

Estudo dos processos de fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão

Study of the processes of manufacture of metallic structures for transmission line

Hélia Rejane Torres Sabino¹, Farias Brito University Center, Fortaleza, Ceará, Brazil

Mauricio Johnny Loos², Farias Brito University Center, Fortaleza, Ceará, Brazil

RESUMO

Objetivo - Descrever os processos de uma linha de produção na fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão.

Desenho / metodologia / abordagem - O trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica. Para a coleta dos dados foram utilizadas fontes diretas, o conhecimento do pesquisador e a experiência adquirida no dia a dia do trabalho na empresa, bem como a coleta de dados juntamente com o fornecedor.

Resultados - Os resultados mostram que todos os processos envolvidos nas atividades da linha de produção são acompanhados pelo Sistema de Gestão da Qualidade, o qual analisa os projetos para que à produção de todos os componentes das estruturas metálicas estejam de acordo com as especificações e normas técnicas.

Originalidade / valor - O estudo descritivo não só analisa os processos de produção em massa em estruturas metálicas, como também aplica padrões exigidos conforme Normas.

Palavras-chave - Processos. Fabricação. Produção. Qualidade. Projetos.

ABSTRACT

Purpose – This study aims to define the processes to manufacture metal structures for transmission lines.

Design/methodology/approach – A case study was adopted for a methodological approach. Direct data sources, the researcher's own knowledge and practical experience gained at the company were used for data collection, along with data from the supplier.

Results - The results show that all production line processes are monitored by the Quality Management System, where designs are analyzed so that all metal structure components are manufactured in accordance with the technical specifications and standards.

Originality / value - The descriptive research not only analyzes mass production processes in metal structures, but also applies the standards required, according to the standards.

Keywords - Processes. Manufacturing. Production. Quality. Projects.

jannesabino@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5951-2698>; 2. Avenida Rosário Congro, 2827 – Bairro Jardim Angélica – Três Lagoas/MS – CEP: 79611-009. mauricioloos@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1425-471X>

SABINO, H.R.T.; LOOS, M.J. Estudo dos processos de fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v.16, nº 1, p. 23 – 53, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v16i1.2353>

1. INTRODUÇÃO

Os processos que envolvem uma grande linha de produção de estruturas metálicas para linha de transmissão exigem muito mais que controle de qualidade. No cenário da construção de obras de linha de transmissão, os clientes buscam não somente um preço competitivo, como também garantia de que o produto adquirido atenda as especificações, certificações e as normas técnicas vigentes. As indústrias que atuam nesse segmento de mercado investem alto em inovação tecnológica e maquinário para total sucesso na fabricação de seus produtos. O desenvolvimento de novas tecnologias visa especificamente acelerar a produção em grande escala, fabricar um produto de qualidade, atender o cliente a curto prazo num custo desejável.

Slack (1999, p. 50) considera cinco objetivos de desempenho a serem seguidos pelo sistema de produção: a qualidade dos bens e serviços, a velocidade em que eles são entregues aos consumidores, a confiabilidade das promessas de entrega, a flexibilidade para mudar o que é produzido e o custo de produção".

Os fabricantes de estruturas metálicas produzem toneladas de componentes ao ano. Nesse mercado, o poder de negociação com seus clientes influencia em todos os aspectos para fechamento de um contrato de fornecimento. Embora esse tipo de material seja beneficiado pela isenção de impostos, o custo pode ser elevado por conta do frete contratado pelo contratante. Contudo, esses contratos levam em consideração, principalmente, como o produto é desenvolvido em fábrica para uso dos componentes em obra sem que haja qualquer tipo de não conformidade na montagem. Como afirma Cauchick (2010) um produto é constituído por diversos componentes físicos que atuam com recursos específicos para realizar determinada função.

Estabelecer a sistemática para acompanhamento e identificação dos processos de produção, as etapas conforme cronograma, materiais para fabricação dos componentes, tipos de ferramentas, normas e técnicas a serem aplicadas, são os principais itens para a eficiência num contrato de fornecimento de estruturas metálicas.

De acordo com Castro (2012) contrato é um dos aspectos mais importantes em uma negociação. Os que envolvem fornecimento não são exceção. Ambas as partes precisam estar cientes em relação a todas as cláusulas do documento e de acordo com elas. Um contrato bem feito é aquele em que todos estão protegidos e sabem de suas obrigações. Geralmente nesses

tipos de contratos de fornecimento de estruturas, as cláusulas contratuais, envolvem inclusive cessão de direitos e exigência de garantia do produto fabricado.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é descrever os processos de uma linha de produção na fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão de energia. O trabalho pretende responder à questão de como são desenvolvidos os processos de produção na empresa objeto de análise. O trabalho foi conduzido em uma indústria de estruturas metálicas, devido à necessidade da mesma em estruturar sua operação de forma a atender seus indicadores de desempenho, e do setor metalúrgico estar em constante desenvolvimento e ser de fundamental importância na movimentação da economia brasileira, visando aumentar seu espaço no mercado global, pois o país não se destaca no comércio de exportações globais de estruturas metálicas, visto que a China lidera o *ranking* mundial com alta participação de mercado.

O trabalho adota o estudo de caso como abordagem metodológica. Para a coleta dos dados foram utilizadas fontes diretas, o conhecimento do pesquisador e a experiência adquirida no dia a dia do trabalho na empresa, bem como a coleta de dados juntamente com o fornecedor, os quais serão detalhados mais à frente. Para cumprir seus objetivos, o trabalho primeiramente estabelece a revisão da literatura, seguida pelos procedimentos metodológicos adotados, resultados empíricos e, finalmente, suas conclusões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A seguir é apresentada uma fundamentação teórica referente aos Processos, no intuito de estabelecer a visão da literatura para, posteriormente, poder-se efetuar as análises de confronto com o trabalho de campo observado no objeto de análise.

2.1 Gestão por Processos

Em meio a uma sociedade consumista, tudo o que é produzido envolve vários processos. De acordo com Hammer & Champy (1994) um processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Da mesma forma Adair & Murray (1996) partem da premissa que todo processo é uma série de etapas que transformam o resultado ou o produto à medida que este percorre a sequência de tarefas ou funções.

Rotondaro (2005), define processo a partir de três abordagens:

- Uma sequência de atividades organizadas que transformam as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes, com um valor agregado gerado;
- Um conjunto de causas que geram um ou mais efeitos; e
- Uma atividade repetitiva ou uma série de atividades que transformam um conjunto definido de entradas em saídas mensuráveis, o qual a empresa tem a necessidade de gerenciar e medir a sua execução.

A gestão por processos é “uma metodologia para a avaliação contínua, análise e melhoria do desempenho dos processos que exercem mais impacto na satisfação dos clientes e dos acionistas (processos-chaves)” (PALADINI; CARVALHO, 2005, p. 217). Já Paim *et al.* (2009) afirma que gestão por processos é “a aplicação de diferentes conceitos e teorias voltadas a melhor organizar/gerir os processos das organizações”, e que a empresa deve planejar, identificar e controlar seus processos de forma estratégica, trazendo para a organização avanços por meio da melhoria contínua de seus processos.

Já Paim *et al.* (2009) afirma que as empresas necessitam de uma forma de gestão estabelecida, que oriente a organização quanto aos processos, sendo que neste modelo as seguintes características serão apresentadas pela empresa:

- Os funcionários passam a trabalhar no processo e deixam de trabalhar em áreas funcionais;
- Os objetivos da organização é promover melhorias no processo com foco no cliente;
- Existe uma integração interna entre as atividades que compõe os Processos;
- As melhorias valorizadas pela organização são as relacionadas ao processo;
- A informação segue diretamente ao setor onde é necessário sem filtro de hierarquia.

