



### GRUPO III

#### GRUPO DE ESTUDO DE LINHA DE TRANSMISSÃO - GLT

### IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM TRIDIMENSIONAL NO PROJETO DE TORRES TRELIÇADAS PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO

Filipe Guerra Soares	Pedro Henrique de O. Liberato	Sírio José Ferreira
Jean Mark Carvalho Oliveira (*)	Reynaldo Castriota de Mello	Tadeu Rezende
Paulo Ricardo R. Liberato da Silva	Ricardo de O. e B. Perucci	Tiago Corradi Mello

**Engetower Engenharia e Consultoria Ltda.**

#### RESUMO

Este Informe Técnico descreve os desafios da Engetower Engenharia e Consultoria no desenvolvimento de um *software* para modelagem tridimensional (3D) do detalhamento para fabricação e montagem de torres treliçadas para linhas de transmissão. Apresenta-se brevemente as etapas do projeto de uma torre enfatizando o processo usual de detalhamento bidimensional (2D) com suas dificuldades, simplificações e vantagens. A partir destas informações é apresentada a modelagem 3D, que compõe uma das etapas da tecnologia BIM, mostrando os objetivos perseguidos, algumas das dificuldades de implementação, as plataformas adotadas, as principais vantagens e os resultados alcançados.

#### PALAVRAS-CHAVE

Torre treliçada, Detalhamento, Modelagem Tridimensional (3D), BIM, Linha de Transmissão

#### 1.0 - INTRODUÇÃO

Desde o início da abertura pela ANEEL do setor elétrico brasileiro para a iniciativa privada, com a implantação da sistemática de leilões para a definição dos concessionários das linhas de transmissão, vivemos uma situação sem precedentes no que se refere à necessidade da busca de soluções de engenharia que possam atingir a máxima eficiência e elaboração no menor espaço de tempo possível.

Devido à dificuldade de se encontrar e formar profissionais que complementem e renovem as equipes das empresas de projeto do setor, deparamo-nos diariamente com a necessidade do desenvolvimento de ferramentas que possam otimizar o tempo de execução dos projetos, melhorando ainda a qualidade final do produto ofertado.

Nesse contexto, a Engetower Engenharia e Consultoria, empresa especializada em desenvolvimento de projetos de estruturas metálicas para linhas de transmissão, linhas de distribuição e subestações, vem investindo na tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) aliada à plataforma CAD (*Computer Aided Design*) com o objetivo de resolver o que atualmente pode ser considerado o maior ponto crítico: o detalhamento das estruturas.

#### 1.1 Torres para Linhas de Transmissão

As torres metálicas treliçadas são o tipo de suporte mais utilizado em linhas de transmissão devido à sua grande capacidade de suportar cargas, sendo estruturas leves que garantem facilidade de transporte e montagem. Para sua modelagem computacional é usualmente utilizado o modelo de treliça espacial, composto por barras que suportam apenas cargas de tração e compressão na direção do próprio eixo. Uma torre é constituída por vários componentes (cabeça, tronco, mísulas, pés, etc.) formados por conjuntos de planos treliçados.

O projeto das torres segue uma sequência baseada nas definições necessárias para sua concepção, desde as configurações elétricas exigidas pela capacidade da LT, passando pela escolha dos cabos condutores e pára-raios e características do local percorrido, determinando-se os parâmetros de vento e clima que possibilitarão o cálculo das hipóteses de carregamento. De posse da geometria da torre e das hipóteses de carregamento procede-se a análise estrutural e o dimensionamento das barras e ligações, quando é possível dar início ao processo de detalhamento, materializando o modelo teórico em desenhos de fabricação e montagem.

## 2.0 - O PROCESSO USUAL DE DETALHAMENTO

### 2.1 Breve história

O detalhamento de torres treliçadas de linha de transmissão foi introduzido no Brasil em meados da década de 1950 por engenheiros italianos e, desde seus primórdios, é executado em desenhos bidimensionais (2D) por profissionais de nível técnico. Até o início da década de 1990, todo trabalho era feito de forma manual, utilizando instrumentos de desenho técnico, calculadoras e tabelas (ver Figura 1). Tal trabalho era demorado e, devido a seu caráter artesanal, algumas simplificações introduziam erros que afetavam as dimensões e ângulos de dobra das peças. Devido a tais situações se fazia necessário uma quantidade maior de profissionais na confecção dos desenhos técnicos e, normalmente, as empresas tinham em cada equipe de detalhamento um projetista experiente e alguns desenhistas, copista e conferencista.

