

Artigo

Como fazer o detalhamento de estruturas de aço

Dados proporcionam clareza e facilitam a identificação prévia de qualquer medida a ser tomada no decorrer da obra

Edição 237 - Dezembro/2016

Mateus Flores Bordin

Engenharia Civil, Universidade de Passo Fundo (RS)

Marinês Silvani Novello

M.Sc., Engenheira Civil

Zacarias M. Chamberlain Pravia

D.Sc., PPGEng, Universidade de Passo Fundo (RS)

O detalhamento de projetos tem como principal finalidade a apresentação de todas as peculiaridades e informações a respeito de uma determinada obra, sejam estas informações mais amplas como na fase de definição de escopo, ou então mais específicas direcionadas para cada etapa da obra: cálculo estrutural, fabricação e montagem. Toda esta gama de dados tem como objetivo final proporcionar clareza e facilidade na identificação prévia de qualquer ação ou medida a ser tomada no decorrer e avanço da obra.

A atual situação do setor no Brasil apresenta uma singularidade no desenvolvimento dos projetos em aço, tendo assim padrões diferentes e específicos quando comparado de empresa para empresa, de profissional para profissional e de região para região, o que resulta na maioria das vezes na má qualidade de projeto e falta de clareza nas informações propostas.

Segundo a ABNT NBR 8800 (2008), conceitua-se projeto como o conjunto de especificações, cálculos estruturais, desenhos de projeto, de fabricação e de montagem dos elementos de aço juntamente com os desenhos de formas e armação quando relacionada a parte de concreto. De modo geral, a Associação Brasileira de Normas Técnicas não limita ou define um padrão específico para formulação de projetos técnicos, o que acarreta na criação de diversos padrões de detalhamento de projetos entre os profissionais da área.

O Instituto Americano de Construção em Aço desenvolveu um manual técnico para premissas básicas na execução de projeto em aço - AISC 326 (2009) Detailing for Steel Construction, 3rd Edition, em que podem ser encontradas informações a respeito de especificações de detalhamento de projetos, juntamente com exemplos e detalhes usuais para construções em aço, incluindo a abordagem sobre processos de fabricação e composição de matérias-primas para os elementos em aço.

Com base na AISC 326 (2009) em conjunto com a ABNT NBR 8800:2008, ABNT NBR 14762:2010 e ABNT NBR 14611:2000, objetivou-se o desenvolvimento de um manual técnico para detalhamento de projetos em estruturas de aço e demais elementos de aço envolvidos, sendo o principal foco apresentar as premissas básicas para padronização dos projetos no mercado brasileiro. Essas premissas são explicitadas por meio de um projeto bem definido com todas as informações, características e etapas necessárias para composição de um edifício industrial de aço. Focando na clareza das informações e detalhes apresentados nos projetos para cada tipo de elemento nas diferentes fases de avanço da obra, minimizando possíveis não-conformidades durante a fabricação e a montagem das peças, sabendo que isso está ligado diretamente aos custos e ao cronograma global da obra. Tal estudo também deverá servir de base para uma possível atualização na ABNT NBR 14611:2000, norma muito defasada em relação a prática dos dias atuais.

Modelagem da estrutura em 3D

Com o novo conceito para execução de projetos que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, onde trabalha-se com o desenvolvimento de modelos estruturais em três dimensões interligados diretamente à concepção e dimensionamento estrutural tanto dos elementos principais quanto para os secundários, adota-se tal técnica ao presente estudo, sendo este um galpão industrial em estrutura metálica, caracterizado pela estrutura principal (pórticos) em elementos treliçados. Cabe mencionar que a fase de dimensionamento da estrutura não será abordada neste estudo, porém sendo imprescindível que tal etapa esteja concluída antes do início da modelagem e detalhamento dos projetos, evitando possíveis retrabalhos por conta de revisões de escopo.

A projeção tridimensional tem como principal finalidade a identificação prévia de qualquer interferência entre os elementos em todos os planos da estrutura. Assim sendo, além de todo cuidado com relação às dimensões e características dos perfis e ligações adotadas, foram também inseridas as definições quanto aos tipos de matérias-primas para fabricação dos elementos de aço e parafusos, tratamentos superficiais contra corrosão das peças, incluindo a marcação de identificação referente a cada conjunto de elementos, de modo que todas as informações imprescindíveis para fabricação dos elementos, processos logísticos e montagem em campo, estivessem contidas em apenas um modelo estrutural conforme "figura 1" abaixo.

