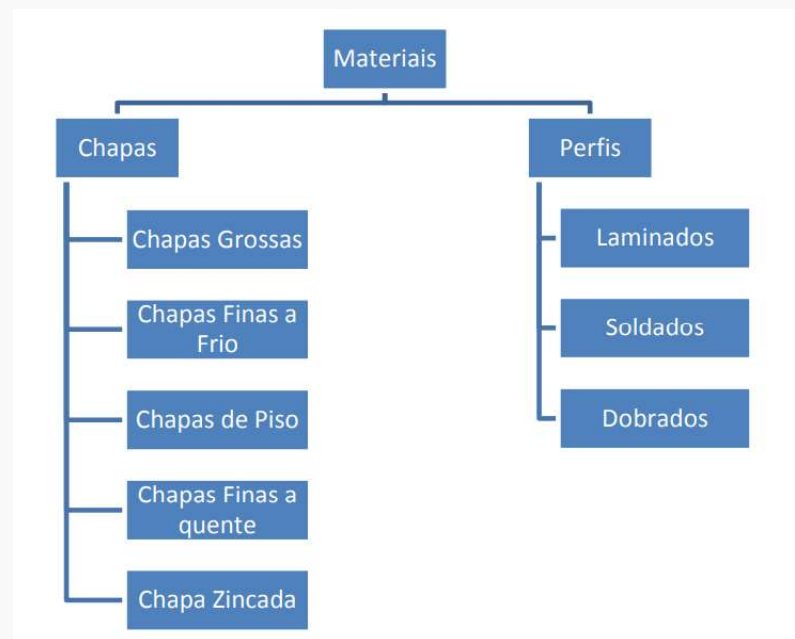
O escopo de serviços deve ser sempre bem definido no início dos trabalhos, o detalhamento deve seguir rigorosamente o projeto executivo, sem precisar buscar informações junto à arquitetura, equipamentos, etc. Estas informações e interfaces são resolvidas pelo projeto executivo.

O projeto de detalhamento fornece informações para todas as etapas de fabricação, transporte e montagem das estruturas.



# Elementos utilizados em projetos de Estruturas Metálicas

As estruturas metálicas são compostas de chapas, perfis e elementos de conexão. Para o detalhamento de fabricação, é necessário conhecer e saber representar adequadamente todos estes tipos de elementos. Os materiais utilizados na fabricação de estruturas metálicas podem ser classificados da seguinte forma :





# Compra de matéria prima para fabricação das estruturas metálicas.

Como já se sabe, as fábricas não produzem o aço utilizado na fabricação das estruturas metálicas, estas fabricam as estruturas utilizando perfis e chapas fabricados e comercializados pelas siderúrgicas. Para isso, estes materiais devem ser comprados com antecedência, de forma a não interromper o processo de fabricação por falta de material.

O projeto básico já fornece uma lista de material que pode ser usada para o provisionamento, mas é comum que as fábricas precisem de uma lista mais detalhada para efetuar as compras. Uma forma comum de se obter uma lista de compra antecipada, é a partir do modelo 3D da estrutura. Finalizada a etapa de modelagem, os programas atuais fornecem listas detalhadas e com grande confiabilidade.

Os parafusos de ligação também devem ser comprados com antecedência. No entanto, não é possível ter uma lista de compra dos parafusos até que tenhamos todo o detalhamento executado.



# Processos de Fabricação

A matéria prima (perfis e chapas) passa por vários processos que as transformam em peças da estrutura final. Para todas estas operações, são utilizadas informações oriundas do detalhamento de fabricação. Embora o processo de fabricação seja mais complexo do que estamos colocando aqui, podemos resumir esta operação em :

- a. Corte: Operação que deixa perfis no comprimento correto e chapas na forma necessária. O comprimento das peças e detalhes de corte são determinados pelo detalhamento.
- b. Furação: Os furos, necessários para as ligações parafusadas, são definidos (localização e diâmetros) pelos desenhos de detalhe.
- c. Solda: As peças das estruturas são normalmente formadas por mais de um elemento, que devem ser soldados para formar o conjunto. O detalhamento define como posicionar os elementos e que solda deve ser usada.

# Processos de Fabricação



Máquina de Corte e Furação

Máquina de Corte a laser de chapas



# Proteção Superficial

Não faz parte do escopo deste curso aprofundar-se em questões de proteção superficial, que é um assunto extenso e especializado. Vamos nos ater nos pontos que devem ser preocupação do projetista. As três principais combater a corrosão e assegurar a vida útil das estruturas são :

- a. Pintura : processo pelo qual as estruturas são limpas, preparadas e pintadas. A pintura forma uma camada de proteção que evita o contato do aço com o oxigênio e interrompe o processo de corrosão.
- b. Galvanização : Processo de tratamento de superfície que cobre o material ferroso com uma camada de zinco para protegê-la da corrosão
- c. Utilização de aços patináveis : Os aços patináveis (forma a pátina) são aços de maior resistência a corrosão devido a sua composição química. Na presença de umidade e oxigênio todo aço sofre oxidação. Nos aços convencionais, a camada de ferrugem se destaca do aço, de forma que o processo de corrosão nunca é interrompido. Nos aços patináveis a camada inicial de ferrugem fica estável e aderente ao metal base, além de ser muito menos porosa. A própria camada inicial de ferrugem (pátina) forma a proteção do aço.

# Proteção Superficial



Galvanização por imersão a quente



Para estruturas de aço é recomendado o uso de **esmalte sintético brilhante à base de solvente, esmalte acrílico, esmalte poliuretano ou tinta automotiva** – não é recomendado o uso de tinta à base d'água.

# Cuidados no Projeto de Detalhamento

O projeto e detalhamento de fabricação precisa ter cuidados com os seguintes pontos :

- a. Evitar a formação de cavidades e regiões de acúmulo de água. Cuidar com perfis tipo cantoneira e U, dando preferência para que seu posicionamento não acumule água.
- b. Prever furos de drenagem onde necessários.
- c. Cuidar para que os perfis em tubo estejam “selados”.
- d. Evitar situações onde seja difícil a manutenção e limpeza
- e. Evitar o contato direto entre tipos diferentes de material (ex.: Alumínio e Aço)
- f. Alguns projetos de detalhamento precisam indicar regiões onde não pode haver pintura, como por exemplo, no entorno de furações com ligação por atrito ou em juntas soldadas de campo.

# Telhas para revestimento de cobertura e fechamentos

Trataremos dos aspectos práticos para entendimento do projeto de estruturas e sua interface com telhas e acessórios de vedação. Uma boa referência para um conhecimento mais completo sobre telhas metálicas, pode ser tirado do manual técnico de telhas de aço da ABCEM.



## **Quanto a proteção contra corrosão as telhas de aço podem ser :**

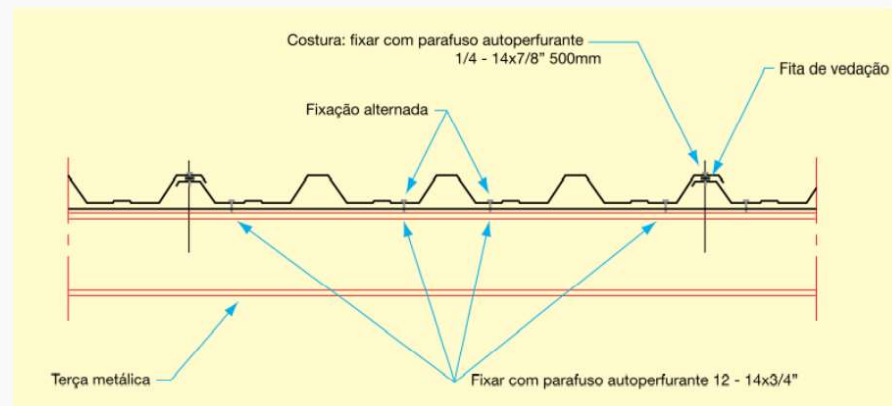
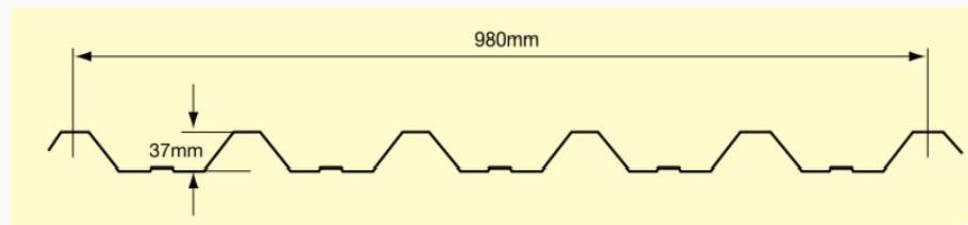
- a. Zincadas por imersão a quente
- b. Revestida com Aluzinco ou Galvalume (Revestimento com alumínio, zinco e silício)
- c. Pré-pintadas (pintura das chapas antes da conformação das telhas)
- d. Pós-pintadas e. Aço inoxidáveis

## **As telhas podem também ser fabricadas com outros materiais :**

- a. Alumínio
- b. b. Fibrocimento (atualmente fabricadas sem amianto)
- c. c. Cerâmicas (Raras no uso com estrutura metálica)