Um dos objetivos da gestão por processos é assegurar a melhoria contínua do desempenho da organização, por meio da elevação dos níveis de qualidade de seus processos de negócios (CONTADOR *et al.*, 2007). De acordo com Polo-Redondo e Cambra-Fierro (2008), pelo fato de contribuir para a diminuição da variabilidade dos processos de produção, a padronização desempenha importante papel no controle e melhoria da qualidade nas empresas.

Segundo Gaither e Frazier (2002, p. 104), “existem fatores importantes que afetam as decisões na escolha dos processos, tais como, natureza da demanda por produtos; [...]

flexibilidade de produto; flexibilidade de volume e; grau de automação”. Para os referidos autores, é necessário usar termos que diferenciem cada tipo de processo de produção e determinem a posição da operação em relação a esses fatores.

Baseado nessa afirmação, Slack e Stuart (2007) utilizam nomenclaturas específicas para diferenciar os tipos de processos nos setores de fabricação e serviços. Assim, é possível elencar cinco processos, os quais são listados a seguir:

- Processos de projetos;
- Processos de *jobbing*;
- Processos em lotes;
- Processos de produção em massa;
- Processos contínuos.

Nas grandes indústrias os processos produtivos, seja em alto ou baixo volume, fazem com os gerentes invistam em um modelo de Gestão de Processos que possa aumentar a qualidade, eficiência e satisfação dos seus clientes. Segundo Slack (2002, p. 71), a gestão da produção envolve todos e os mesmos conjuntos de atividades para qualquer organização independentemente do seu tamanho. Porém, para que toda empresa atinja seus objetivos ela deve calcular e planejar antecipadamente a sua produção, sendo que ao mesmo tempo deve existir também o monitoramento e o controle da mesma. Para isso, existe o PCP (Planejamento e Controle da Produção), que visa aumentar a eficiência e a eficácia da empresa através da administração da produção.

De acordo com Benner e Tushman (2003) o gerenciamento de processos, baseados na perspectiva de uma organização como um sistema de processos interligados, envolve concentrar esforços para mapear, melhorar e aderir aos processos organizacionais.

Schiar e Domingues (2002) entendem que uma organização centrada em processos passa pela observação dos processos como coordenação e não simplesmente como fluxos de trabalho ou fluxos físicos de materiais e produtos. Para esses autores, a abordagem de uma organização orientada por processos tem o objetivo de uma melhor adequação ao cenário competitivo atual.

Politze *et al.* (2012) enfatizam que o desafio para se ter sucesso em ambientes competitivos é desenvolver soluções capazes de apoiar as empresas para que possam melhorar continuamente seus processos centrais de forma pró-ativa, alinhando desde o início, seu comportamento com seus objetivos, visto que todos os concorrentes têm oportunidades

semelhantes e melhorias cirúrgicas podem apresentar importantes vantagens competitivas. Yusuf *et al.* (2004) afirmam que apenas desta forma as organizações podem se tornar mais flexíveis, gerenciar ciclos de vida mais curtos e, assim, satisfazer seus clientes, adaptando-se continuamente para atender às necessidades e expectativas do mercado.

A Gestão por Processos representa mais do que uma ferramenta de gestão que auxilia nas tomadas das decisões estratégicas e operacionais da empresa. Ela trata-se de um novo conceito de gestão baseado na melhoria contínua dos processos críticos e com foco constante nas necessidades dos clientes (CANDIDO; FERREIRA; ZUHLKE, 2008). Segundo Burlton (2001), a gestão por processos requer liderança e direcionamento de seus processos, podendo, isso, significar uma mudança radical no processo de negócio e, por outras vezes, uma revisão e melhoria contínua do processo, por meio de pequenos ajustes.

Sheffi (2005) e Lohman, Fortuin e Wouters (2004) enfatizam que as empresas devem diminuir seu tempo de reação para encontrar e resolver gargalos de processo na menor quantidade de tempo possível e, assim, permanecer resilientes e competitivas, tornando-se proativas em vez de permanecerem reativas.

De acordo com Sterman (2000) dentro de um complexo sistema de manufatura, existem imensas faixas de diferentes processos de *feedback* que interagem entre si, assim como diferentes *stakeholders* com seus objetivos específicos, o que pode resultar em comportamentos paradoxais. Portanto, é essencial entender cada um dos diferentes ciclos de feedback e gerenciar os diferentes objetivos estratégicos, a fim de avaliar a dinâmica dos sistemas globais de manufatura. Concomitantemente, Efthymiou *et al.* (2012) colocam que, a fim de estabelecer as medidas corretas e os métodos corretos de análise, com o objetivo de estudar a complexidade da fabricação, não é mais possível simplesmente confiar apenas nas abordagens tradicionais existentes.

Para que os processos sejam orientados de maneira eficaz, faz-se necessário que existam indicadores de desempenho que tenham a capacidade de retratar a realidade apresentada pelos mesmos, possibilitando que ações sejam tomadas de forma a garantir os resultados. As métricas que são usadas na medição e melhoria de desempenho devem ser aquelas que realmente captam a essência do desempenho organizacional. Para a medição de desempenho eficaz e melhor, as metas devem representar os objetivos organizacionais e devem refletir um equilíbrio entre as medidas não financeiras e financeiras, que podem ser

relacionadas aos níveis estratégico, tático e operacional da tomada de decisão e controle (GUNASEKARAN; PATEL; MCGAUGHEY, 2004).

Na prática, uma vez que as medidas de desempenho são desenvolvidas de forma adequada, os gestores têm de identificar os *Key Performance Indicators* (KPIs) críticos que precisam ser melhorados. No entanto, é difícil descobrir as intrincadas relações entre diferentes KPIs e a ordem de prioridades para a realização de KPIs individuais. A determinação de prioridades dentro de um determinado conjunto de KPIs tornou-se um gargalo para muitas empresas em seus esforços para melhorar sua gestão (CAI *et al.*, 2009).

Na concepção de Amaratunga, Baldry e Sarshar (2001), medir o desempenho é o processo de avaliar o progresso em relação ao alcance de metas pré-estabelecidas, incluindo informações sobre a eficiência com que os recursos são transformados em bens e serviços, a qualidade desses resultados e produções, e a eficácia de operações organizacionais em termos de suas contribuições específicas aos objetivos organizacionais.

Dossi e Patelli (2010) destacam que, em relação aos indicadores financeiros puros, os indicadores não financeiros são mais voltados para o futuro, mais capazes de prever o desempenho futuro e mais adequados para mensurar ativos intangíveis. Segundo esses autores, quando os sistemas de medição de desempenho são capacitados com indicadores não financeiros, estes se tornam ferramentas estratégicas poderosas, principalmente porque contribuem para a consecução de todos os objetivos estratégicos definidos, através de três mecanismos: (a) uma melhor compreensão das ligações entre várias prioridades estratégicas; (b) comunicação mais efetiva da associação entre objetivos e ações; e (c) alocação mais eficiente de recursos e tarefas.

Na concepção de Melnyk, Stewart e Swink (2004), as medidas de desempenho possuem três funções básicas: controle, comunicação e melhoria. O controle significa que as medidas permitem aos gestores e trabalhadores avaliar e controlar o resultado dos recursos. O desempenho é comunicado para as necessidades internas e stakeholders externos por meio das métricas. A melhoria significa a possibilidade de identificar as lacunas entre o desempenho e as expectativas e para identificar as áreas onde é necessário o trabalho de desenvolvimento.