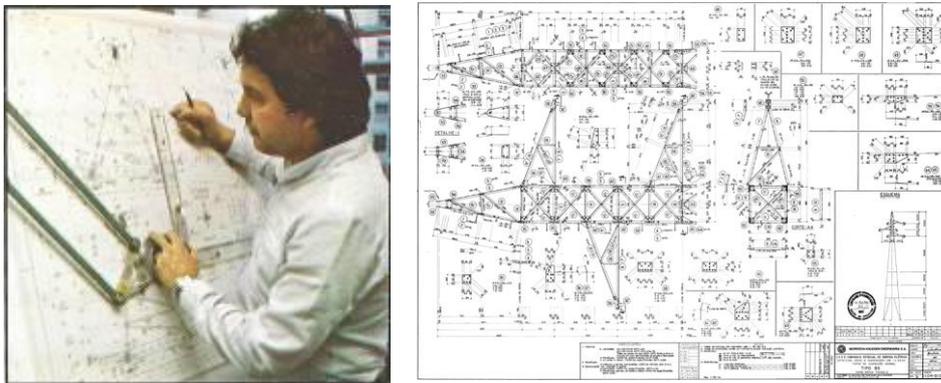


FIGURA 1 – Execução de desenho de detalhamento na década de 1980

A partir da década de 1990 iniciou-se a utilização de *softwares* CAD no desenvolvimento dos projetos e, com isso, os desenhos passaram a ser feitos de forma mais precisa e eficiente reduzindo também as equipes de projeto. Contudo os desenhos continuam sendo bidimensionais, mostrando as faces, vistas e cortes necessários para uma boa representação do modelo real da torre (ver Figura 2).

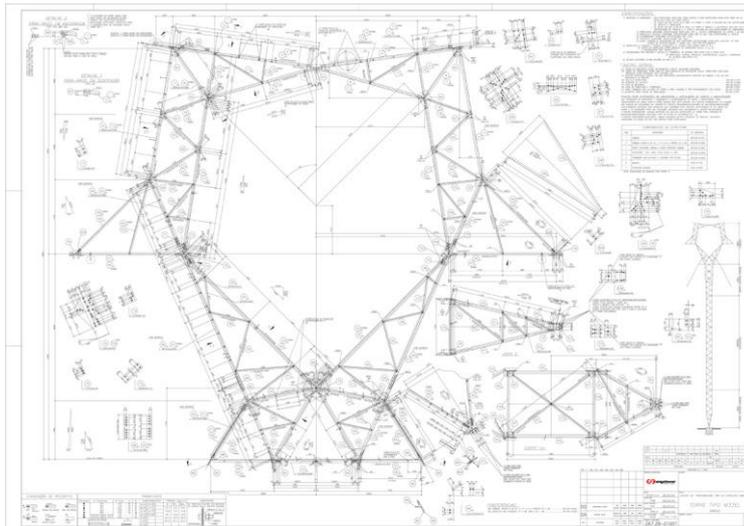


FIGURA 2 - Desenho de detalhamento 2D da cabeça de uma torre executado em formato A0 na escala 1:15 através de *software* CAD

## 2.2 Descrição do processo, dificuldades e simplificações

O detalhamento consiste em transformar as informações fornecidas pelo cálculo estrutural em desenhos bidimensionais que são utilizados por uma fábrica para materializar as estruturas. No detalhamento a estrutura é dividida em componentes, de modo que cada um deles possa ser representado adequadamente em um desenho nas escalas habituais, sendo este desenvolvido e verificado com base nos dados fornecidos pelo cálculo estrutural, pelas especificações técnicas, normas de fabricação e montagem e nas padronizações estabelecidas pela empresa e pelo cliente.

No processo tradicional de detalhamento existem algumas dificuldades de representação das peças em desenhos 2D devido, por exemplo, à não ortogonalidade de planos e aos desníveis entre os elementos componentes das estruturas. Tais dificuldades são resolvidas através de simplificações e processos empíricos que, além de introduzir erros no modelo, aumentam significativamente o tempo necessário para verificações de ajustes e interferências entre as peças da torre.

A não ortogonalidade dos planos das faces da torre ocorre principalmente devido à variação das dimensões da seção transversal com o objetivo de reduzir os esforços atuantes nas barras. Por exemplo, para troncos de estruturas essa variação na seção transversal é caracterizada pelos ângulos de inclinação das faces transversal ( $\alpha_t$ ) e longitudinal ( $\alpha_l$ ) em relação à vertical que, quando ambos maiores que zero, geram um aumento no ângulo entre os planos das faces da estrutura ( $\beta$ ), descrito pela equação  $\beta = \arccos(-\sin\alpha_t \sin\alpha_l)$ . Portanto, para estruturas com pelo menos uma face vertical  $\beta = 90^\circ$  e com ambas as faces inclinadas  $\beta > 90^\circ$ . Considerando-se que o perfil mais utilizado nas torres para linhas de transmissão é a cantoneira laminada  $90^\circ$  de abas iguais, essa não ortogonalidade entre os planos das faces impossibilita o alinhamento das abas das cantoneiras com as faces e o perfeito apoio de todas as peças entre si (ver Figura 3).