Desenhos de fabricação

Com o modelo estrutural finalizado, poderão ser extraídos deste todos arquivos que detalham isoladamente cada elemento que compõe o edifício. Estes arquivos são gerados em códigos numéricos computacionais que por sua vez interagem diretamente com as máquinas de fabricação, assim minimizando possíveis falhas humanas na transferência de dados. Além dos elementos isolados, se faz necessário também o detalhamento de elementos compostos por duas ou mais peças. O projeto para estes conjuntos é também extraído diretamente do mesmo modelo estrutural e detalhado de modo a apresentar todas as peculiaridades e particularidades para cada elemento composto.

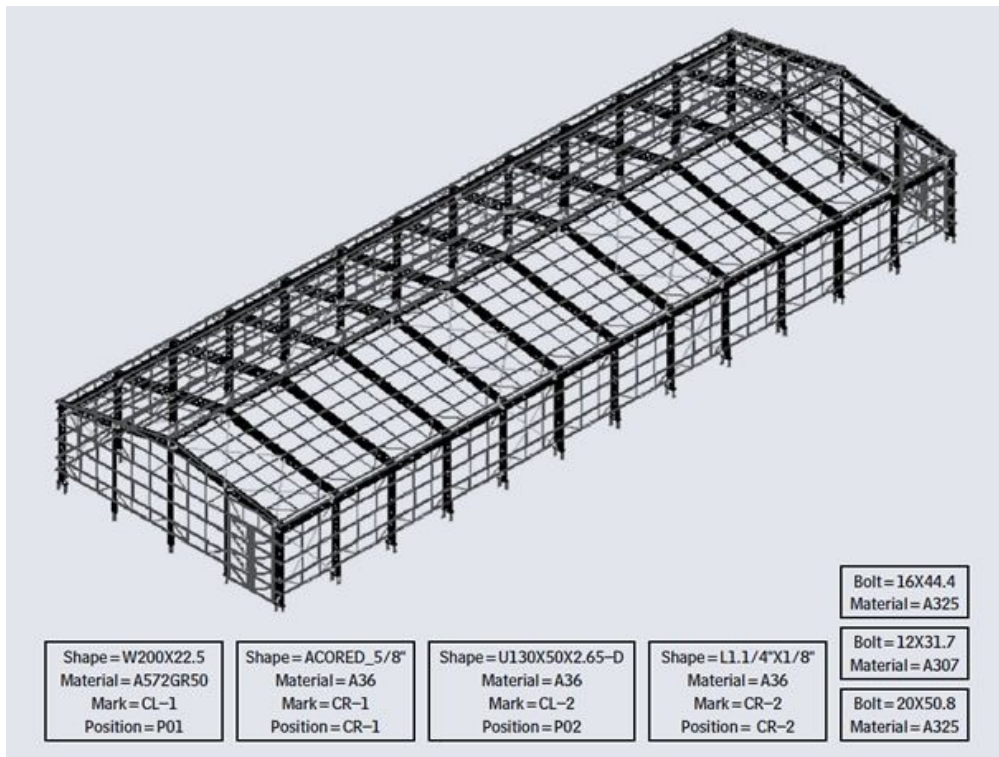


Figura 1 - Modelagem estrutural em 3D

Nesta fase é perceptível a necessidade de um projetista experiente para projeção do modelo estrutural em 3D, a partir das definições tomadas neste processo, sendo: marcação das peças, matéria-prima para fabricação, tratamento contra corrosão, dimensões máximas para processos logísticos, serão extraídos todos os dados pertinentes as fases seguintes da obra, ou seja, toda gestão e planejamento da obra deverá estar de acordo com as definições executadas na projeção tridimensional. A seguir na figura 2 apresenta-se um exemplo de arquivo de fabricação para elemento isolado extraído do modelo 3D.

