

Produção Enxuta e Produção mais Limpa – um estudo de caso em uma empresa fabricante de equipamentos agrícolas

Andreia Santana Fiorini Bolsoni (Centro Universitário UniSEB) deiafiorini@hotmail.com

Resumo: Este artigo objetiva o estudo em conjunto dos princípios de Produção Enxuta e Produção mais Limpa visando melhorar o processo de fabricação de uma peça em uma empresa do setor metal mecânico, fabricante de equipamentos agrícolas. Dentro dos princípios enxutos, foi citado os desperdícios encontrados e implementado alterações no processo de fabricação da peça flange, buscando melhorias e diminuição de recursos utilizados. Neste mesmo contexto, também foi aplicado os conceitos da Produção mais Limpa para visualizar ganhos ambientais obtidos na mudança implementada.

Palavras-chave: Produção Enxuta; Produção mais Limpa; Desperdícios.

1. Introdução

Com o aumento da industrialização, houve um crescimento na produção e no consumo de produtos mais modernos. A partir dessas mudanças, as empresas foram obrigadas a se tornarem mais competitivas buscando um melhor desenvolvimento econômico sem levar em consideração a degradação ambiental que surgia.

Segundo Mello (2002), após a década de 50, os impactos ambientais ficaram mais preocupantes devido à queda de qualidade de vida que foi ocasionada pela rápida degradação ambiental.

Conforme por Petter *et al.*(2011), a partir da Conferência de Estocolmo em 1972 na Suécia, a gestão ambiental surgiu como um tema para muitas discussões. Dentre elas foi observada a conservação dos recursos naturais e minimização da degradação ambiental, cuja solução seria o desenvolvimento de técnicas ambientais que diminuíssem o desperdício e colaborassem com um desenvolvimento sustentável.

Em 1989, através do Programa de Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), surgiu a estratégia da Produção mais Limpa, também conhecida como P+L, que busca a eficiência em processos, produtos e serviços, em conjunto com um melhor desempenho ambiental.

Hoje em dia houve um aumento significativo na consciência ambiental e na competitividade, o mercado tornou-se dinâmico e voltado para as exigências do consumidor, tornando essencial que as empresas busquem formas de acompanhar essas mudanças a fim de continuar concorrendo no mercado.

Neste contexto, as empresas estão aumentando e diversificando suas produções, tentando manter a qualidade e garantias em seus produtos e serviços. E como consequência, há o aumento dos custos para essas mudanças.

Para Castro *et al.*(2010), várias estratégias estão sendo usadas pelas empresas para melhorar seus aspectos econômicos, não só utilizando métodos sustentáveis, mas também conceitos e ferramentas que diminuam desperdícios e eliminem atividades que não agregam valor a percepção do cliente.

Segundo Ohno (1997), a capacidade total de uma empresa pode ser entendida como a soma do trabalho necessário mais os desperdícios que ela possui. Logo para obter uma maior eficiência é preciso reduzir os desperdícios, utilizando técnicas como, produção em pequenos lotes, diminuição de transportes internos, redução de *set up*, entre outros.

Em 1950 surgiu, depois de muitos estudos feitos por Taiichi Ohno, o Sistema de Produção Enxuta, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP). Essa estratégia visa diminuir esses desperdícios e buscar melhorias contínuas.

A união destas das técnicas de Produção Enxuta e Produção mais Limpa contribui para uma eficiente melhoria na competitividade da empresa, atuando no aumento da capacidade produtiva, flexibilidade, melhoramento da qualidade, otimização de processos e matérias primas, entre outros recursos que facilitam a busca contínua por mercado nos dias atuais.

Tendo em vista essa ideia, o objetivo deste trabalho é mostrar os desperdícios existentes em uma linha de produção, propor melhorias e minimizar o impacto ambiental, por meio de estudos em conjunto dos princípios da Produção Enxuta (*Lean Production*) e Produção mais Limpa (*Cleaner Production*).

2. Metodologia

Este trabalho é um estudo de caso com um tipo de pesquisa descritiva, ou seja, esta descreve o ambiente que será estudado, buscando uma solução através da coleta de dados, observações e análises para validar as hipóteses formuladas.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa antiga que ainda não possui a cultura da Produção Enxuta nem Produção mais Limpa. Portanto o trabalho visa buscar melhorias utilizando estas duas ferramentas em conjunto, mapeando os processos e reduzindo os desperdícios e impactos ambientais.

A oportunidade de melhoria surgiu com um estudo sobre a máquina corte a laser, quais eram suas funções e resultados. Através deste estudo pudemos perceber que algumas atividades, como corte, rebarbação e furação que poderiam ser substituídos. Estudando também os componentes do transbordo que utilizavam este tipo de atividades em sua fabricação, pudemos destacar a peça flange. Essa peça é de fundamental importância para montagem final de um transbordo que é um produto de alta demanda na empresa.

Desta forma, foi realizada uma análise do fluxo de fabricação da peça, mapeando seus processos na situação atual e na situação futura. A coleta de dados deu-se por informações e observações obtidas no próprio chão de fábrica e entrevistas com os colaboradores da empresa.