# Telhas Trapezoidais

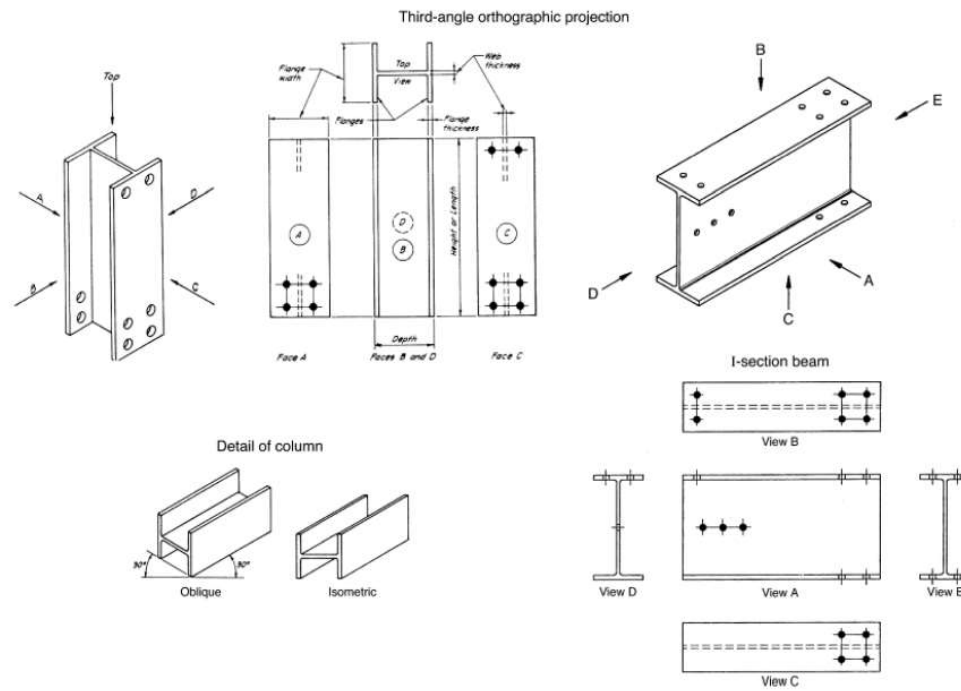
As Telhas trapezoidais apresentam diferentes alturas que possibilitam uma maior resistência às cargas de vento com vão maiores entre terças. Este maior vão entre terças, permite uma estrutura mais econômica, principalmente para vãos maiores.





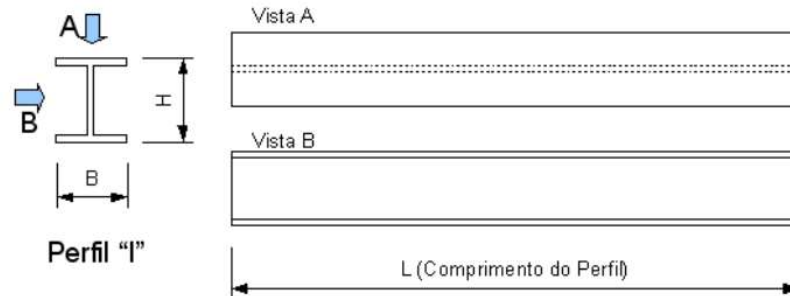
# Detalhe Coluna e Viga de Aço

Exemplo de desenhos em 3º diedro



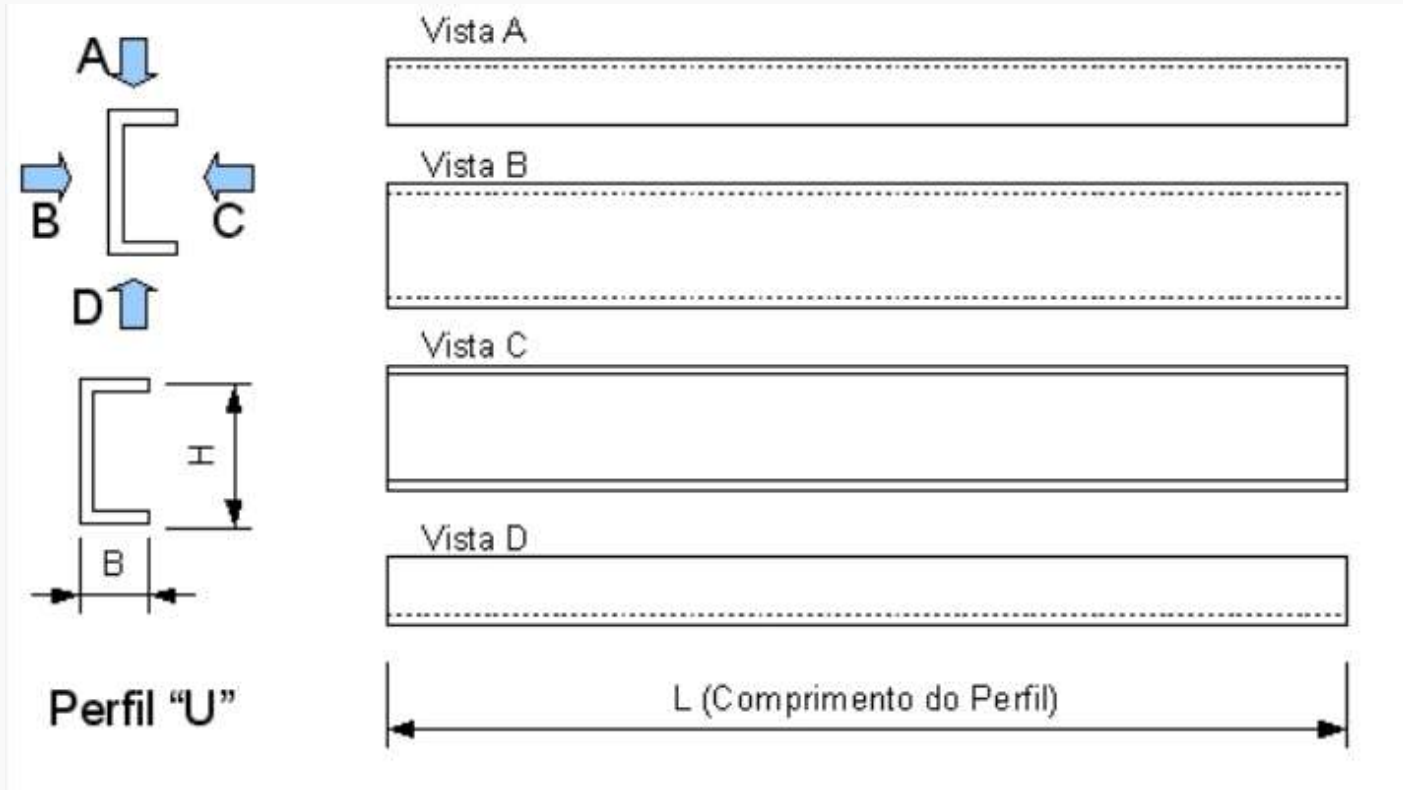
# Detalhe Perfis “W, HP, I”

Representações gráficas dos perfis :

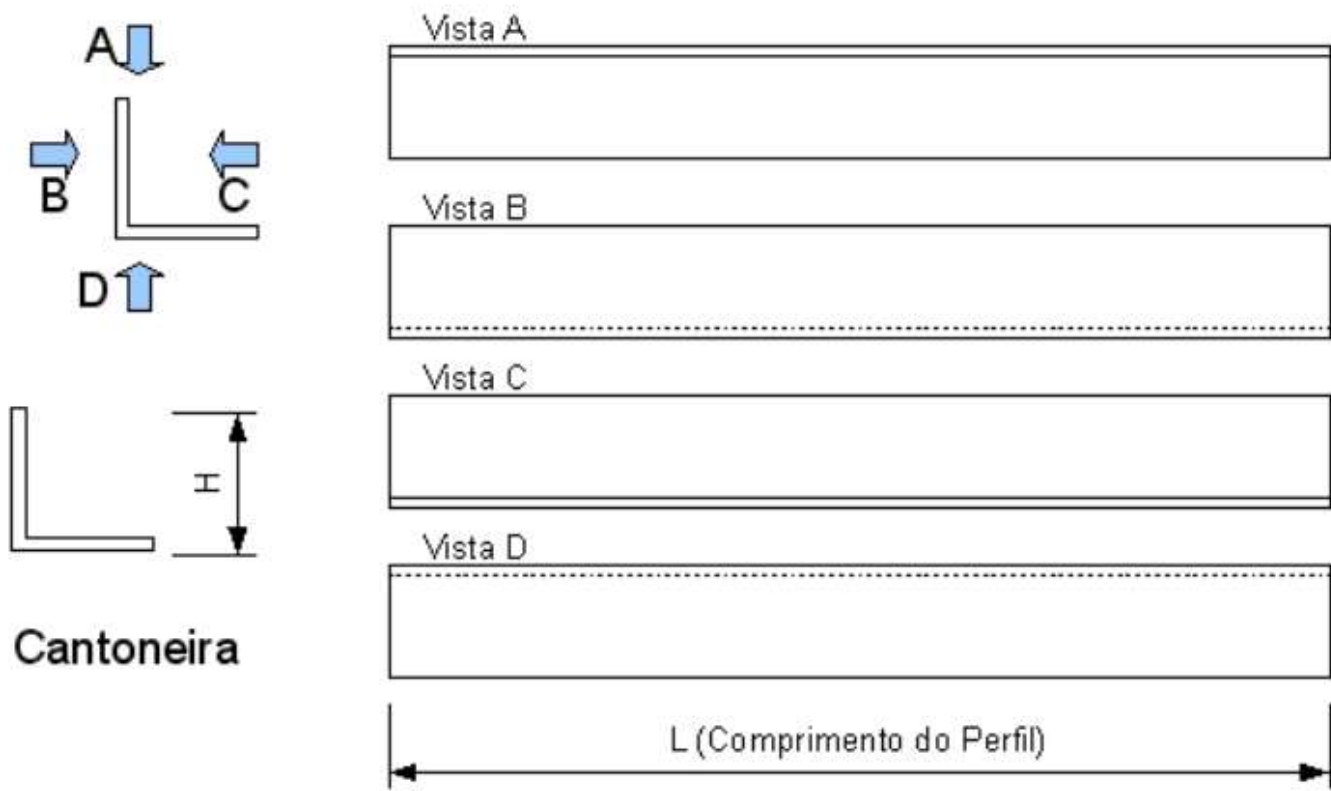


<p>The diagram shows a cross-section of an I-beam profile. The top horizontal part is labeled 'Flange Superior', the bottom horizontal part is labeled 'Flange Inferior', and the central vertical part is labeled '"Alma" do perfil' with an arrow pointing to it.</p>	<p>O perfil "I" é composto por duas "flanges" e uma "alma". Para o caso dos perfis laminados, as flanges sempre possuem a mesma largura e espessura.</p> <p>As flanges também são chamadas de mesas</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