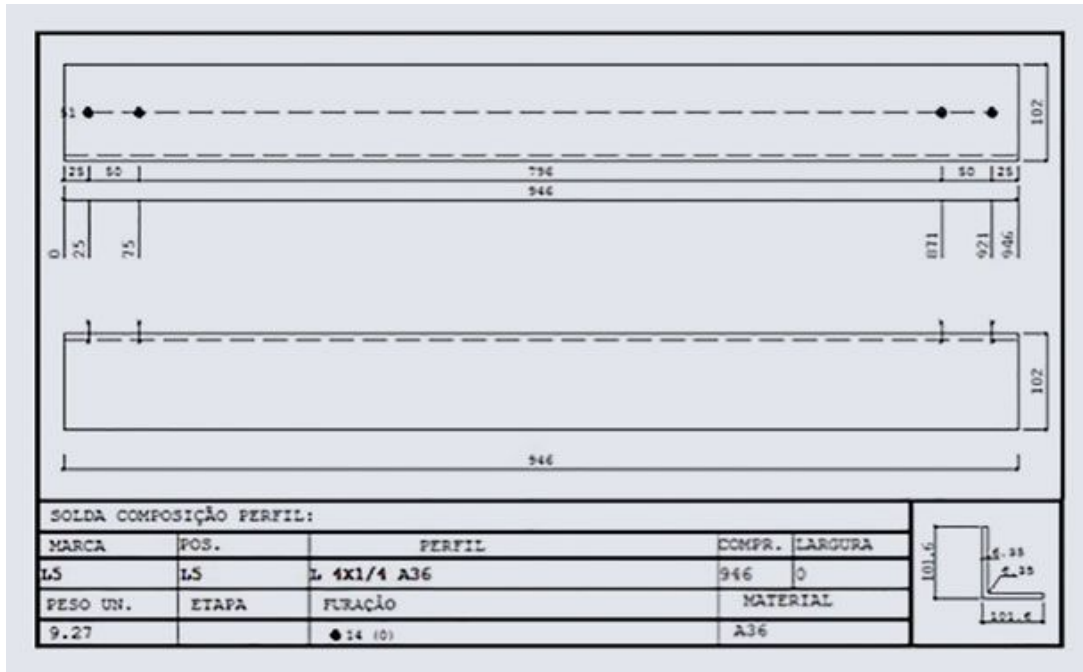


Figura 2 - Arquivo computacional para fabricação de peças isoladas.

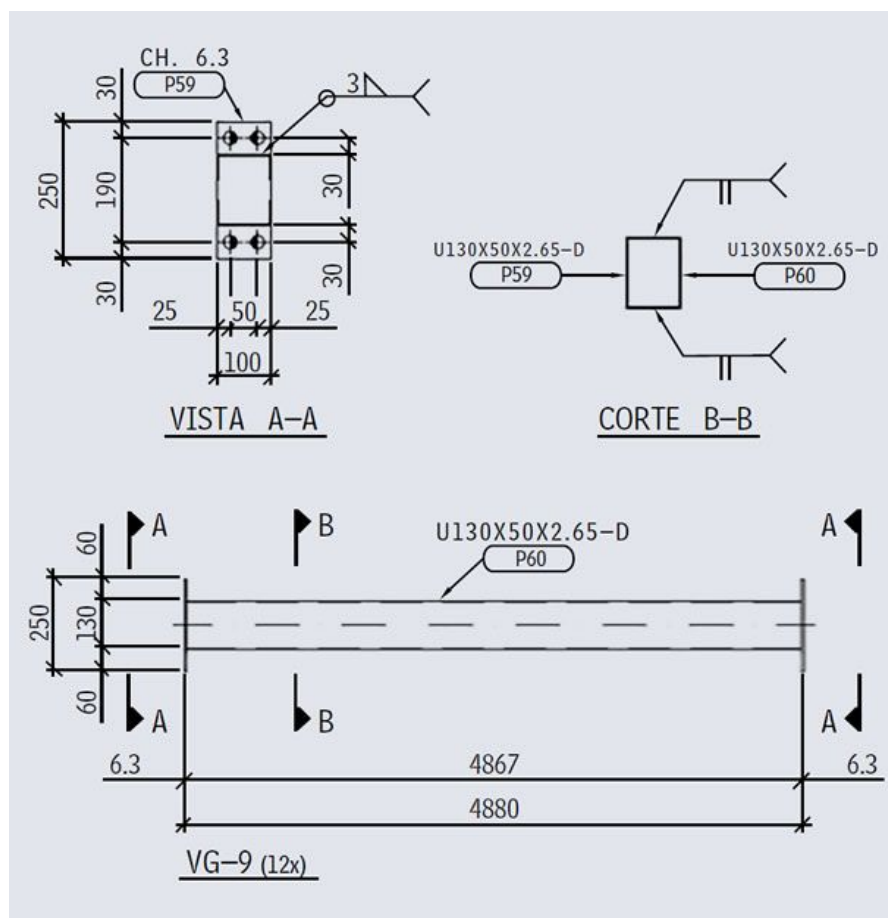


Figura 3 - Projeto para fabricação de viga.

