

Análise dos Desperdícios na Fabricação de Estruturas Metálicas

Jeam Carlos Fortes¹, Delcio Pereira¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

jeam.cf@gmail.com, delcio.pereira@udesc.br

***Abstract:** This paper aims to present the application of lean thinking to eliminate waste in a business segment of metal structures. The research implemented as of qualitative strategy of case study, can be inserted as part of the actions aimed at innovation in traditional sectors process and develops from the analysis of waste found in the studied organization, as well as proposals for improvement applied to manufacturing of metal structures for public housing. The results confirm the relevance of lean methodology in incremental innovation process in productive sectors and reveal the opportunity to establish better working conditions from its application.*

***Resumo:** Este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação da mentalidade enxuta para eliminação de desperdícios em uma empresa do segmento de estruturas metálicas. A pesquisa, implementada a partir da estratégia qualitativa de estudo de caso, pode ser inserida como parte das ações voltadas à inovação em processos de setores tradicionais e desenvolve-se a partir da análise dos desperdícios encontrados na organização estudada, bem como as propostas para melhoria aplicadas a fabricação de estruturas metálicas para casas populares. Os resultados confirmam a pertinência da metodologia enxuta no processo de inovação incremental em segmentos produtivos e revelam a oportunidade de estabelecer melhores condições de trabalho a partir de sua aplicação.*

1. Introdução

Os grandes avanços tecnológicos, bem como as significativas mudanças decorrentes de um mercado extremamente competitivo, expressam a necessidade das empresas visualizarem diferenciais competitivos em suas operações. Nesta direção, as empresas devem patrocinar adequações vislumbrando possíveis melhorias, para se manterem relevantes e em condições de sobrevivência, enquanto entre organizacional, neste contexto tão complexo. Este cenário demanda ainda a fundamentação de estratégias que oportunizem a aproximação e adesão dos públicos consumidores. Assim, a busca pela qualidade, otimização do tempo de entrega e redução de custos são parâmetros a serem perseguidos. Logo, torna-se salutar a busca por melhores preços e aplicação de valor, além da diminuição a níveis mínimos do ônus operacional, incluindo o menor tempo de entrega possível na disposição do produto final.

A redução de custos se torna imprescindível para a manutenção e até uma possível expansão da companhia. Todavia, ao buscar a redução de custos, muitas empresas deixam de lado um dos principais fatores para obtenção de sucesso, a qualidade.

Uma das diretrizes utilizadas para que as empresas consigam reduzir seus custos de produção e manter a qualidade do produto é definitivamente reduzir ao máximo as atividades que não agregam valor ao produto. Dentre os diversos tipos de sistemas de produção encontrados atualmente, o que mais faz parte desta descrição é o modelo de Produção Enxuta, também conhecida como *Lean Manufacturing*.

A Produção Enxuta, que tem sua origem no Sistema Toyota de produção, tem o objetivo de rezir os custos fazendo com que o processo de produção fique cada vez mais enxuto. Uma das maneiras de deixar este processo simplificado é através da eliminação de desperdícios.

2. Sistema Toyota de Produção

A história da Toyota teve início no setor têxtil, mas foi no setor automotivo que ganhou grande destaque no contexto mundial. Segundo Ohno (1997, p. 4) “o Sistema Toyota de Produção evoluiu da necessidade”. Tal necessidade era advinda das condições da indústria japonesa no pós-guerra, por volta de 1945. A *Toyota Motor Company* evidenciou a obrigação de mudar caso tivesse a pretensão de se reestruturar e continuar no mercado automobilístico. O principal conceito relevante ao STP é a eliminação de desperdícios (OHNO, 1997).

Ainda, no pensamento de Ohno (1997) o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Produção Enxuta, tem como principais elementos o *just-in-time* (JIT) e a automação com toque humano, também conhecido como *Jidoka*.