No cenário empresarial, os modelos de avaliação de desempenho são necessários para: verificar e comunicar a posição no mercado; motivar o progresso e o comprometimento dos funcionários com as mudanças ou projetos de melhoria que são implantados; e para auxiliar

na tomada de decisão sobre o processo de implantação e gerenciamento das melhorias e mudanças empresariais (NEELY, 1998).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi baseada em um estudo detalhado dos processos de fabricação e aplicação dos procedimentos e normas técnicas com dados fornecidos por uma grande indústria metalúrgica que atua no segmento de fabricação de estruturas metálicas para construção de linha de transmissão de energia. Foram apresentados todos os procedimentos aplicados nos processos da linha de produção. Para fundamentação das referências teóricas na pesquisa, foram citadas fontes de artigos publicados em periódicos e livros. O levantamento dos dados obtidos envolve também fontes diretas, o conhecimento do pesquisador e a experiência adquirida no dia a dia do trabalho na empresa, bem como a coleta de dados juntamente com o fornecedor. A pesquisa apresentada tem a finalidade de conceituar as etapas da produção e tudo o que está relacionado aos processos aplicados pelo fabricante. De acordo com Gil (2008), qualquer classificação de pesquisa deve seguir algum critério.

Segundo Demo (1996, p. 34), insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

A indústria em estudo avança com uso de novas tecnologias, equipamentos modernos e diferentes formas de fabricação dos seus produtos em alto volume. Dos processos mencionados no referencial teórico, a linha de produção do fornecedor que trabalha com produção de alto volume usa, para organizar suas atividades operacionais, os seguintes processos:

- Processos em lotes: frequentemente confundido com *Jobbing*, porém os processos em lote não têm o mesmo grau de variedade. “A diferença fundamental é que os volumes são maiores porque produtos ou serviços iguais ou similares são fornecidos repetidamente” (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2007). De acordo com Moreira (2000), na produção em lotes, é necessário o uso de equipamentos diferenciados, e a sua própria adaptabilidade exige uma mão de obra especializada, devido às constantes mudanças de calibragens, ferramentas e acessórios.

- Processos de produção em massa: são aqueles que fabricam um alto volume de produtos, porém com pequena variedade. “Esses processos tendem a ser altamente automatizados e a produzir produtos com elevado grau de padronização, sendo qualquer diferenciação pouca, ou nada permitida” (MOREIRA, 2000, p. 11).

Nesse estudo exploratório os dados levantados com um determinado cliente que constrói linha de transmissão de energia e seu principal fornecedor de estruturas metálicas serão apresentados. Serão contemplados todos os processos de fabricação, etapas, materiais utilizados, ferramentas empregadas, normas aplicáveis para a fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão e seus objetivos, visando atender todas as normas técnicas vigentes.

4. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados do trabalho, ou seja, os diagnósticos e discussões do estudo de caso realizado em uma indústria de estruturas metálicas.

4.1 Análise crítica do projeto

De acordo com Martins e Laugeni (1999, p. 14), “o projeto do produto deve levar em consideração que todo produto tem um ciclo de vida, uns mais longos, outros mais curtos e outros ainda que já nascem com data prevista para ser retirados do mercado, isto é, com morte prevista”.

Esse procedimento envolve uma análise detalhada do projeto de estruturas metálicas para linha de transmissão enviado pelo cliente/projetista, e é realizado para cada tipo de estrutura.

4.2 Análise da documentação recebida

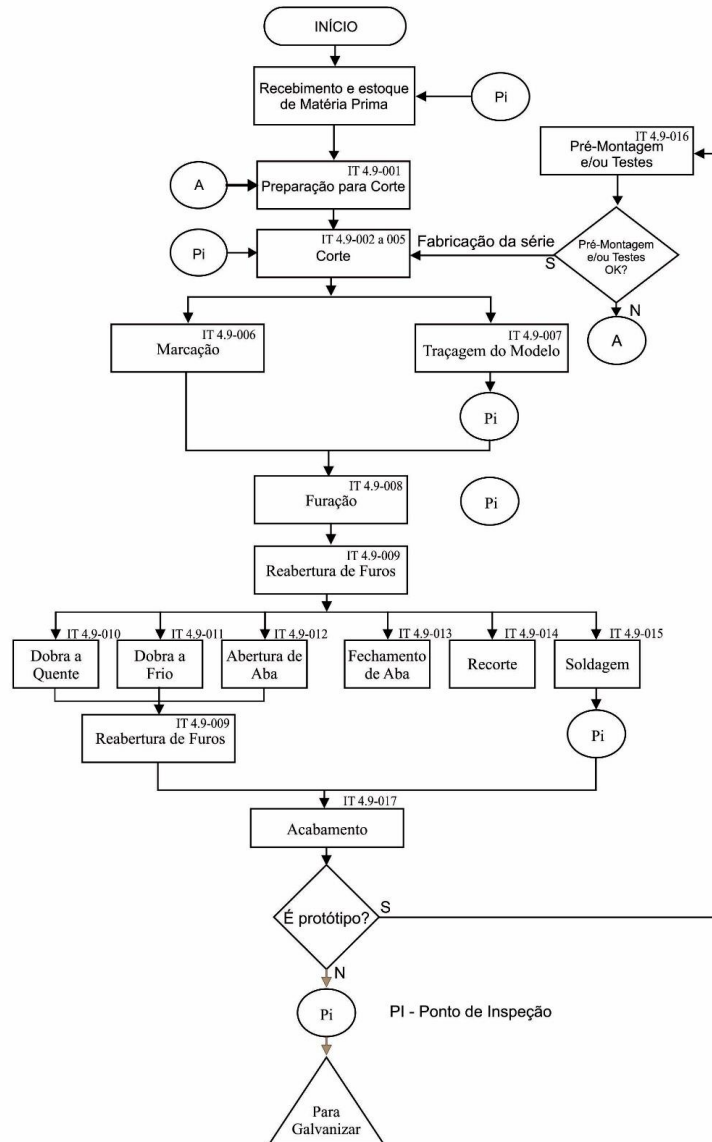
A documentação de fornecimento de produtos para estruturas metálicas é recebida pela área comercial, em seguida verificada pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP). Efetua-se a conferência dos desenhos apresentados no projeto, listas de materiais, ordem de serviço (OS) e ordem de compra (OC). Todas as especificações técnicas são analisadas para evitar possíveis divergências. Havendo alguma irregularidade na documentação analisada, a área comercial resolve diretamente com o cliente contratante ou projetista.

4.3 Programação de Produção

De acordo com Slack (2002) o setor de produção é o departamento central da organização, pois é nele que são produzidos bens e serviços. O setor precisa estar relacionado com todos os outros setores da organização, pois depende do apoio de cada um deles para as tomadas de decisões.

A programação da produção é elaborada através de listas de materiais, lista de parafusos e ferragens, seguindo um cronograma de execução da programação de fabricação conforme está definido na ordem de serviço. As prioridades para fabricação são definidas junto à Gerência da área Industrial, priorizando os prazos dos cronogramas de obras dos clientes. Inicia-se após o recebimento da matéria-prima. A Figura 1 apresenta o fluxograma descrevendo toda a sequência e etapas dos processos da linha de produção.

Figura 1 – Fluxograma dos processos de produção.



Fonte: Elaboração própria (2017).

Segundo Juliano (2013), o fluxograma é uma ferramenta de gestão que demonstra graficamente, através de uma linguagem simbólica e escrita, todas as etapas operacionais e sequenciais de um processo, permitindo detalhá-lo, entendê-lo e melhorá-lo. O fluxograma elaborado, segue uma representação detalhada das atividades desenvolvidas em fábrica. Essa ferramenta contribui muito na gestão de mapeamento dos processos.