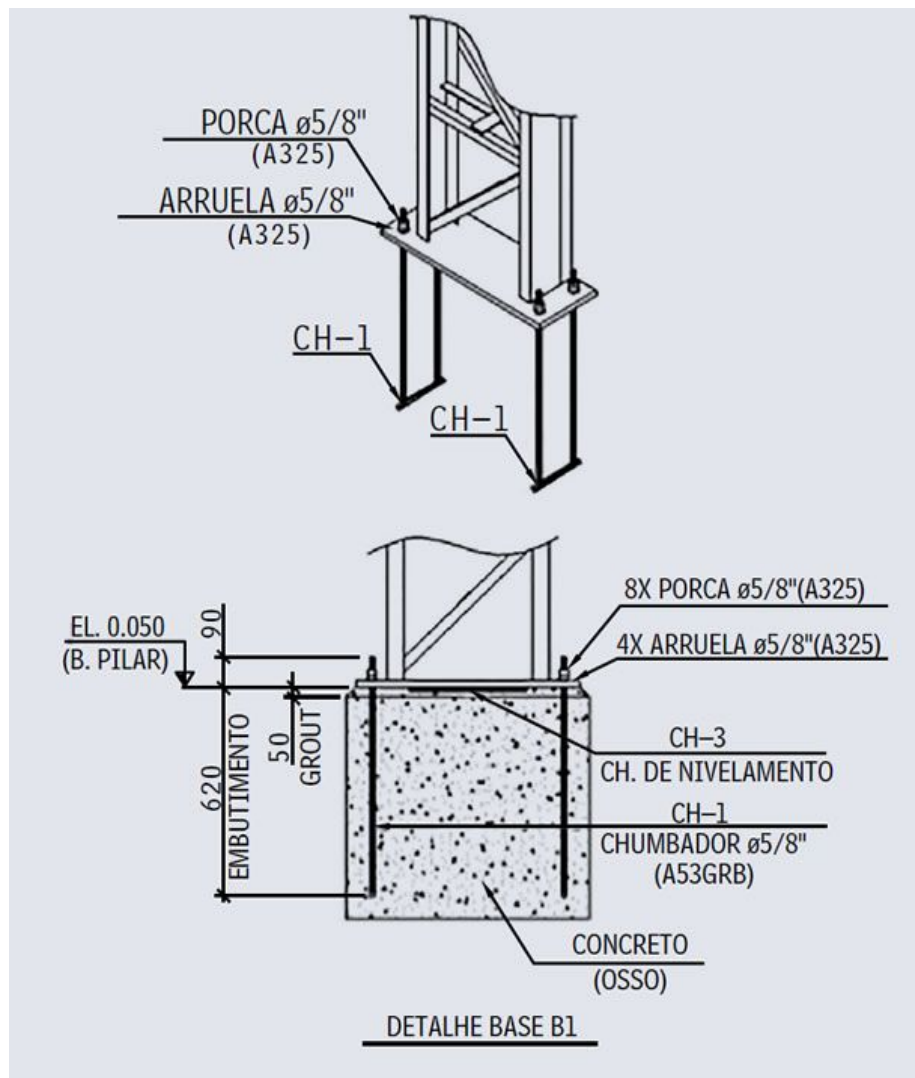


Figura 4 - Detalhe padrão para montagem das bases.

Para os desenhos de fabricação dos elementos compostos, a padronização dos projetos e apresentação de detalhes orientativos, começa a ganhar notória importância no setor de engenharia. Apresentação das dimensões das peças, escala adequada para os desenhos, indicação de furação tomando como base as premissas exigidas pela ABNT NBR 8800:2008 seção 6, simbologias de solda de acordo com a AWS D1.1 American Welding Society, limitações fabris de acordo com a fabricante, são as principais questões que devem ser levadas em conta pelo detalhista de projetos. O excesso de informação acaba distorcendo o correto entendimento dos desenhos e este deve ser evitado pelo projetista.