De acordo com Shimokawa e Fujimoto (2011) a produção *just-in-time* reduziu desperdícios através da mentalidade de produção voltada para a venda, a dinâmica “puxada”, que se baseava na demanda. Totalmente contrário, era o conhecido sistema de produção tradicional, onde, o processo de produção poderia se denominar “empurrado”. Nesse processo, os produtos eram fabricados em grandes volumes sem a preocupação com as exigências do mercado naquele determinado momento. O Sistema *just-in-time* desenvolvido pela Toyota produzia apenas o necessário, quando preciso e na quantidade certa.

A automação com toque humano dá-se pela aplicação de técnicas de parada automática da máquina. Existem ainda, sistemas que evidenciam a não conformidade do produto ou de alguns aspectos de segurança, e, dessa forma, o operador pode parar o processamento das máquinas objetivando produzir apenas peças em conformidade e com segurança. (OHNO, 1997).

2.1 Os Princípios da Produção Enxuta

Para Womack e Jones (2004) a produção enxuta pode ser dividida em cinco princípios básicos: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

Na visão dos autores Womack e Jones (2004), o primeiro estágio para a implantação do pensamento enxuto no processo produtivo é a especificação do valor. O pensamento enxuto deve começar com um detalhamento das capacidades específicas para produção de cada produto, de maneira que seja levado sempre em consideração a necessidade do cliente e quanto o mesmo está disposto a pagar por um produto específico.

Ao encontrar o valor deve-se então identificar a maneira que o mesmo será agregado ao produto. Desta forma, devemos então distinguir a cadeia de valor específica para determinado bem. A cadeia de valor aponta as etapas para novos projetos de produtos, gerenciamento de informações e o processamento do mesmo. (WOMACK; JONES, 2004)

O fluxo é a capacidade de o produto percorrer pelos diversos setores da empresa com estabilidade e continuidade. Tornando o processo o menos interrupto possível consegue-se eliminar paradas desnecessárias, ociosidade e outros tipos de perdas passíveis do processo produtivo. (QUEIROZ; RENTES; ARAUJO, 2004)

A produção puxada permite que a empresa utilize-se de estoques mínimos, visando apenas produzir o que o cliente, ou um processo posterior, realmente necessitam. Desta forma, eliminam-se desperdícios de superprodução e também gastos para manter o estoque. (WOMACK; JONES, 2004)

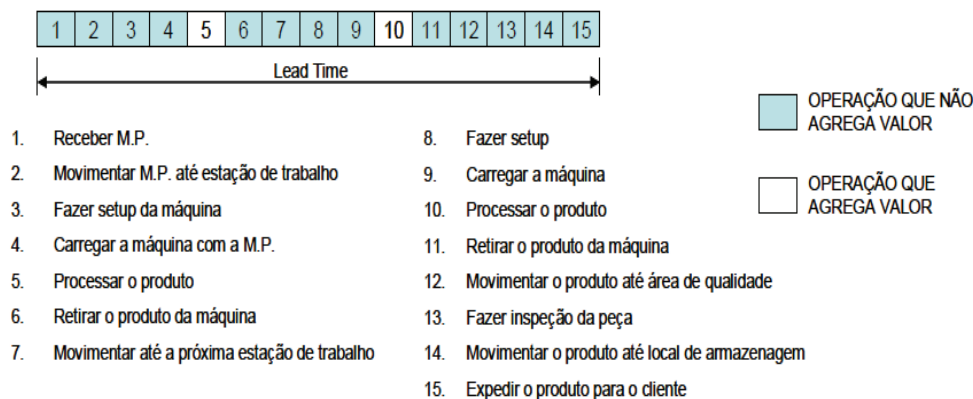
E por fim, o ultimo dos princípios descritos por Womack e Jones (2004) é a perfeição. Nela podemos descrever a busca insistente por o aperfeiçoamento contínuo do pensamento enxuto em todos os setores da empresa. Com o envolvimento daqueles que participam da criação de um produto e constantes *feedbacks* consegue-se chegar cada vez mais próximo do que o cliente realmente quer.

Segundo Silva (2009) a principal característica do Sistema Toyota de Produção é a eliminação dos desperdícios. De acordo com o autor, a principal fonte dos desperdícios são os processos que não agregam valor ao produto.

Com base na Figura 1, pode-se notar que grande parte dos processos de produção não agregam valor ao produto. Deste modo, ao percorrer todo o *lead time*, apenas 2 processos agregam valor.