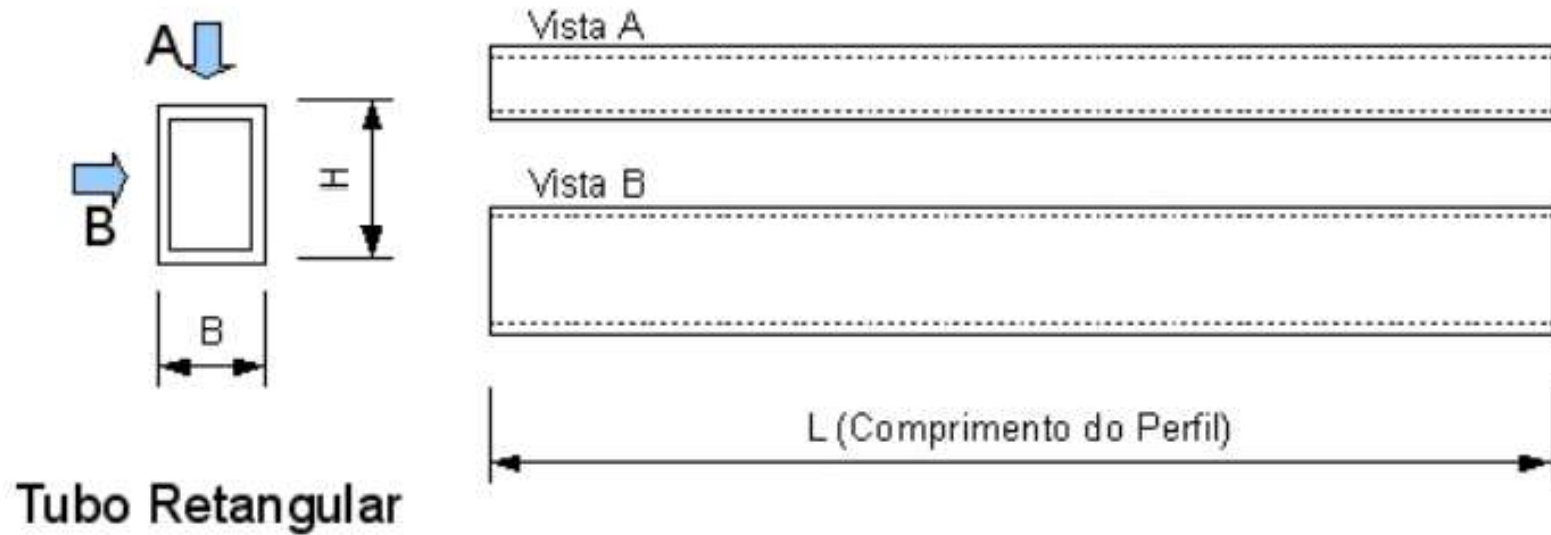
# Detalhe Perfil "U"



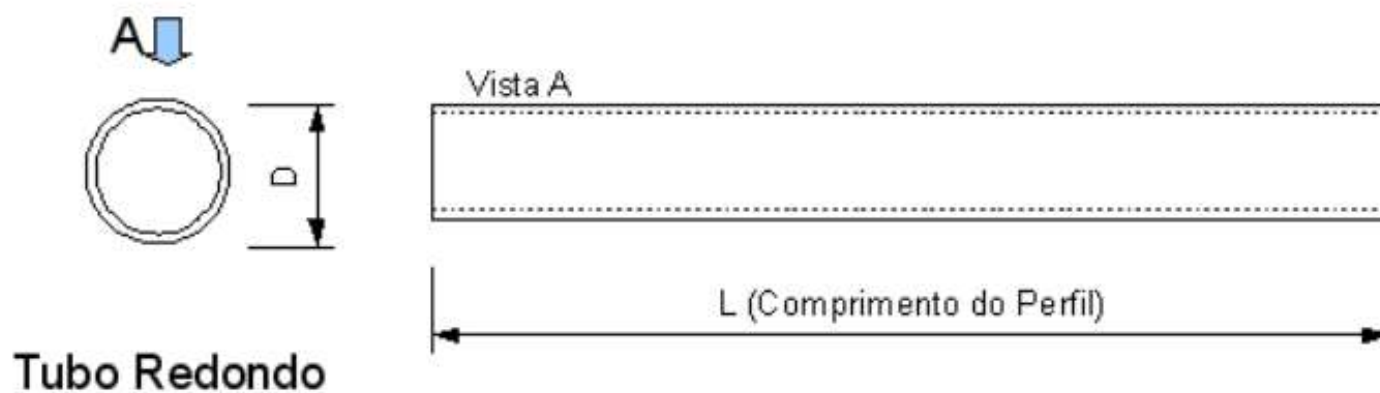
# Detalhe Perfil “L” ou “Cantoneira”



# Detalhe Tubo Retangular

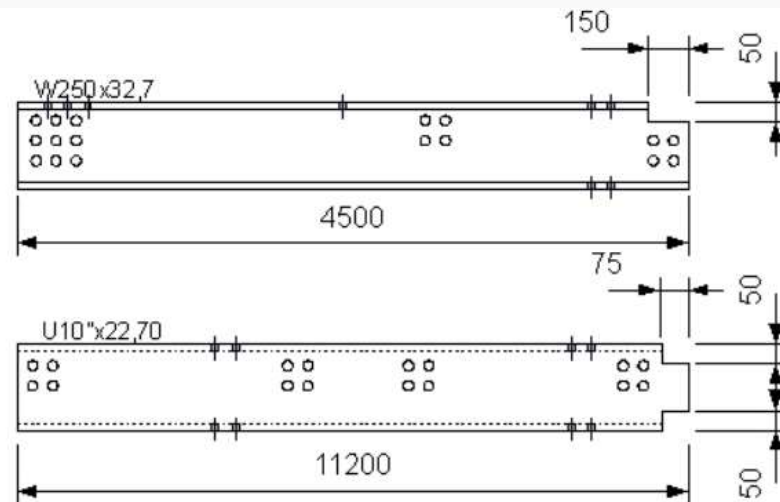


# Detalhe Tubo Redondo

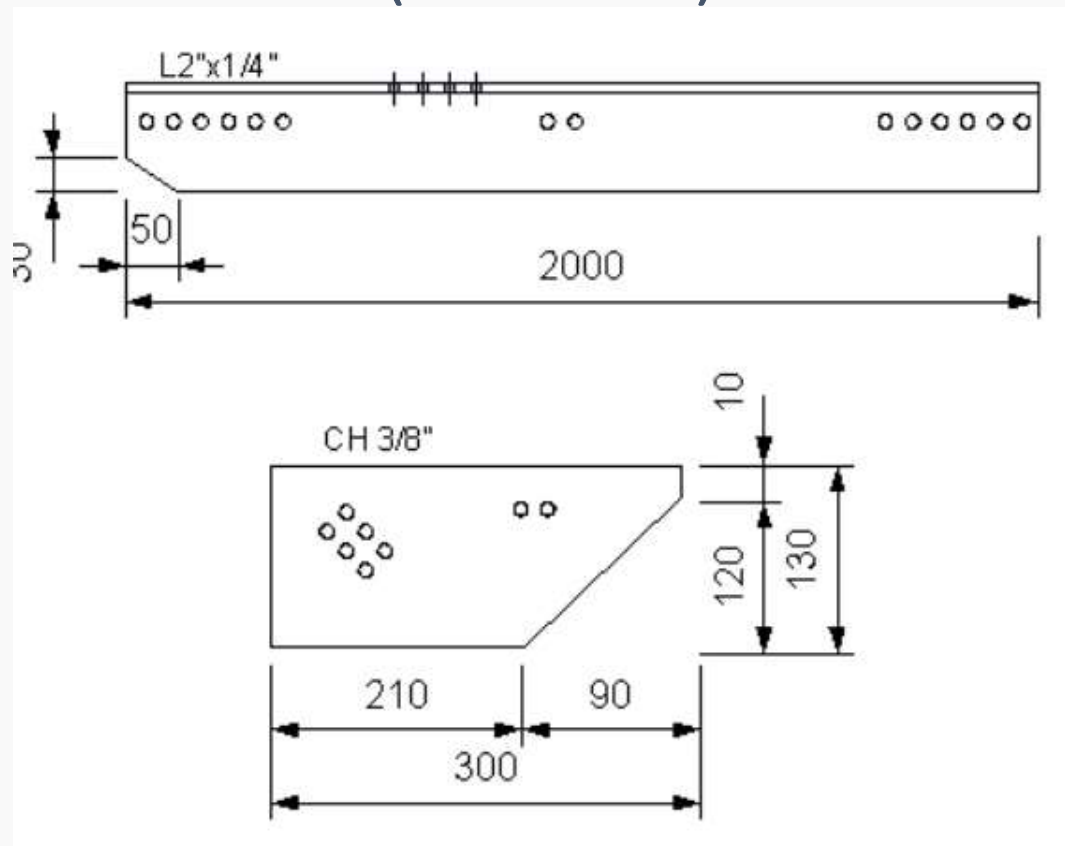


# Dimensões em Desenhos de Fabricação (recortes)

Todas as cotas são em milímetros, e não se usam casas decimais. O comprimento do desenho deve ser o suficiente para se indicar com clareza os recortes e furações. Notar também que para os perfis não estão cotadas as alturas. Elas não devem ser cotadas, os perfis já possuem uma altura que vem da usina e esta informação é desnecessária e redundante para fabricação. Já para a chapa, usa-se a escala na altura e comprimento e deve-se cotar todas as dimensões de corte.