Desta forma, a "figura 3" a seguir apresenta um exemplo prático de padrão de projeto e detalhamento para fabricação de vigas. Observa-se a indicação das marcas/posições das peças individualmente, ligadas à uma única marca principal (VG-9) que deverá estar identificada no conjunto final do elemento. Vistas e cortes para facilitar o entendimento nos planos de fabricação do conjunto também foram aplicados, incluindo simbologias padrões de furações e soldas a serem executadas.

Desenhos de montagem

Os projetos de montagem têm como principal premissa o fornecimento de todas as informações necessárias para que as equipes de montagem no campo não tenham dúvidas referente a qualquer que seja o serviço a ser executado. Além dos elementos metálicos, tais projetos devem apresentar orientações entre a interface da estrutura metálica e os diferentes sistemas que compunham a obra (alvenaria, instalações, detalhes arquitetônicos, dentre outros).

Desta forma: marcação e identificação das peças; bitolas dos parafusos e torque necessário a ser aplicado; indicação de espessura de filetes das soldas quando necessária aplicação em campo; orientações para içamento das peças; sentido de montagem dos pórticos; detalhes informativos para situações típicas de montagem, são dados essenciais que devem estar contidos em um projeto de montagem completo para estruturas em aço. A "figura 4" abaixo representa um detalhe padrão para a montagem geral das bases, contendo todas as informações citadas anteriormente.

A modelagem tridimensional novamente apresenta significativa importância quanto a agilidade e praticidade na execução dos projetos de montagem. Qualquer detalhe, corte ou vista necessária para representação das peculiaridades do sistema estrutural adotado, pode ser extraído instantaneamente uma vez que o modelo 3D esteja finalizado.

Deste modo para obras com um padrão definido de projeto a representação e detalhamento dos elementos torna-se um processo muito mais ágil. Conforme "figura 5" a seguir podem ser vistas todas as informações para instalação e montagem de todos os pórticos padrões do galpão industrial estudado.