Para Conner (2001) apenas 5% do processo é formado por atividades que agregam valor ao produto, os outros 95% são formados por atividades que não agregam valor. O autor cita também, que, mesmo melhorando as atividades que agregam valor e diminuindo pela metade o *lead time* das mesmas, o valor em percentagem de atividades que agregam valor baixaria para 2,5%. Devemos então estar sempre focados nas atividades que não agregam valor, pois, são nestas que se encontram os desperdícios a ser eliminados pela produção enxuta, ao contrário do que muitos acham.

Figura 1 - Atividades que agregam e não agregam valor ao produto



Fonte: Silva (2009, p. 31)

2.2. Desperdícios Para a Produção Enxuta

A produção enxuta se baseia principalmente nos princípios de cultura de melhoria contínua e redução de custos. Uma das principais etapas ao se implantar o Sistema Toyota de Produção é a identificação e a eliminação dos desperdícios (OHNO, 1997).

De acordo com Shingo (1996) os desperdícios ocorrem em qualquer atividade que não contribua para as operações. Podemos citar, como exemplos, o excesso de espera durante o processamento de um produto, a alta formação de estoques intermediários, tempos longos entre um carregamento e outro, etc.

Os desperdícios ou perdas podem ser divididos em sete categorias, segundo Ohno (1997) os desperdícios podem ocorrer por: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimento e produtos defeituosos. Existem outras literaturas que acrescentam um oitavo desperdícios, o por pessoas

A superprodução ocorre quando se produz mais do que o cliente realmente necessita em determinada ocasião. O excesso de produção significa produzir algo que não será vendido. (DENNIS, 2008)

Shingo (1996) descreve que o desperdício de superprodução pode ocorrer de forma quantitativa ou antecipada. Na produção quantitativa a superprodução ocorre pelo produto ser feito além do que necessita a demanda. Já na produção antecipada a superprodução ocorre pelo fato de se fazer o produto antes mesmo de que ele seja necessário.

O desperdício de espera ocorre geralmente quando um trabalhador fica ocioso dependendo de algum outro fator relevante ao processamento do produto. Essa espera pode se dar por diversos motivos. Tais motivos podem ser a espera por material na estação de trabalho, espera por ajuste na linha, na máquina e até mesmo a espera do funcionário enquanto a máquina está processando a peça. (DENNIS, 2008)

Outro conceito para perda por espera é o de Antunes (2008), o autor descreve o desperdício por espera como a perda que ocorre quando trabalhadores e máquinas não estão sendo utilizados produtivamente, e, assim, não contribuem para agregação de valor do produto em processamento.

Silva (2008) descreve desperdício por transporte qualquer movimentação excessiva, seja ela de pessoas, informações e peças. Ainda, segundo o autor, tal desperdício decorre da instalação de *layouts* fabris inadequados para determinado tipo de processo produtivo.

Dennis (2008) declara que além do *layout* inadequado o desperdício por transporte pode ser decorrente de grandes equipamentos e pela própria produção por lotes. De acordo com o autor, a produção de lotes menores e a possível colocação de um processo mais próximo do outro poderia resultar na minimização do desperdício. A movimentação de peças é um desperdício necessário dentro da organização, cabe ao gestor encontrar o melhor método de minimizá-lo.

O desperdício por processamento ocorre em atividades de processamento que são desnecessárias para a formação de um produto básico, ou seja, são geralmente adequações ou aprimoramentos feitos no produto a fim de gerar valor no ponto de vista do cliente. (ANTUNES, 2008)

De acordo Hines e Taylor (2000) a perda por processamento pode ocorrer quando utilizamos um conjunto errado de ferramentas, procedimentos ou sistemas. A mesma perda também pode ocorrer quando usamos de demasiada sofisticação em um processo, de maneira que, ao utilizarmos uma abordagem mais simples poderíamos ter uma maior eficácia.

A perda por estoques pode ser descrita como a existência de alto índice de inventário nos diversos setores do processo produtivo. (ANTUNES, 2008). Este inventário pode gerar um grande desperdício de dinheiro e de espaço físico fabril.