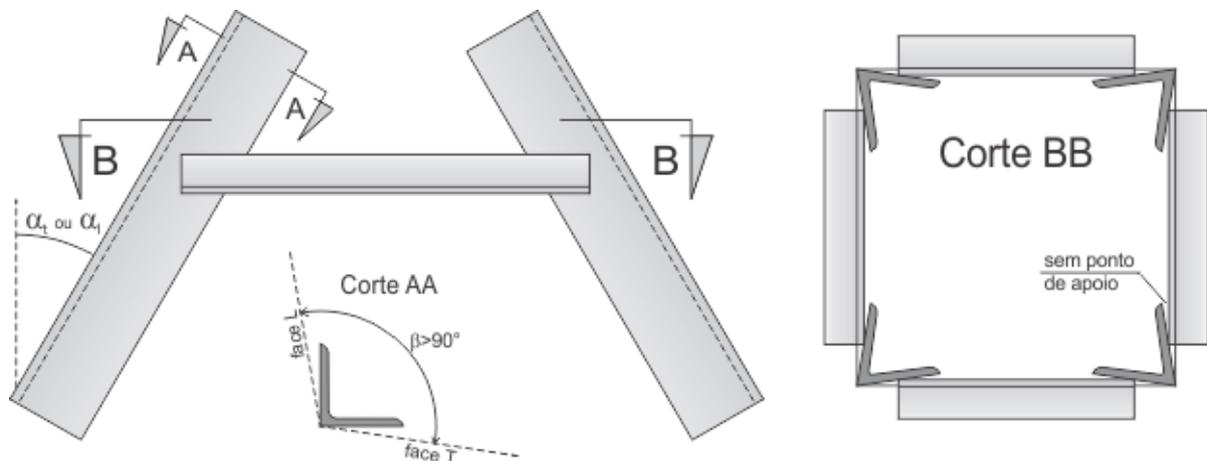


FIGURA 3 - Não ortogonalidade dos planos das faces gerando pontos sem apoio entre as peças

Neste caso, quando tais imperfeições atingem valores acima daqueles estabelecidos pela prática dos projetistas ao longo dos anos, é necessária a aplicação de uma alteração na seção das cantoneiras conhecida como abertura das abas. O valor mínimo definido empiricamente para o deslocamento da extremidade da aba da cantoneira em relação ao seu plano inicial, acima do qual é necessária a operação de abrir abas, é de 3mm. Após essa operação o apoio entre as peças é restabelecido (ver Figura 4).

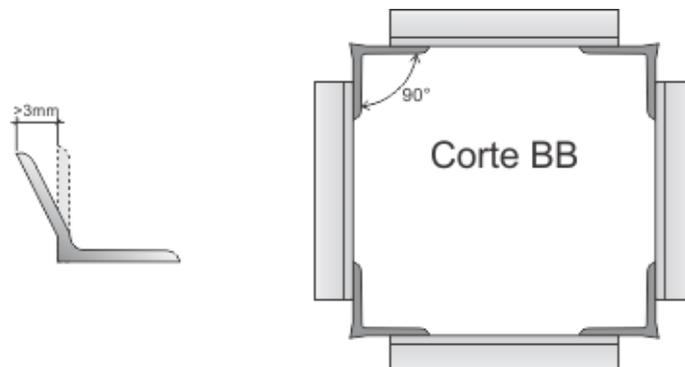


FIGURA 4 - Valor mínimo de abertura de abas para cantoneiras e restabelecimento dos pontos de apoio entre as peças

Quando elementos da torre estão apoiados em planos diferentes também é necessária uma análise do projetista em relação ao ângulo causado pela diferença de nível entre esses planos e o comprimento da barra. Como no caso da não ortogonalidade entre os planos, valores máximos estabelecidos empiricamente indicarão a necessidade de calços de preenchimento ou de dobra na barra (ver Figura 5).