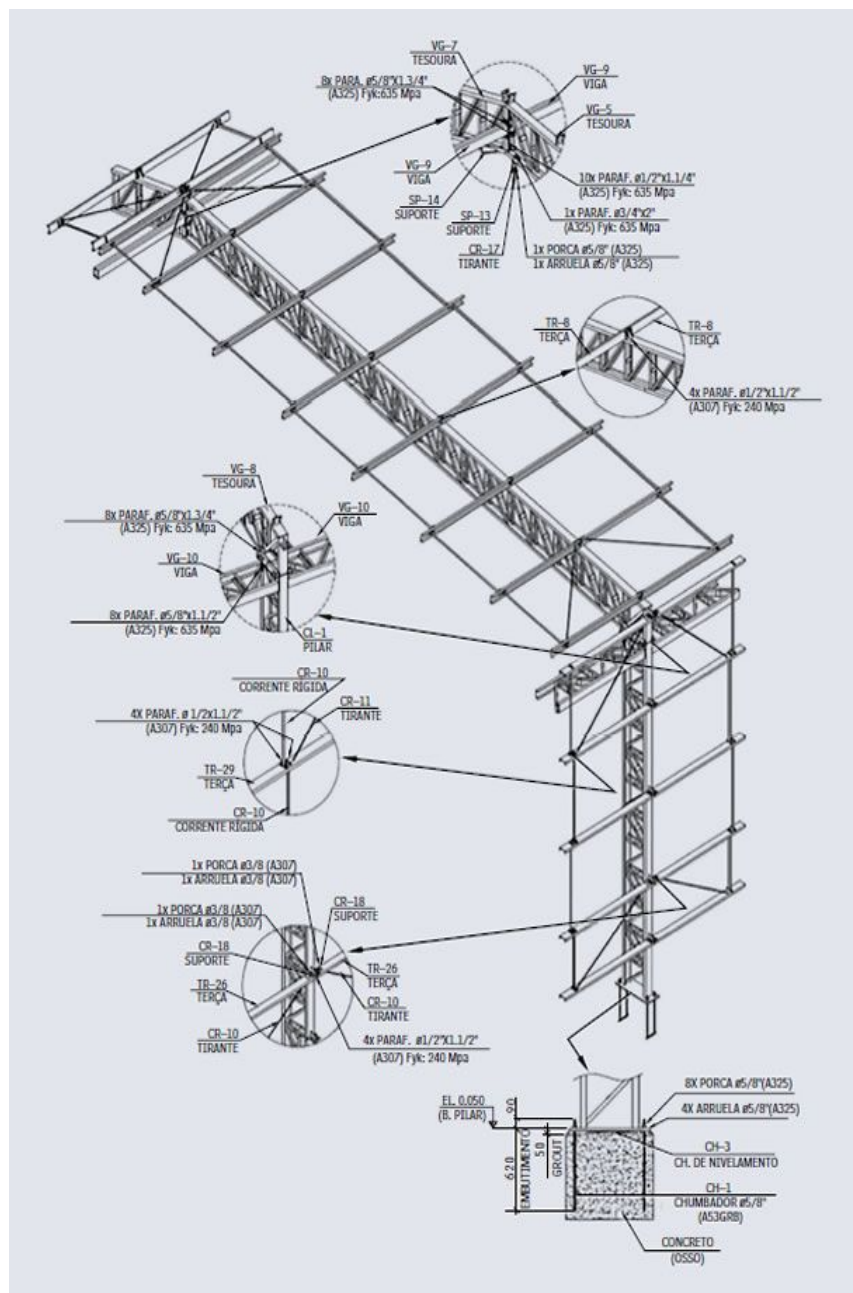


Figura 5 - Detalhe isométrico para montagem do pórtico padrão.

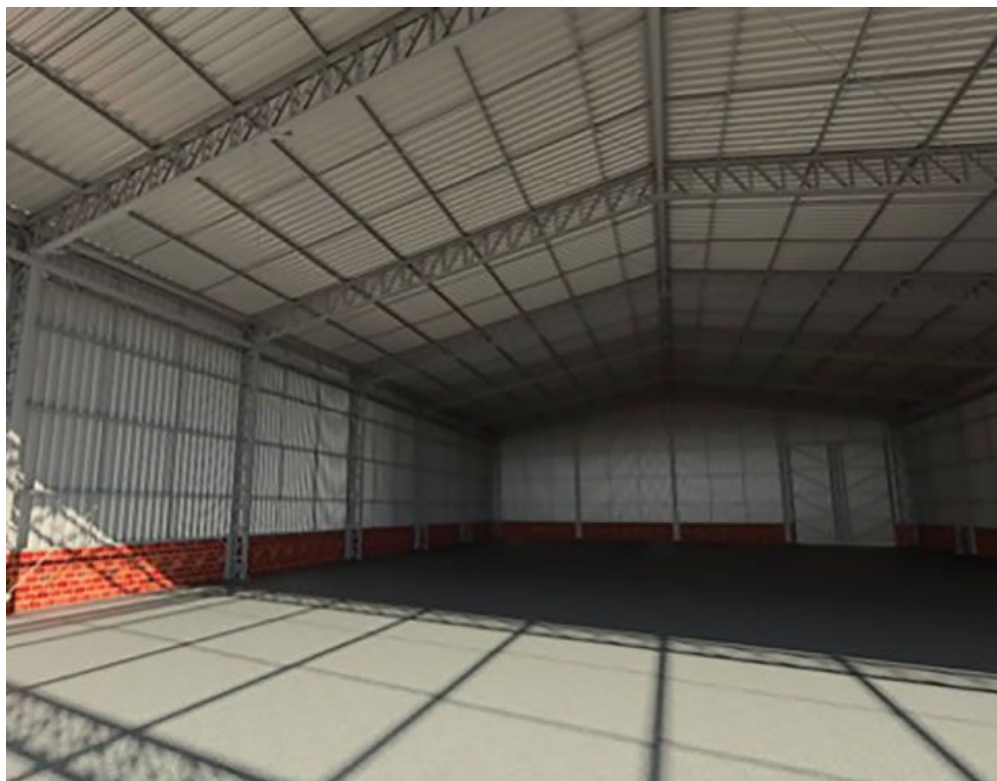


Figura 6 - Renderização tridimensional em realidade virtual.