4.4 Linha de Produção e Controle

De acordo com Norman e Frazier (2002, p. 5), a função da produção preocupa-se principalmente com os seguintes assuntos:

“Estratégia de produção: as diversas formas de organizar a produção para atender a demanda e ser competitivo. Projeto de produtos e serviços: criação e melhoria de produtos e serviços. Sistemas de produção: arranjo físico e fluxos produtivos. Arranjos produtivos: produção artesanal, produção em massa e produção enxuta. Ergonomia. Estudo de tempos e movimentos. Planejamento da produção: planejamento de capacidade, agregado, plano mestre de produção e sequenciamento.”

O *layout* apresentado na Figura 2 mostra o fluxo da linha de produção do fornecedor.

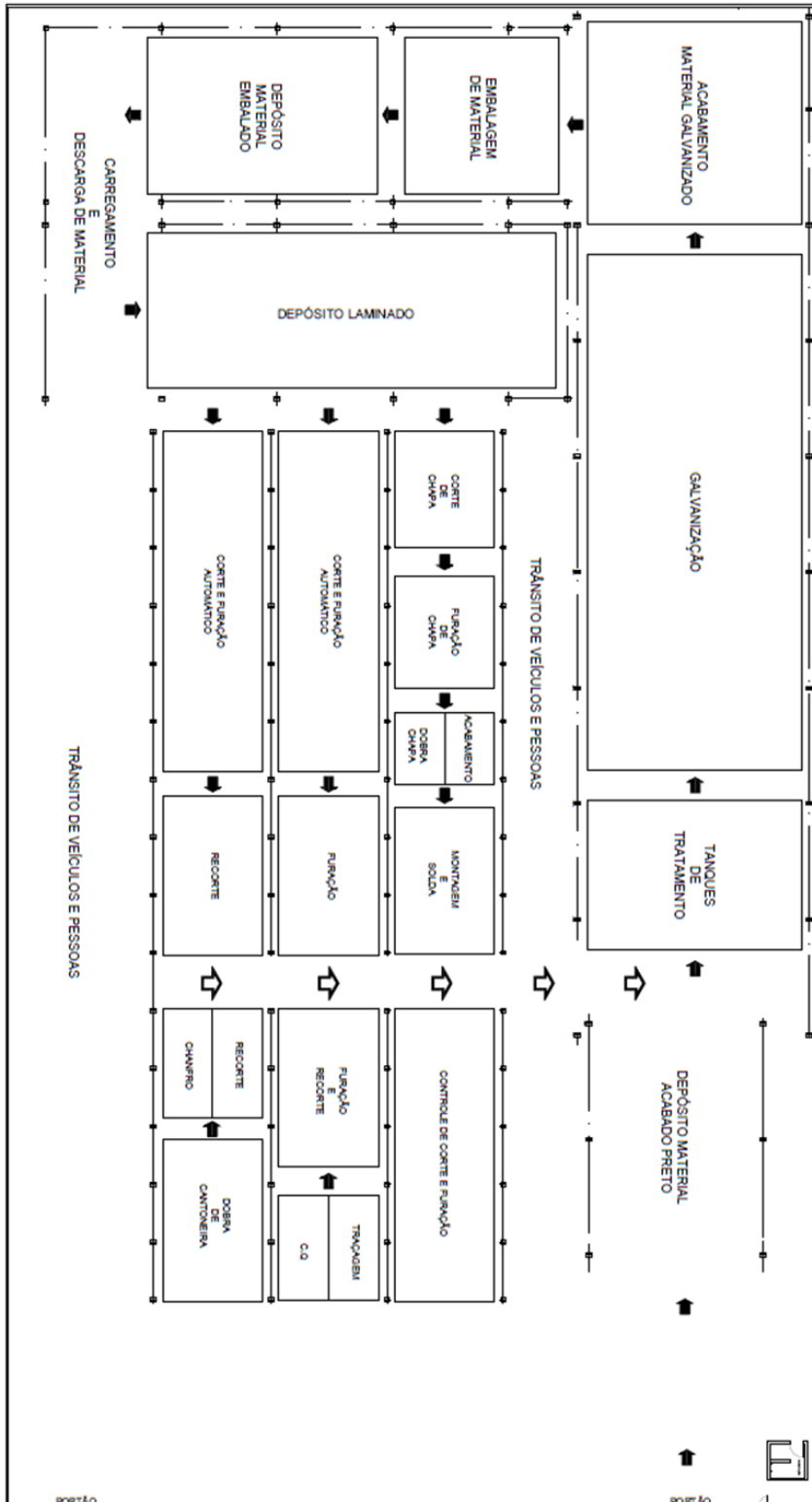


Figura 2 – Layout linha de produção

Fonte: Fornecedor (2017).

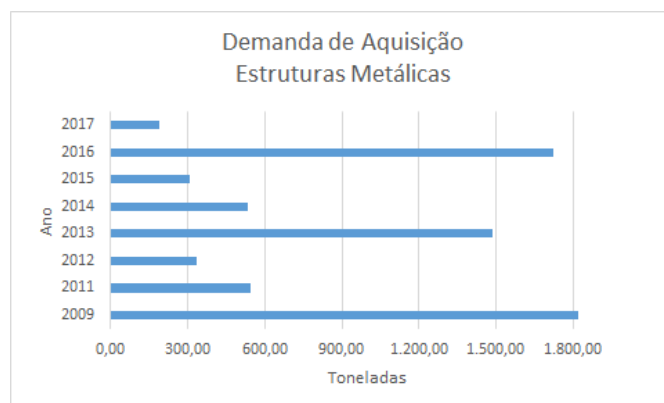
Conforme Cury (2000, p. 386), *layout* corresponde ao arranjo dos diferentes pontos de trabalho nos ambientes existentes na organização, envolvendo, além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias-primas.

4.5 Processos de produção

De acordo com Harrington (1993, p. 10), é importante separar os processos de produção dos bens e serviços oferecidos dos demais processos que ocorrem na organização, como os processos relacionados com a gestão da organização e os de apoio aos processos.

O Gráfico 1 descreve a aquisição de estruturas metálicas por ano, em toneladas, pelo cliente contratante.

Gráfico 1 – Demanda de aquisição de estruturas metálicas



Fonte: Pesquisa própria (2017).

O fluxo de produção de estruturas metálicas é composto pelos seguintes processos:

a) Corte: Operação executada por processos mecânicos a frio ou oxi-combustível, conforme o tipo e espessura do material, para deixar as peças nas dimensões requeridas. As operações de corte são realizadas de modo que as superfícies das seções transversais obtidas sejam perpendiculares aos eixos das peças cortadas.

b) Marcação: Processo de estampagem automática das peças, com tipos alfanuméricos, de forma a identificar: Sigla da estrutura; Logotipo da empresa; Número da posição conforme projeto; Qualidade do aço quando indicado no projeto. O fornecedor dispõe de maquinário moderno, cujas máquinas executam mais de uma etapa dos processos, tipo a

Máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado) de fabricação italiana, que corta, fura e marca, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado).



Fonte: Fornecedor (2016).

c) Fabricação de Modelos: Para cada tipo de estrutura é fabricado um modelo para cada um de seus componentes, os quais são inspecionados e, quando necessário, submetidos à pré-montagem, de forma a verificar a conformidade do projeto.

d) Furação: Operação executada por estampagem e/ou com broca, para permitir a passagem dos parafusos de fixação da estrutura ou acessórios, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado) Processo de furação e marcação de chapa.