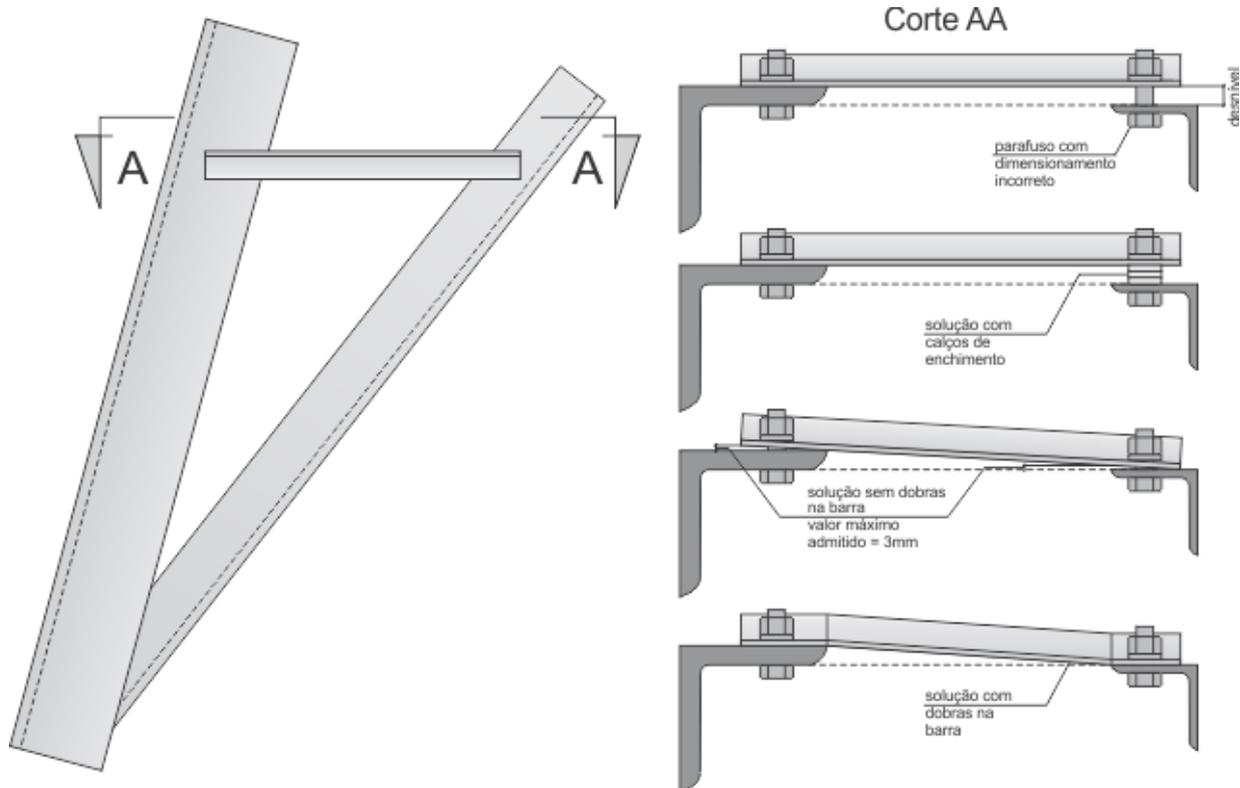


FIGURA 5 - Desníveis entre peças, possíveis soluções e valor mínimo para dobra

Grande parte dos erros de detalhamento produzidos pelas simplificações do modelo 2D são encontrados e corrigidos durante a etapa de pré-montagem horizontal da estrutura, realizada antes do início do processo de fabricação em série das torres.

Por último é importante destacar que o detalhamento é um ponto crítico de todo o processo produtivo do projeto devido ao tempo necessário para seu desenvolvimento. No modelo tradicional de detalhamento utilizado atualmente um projetista pode demorar aproximadamente 60 dias para detalhar uma estrutura com cerca de 25 formatos A0.

### 2.3 Principais vantagens

O processo atual é validado e testado em campo através dos anos de construção de linhas de transmissão no Brasil, sendo bem dominado pela maioria dos projetistas que, de posse da experiência e de tolerâncias de fabricação e montagem, executam as simplificações citadas na estrutura espacial possibilitando a confecção dos desenhos bidimensionais de forma clara e confiável.

Tais desenhos são de rápida elaboração utilizando-se qualquer plataforma CAD do mercado através de entidades simples como linhas, círculos, pontos e cotas e são a interface padrão de comunicação entre projetistas, engenheiros, fabricantes e montadores, possibilitando seu perfeito entendimento do projeto à construção.

## 3.0 - SOFTWARE PARA MODELAGEM TRIDIMENSIONAL

### 3.1 Modelagem 3D no contexto BIM

O conceito de modelagem 3D é uma das etapas do processo BIM (*Building Information Modelling*), sendo importante entendê-lo para melhor ver suas possibilidades e assim conhecer os problemas que ele propõe resolver. BIM significa modelagem da informação de construção e pode ser entendido como um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um projeto, como a geometria e os detalhes de materiais.

No caso da modelagem 3D de uma torre, para cada elemento construtivo (cantoneiras, chapas, parafusos, etc.) é possível especificar não só parâmetros geométricos (bitolas, comprimentos, recortes e dobras) como também parâmetros do tipo de material, peso, custos e dados específicos para fabricação, permitindo ao utilizador até mesmo a introdução de parâmetros a seu critério.