Shingo (1996) descreve que os estoques em excesso são resultado de um desequilíbrio do processo. Existe uma geração de estoque na medida em que tentamos compensar os pontos fracos do processo. Todavia somente a eliminação dos estoques não resulta na solução dos problemas. Deve-se, em primeira instância, eliminar as causas de instabilidade no processo, a medida que o processo vai ficando mais estável, naturalmente o estoque tende a diminuir.

Como caracteriza Antunes (2008) o desperdício por movimento está intimamente ligado aos movimentos desnecessários dos trabalhadores no ato de operar alguma máquina ou equipamento.

Do ponto de vista de Dennis (2008) o desperdício por movimento pode acontecer de duas maneiras: movimento humano e movimento mecânico. O desperdício por movimento humano está relacionado com a ergonomia do local de trabalho. Por exemplo, a produtividade fica abaixo do esperado quando um operador relativamente baixo é utilizado para operar uma estação de processamento que necessita de um operador mais alto. Já o desperdício por movimento mecânico: relacionado com movimentos de máquinas e ferramentas no processamento de uma peça. Por exemplo, uma peça é posicionada muito distante da máquina que fará seu processamento, a máquina necessita percorrer ou movimentar seus mecanismos por um trajeto maior do que o necessário.

No dizer de Antunes (2008) o desperdício por produtos defeituosos ocorre quando existem peças ou componentes acabados que não estão em conformidade com o padrão de qualidade especificado no projeto.

Shingo (1996) alega que uma das maneiras mais confiáveis de inibir os defeitos em uma linha de produção ocorre quando se adota uma política de prevenção de defeitos. Desta forma, os defeitos não são simplesmente encontrados e sim evitados.

Dennis (2008) assevera que a falta de comunicação existente dentro de uma empresa, seja entre os setores, fornecedores e até mesmo clientes, é um desperdício de grande valia quando tratamos da produção enxuta. A falta de comunicação extingue a expansão do conhecimento bem como o surgimento de novas e produtivas ideias.

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho confluem para uma abordagem principalmente qualitativa. Para avaliar possíveis fenômenos decorrentes do processo de produção enxuta e seguir as diretrizes anteriormente descritas foi selecionada conduta sob as prerrogativas de um estudo de caso.

Segundo Grillo e Gessinger (2008) um caso consiste na descrição de uma situação real ou fictícia que se dá em volta de diversas situações problemáticas ou grandes ideias. Ainda de acordo com as autoras o procedimento se dá através de narrativas, diálogos, descrição, textos, relatórios, observações *in loco*, etc.

Araujo et al. (2008) descreve o estudo de caso como sendo uma abordagem metodológica de investigação qualitativa. Com a utilização do estudo de caso conseguimos descrever diversos acontecimentos que estão respectivamente ligados a diversos fatores adequados a um contexto real.

Para Miguel (2007) o estudo de caso tem natureza empírica que visa investigar um determinado fenômeno dentro de um contexto real de vida, geralmente quanto tal fenômeno e contexto não são claramente definidos.

Para a execução do estudo serão empregados dois procedimentos técnicos, designados sob a forma de relatos de observação e modelagem de prospecção.

No primeiro procedimento acontece a fase de identificação dos desperdícios presentes no arranjo atual da empresa. Através de relatos de observação pode-se evidenciar possíveis desperdícios ou falhas no processo.

Vislumbrados os desperdícios e falhas no fluxo de valor, entra-se no segundo procedimento, a modelagem de prospecção. Nesta etapa, com base nas diretrizes descritas no decorrer deste trabalho, serão propostas as possíveis melhorias para o processo de produtivo.

4 Estudo de Caso

4.1 Características do setor

Bellei (2006) cita as primeiras obras com aço começaram a surgir quando o mesmo pode ser produzido industrialmente. Um de seus primeiros empregos como estrutura se deu na França, por volta de 1780, na escadaria do Louvre. Todavia, o aço só começou a ser usado para a construção de edifícios por volta de 1880 nos Estados Unidos. Acredita-se que no Brasil a primeira obra a utilizar estrutura em aço foi a ponte Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro.