Fonte: Fornecedor (2016).

e) **Dobra:** Operação executada por processos mecânicos, a frio ou a quente, para introduzir ângulos, pré-determinados no projeto, nas peças. A dobra a frio é utilizada em peças com dobra e abertura ou fechamento de abas simples e com ângulos pequenos. A dobra a quente é utilizada em peças com ângulos moderados e dobras compostas. O aquecimento é feito no local e adjacências, numa extensão e temperatura suficientes para evitar diminuição da espessura na linha de dobra. Procedimento esse, executado na máquina apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Máquina de execução de dobra



Fonte: Fornecedor (2016).

f) **Soldagem:** Operação de união de duas peças, através de processo de fusão de um consumível. A soldagem é efetuada em conformidade com a Especificação de Procedimento de Soldagem (EPS), instrução de trabalho do fornecedor ou outro documento especificado pelo cliente., com a aplicação da Norma AWS D1.1.

g) **Acabamento:** Revisão do produto após fabricação, remoção de pontos de solda, respingos, travamentos auxiliares, rebarbas de furação, rebarbas de corte, de forma a se obter superfícies uniformes seguras e de boa aparência. Eventuais deformações da fabricação são desempenadas por meios mecânicos ou térmicos.

h) **Pré-montagem:** Operação de montagem das estruturas em fábrica, de forma a verificar sua montabilidade e as dimensões finais conforme projeto. Dependendo do contrato, o cliente inspeciona essa etapa.

A Figura 6 apresenta uma torre pré-montada.

Figura 6 – Torre pré-montada.

Fonte: Fornecedor (2013).

i) Preparação da Superfície: São as operações efetuadas nas peças antes da zincagem, necessárias para se obter uma boa qualidade no processo de zincagem. São elas: desengraxamento, lavagem, decapagem, lavagem, fluxagem e pré-aquecimento.

j) Galvanização: Imersão das amostras, sendo que as partes lisas dos componentes fabricados devem resistir a seis imersões, roscas externas e cantos vivos à quatro, sendo a inspeção com método de Preece (teste que mede a uniformidade do revestimento de zinco), conforme normas NBR 6323 e 7400.

4.6 Fabricação conforme Normas e Códigos de Referência

Os processos, atividades e operações, quando aplicável, são executados conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *Society of Automotive Engineers* (SAE), *American Welding Society* (AWS), *Deustcher Industrie Normen* (DIN), na última atualização ou conforme revisão indicada pelo cliente.

Na linha de produção utilizam-se normas, procedimentos ou instruções elaborados ou indicados pelo cliente contratante, desde que devidamente acordado com este na fase da contratação. São elas: NBR 5426, NBR 5427, NBR 6323, NBR 7007, AR350, NBR 7400, 178/2006 INMETRO, ASTM A6, ASTM A36, ASTM A123, ASTM A153, ASTM A394, ASTM A572 G50, SAE 1006, SAE 1015, SAE 1020, SAE 1045, AWS D1.1.

4.6.1. Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas

Conforme exigido nas leis de fabricação de estruturas metálicas, os fabricantes desenvolvem seus produtos dentro dos padrões e normas citadas a seguir:

NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Quando especificada pelo responsável, deve ser citada nos contratos, instruções ou outros documentos, e as determinações estabelecidas devem ser obedecidas.

NBR 5427 - Operações de manutenção; procedimentos administrativos, relatórios e dados. A NBR 5427 de 01/1985 – Guia para utilização da norma NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos fixa as instruções detalhadas, exemplos ilustrativos para aplicação e administração dos procedimentos de amostragem por atributos estabelecidos pela NBR 5426.

NBR 6323 - Esta norma especifica os requisitos exigíveis para galvanização de produtos de aço ou ferro fundido, revestidos de zinco, por imersão a quente, pelo processo não contínuo.

NBR 7007, AR 350 - Esta norma estabelece os requisitos a que devem atender as barras e os perfis estruturais laminados a quente, de aço-carbono ou de aço microligado, empregados em estruturas de aço. Especificam limites de composição química e propriedades mecânicas do aço.

NBR 7400 - Esta norma prescreve o método de verificação da uniformidade do revestimento de zinco (ensaio Preece), em produto de aço ou ferro fundido.

4.6.2 Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

O INMETRO é outra grande fonte de referência no que diz respeito aos processos de inspeção visual e dimensional (aleatória) realizada durante a produção para verificação das conformidades das peças. Conforme norma:

178/2006 - Regulamento Técnico da Qualidade estabelece os requisitos a serem atendidos pelas cantoneiras de aço-carbono ou microligados, laminadas a quente, que se empregam em torres de transmissão e distribuição de energia.

4.6.3 Normas American Society for Testing and Materials

ASTM International (ASTM) ou *American Society for Testing and Materials*, é um órgão Norte Americano de normas em materiais. Desenvolveu uma norma para o aço

utilizado nas ferrovias e aplicada na fabricação de estruturas metálicas na indústria brasileira. Aplica-se em inspeções e ensaios realizados em fábrica:

ASTM A6 / B6 - Especificação padrão para requisitos gerais para laminados, barras de aço estrutural, placas, formas e estacas-pranchas. Aplicada em inspeção visual e dimensional.

ASTM A36 - Relaciona a composição química e propriedades mecânicas de um aço de carbono de média resistência mecânica. Abrange tipos de carbono estrutural de aço, chapas e barras de qualidade estrutural para uso na construção rebitada, aparafusada ou soldada de pontes e edifícios, e para fins estruturais gerais. Análise de calor deve ser utilizada para determinar a composição química necessária para o carbono, o manganês, fósforo, enxofre, silício, cobre, resistência à tração, resistência ao escoamento e alongamento deve ser avaliada por meio do teste de tensão e deve estar de acordo com as propriedades de tração necessárias. Aplicada em ensaios de tração, análise química.

ASTM A123 - Esta especificação abrange os requisitos para revestimento de zinco (galvanização) pelo processo de imersão a quente de produtos de ferro e aço fabricados a partir de formas, laminados, prensados, forjados, fundidos, chapas, barras e tiras. Aplicada nas inspeções visuais, dimensionais, controle da espessura e da aderência do revestimento nos ensaios finais de galvanização dos componentes das estruturas.

ASTM A153 - Esta especificação abrange os revestimentos de zinco aplicadas no processo de imersão a quente em ferro e aço. O processo de galvanização por imersão a quente consiste em partes a serem imersas em zinco fundido, durante um tempo suficiente para permitir uma reação metalúrgica entre o ferro a partir da superfície do aço e do zinco em fusão, resultando na formação de camadas de liga Zn / Fe, que compõem o revestimento final.

ASTM A394 - Esta especificação abrange os requisitos mecânicos dos parafusos de aço zincado quadrados de cabeça e parafusos resistentes à corrosão química e atmosférica, em diâmetros de rosca nominais de 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 e 1 para o uso na construção de torres de transmissão, subestações, e estruturas metálicas semelhantes. Aplicada na inspeção visual, ensaio de dureza e tração.

ASTM A572 G50 - Relaciona a composição química e propriedades mecânicas de um aço de alta resistência mecânica e baixa liga. Essa especificação abrange os requisitos da norma para os graus 42 [290], 50 [345], 55 [380], 60 [415] e 65 [450]. Aplicada nos ensaios de tração e análise química. Aplicada na inspeção visual, ensaio de dureza.