Pode-se entender que a utilização do BIM tem como finalidade não somente melhorar a visualização e entendimento do projeto, mas também a de organizar melhor as informações de cálculo, fabricação e construção, possibilitando o acesso a estas em qualquer etapa do processo.

A estratégia de implementação para adoção do BIM é complexa e multidisciplinar, necessitando do envolvimento não só dos profissionais de Tecnologia da Informação, mas também dos engenheiros, projetistas, fabricantes, construtores e concessionários, uma vez que esta implementação precisa alinhar novos processos e responsáveis das diversas áreas para sua viabilidade.

Apesar da amplitude de possibilidades da tecnologia BIM decidiu-se em um primeiro momento priorizar o desenvolvimento do *software* de modelagem 3D para resoluções específicas do detalhamento de estruturas para linhas de transmissão.

### 3.2 Objetivos da implantação

Muitos objetivos são perseguidos na implantação deste *software* de modelagem, entre eles os seguintes:

- Facilitar o processo de detalhamento, integrando-o com o dimensionamento estrutural e diminuindo seu tempo de execução, que hoje é um dos pontos críticos no projeto de estruturas para linhas de transmissão e subestações;
- Minimizar erros humanos no detalhamento devidos ao processo de obtenção das informações nos documentos de cálculo e à contagem de peças na elaboração de listas de materiais e parafusos;
- Otimizar a validação de detalhes criados pelo projetista, como ligações, distâncias entre objetos, dobras de peças e outros elementos importantes do projeto (ver Figura 6);
- Diminuir a curva de aprendizagem do processo de detalhamento pela facilidade de visualização e compreensão espacial das estruturas, possibilitando a criação de equipes em períodos mais curtos;
- Manter os projetos sempre atualizados através de uma plataforma sincronizada de comunicação com fabricantes e montadores.

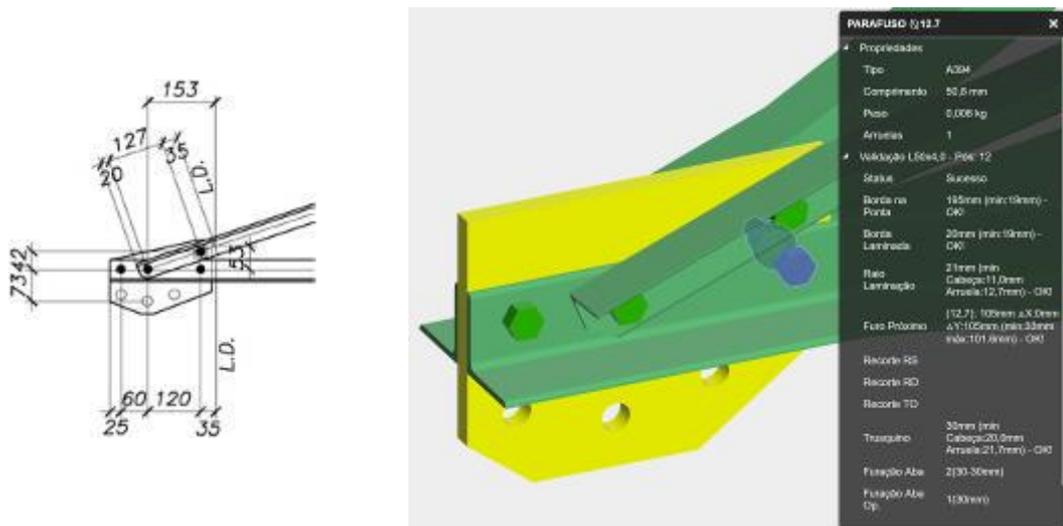


FIGURA 6 - Validação das distâncias mínimas à borda em ligações parafusadas pelas modelagens 2D e 3D

### 3.3 Dificuldades na utilização de um *software* padronizado

Os diversos *softwares* existentes atualmente no mercado para modelagem 3D de estruturas metálicas são direcionados principalmente para estruturas prediais e industriais, não existindo uma ferramenta específica para modelagem que atenda às especificidades das estruturas para LT's e às exigências tecnológicas da Engetower Engenharia. Nenhum dos *softwares* avaliados possui soluções para os problemas apresentados anteriormente nas Figuras 3, 4 e 5.

A utilização de ferramentas padronizadas fica também comprometida devido à grande variedade de soluções utilizadas nas torres, fazendo com que cada projeto tenha detalhamentos completamente distintos.