As estruturas metálicas são peças capazes de assumir a mesma função estrutural de vigas e pilares feitos com concreto armado. São significativamente difundidas em países como Estados Unidos e Alemanha e tem apresentado significativo potencial de crescimento no Brasil. (FALEIROS; JUNIOR; SANTANA, 2012)

Por se tratarem de uma liga constituída de ferro e carbono, as estruturas metálicas podem ter diversos tipos de características de acordo com a necessidade do cliente. Os aços estruturais resistem a tração, compressão, flexão e pode ser conformado de diversas formas. (FERRAZ, 2003)

As primeiras obras em aço no Brasil usaram principalmente perfis de aço importados, pela incapacidade de se produzir no país. Todavia, em 1921, foi implantada no Brasil a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira que começou a produzir alguns tipos de aços estruturais leves. (BELLEI, 2006)

Em 1946 a chamada Siderúrgica Nacional começou a produzir perfis mais pesados como: chapas, trilhos e perfis (com as bitolas americanas). A mesma Siderúrgica começou a formar mão de obra qualificada, que foi se expandindo o que ocasionou o surgimento diversos fabricantes de estruturas. (BELLEI, 2006)

Dessa forma, consegue-se verificar um grande crescimento na área de fabricação de estruturas metálicas. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o consumo de aço destinado a estruturas metálicas passou de 324 mil toneladas para 1,6 milhão de toneladas em 2009.

4.2 A Empresa

O trabalho foi realizado em uma empresa que está consolidada há mais de dez anos no mercado de estruturas metálicas. A Empresa X conta com um parque fabril com mais de 3500m² e contém 35 funcionários diretos. A empresa fornece serviços de projetos, fabricação e montagem conforme necessidades específicas de cada cliente.

A empresa atende principalmente a região sul e sudeste do Brasil, com obras executadas em diversos estados como: Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. O escopo principal da empresa é a fabricação de estruturas para edificações industriais e para casas populares.

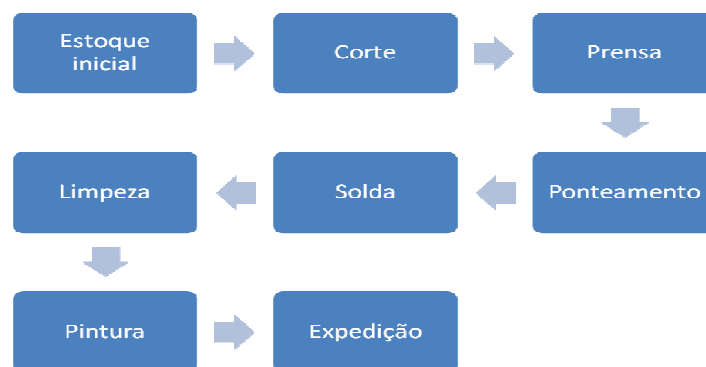
4.3 Arranjo Físico

O arranjo físico atual da empresa é o funcional ou por processo, ou seja, os equipamentos são agrupados de acordo com suas funções. Considera-se este arranjo viável, já que os produtos fabricados na empresa possuem uma grande variabilidade.

O arranjo físico da empresa estudada comporta, além da produção de casas populares, a produção de grandes edifícios industriais. E este deve ser sistematizado de maneira que um processo não atrapalhe o outro.

Para fins deste estudo foram estudados apenas os processos de fabricação de estruturas para casas populares. Tais processos podem ser vistos na Figura 3.

Figura 2 - Setores de agregação de valor



Fonte: Autor (2014)

4.4 Análise dos Desperdícios

A análise dos desperdícios tem como fundamento o fluxo de valor do estado atual bem como as diretrizes teóricas descritas no decorrer deste instrumento de estudo. A seguir serão descritos os principais aspectos condizentes com o contexto investigado.