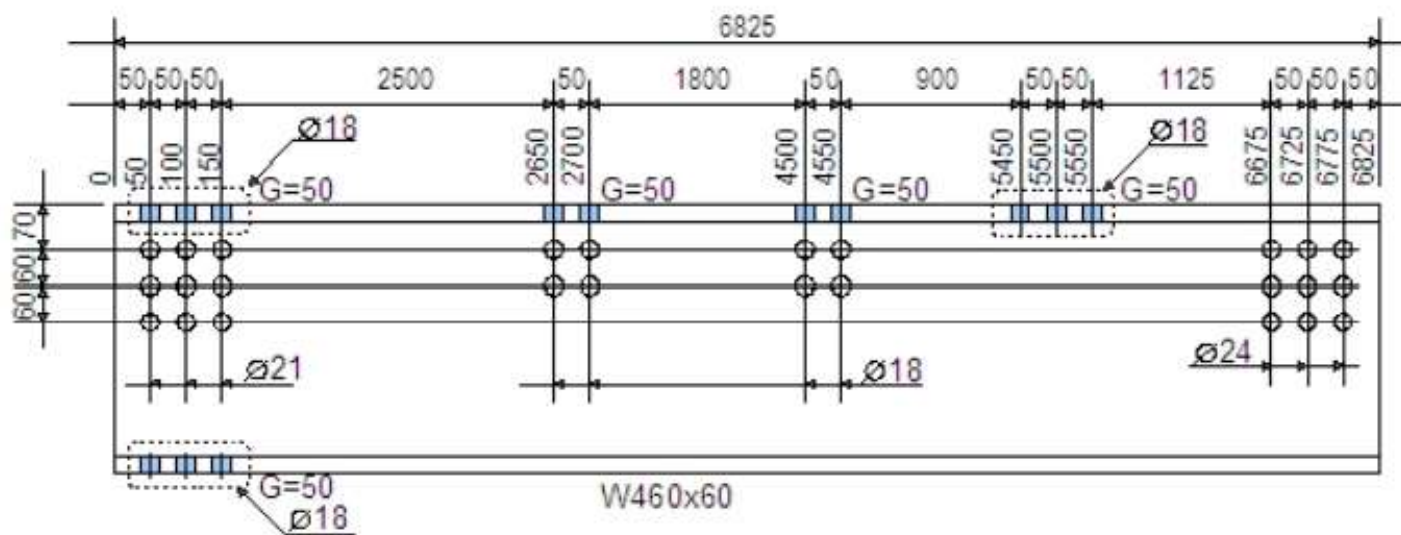
# Dimensões em Desenhos de Fabricação (recortes)





# Dimensões em Desenhos de Fabricação (Cotas de Furação e Diâmetro dos Furos)

Abaixo, veja um exemplo de cotas de uma viga, incluindo as cotas de furação :



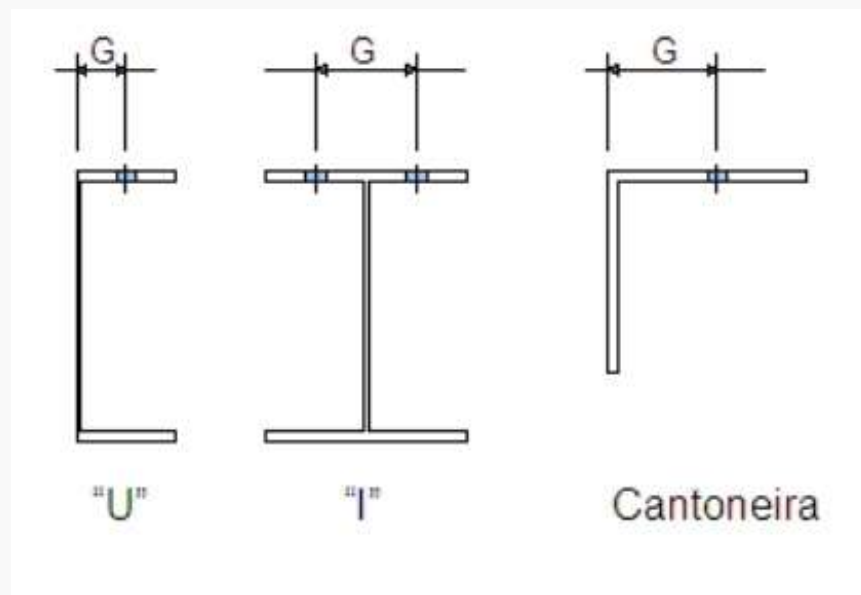
# Dimensões em Desenhos de Fabricação (Cotas de Furação e Diâmetro dos Furos)

Notar nas cotas do desenho :

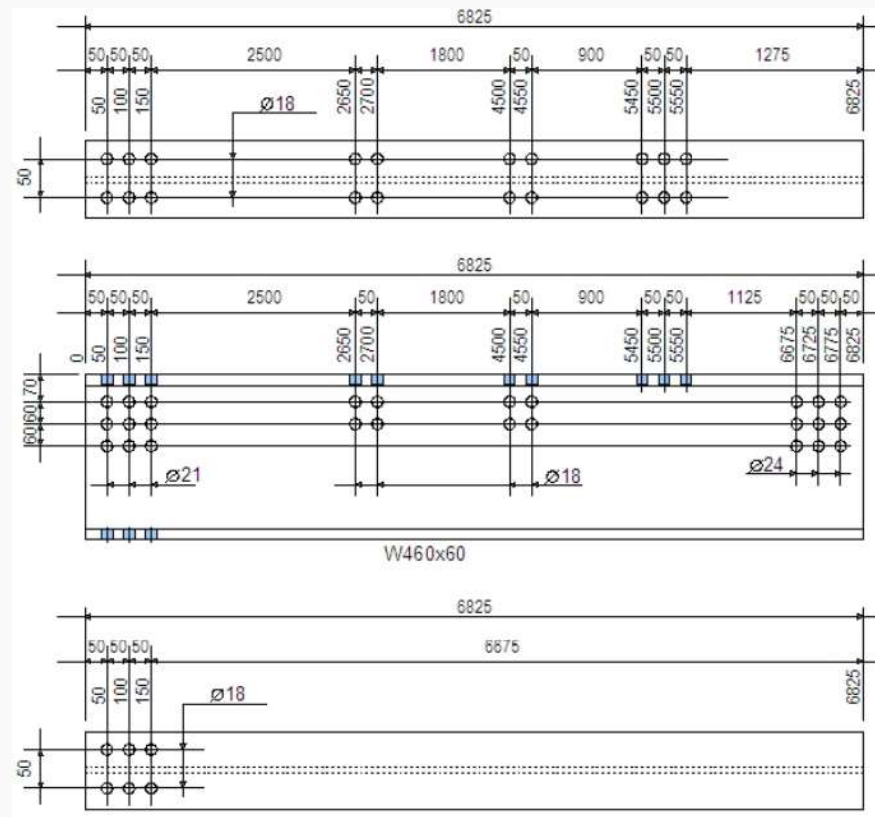
- a. O desenho obedece as exigências de representação, bitola e cotas de corte;
- b. Cota-se sempre o centro dos furos;
- c. Todos os furos possuem a definição do seu diâmetro. Quando se coloca a indicação do diâmetro de furo nas linhas de furação, significa que os furos contidos nesta linha possuem este diâmetro;
- d. Estão cotados os furos no sentido horizontal e vertical;
- e. As cotas que determinam as linhas de furação na horizontal são cotadas de cima para baixo. Da mesma forma que não se cota a altura da viga, cota-se as linhas de furação na horizontal sem completar a cota até a parte de baixo da viga;
- f. No sentido longitudinal da viga, cota-se entre furos e fornece-se as cotas acumuladas;
- g. As cotas em projeção ( nas mesas da viga ), possuem uma indicação “G=50”. Isto significa : “Gabarito de furação de 50mm” (veja abaixo a interpretação de gabarito de furação)

# Dimensões em Desenhos de Fabricação

Os gabaritos de furos, quando indicados nos furos em projeção de perfis, devem ser interpretados da seguinte forma:

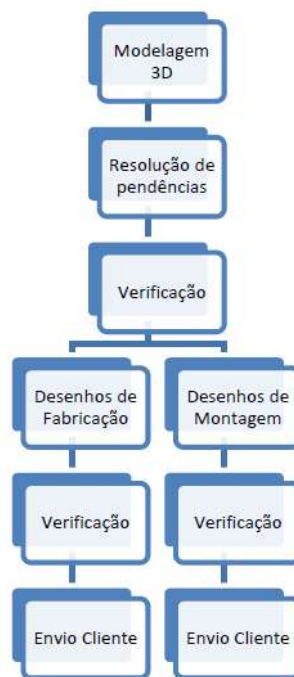


# Dimensões em Desenhos de Fabricação



# Processo de Detalhamento

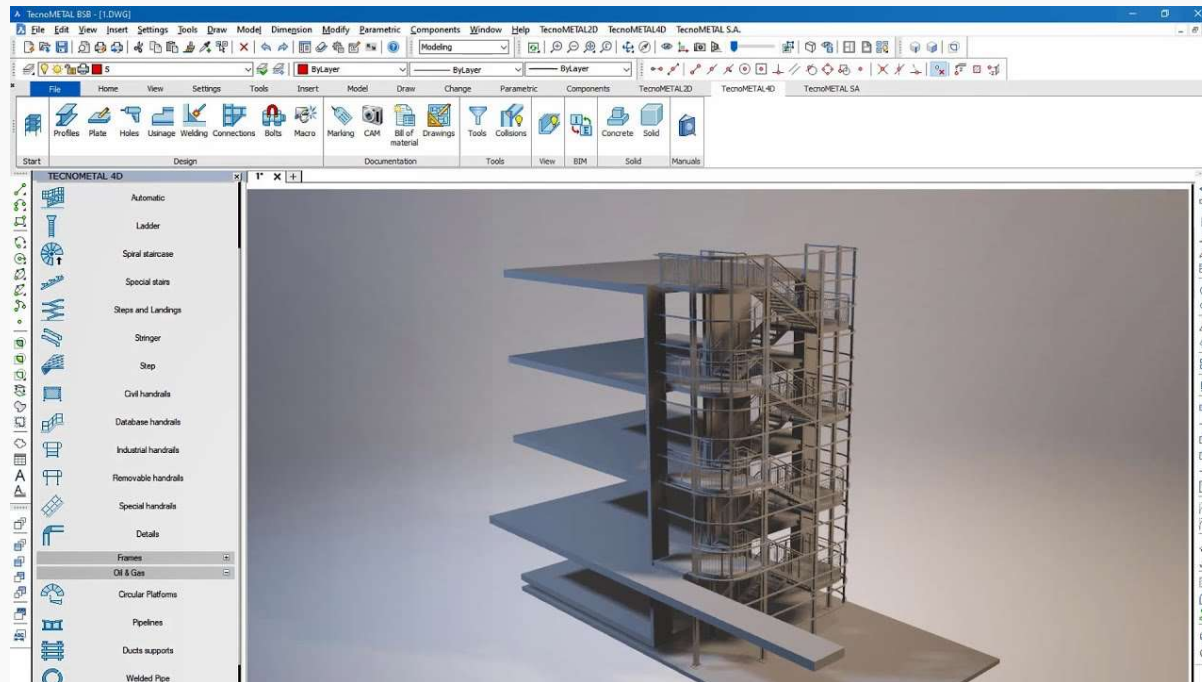
O processo de detalhamento de fabricação, utilizando-se ferramentas de modelagem 3D, atualmente pode ser esquematizado da seguinte forma:



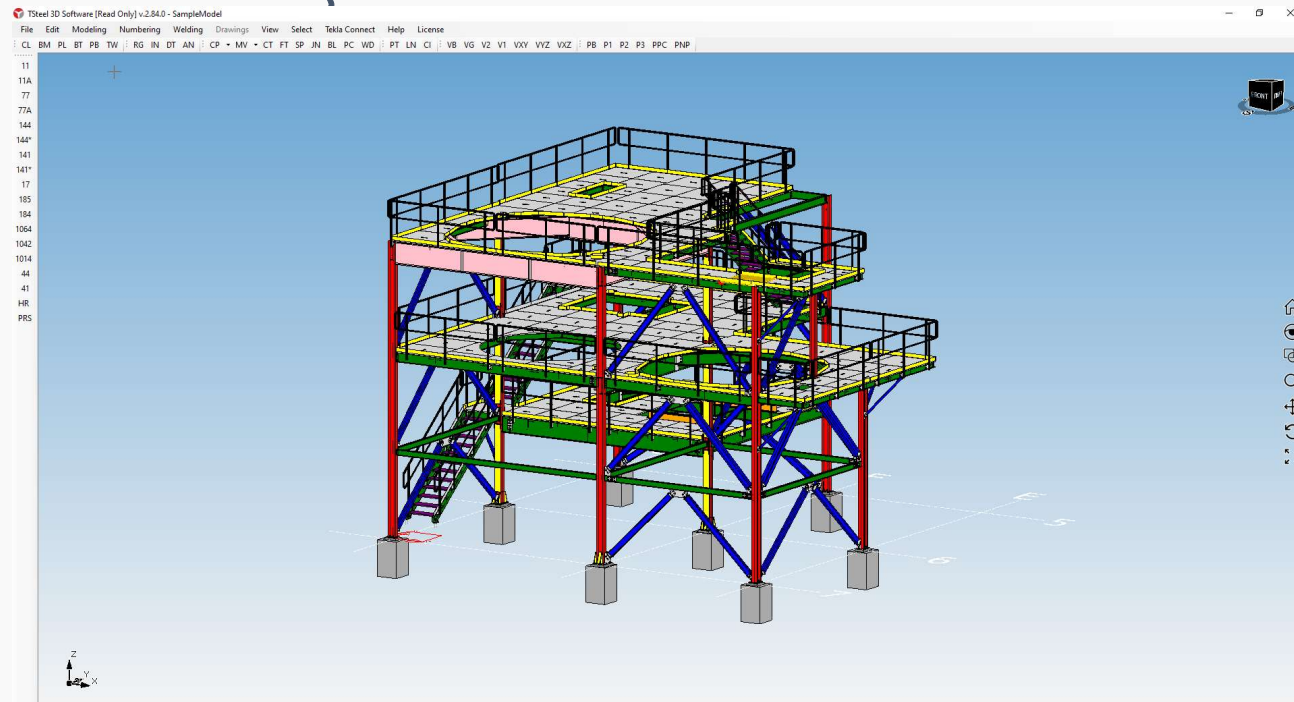
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



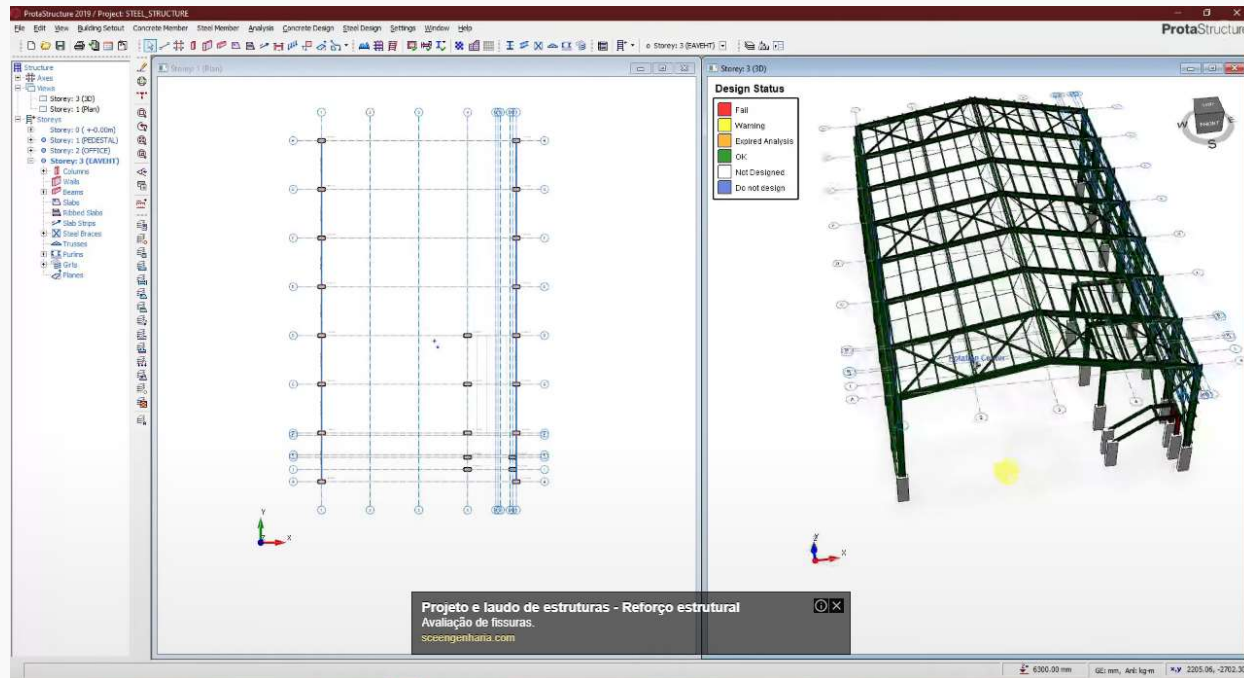
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