4.6.4 Normas American Welding Society (Sociedade Americana de Solda)

Com normas e certificações respeitadas internacionalmente a AWS também é referência no Brasil. O fornecedor utiliza o código de solda em aço estrutural - AWS D1.1 na análise química de insumos para soldagem e no controle de inspeção na fabricação de estruturas soldadas com profissionais qualificados.

Os certificados de qualificação dos processos de solda, soldadores e operadores são submetidos à aprovação do cliente.

AWS D1.1 - Este código aborda os requisitos de soldagem para qualquer tipo de estrutura soldada, feita com aços construtivos de carbono e baixa liga. Constitui um corpo de regras para a regulamentação de solda nas construções com aço.

4.6.5 Normas Society of Automotive Engineers (SAE)

Considera a composição química dos aços. A Classificação SAE é um tipo de procedimento criado pela Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos da América. Esta classificação é a mais utilizada no mundo para se identificar aços do tipo: aço carbono e de baixa liga.

SAE 1006 - indica o teor de carbono em peso presente no aço. Apresenta teor de manganês que varia entre 0,25 e 1,00%, além de fósforo e enxofre com teores máximos de 0,030 e 0,050% respectivamente.

SAE 1015 – com baixo teor de carbono. Apresentam teor de manganês que varia entre 0,30 e 0,60%, além de fósforo e enxofre com teores máximos de 0,040 e 0,050% respectivamente.

SAE 1020 – com baixo teor de carbono. Apresentam teor de manganês que varia entre 0,30 e 0,60%, além de fósforo e enxofre com teores máximos de 0,040 e 0,050% respectivamente.

SAE 1045 – indica médio teor de carbono. Apresentam teor de manganês que varia entre 0,25 e 1,00%, além de fósforo e enxofre com teores máximos de 0,030 e 0,050% respectivamente.

4.6.6 Normas de Referência

Nos casos específicos dos processos de soldagem e para garantir que a realização de soldas em certos componentes das estruturas estejam conformidade, o fornecedor tem como referência a Norma:

DIN: *Deustcher Industrie Normen* (Normas da Indústria Alemã).

4.7 Monitorização e Controle dos Parâmetros de Processo e Característica do Produto

As operações, sempre que necessário, tem os seus parâmetros monitorados e controlados. Esse procedimento é documentado no Quadro de Identificação das Atividades de Produção e os parâmetros estão definidos nas instruções de trabalho aplicáveis pelo fornecedor. As características do produto também são controladas. A metodologia e demais informações para realização deste controle estão indicadas nas Instruções de Trabalho específicas do fornecedor.

4.8 Aprovação de Processos, Equipamentos e Operador

Sempre que se fizer necessário, os processos, equipamento e operador são devidamente qualificados conforme referências aplicáveis (exemplo: soldagem). Registros destas qualificações são controladas para assegurar que os requisitos especificados são atendidos.

4.9 Critérios de Execução

Os critérios, metodologias, atribuições, responsabilidades, referências, operações e atividades do processo de fabricação, estão descritos detalhadamente e divulgados ao pessoal que as executam, através de procedimento e instruções escritas, fotográficas e “amostras padrão” existentes no fornecedor.

4.10 Materiais para produção das estruturas

Em uma indústria, a linha de produção é responsável por desenvolver seus produtos a partir de insumos (materiais, ferramentas e informações) com o uso da tecnologia. Para a produção dos componentes das estruturas, o fornecedor utiliza como matéria-prima:

Cantoneiras, chapas, fixadores (Parafusos), aços ASTM A572 G50 / NBR 7007 AR 350, ASTM A36 e ASTM A394-T0.

4.11 Inspeção

Atividade onde se realizam vários ensaios técnicos, químicos, mecânicos, estatísticos ou dinâmicos com a finalidade de verificar o perfeito funcionamento do equipamento. Realizado por profissionais qualificados, capazes de operar os instrumentos, realizar cálculos e expedir certificados com os resultados de aprovação e reprovação.

A inspeção é uma das etapas mais importantes na fabricação. A estruturação do processo de controle da qualidade é feita de acordo com as características do contrato, conforme projeto do cliente, dos processos envolvidos, dos produtos a serem adquiridos e dos requisitos contratuais ou normativos para inspeção e ensaios.

4.12 Plano de Inspeção e Ensaio

Aplicado em formulário (*check list*) padrão do contratado, o Plano de Inspeção envolve: inspeção e ensaios requeridos; os valores limites para aceitação; os documentos aplicáveis; os registros a serem estabelecidos; os critérios de amostragem; os responsáveis pela execução das inspeções e ensaios; os Equipamentos de Medição (EMEs) a serem utilizados, estando todos eles aferidos.

São aplicados devidamente os Planos de Inspeção e Ensaios Básicos - Fabricação de Estrutura Metálica e Plano de Inspeção e Ensaios Básicos - Serviço de Galvanização, que são aplicados em caráter permanente, seja em situações contratuais ou em situações não contratuais.

A área de Gestão da Qualidade é responsável para coordenar e controlar os processos dos Planos de Inspeção e Ensaios elaborados de acordo com os contratos assinados. Os planos de inspeção são adequados aos requisitos de um determinado contrato ou cliente.

4.13 Execução de inspeção e ensaios

As inspeções devem ser realizadas de acordo com os procedimentos específicos, normas e especificações técnicas indicados, para inclusão no *data book*:

- a) Cada item inspecionado ou ensaiado deve ser identificado de forma única e inequívoca;
- b) Deve ser assegurado que somente sejam liberados para utilização os produtos que tenham sido inspecionados e aprovados;

- c) Todo produto deve estar identificado quanto à situação da sua inspeção, seja através de identificação individual, por lotes ou por segregação em área específica;
- d) Devem ser mantidos controles que assegurem que, quando da inspeção ou ensaio em uma determinada fase, todas as verificações anteriores tenham sido realizadas e aprovadas;
- e) Qualquer item somente deve ser considerado liberado quando todos os registros que evidenciem a aprovação estiverem emitidos.

4.14 Tipos de inspeções

Cada contrato assinado com os clientes, segue uma linha de execução, tipo de inspeção e ensaios nos fornecedores; inspeção e ensaios no recebimento de materiais; inspeção e ensaios durante o processo de fabricação ou execução de serviços; inspeção e ensaios finais.

a) Inspeção e Ensaio no Recebimento:

Todos os produtos críticos recebidos devem ser inspecionados antes de serem liberados para utilização conforme plano de inspeção e instruções de trabalho do fornecedor, exceto produtos para produção urgente.

b) Inspeção e Ensaio Durante a Produção:

O produto é retido até que a inspeção e os ensaios requeridos tenham sido executados. As diretrizes para execução da inspeção e auto-controle durante o processo de produção estão definidos no Plano de Inspeção aplicável e instruções de trabalho aplicáveis nos setores da linha de produção do fornecedor contratado.

4.15 Inspeção e Ensaio Finais do Produto

A inspeção e ensaios finais são executados conforme plano de inspeção e instrução de trabalho aplicável, e somente após o término de todas as inspeções e ensaios anteriores. A identificação do término dos processos é assegurada pela existência de plaquetas verdes junto ao produto, e pela emissão de todos os registros previstos.

4.16 Registro de Inspeção e Ensaio do Produto

Os registros que evidenciam que o produto foi inspecionado e ensaiado estão definidos nos Planos de Inspeção, e indicam claramente se o produto foi aprovado ou não, nas inspeções e ensaios. A autoridade de inspeção é responsável pela liberação do produto.

4.16.1 Registros

Os relatórios e registros de inspeção e ensaios são indicados nos Planos de Inspeção e Ensaios e nos procedimentos específicos da linha de produção.