Os desperdícios de superprodução não ficam tão evidente no processo de industrialização da empresa estuda, pois a mesma produz apenas o que o cliente programa em seu pedido. Uma das únicas causas da perda por superprodução configurada neste escopo é um possível equívoco na coordenação do “chão de fábrica”. Um exemplo deste aspecto ocorre quando, em algum momento, o fim de lote passar por despercebido e o mesmo continuar sendo produzido por certo tempo.

No tocante aos desperdícios por espera, primeiramente, é possível observar uma grande parte do tempo de espera corresponde ao período necessário para que os fornecedores forneçam os *inputs* necessários para a fabricação das estruturas.

Seguidamente, no começo da fabricação e no momento de troca entre lotes, muitos trabalhadores de processos de finalização, como limpeza e pintura, ficam ociosos.

O setor de prensa, juntamente com o corte, fazem parte do setor inicial do fluxo de produção. Muitas vezes o retardamento da linha de produção ocorre pela demora desta máquina em fornecer suprimentos para as etapas seguintes.

Muitas vezes, a perda por ociosidade corre em procedimentos simples, como o de retirada de produtos acabados do setor de pintura. Este processo poderia ser realizado por um número significativamente pequeno de funcionários. Todavia, o contingente oferecido para este fim está excessivamente maior do que o necessário.

O desperdício por transporte é manifesto dentro do arranjo físico atual da empresa. Os setores de produção estão relativamente longe e não formam um fluxo de sequencias uniforme, o que torna a movimentação excessiva.

No *layout* da empresa, podem ser encontrados estoques intermediários posicionados entre um setor produtivo e outro, o que dificulta muitas vezes a locomoção dos carrinhos usados para dar destino às peças de um setor para o outro.

O setor de prensa necessita de espaço para colocar a matéria prima que será processada, e, por diversas vezes, utiliza-se de um de um espaço destinado à circulação de veículos. Quando o veículo precisa retirar material de um setor adiante, ocorre uma movimentação desnecessária a fim de liberar a rota dos veículos.

No que concerne a desperdício por processamento podemos citar que o setor de corte poderia ser extinto. Muitas são as empresas que fornecem o produto de acordo com o comprimento determinado pelo cliente. Todavia, a margem de tolerância nem sempre é a ideal, desta forma faz-se necessário o uso do setor de corte.

Outro significativo desperdício por processamento é quando se produz de forma equivocada algum produto. Muitas vezes as furações das peças podem estar sendo feitas de maneira incorreta e até mesmo com o uso da matriz inapropriada. Neste caso, o produto deverá passar novamente pelo processamento acarretando em um aumento no *lead time*, no desgaste da ferramenta utilizada e uma diminuição no tempo disponível de funcionário/máquina. Tal procedimento acontece por falha no projeto, na instrução fornecida ao operador e até mesmo a falta de atenção do funcionário.

Acerca dos desperdícios por estoque, a construção de estruturas metálicas utiliza-se geralmente de peças com grande porte e que ocupam significativo lugar dentro do arranjo físico industrial. Além do estoque inicial e móvel, que fora comprado para suprir a necessidade da fabricação, há ainda enormes prateleiras com estoques fixos.

Os estoques fixos são advindos das sobras matéria prima comprada para outras obras e parados não significam nada para empresa, a não ser, um grande desperdício de material e espaço fixo.

Além disso, como observado no mapeamento de fluxo de valor, há sempre a existência de estoques intermediários entre um processo e outro. Com lotes de 60 casas populares, aproximadamente 54 toneladas de aço, estes estoques móveis tomam significativo espaço dentro da fábrica. Além de casas populares a empresa produz grandes estruturas para edifícios industriais, que torna o setor de expedição e de acomodação do estoque final consideravelmente restrito.

Os componentes industrializados para casas populares podem ser consideravelmente pesados formando assim um desperdício por movimento na forma de fadiga humana.

O desperdício por movimento também ocorre em setores como a prensa, o ponteamto e solda, por se tratarem de setores que detém certo grau de movimentação repetitiva e ser muitas vezes hostis e desconformes com altura do funcionário.