 **Techsteel3D**  
software

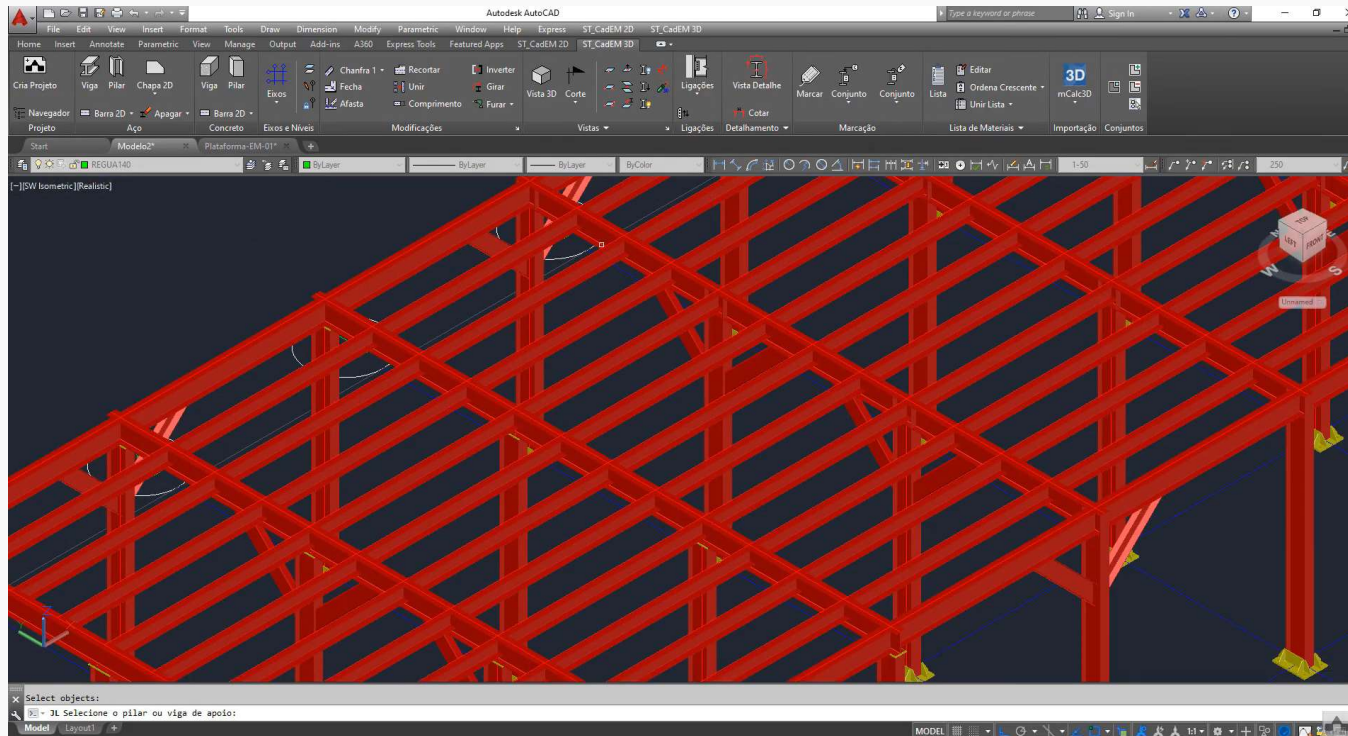


# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



**ProtaSteel® 2021**  
powered by COMOSYS

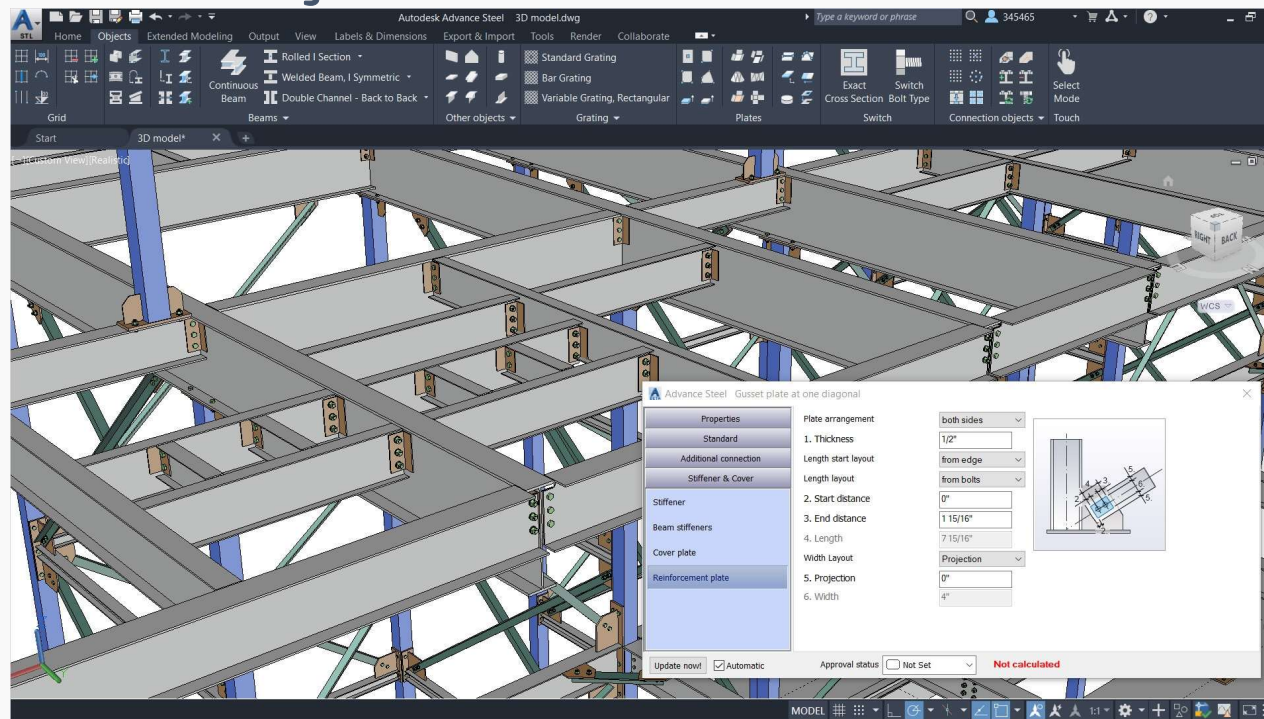
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



**CadEM 3D**

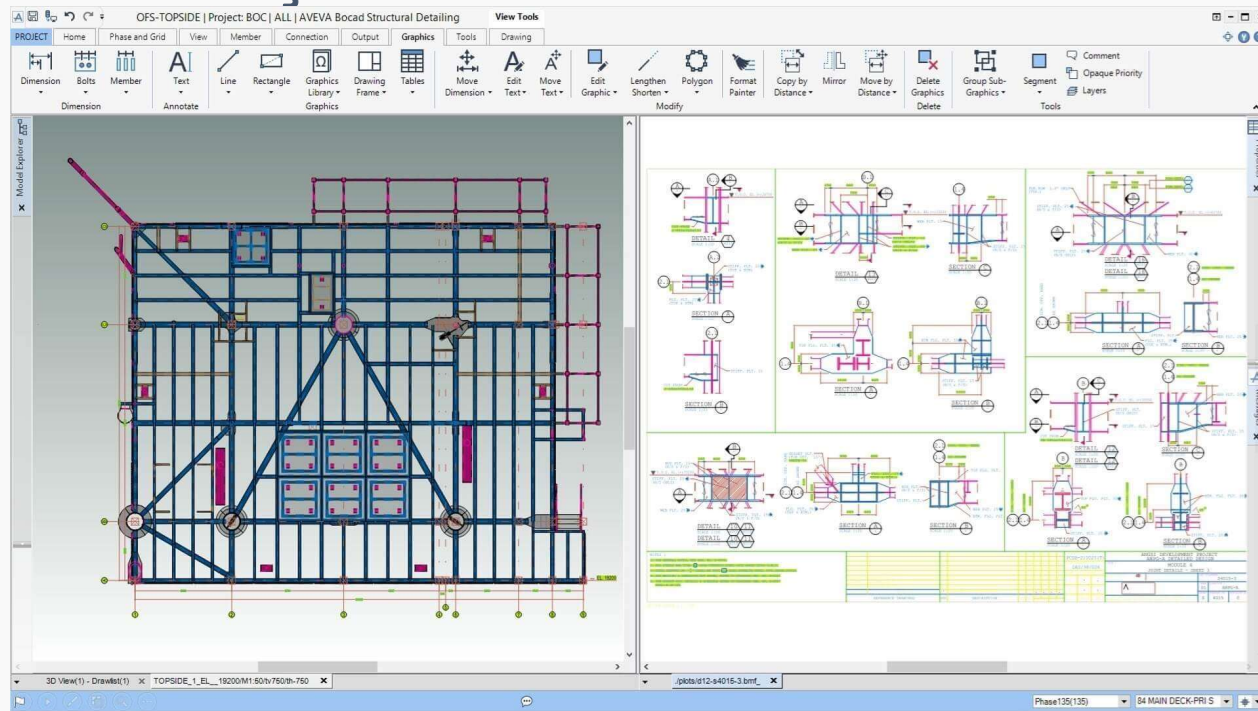
Modelagem, Projeto e Detalhamento de Estruturas de Aço

# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas

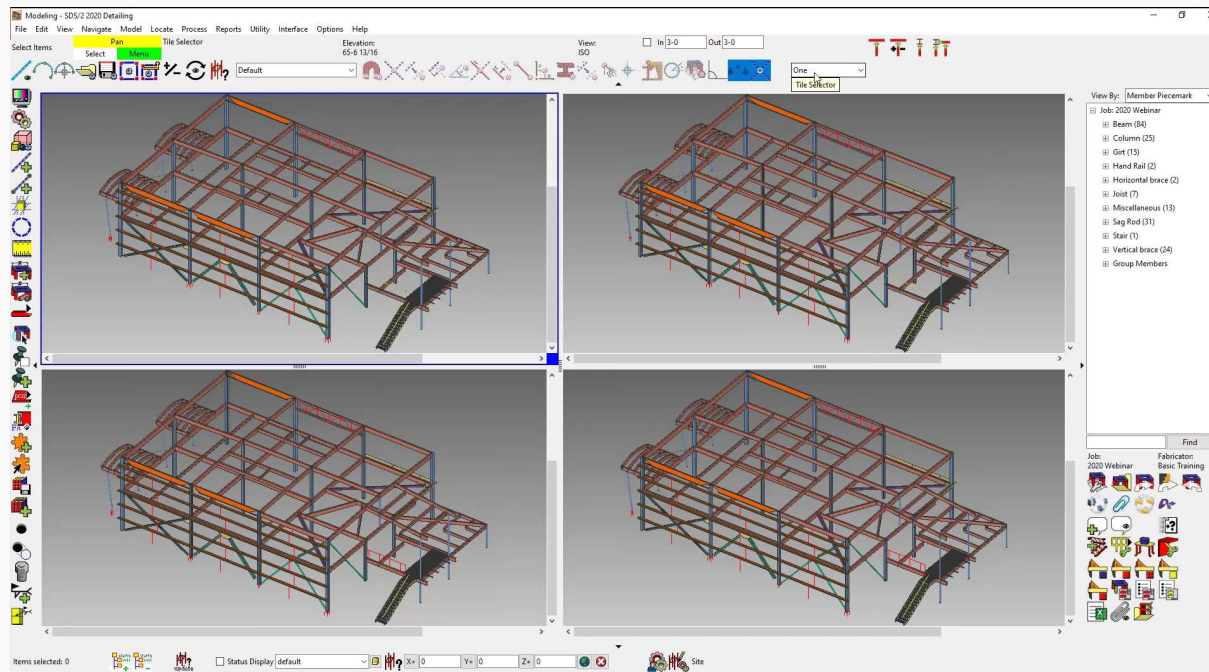


**A** AUTODESK®  
ADVANCE STEEL

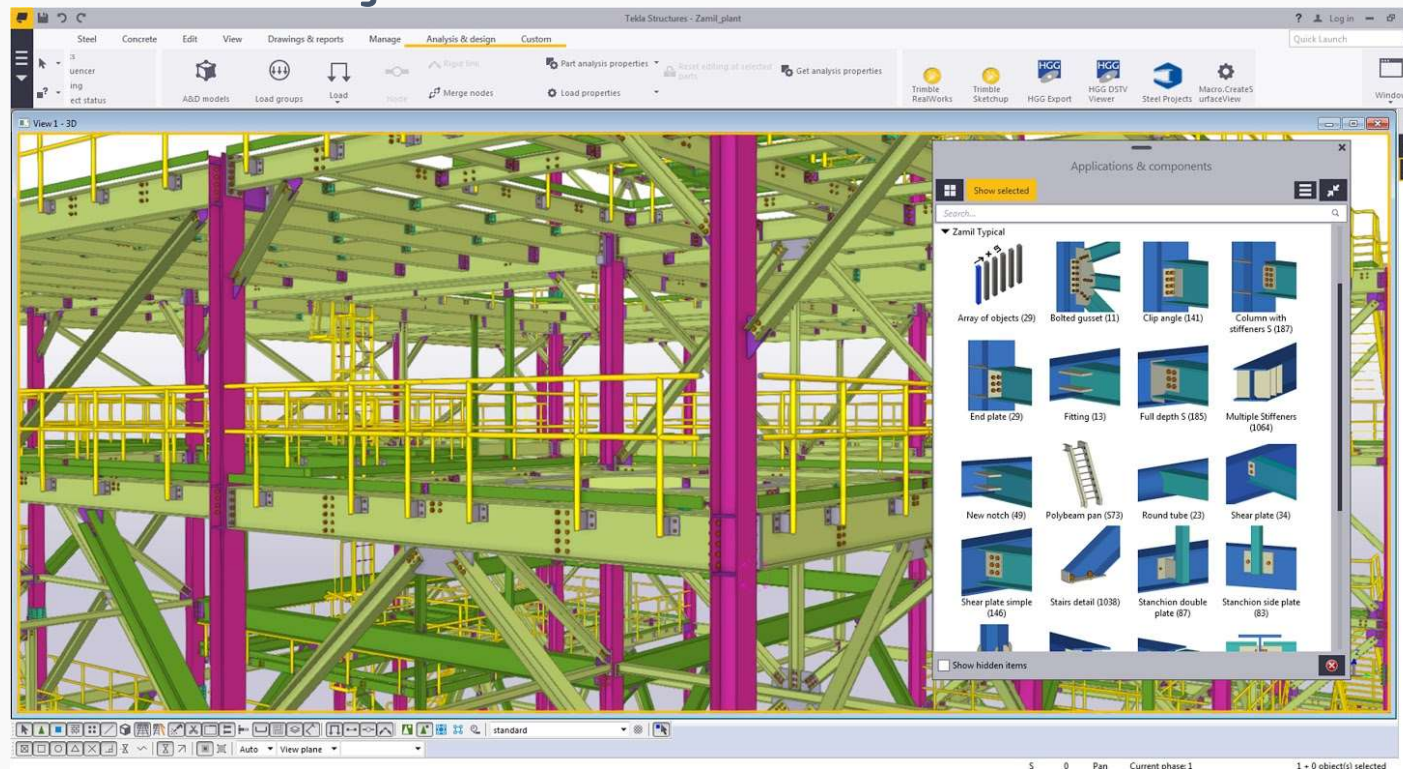
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



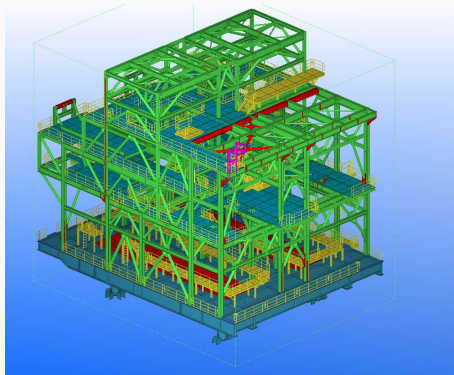
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



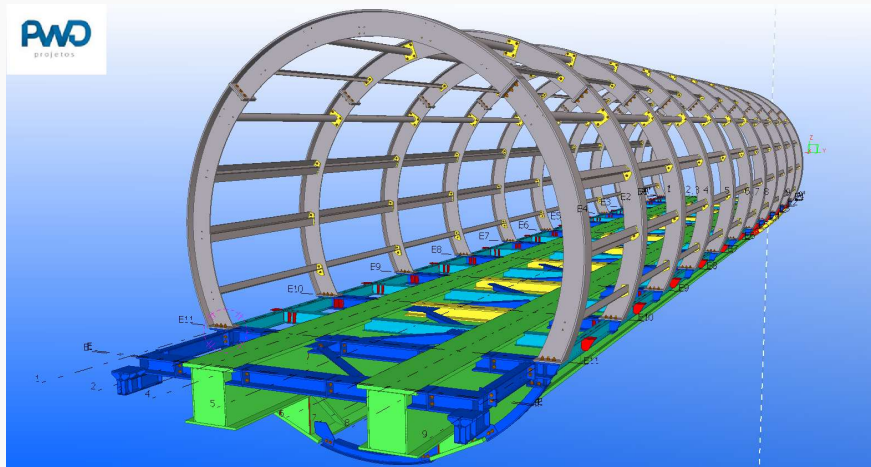
# Softwares de Projeto de Detalhamento para Fabricação de Estruturas Metálicas