Quando o produto for reprovado em qualquer etapa da inspeção e ensaios é aberto um Relatório de Não-Conformidades (RNC) e aplicada a sistemática do controle de produto não-conforme. Os documentos e registros devem ser mantidos e controlados de acordo com os procedimentos internos.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados caracterizam a otimização no monitoramento dos processos durante as etapas de fabricação das estruturas, assegurando que os componentes fabricados sejam totalmente aprovados durante os testes e ensaios de inspeção. As peças fabricadas tem alto padrão de qualidade, atendendo assim as exigências dos clientes e projetistas. Após a finalização da produção é apresentada a documentação de acordo com a solicitação do cliente/projetista contratante.

5.1 *Data book* de Produção

O *data book* apresentado segue uma padronização, sendo por tipo de estrutura fabricada, podendo variar a série e tamanho solicitado para a obra. Estão incluídos o Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ), Relatório de pré-montagem, Certificados de matéria-prima, Certificados de qualidade do aço, dos parafusos, cantoneiras e chapas, Relatório de Medição de camada e ensaio de *Preece* e Relatório fotográfico.

5.2 Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ)

O Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ) possui um *check list* detalhado da matéria-prima, fabricação, ensaios finais de galvanização, expedição e tabelas de inspeções e ensaios não-destrutíveis.

a) **Matéria-prima:** após recebimento da matéria-prima, o controle de garantia da qualidade, através de formulário de *check list* padrão, apresenta por itens a inspeção e ensaios de acordo com as normas e referências exigidas.

b) **Fabricação:** nesse processo o controle é bem detalhado, e a área de produção lista as tolerâncias das condições adotadas nos processos de fabricação dos componentes conforme especificações técnicas, normas e referências exigidas.

c) **Galvanização:** nos ensaios finais de galvanização, é realizado o controle de banhos de zinco (análise realizada trimestralmente), revestimento das estruturas metálicas, inspeção visual (inspeção realizada em 100% das peças de bancada antes da embalagem), controle de espessura mínima e máxima do revestimento, inspeção dimensional conforme NBR 5426 e 5427 acompanhadas pelo cliente, controle de aderência do revestimento, ensaio de *Preece*, ensaios dos componentes (parafusos, porcas, arruelas e ferragens), inspeção visual realizada em 100% dos acessórios durante a montagem e/ou embalagem e ensaios mecânicos.

d) **Expedição:** uma das etapas finais, cujo processo ocorre inspeção e ensaios finais nos itens: embalagem, acondicionamento, identificação, verificação dos quantitativos, conforme acordo contratual.

e) **Tabelas de inspeções e ensaios:** baseado nas normas NBR 5426, 5427, esse processo é conforme tamanho do lote, amostra. Um procedimento é aplicado nessa etapa: quando o tamanho do lote for menor que o tamanho da amostra, é feita a inspeção em 100% das peças.

5.3 Relatório de Pré-Montagem de Estrutura

Para a emissão desse tipo de documento, o Sistema de Gestão da Qualidade efetua um trabalho de conferência de alto nível, o qual é realizado em todas as peças da estrutura, sendo que essas não devem apresentar nenhuma não-conformidade.

5.4 Certificação de matéria – prima

Nessa certificação, os produtos devem estar de acordo com os requisitos das normas técnicas exigidas.

5.5 Certificação das peças

Os certificados são emitidos após análise química do material, propriedades mecânicas, testes de dureza, e os resultados devem ser satisfatórios em conformidade com a norma técnica.

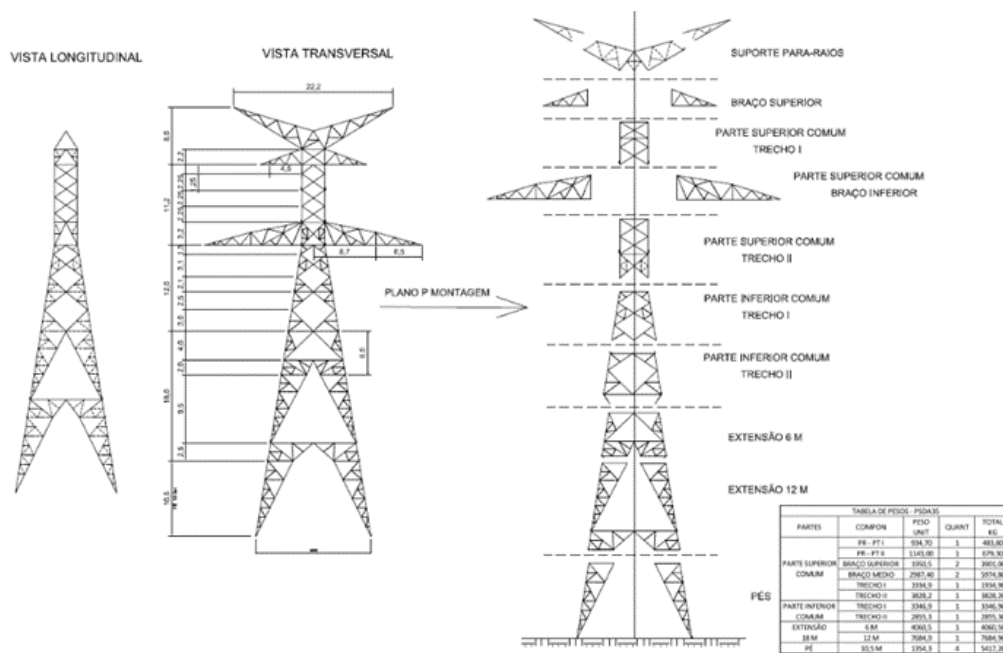
5.6 Relatório de medição de camada e ensaio de Preece – Norma NBR 7400

Medição no método Preece, com testes realizados em itens do próprio lote por tipo de estrutura fabricada, incluindo parafusos, arruelas, porcas e demais componentes. É realizado ensaio interno em fábrica para liberação do produto.

5.7 Relatório fotográfico

Registro fotográfico da pré-montagem da estrutura metálica, com validação do processo. A Figura 7 apresenta o desenho de uma estrutura metálica, com suas respectivas partes.

Figura 7 – Desenho de estrutura metálica.



Fonte: Fornecedor (2017).

Ao ver uma estrutura metálica pronta, fica mais evidente a necessidade de alinhamento entre os processos de fabricação, visto o detalhamento que o produto final apresenta.

5.8 Discussões baseadas na literatura

Percebe-se que, a literatura construída ao longo deste artigo trata de uma série de fatores que estão sendo considerados na organização dos processos de uma linha de produção na fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão de energia da empresa pesquisada, como por exemplo, a qualidade, a velocidade de entrega, a confiabilidade das promessas de entrega, bem como a flexibilidade. Estes quesitos apenas são possíveis de ser atingidos neste caso específico, pois o mesmo está pautado em normas regulamentadoras.

O fato de estar baseado nestas normas regulamentadoras já corrobora ainda mais com a visão constituída na literatura de que, a gestão por processos significa assegurar a melhoria contínua do desempenho da organização, por meio da elevação dos níveis de qualidade de seus processos de negócios. Esse ponto é ainda mais ratificado com o envolvimento do Sistema de Gestão da Qualidade.