O surgimento de defeitos na linha de produção ocorre primeiramente com a matéria prima fornecida. Em grande parte dos casos de defeito no fluxo de valor tem como fator preponderante a matéria prima. Esta frequentemente aparece com comprimentos diferentes dos especificados e níveis de tolerância altíssimos. Quando matéria prima necessita de precisão e a mesma vem equivocada, torna-se muito mais difícil seu processamento, pois as máquinas foram projetadas para atender a um tipo específico procedimento e material.

A falta de instrução e até mesmo de um monitoramento mais amplo no setor produtivo faz com que ocorram erros de montagem em alguns produtos devido à falta de conhecimento em interpretação de projetos. Outro fator identificado no decorrer do estudo é o não respeito pelo tempo de cura da tinta. A tinta depende de um tempo de cura para que a mesma fique totalmente aderida no material.

Analisando o desperdício por pessoas, focaliza-se disfunções de comunicação. Há uma eminente lacuna no uso de meios formais para delinear possíveis táticas ou estratégias de gerenciamento do setor produtivo. Frequentemente o fluxo de informação entre os setores é proposto no boca a boca, sem documentações e formalizações o que muitas vezes gera algum tipo de inconveniente para alguma das partes.

Outra restrição encontrada foi um pouco de receio em ouvir possíveis ideias de melhorias advindas dos operadores de produção. Assim como a obtenção de um *feedback* de clientes e fornecedores sobre os serviços ofertados e prestados.

4.5 Melhorias Propostas

As melhorias propostas devem desenvolver-se de forma que consiga o envolvimento de todos os colaboradores da empresa. E o passo inicial para o desenvolvimento da cultura *lean* nos diversos setores da empresa de forma que a mesma conseguisse compartilhar de um espírito de mudança e união para a melhoria do todo.

Após disseminados alguns conhecimentos da Produção Enxuta deve-se então passar para uma etapa de organização. Esta etapa de organização pode utilizar-se do programa 5S. Com esta ferramenta conseguiríamos deixar a casa limpa dando assim um enorme passo para a realização processo de produção enxuta.

Para a eliminação do desperdício por superprodução a empresa deve buscar apresentar de uma maneira mais fácil a visualização da quantidade de peças a serem feitas. Tais visualizações poderiam ocorrer através de quadros de *kanban* ou etiquetas. Outra proposta é fazer com que a produção seja puxada, de modo que se processe apenas o que é necessário naquele momento.

A alternativa para o desperdício por espera visa buscar fornecedores com menor prazo de entrega a fim de diminuir também o *lead time* da empresa. Programar semanalmente as atividades desenvolvidas por cada setor para que os mesmos não fiquem em desuso com a falta de matéria prima. Caso precise, diminuir o tamanho dos lotes para dar maior agilidade ao fluxo de produção da empresa. Desenvolver um meio de automatizar a prensa dando a ela

uma maior percentagem no tempo de utilização e fornecendo os devidos insumos para linha de produção em tempo ágil. Neste setor também é preciso que exista uma diminuição nos *set-ups* que podem ocorrer com a aplicação um estudo de troca rápida de ferramentas. Na utilização de tarefas simples, utilizar apenas a mão de obra necessária, a fim de não retirar mão de obra produtiva dos seus setores específicos..

Em relação ao desperdício por transporte deve-se investigar uma melhor alocação do arranjo físico, fazendo com que os processos fiquem mais próximos. Reduzir efetivamente a quantidade de estoques intermediários a cada processamento. Diminuir o número de peças também acarreta em diminuir o peso do produto que será transportado, assim, menos pessoas poderiam ser destinadas a locomoção das peças.

As melhorias propostas para o desperdício por processamento visam eliminar setor de corte através de acordos com fornecedores, estes poderiam melhorar as tolerâncias e mandar as peças nas medidas necessárias para dar início ao processo produtivo. Outro aspecto relevante a este desperdício embasa-se na melhoria do controle de qualidade tanto nas fases de projeto como nas de produção, isso faria com que evitassem possíveis erros e um reuso da máquina.

Os estoques são responsáveis por um a grande área útil ocupada dentro do setor produtivo, a redução de estoques intermediários bem como a extinção de estoques fixos, ficando apenas com os pulmões, poderiam dar a empresa mais espaço físico para desenvolvimento de novos projetos industriais. O processo de redução de estoques deve ser estudado de maneira rigorosa, visto que cada produto da empresa visa corresponder a necessidade do cliente.