### 3.4 Escolha da plataforma para desenvolvimento do *software*

Entendendo as dificuldades de aquisição de um *software* padrão de mercado, definiu-se pela escolha de uma plataforma que possibilitasse o desenvolvimento de um *software* para atender às necessidades específicas da empresa e deste tipo estrutural. O processo de escolha da plataforma foi realizado avaliando-se as seguintes características:

- Interface de programação (*API – Application Programming Interface*) avançada para customização e criação de ferramentas específicas;
- Suporte técnico de qualidade;
- Grande base de usuários;
- Ser um *software* desenvolvido por uma grande empresa que garanta a continuidade do produto e evoluções tecnológicas.

Com estas premissas escolheu-se o *software* de modelagem e detalhamento *Advance Steel* da Autodesk, que atendeu às necessidades definidas. Outros pontos técnicos importantes na escolha deste *software* foram:

- O *Advance Steel* é um *software* construído com base na plataforma mundial *AutoCAD* e por isso todas as interfaces de programação do *AutoCAD* também estão disponíveis para auxiliar na customização e criação de ferramentas do *software* por usuários;
- O programa possui os principais objetos necessários para modelagem de estruturas treliçadas (cantoneiras, parafusos e chapas planas e dobradas);
- Os formatos de exportação dos programas de cálculo da Engetower Engenharia são no padrão *AutoCAD* (formato DWG) e assim esta integração do *Advance Steel* com o *AutoCAD* facilita a comunicação entre os processos da empresa.

### 3.5 Customização e desenvolvimento de ferramentas

Para viabilizar a modelagem 3D das estruturas para LT's através de um processo que atendesse as necessidades da empresa se fez necessário a customização do *software* e o desenvolvimento de ferramentas específicas. Todo este trabalho foi realizado para superar as dificuldades de criação de modelos 3D deste tipo de estrutura, que possui um alto nível de precisão, inúmeros detalhes de construção e dificuldades geométricas como as apresentadas no item 2.2. No desenvolvimento destas ferramentas três pontos são considerados fundamentais para viabilizar sua implementação:

- Criação de ferramentas para lançamento automático dos elementos estruturais, considerando todas as especificações para detalhamento e resoluções das imperfeições intrínsecas;
- Criação de funções para validação do modelo criado;
- Criação de ferramentas para gerar os desenhos bidimensionais de fabricação e montagem.

Para facilitar o processo de comunicação entre a engenharia e o detalhamento foi desenvolvida uma interface entre o *software* de cálculo da empresa e o *software* de modelagem, utilizando os arquivos DWG do *AutoCAD* como meio de transferência de informação. O programa de cálculo gera uma silhueta 3D com as linhas de centro das barras contendo as informações de cálculo necessárias para a modelagem durante a etapa de detalhamento. Com isso é possível construir os objetos utilizando as definições geradas diretamente pelo programa de cálculo, minimizando os erros e acelerando a modelagem (ver Figura 7).



FIGURA 7 – Lançamento das peças na modelagem 3D e informações importadas do cálculo

Através do *software Access* da Microsoft foi realizada a customização das bibliotecas de cantoneiras e parafusos do *Advance Steel* para atender aos padrões utilizados atualmente em projetos de linhas de transmissão no Brasil.

O processo de modelagem envolve a manipulação dos sistemas de coordenadas global e locais. As torres para LT's possuem muitos planos não ortogonais e cada barra neste conjunto possui seu próprio sistema de coordenadas local que, devido às características da geometria, têm pouca relação entre si. Utilizando as ferramentas nativas do *Advance Steel* o projetista precisa manipular inúmeras vezes os sistemas de coordenadas e realizar diversos cálculos para lançar corretamente cada peça no modelo. Para contornar este problema foram identificadas as várias possibilidades de lançamento de cantoneiras, chapas e parafusos e implementadas ferramentas específicas para realização destas atividades utilizando toda a plataforma de desenvolvimento do *Advance Steel* e algumas das funções nativas do *AutoCAD* através da plataforma *.NET*.

### 3.6 Geração de desenhos e novos formatos para apresentação do projeto

Após a modelagem 3D é possível gerar os desenhos bidimensionais, que são o produto final dos projetos, utilizando funções do *Advance Steel* que definem pré estilos para criação automática dos desenhos de fabricação e montagem. Mesmo após extensa configuração destes estilos para os padrões da Engetower Engenharia ainda serão necessárias diversas customizações no *software* para que se obtenha os desenhos o mais próximo possível dos padrões atuais.