6. CONCLUSÃO

Considerando a descrição dos processos de fabricação citados no referido estudo, desde a fase inicial do projeto até a etapa final, pode-se observar que o todo acompanhamento e controle é seguido das normas da ABNT, ASTM, SAE, AWS e outras referências. Os procedimentos aplicados pela linha de produção são rigorosos, tudo é inspecionado, os itens que compõem as estruturas metálicas são cuidadosamente verificados. Toda sistemática foi desenvolvida para que o fornecedor possa atender as expectativas dos clientes e competir com os seus concorrentes. O Sistema de Gestão da Qualidade trabalha com ações preventivas e corretivas identificando qualquer fator indesejável existente e eliminando as não conformidades que possam vir interferir na produção dos componentes.

Percebeu-se que o fornecedor atua e compete fortemente no mercado em que está inserido. Apesar da grande quantidade produzida e os curtos prazos nos cronogramas, tudo é atendido e entregue dentro dos prazos determinados. Os procedimentos internos atendem as especificações técnicas e acordos contratuais. Nos acordos negociados com os clientes, existe sempre uma forte parceria, e com isso uma grande confiança para contratação de fornecimento de várias toneladas de estruturas.

Este artigo gera contribuições empíricas sobre formas de se organizar os processos de uma linha de produção na fabricação de estruturas metálicas para linha de transmissão, vindo a corroborar com as necessidades de padronização e alinhamento junto ao Sistema de Gestão da Qualidade, tópicos estes muito citados pela literatura como sendo fundamentais para o alcance de resultados eficientes e eficazes. Considera-se também que, formas de organização de processos podem ser aprofundadas e entendidas para a replicação em vários outros segmentos, visto que a essência desta organização, se pautada em normas e conceitos estruturados, podem gerar otimizações diretamente impactantes nos resultados organizacionais.

References

ADAIR, C. B.; MURRAY, C. B. A. B. A. **Revolução total dos processos**. NBL Editora, 1996.

AMARATUNGA, D.; BALDRY, D.; SARSHAR, M. Process improvement through performance measurement: the balanced scorecard methodology. **Work study**, n. 5, v. 50, p.179-188, 2001.

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. Disponível em: <<http://www.steel.org/>>. Acesso em: 14 de jul. 2016.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Disponível em: <<https://www.astm.org/>>. Acesso em: 13 de jul. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA - ABCEM. Disponível em: <<http://www.abcem.org.br/>>. Acesso em: 13 de jul. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALÚRGICA E MATERIAIS DE MINERAÇÃO - ABM. Disponível em: <<http://www.abmbrasil.com.br/>>. Acesso em: 13 de jul. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 13 de jul. 2016.

_____. NBR 5426: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 5427: Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 6323: Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação. Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 7007: Aços-carbono e microligados para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural. Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR 7400: Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2015.

BENNER, M. J.; TUSHMAN, M. L. Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. **Academy of management review**, v. 28, n. 2, p. 238-256, 2003.

BURLTON, R. Business process management: profiting from process. **Pearson Education**, 2001.

CAI, J.; LIU, X.; XIAO, Z.; LIU, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision Support Systems**, v. 46, n. 2, p. 512-521, 2009.

CANDIDO, R.M.; FERREIRA, M.T.; ZUHLKE, R.F. Implantação de Gestão por Processos: Estudo de Caso numa Gerência de um Centro de Pesquisas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro, ENEGEP, 2008.

CASTRO, R. **Análise os 10 principais pontos do contrato de fornecimento**. Disponível em <<https://economia.terra.com.br/analise-os-10-principais-pontos-do-contrato-de-fornecimento/>>. Acesso em: 18 de jul. de 2016.

CAUCHICK, P. **Projeto do produto e do processo**. Disponível em <<http://www.pro.poli.usp.br/graduacao/todas-as-disciplinas/projeto-do-produto-processo/>>. Acesso em: 18 de jul. de 2016.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO – CBCA. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>>. Acesso em: 14 de jul. 2016.

CONTADOR, J. C.; DE SORDI, J. O.; de LOURDES MARINHO, B.; de Carvalho, M. F. H. Gestão do conhecimento aplicada à gestão por processos: Identificação de funcionalidades requeridas às soluções de Business Process Management System (BPMS). **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 2, n. 2, p. 5-18, 2007.

CORREA, J. Ferramenta de gestão: fluxograma padrão ANSI. Disponível em <<http://rhcomprofessorjuliano.blogspot.com.br/2013/02/ferramentas-de-gestao-fluxograma-padrao/>> Acesso em: 18 de jul. de 2016.

CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística**. São Paulo, p. 386, 2000.

- DEMO, P. **Pesquisa e construção de conhecimento**. Rio de Janeiro, p. 34, 1996.
- DOSSI, A; PATELLI, L. You learn from what you measure: financial and non-financial performance measures in multinational companies. **Long Range Planning**, v. 43, n. 4, p. 498-526, 2010.
- EFTHYMIU, K.; PAGOROPOULOS, A.; PAPAKOSTAS, N.; MOURTZIS, D.; CHRYSOLOURIS, G. Manufacturing systems complexity review: challenges and outlook. **Procedia CIRP**, v. 3, p. 644-649, 2012.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo, p. 5, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, 2008.
- GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; MCGAUGHEY, R. E. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n. 3, p. 333-347, 2004.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengenharia revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da Gerência**, Rio de Janeiro, 1994. Tradução da versão original Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution.
- HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando os processos empresariais: estratégia revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade**. São Paulo, p. 10, 1993.
- INSTITUTO NACIONAL DE DISTRIBUIDORES DE AÇO - INDA. Disponível em: <<http://www.inda.org.br/>>. Acesso em: 14 de jul. 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em 13 de jul. 2016.
- LOHMAN, C; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: A case study. **European Journal of Operational Research**, v. 156, n. 2, p. 267-286, 2004.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo, p. 14, 1999.
- MELNYK S.A.; STEWART D. M.; SWINK M. Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 209–217, 2004.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo, p. 11, 2000.
- NEELY, A. Measuring business performance. **The Economics**, London, c.3, p.70-89, 1998.

- PAIM, R.; CARDOSO, V.; CAULLIRAUX, H.; CLEMENTE, R. **Gestão de processos: pensar, agir e aprender.** Bookman Editora, 2009.
- PALADINI, E. P.; CARVALHO, M. M. **Gestão da qualidade: teoria e casos.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- POLITZE, D.; AZEVEDO, A.; CALDAS, Á. G.; ALMEIDA, A. H. **Linking Strategic Goals with Operational Performance: An Integrated Approach.** 2012.
- POLO-REDONDO, Y.; CAMBRA-FIERRO, J. Influence of the standardization of a firm's productive process on the long-term orientation of its supply relationships: An empirical study. **Industrial Marketing Management**, v. 37, n. 4, p. 407-420, 2008.
- RITZMAN, L. P; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações.** São Paulo, 2007.
- ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por Processos.** In: DE CARVALHO, Marly M.; PALADINI, Edson P. (Org.) **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Contexto Elsevier, 2006. p. 209-235.
- SCHIAR, L. B. H. P., DOMINGUES, J. Organizações Voltadas para Processos: Um Paralelo com as Organizações Funcionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR/ ABEPRO, 2002.
- SHEFFI, Y. **The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage.** MIT Press Books, v. 1, 2005.
- SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON; R. **Administração de produção.** São Paulo, p. 71, 2002.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON; R. **Administração de produção.** São Paulo, 2007.
- STERMAN, J. D. **Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world.** 2000.
- WORLD STEEL ASSOCIATION. Disponível em: <<http://www.worldsteel.org/>>. Acesso em 14 de jul. 2016.
- YUSUF, Y. Y.; GUNASEKARAN, A.; ADELEYE, E. O.; SIVAYOGANATHAN, K. Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives. **European Journal of Operational Research**, v. 159, n. 2, p. 379-392, 2004.