Renderização do projeto

O avanço tecnológico na área de projetos cada vez mais busca apresentar ao espectador/cliente uma noção muito próxima da realidade quanto ao designer final da obra pós execução ainda mesmo em fase de estudo. A renderização dos projetos em realidade virtual é uma inovação que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado sendo aplicada principalmente no departamento de marketing pelos escritórios de engenharia e arquitetura, possibilitando aos clientes a navegação tridimensional pelo ambiente virtual de todo projeto.

Desta forma, aplicou-se para o galpão industrial estudado tal processo de renderização em realidade virtual, onde o mesmo consiste na representação dos materiais ou matérias primas para os elementos projetados no modelo tridimensional, o mesmo já utilizado na fase de execução dos projetos. O impacto visual é surpreendente estando muito próximo da realidade pós conclusão da obra conforme visto na figura 6 a seguir.

Novamente a modelagem tridimensional apresenta superioridade quando comparada as projeções realizadas em duas dimensões. A renderização completa panorâmica referente ao presente projeto pode ser acessada pelo link: <http://pano.autodesk.com/pano.html?mono=jpgs/7d0ff388-2ade-42c6-84fa-a8710a01692c>

CONCLUSÕES

A padronização dos projetos tende a facilitar a consulta e identificação das informações e detalhes mais importantes da obra. A unificação do método de detalhamento de modo geral, pode minimizar as ações decorrentes de revisões por conta de insuficiência de informações, conseqüentemente agilizando todas as etapas do processo de liberação dos materiais seja em obras nacionais como internacionais. Isso faz com que haja melhora e conseqüentemente se obtém um ganho de prazo no cronograma das obras como produto final.

A grande contribuição deste estudo foi demonstrar aos profissionais da área que quando se trabalha em estruturas de aço com projeto modelo 3D (construção virtual) além de todo impacto visual incomparável à modelo em 2D, tem-se benefícios como:

- Os projetos tanto de montagem quanto de fabricação são extraídos diretamente do modelo estrutural, o que minimiza praticamente a zero a probabilidade de falha na representação de elementos em outros planos;
- Facilita significativamente a revisão e controle entre todos os sistemas estruturais, evitando interferência entre os mesmos;
- Os arquivos para fabricação das peças podem ser extraídos diretamente do modelo 3D e enviados para programação de fábrica, logística e montagem. Assim tornando-se válido e aplicável o gerenciamento integrado de produção;
- Apresentação do modelo estrutural em 3D ao cliente, propiciando segurança, visão global do projeto de estruturas de aço após montagem, e impacto estético visual aos espectadores.

Percebe-se também que o mercado brasileiro trabalha com grandes equipes de engenharia para definições e execução dos projetos. Através da proposta mostrada neste estudo utilizando modelos estruturais em 3D aliado a um padrão nacional de detalhamento destes projetos, será possível uma significativa redução no efetivo de mão de obra (projetistas/ desenhistas), incluindo a apresentação de um projeto estrutural mais completo e seguro proporcionado mais confiança aos clientes e próprios usuários. Assim, o presente estudo deverá servir como base para futuras pesquisas e aprimoramento das técnicas abordadas neste e finalmente propor uma atualização da norma ABNT NBR 14611:2000.

A ideia de padronização, agilidade de execução, confiabilidade no projeto, redução de mão de obra, melhora na produtividade poderá fazer com que o desenvolvimento no setor de projetos, torne o Brasil um país mais competitivo no mercado internacional. Tendo como próximo passo de estudo o gerenciamento integrado usando a filosofia BIM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCEM, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. Norma para avaliação do selo de excelência. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/upfiles/arquivos/downloads/N01-Normapara-avaliacao-do-selo-ABCEM.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2016.

ABCEM, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. Revista Construção Metálica, São Paulo. Edição 98, 2010, p. 50.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14611: Desenho técnico - Representação simplificada em estruturas metálicas - Projeto. Rio de Janeiro, 2000, p. 10.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projeto de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios - 2ª Ed. Rio de Janeiro, ABNT, 2008, p. 237.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. AISC 326: Detailing for Steel Construction - Manuals 3rd ed. USA, 2009.

AMERICAN WELDING SOCIETY. AWS A2.4: Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination - Manuals 6th ed. USA, 2007, p. 140.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R e LISTON, K. BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, John Wiley and Sons, NY, 2008.

FERREIRA DOS SANTOS, Arthur. Estruturas metálicas: projeto e detalhes para fabricação. 3ª Ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977, p. 480.