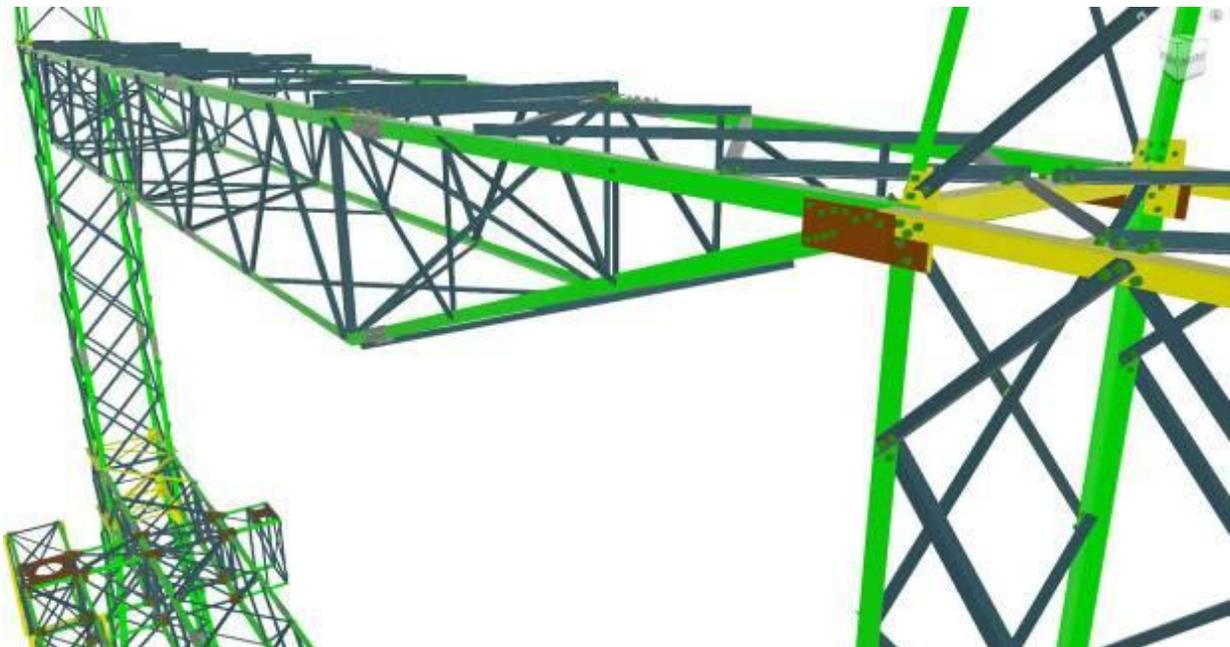
Um dos objetivos a serem alcançados é o desenvolvimento de interfaces de saída do modelo virtual para arquivos compatíveis com máquinas CNC, reduzindo as interações humanas e agilizando o processo de fabricação.

Um novo produto final pode ser adicionado ao projeto para o cliente, pois junto com os desenhos bidimensionais o próprio modelo virtual pode ser compartilhado, até mesmo em dispositivos móveis, gerando mais uma ferramenta para compreensão do projeto por técnicos em fábrica ou em campo.

### 3.7 Resultados alcançados

Para a implementação do processo de detalhamento tridimensional foram gerados modelos de algumas estruturas (ver Figura 8) e, através deles, foi possível avaliar e identificar os seguintes resultados:

- Redução de erros e otimização das verificações do projeto;
- Facilidade no treinamento de novos profissionais;
- Integração de processos entre as áreas de engenharia e detalhamento;
- Facilidade de acesso às informações de todo o projeto.



• FIGURA 8 – Modelagem 3D de um pórtico para subestação

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Com a grande demanda do mercado aliada à escassa formação de novos profissionais no setor, o detalhamento das estruturas é hoje considerado um ponto crítico no desenvolvimento de projetos de torres para linhas de transmissão.

A criação de *software* para modelagem 3D é trabalhosa e exige uma equipe multidisciplinar que, apesar de elevar o custo operacional devido aos investimentos de implantação, se mostrou viável ao possibilitar a elaboração de novos processos para execução do detalhamento em menos tempo e com menores possibilidades de erro.

Além disso será possível a formação de profissionais com menor tempo de treinamento, uma vez que as regras de modelagem e diversas normas de construção estão inseridas nas funções desenvolvidas e que a modelagem 3D facilita a visualização e compreensão das estruturas no espaço, o que não acontece no detalhamento 2D.

A implementação BIM no processo completo do projeto até a construção de linhas de transmissão exigirá que todos os setores envolvidos contribuam para viabilizar sua implantação. A Engetower Engenharia está investindo no desenvolvimento de um *software* para modelagem 3D como uma das etapas dessa implantação, vislumbrando a utilização dessa tecnologia por todas as empresas atuantes no setor de linhas de transmissão no Brasil.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASCE / SEI - Standard 10-15 – Design of Latticed Steel Transmission Structure – Edição 2015.

[2] ABNT – NBR 5422 – “Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica”-Brasil.