# Tekla Structures (P74)

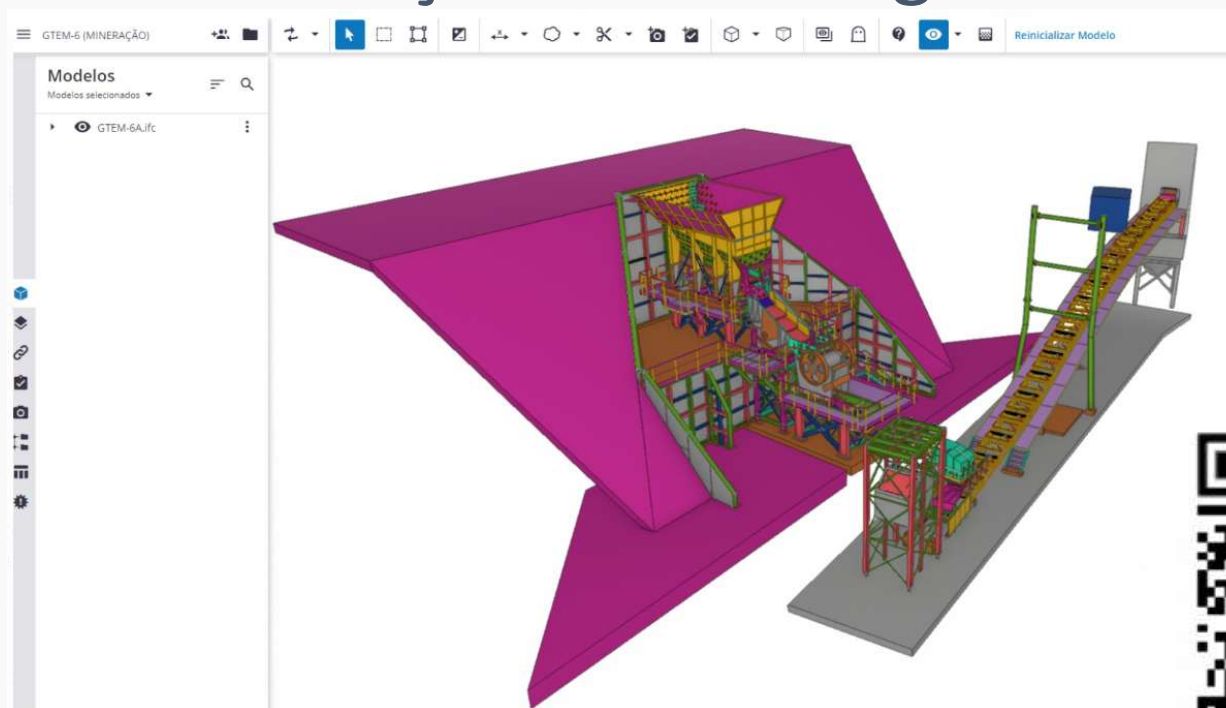


# Tekla Structures (P74)



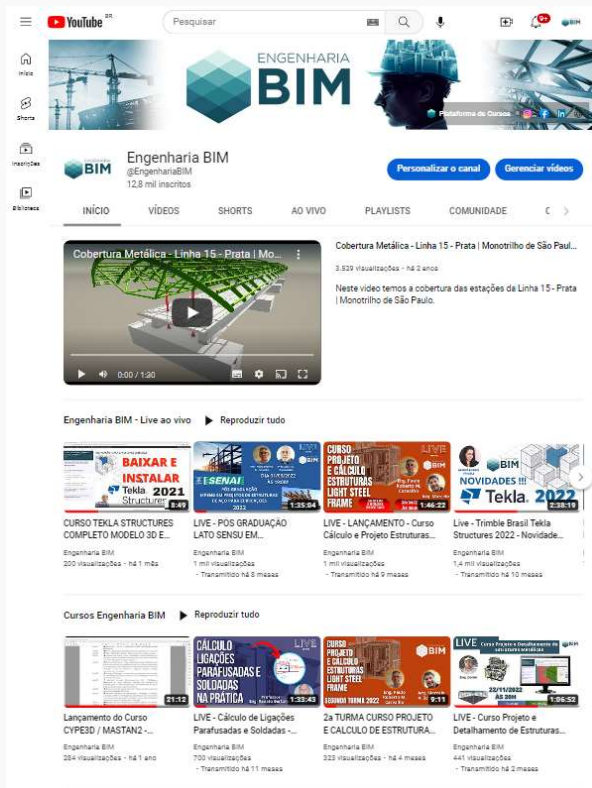


# Tekla Structures – Trimble Connect Colaboração Metodologia BIM

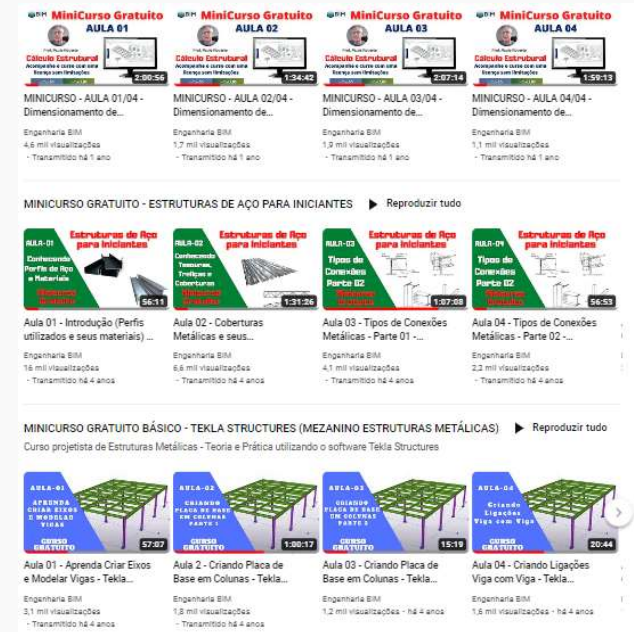


# Engenharia BIM Mídias Sociais

Canal do Youtube – Cursos Básicos Gratuitos –  
Lives Técnicas

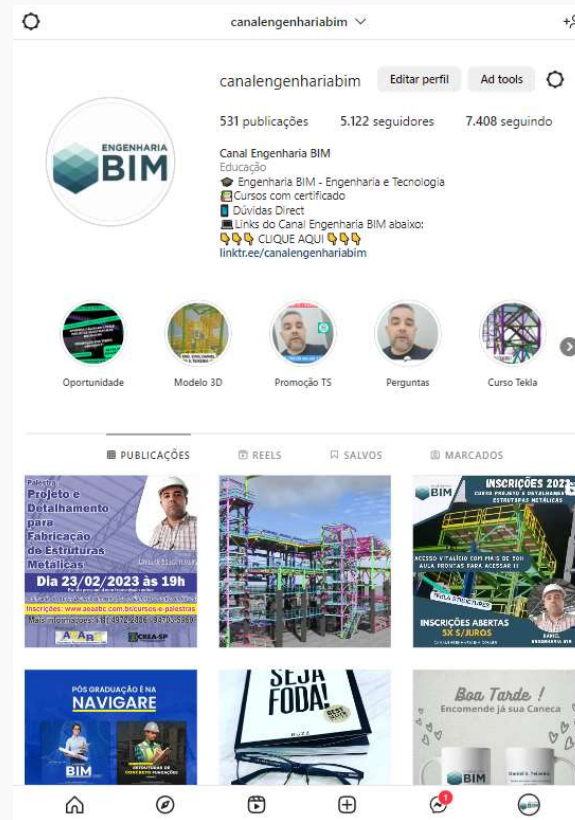


[Inscreva-se](#)



# Engenharia BIM

Mídias Sociais



# Engenharia BIM Mídias Sociais

The image shows a screenshot of a LinkedIn profile for 'PWD Engenharia BIM'. The profile header includes the company name, a description of their services (PWD Projetos | Canal Engenharia BIM (YouTube) Inscreva-se agora BIM Expert - Cálculo - Projeto e Detalhamento de Estruturas Metálicas), location (Santo André, São Paulo, Brasil), and contact information. Below the header, there are buttons for 'Tenho interesse em...', 'Adicionar seção do perfil', and 'Mais'. A 'Buscando emprego' section lists various roles like 'Cargos de Projetista estrutural, Técnico estrutural, BIM Specialist, BIM Model...'. The 'Análise' section provides statistics: 141 visualizações do perfil, 1.879 impressões das publicações, and 59 ocorrências em resultados de pesquisa.



# Engenharia BIM Mídias Sociais

[pwdprojetos.com.br](http://pwdprojetos.com.br)



[HOME](#)

[EMPRESA](#)

[SERVIÇOS](#)

[CLIENTES](#)

[SHOW ROOM](#)

[NOTÍCIAS](#)

[CONTATO](#)

## Experiência em Grandes Obras

Trabalho sério respeitando normas de segurança e meio ambiente.

"Acreditar" é a palavra que move nossa empresa e colaboradores.



[CANALENGHARIABIM.COM.BR](http://CANALENGHARIABIM.COM.BR)

# Engenharia BIM

canalenghariaibim.com.br  
Plataforma de Cursos

Mídias Sociais

ENGENHARIA BIM HOME LOJA CURSOS CURSOS GRÁTIS PROFESSOR CONTATO

O futuro da engenharia civil!  
**Cursos Online de Engenharia Civil**  
Conteúdos de qualidade, com os profissionais mais renomados do mercado da construção civil.  
Ver Cursos

Aumente suas habilidades  
**O futuro já começou**  
O BIM veio para revolucionar os métodos de trabalho visando integração, agilidade e eficácia, não fique para trás!  
Começar Agora!

ENGENHARIA BIM HOME LOJA CURSOS CURSOS GRÁTIS PROFESSOR CONTATO

**Cursos Disponíveis**

- TSteel Modelagem e Detalhamento**  
★★★★★ (624 AVALIAÇÕES)  
DANIEL S. TEIXEIRA  
GRÁTIS
- Tekla Structures - Projeto 3D & 2D (Completo)**  
★★★★★ (4 AVALIAÇÕES)  
DANIEL S. TEIXEIRA  
GRÁTIS
- Power BI - Essenciais com DAX**  
★★★★★ (1 AVALIAÇÃO)  
WLMIRARAUJO  
GRÁTIS
- PROJETO E DETALHAMENTO PARA FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS**  
★★★★★ (42 AVALIAÇÕES)  
RENATO.BERTOLINO.JR  
GRÁTIS
- CÁLCULO LIGAÇÕES EM ESTRUTURAS METÁLICAS**  
★★★★★ (16 AVALIAÇÕES)  
RENATO.BERTOLINO.JR  
GRÁTIS
- CYPE3D / Mastan2 (Cálculo na Prática)**  
★★★★★ (27 AVALIAÇÕES)  
GUSTAVOLUCHESI  
GRÁTIS

ENGENHARIA  
**BIM**

**INSCRIÇÕES 2023**  
CURSO PROJETO E DETALHAMENTO DE  
ESTRUTURAS METÁLICAS

ACESSO VITALÍCIO COM MAIS DE 50H  
AULA PRONTAS PARA ACESSAR !!!

TEKLA STRUCTURES

**INSCRIÇÕES ABERTAS**  
**5X S/JUROS**

CANALENGHARIABIM.COM.BR

DANIEL  
ENGENHARIA BIM



Engenharia BIM  
Contato: 11-985545199  
(Whatsapp)

Engenheiro Civil – Daniel de Souza Teixeira

*Engenharia BIM*  
canalenghariabim.com.br