No que concerne ao desperdício por movimento, a empresa deve vislumbrar possíveis melhorias no quesito ergonômico do setor produtivo. Fazer com que os funcionários participem e descrevam suas principais fontes de fadiga.

As medidas para evitar produtos defeituosos visam educar e conscientizar todos os membros envolvidos com o fluxo de produção do melhor modo a se fazer as coisas. O fazer famoso “fazer certo, na primeira vez”. Nomear um setor específico para treinamentos e controle de qualidade. Também desenvolver sistemas de *Poka Yoke*, onde os erros podem ser quase que extintos do processo de agregação de valor.

Para as pessoas, a empresa deve trazer políticas de incentivo, dando voz a todos os setores da fábrica, para que todos participem ativamente do melhoramento contínuo e sistêmico do processo produtivo. Burocratizar a entrega de documentos e implantar um modelo de gestão da produção que seja acessível de forma conveniente a todos os setores. Melhorar a comunicação desenvolver um verdadeiro espírito de equipe dentro da empresa seriam algumas das alternativas propostas.

Além desses passos a empresa deverá sempre manter uma filosofia *kaizen*, ou seja, a melhoria contínua é fundamental para a manutenção efetiva do sistema de produção enxuta. O *kaizen* deve estar adentrado a todos os setores da empresa. O uso da ferramenta PDCA pode ser muito útil, o ciclo deve ser programado e desenvolvido sazonalmente dentro da empresa. Ao final de cada ciclo deve ser gerado um relatório que servirá como diretriz para o desenvolvimento futuro da organização.

5 Considerações Finais

O cenário industrial competitivo, principalmente num setor tão expressivo quanto o de construção civil, faz com que a busca por novos instrumentos de gestão e de produção sejam de grande relevância para alcançar a competitividade e estabilidade.

Atualmente uma das principais metodologias utilizadas para reduzir custos, manter a qualidade e buscar a competitividade é representada pela produção enxuta. O processo de implantação da cultura enxuta dentro de uma empresa é lento, todavia, eficaz. São diversos

casos industriais, descritos em muitos estudos, que expressaram a adesão ao *lean manufacturing*, caracterizando casos de sucesso.

A aplicação do conceito de produção em uma empresa de produção de estruturas metálicas torna-se consideravelmente difícil, visto que é um processo que contém grande variabilidade de peças e repetidas trocas de fluxos produtivos. Vislumbrando a dificuldade encontrada neste setor, foi preciso começar com um tipo de projeto mais simples: a fabricação estrutural para casas populares em aço.

Neste sentido, através dos conceitos da produção enxuta foi possível analisar diversos desperdícios e propor melhorias na empresa estudada, representando inovações incrementais nos processos gerenciais, repercutindo na melhoria da qualidade e conformidade de processos e produtos.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ARAUJO, Cesar; RENTES, Antônio. **A Metodologia Kaizen na Condução de processos de Mudança em Sistemas de Produção Enxuta**. Revista Gestão Industrial. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo. V.02, n.02, p. 133-142, 2006.

BELLEI, Ildoni. **Edifícios Industriais em Aço: projeto e cálculo**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2006.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FALEIROS, João; JUNIOR, Job; SANTANA, Bruno. **O crescimento da indústria brasileira de estruturas metálicas e o boom da construção civil: um panorama do período 2001-2010**. Estruturas Metálicas. BNDES setorial 35, p. 47-84, 2012

GRILLO, Marlene C.; GESSINGER, Rosana M. Estudo de Caso. In: FREITAS; Ana; LIMA, Valdevez. **A gestão de aula universitária na PUCRS**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000) *Going Lean. A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.

MIGUEL, Paulo A. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. *Produção*. v.17, n.1, p. 216-229, 2007.

QUEIROZ, José; RENTES, Antônio; ARAUJO, Cesar. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro. **O Nascimento do Lean**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Alessandro . **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta**. 2009. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Unidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine desperdício e crie riqueza**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.