[3] IEC 60826 - *Loading and Strength of Overhead Transmission Line. Second edition*, 1991-04.

[4] Manual atualizado e online com todas ferramentas do Advance Steel:  
<http://help.autodesk.com/view/ADSTPR/2017/ENU/>

[5] C# 6.0 and the .NET 4.6 Framework - Andrew Troelsen, Philip Japikse - 7ª Edição

[6] AutoCAD 2017 Instructor - James Leach - Edição Maio/2016

[7] Análisis de Estructuras Reticulares - James M. Gere y William Weaver, Jr. - 5ª impresión

[8] AutoCAD 2011 - Projetos em 2D - Rosa Katori - 2010

[9] AISC - Manual os Steel Construction - Eighth Edition

[10] AISC - Structural Steel Detailing - Second Edition

[11] BIM Adoption Guide - Building and Construction Authority, Singapura - Version 2

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**Filipe Guerra Soares** - Nascido em Timóteo/MG, em 29/06/1979, graduou-se em Engenharia Civil com ênfase em Cálculo Estrutural pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 2001. Atua desde 1999 na Engetower Engenharia na elaboração de projetos de estruturas metálicas para LT's e SE's.



**Jean Mark Carvalho Oliveira** - Nascido em Teófilo Otoni/MG, em 11/01/1985, graduou-se em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 2009. Atua desde 2007 na Engetower Engenharia na elaboração de projetos de estruturas metálicas para LT's e SE's.



**Paulo Ricardo Ralo Liberato da Silva** - Nascido em Conselheiro Lafaiete/MG, em 01/06/1954, graduou-se em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 1977. Atuou como engenheiro projetista de estruturas metálicas para LT's e SE's na empresa Morrison Knudsen de Engenharia, no período de 1977 a 1986, e na empresa Mendes Júnior Montagens e Serviços, no período de 1987 a 1994. Foi professor da cadeira de Estruturas Metálicas do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da UFMG no período de 1978 a 1993. A partir de 1995 atua como sócio e diretor comercial da Engetower Engenharia.



**Pedro Henrique de O. Liberato** - Nascido em Belo Horizonte/MG, em 21/02/1982, graduou-se em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 2006. Possui pós graduação em Gestão de Projetos pela Fundação Dom Cabral. Trabalhou com desenvolvimento de softwares para o AutoCAD com a tecnologia ObjectARX .NET durante dois anos. Trabalhou também durante nove anos com desenvolvimento de sistemas WEB e aplicativos móveis para diversos segmentos. Trabalha na Engetower Engenharia desde 2015 no setor de Tecnologia da Informação desenvolvendo o software de detalhamento 3D.



**Reynaldo Castriota de Mello** - Nascido em Cássia/MG, em 18/09/1956, graduou-se em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 1978. Atuou como engenheiro projetista de estruturas metálicas para LT's e SE's na empresa Morrison Knudsen de Engenharia no período de 1978 a 1986, e na empresa Mendes Júnior Montagens e Serviços no período de 1987 a 1995. A partir de 1995 atua como sócio e diretor técnico da Engetower Engenharia.



**Ricardo de O. e B. Perucci** - Nascido em Belo Horizonte/MG, em 22/06/1994, estuda Engenharia Civil na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais com previsão de conclusão em 2018. Atua desde 2016 na Engetower Engenharia como estagiário no setor de engenharia.



**Sírio José Ferreira** - Nascido em Iguatama/MG, em 18/06/1962, graduou-se em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais no ano de 1986. Atuou como engenheiro projetista de estruturas metálicas para LT's e SE's na empresa Morrison Knudsen de Engenharia em 1986, e na empresa Mendes Júnior Montagens e Serviços no período de 1987 a 1991. A partir de 1995 atua como sócio e analista de sistemas da Engetower Engenharia.



**Tadeu Rezende** - Nascido em Itaverava/MG, em 12/01/1944, é Técnico em Edificações e atuou como projetista sênior de estruturas para LT's e SE's na SBE (Sociedade Brasileira de Eletrificação) de 1964 a 1975, na Setorial Estruturas de 1975 a 1977, na Morrison Knudsen de Engenharia de 1977 a 1985 e na Silva-Guedes e Associados de 1986 a 1992. Desde 1992 a 2010 foi sócio diretor da SETRAB - Serviços Técnicos Rezende Almeida Bittencourt, que elaborava serviços de detalhamento de desenhos técnicos. Desde 2011 presta serviços de detalhamento para a Engetower Engenharia.



**Tiago Corradi Mello** - Nascido em Belo Horizonte/MG, em 12/07/1996, estuda Engenharia Civil na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais com previsão de conclusão em 2019. Atua desde 2016 na Engetower Engenharia como estagiário no setor de engenharia.