Depois de agrupar todos os dados, foi realizada uma análise, utilizando ideia da Produção mais Limpa. Com ela, foi possível visualizar os impactos ambientais causados durante a fabricação, elaborando tabelas e verificando os resultados.

3. Produção Enxuta

Com uma demanda para veículos diferenciados, a Toyota precisou inovar na sua concepção de manufatura para suprir essas novas necessidades desse mercado, que eram de veículos com maior qualidade, variedade e baixo preço. Mas diferentemente da Ford, a Toyota não tinha tantos recursos financeiros e humanos para tal transformação. Taiichi Ohno e Eiji Toyoda perceberam que a base da ideia de produção em massa não poderia ser aplicada no Japão nessa situação, desenvolveram então uma nova forma de produção conhecida como Produção Enxuta (*Lean Production*) ou Sistema Toyota de Produção (STP). Essa mudança promoveu uma maior flexibilidade e também uma redução de desperdícios durante o processo de produção (LIKER, 2005).

Segundo Elias e Magalhães (2003), a Produção Enxuta tem o objetivo de diminuir os desperdícios. No caso da produção em massa da Ford, era uma forma clara de perceber quantos desperdícios poderiam ser encontrados, mas na época era um modelo referência de produção que aumentava visivelmente a produtividade.

Para Rizzo (2012), a Produção Enxuta surgiu com a intenção de melhorar continuamente os processos, reduzindo seus desperdícios, atingindo os objetivos de qualidade, otimização, flexibilidade, diminuição de custos, produção conforme a demanda e compromisso com clientes e fornecedores.

A Produção Enxuta visa diminuir os desperdícios ou *Muda*, gerados pela empresa, sendo os desperdícios, qualquer processo que utiliza recursos, mas que não agregam valor ao cliente (WOMACK e JONES, 1998).

Com isso, entende-se que a ideia de Produção Enxuta foi evoluindo conforme as necessidades de competitividade foram aparecendo. Para acompanhar essas mudanças, foi utilizado os objetivos da Produção Enxuta, que visa melhorar os processos continuamente e diminuir os desperdícios.

Desperdício é qualquer atividade que utiliza recursos da empresa e não cria valor. Onde o valor é apenas definido pelo cliente, sendo que atenda as suas necessidades a um preço e momento específicos (WOMACK e JONES, 1998).

Para Liker (2005), os desperdícios ou *Muda*, são perdas que devem ser eliminadas. Sendo essas atividades que não agregam valor.

Assim, pode-se dizer que desperdícios é qualquer processo ou atividade que transforma recursos de uma empresa em produto final sem agregar valor na percepção do cliente final.

Segundo Castro *et al.*(2010), os processos de um sistema produtivo que transformam matéria prima em produto acabado são discriminados por atividades que podem ou não agregar valor na percepção do cliente, separando assim em três grupos:

1. Atividades que não agregam valor: São atividades que o cliente considera importantes e que eles estariam dispostos a pagar por elas.

2. Atividades que agregam valor: São atividades que na percepção do cliente não torna o produto mais interessante e que conseqüentemente eles não estão dispostos a pagar por elas.
3. Atividades que não agregam valor, mas são necessárias: São atividades que não tornam o produto mais interessante aos olhos do cliente, mas que são necessárias ao processamento desse produto para que possam ocorrer atividades que agregam valor.

Para Ohno (1997), a real melhoria na eficiência só surge quando a produção tem 0% de desperdício e 100% de trabalho. Como o STP prioriza a produção de somente o que é necessário, a quantidade de trabalhadores tem que ser reduzida para que não haja um excesso de capacidade produtiva. Para se implantar o STP é necessário identificar completamente os desperdícios que são: superprodução, espera, transporte, processamento em si, estoque, movimento e produtos defeituosos.

Os sete desperdícios podem ser conceituados assim (KUNIYOSHI, 2006; MANFREDINI e SUSKI, [s. d.]):

1. Superprodução: produzir mais do que o necessário ou mais rápido que o necessário, causando necessidade de matéria-prima, espaço físico, mão-de-obra e equipamentos;
2. Espera: períodos ociosos de pessoas ou produtos, contribuindo pra um fluxo deficiente, podem ocorrer com gargalos, falta de matéria-prima, mão-de-obra, *set up*, reparo de máquinas, entre outros;
3. Transporte: movimentos excessivos de pessoas ou produtos dentro da empresa, provocando perda de tempo e aumento no custo;
4. Processamento em si: limitação ou ineficiências no processo requerem um processamento extra para supri-las ao longo da fabricação do produto;
5. Estoque: armazenagem em excesso de matéria-prima, produto semi-acabado ou acabado, resultado em menos espaço para outras atividades, aumento de custo e transporte, entre outros;
6. Movimento: excesso de movimento por parte dos colaboradores pode ser causada por má organização do local de trabalho e falta de ergonomia, provocando em perda de tempo e qualidade;
7. Produtos defeituosos: produtos mal produzidos e com pouca qualidade, necessitam de retrabalho e/ou reutilização de matéria-prima e tempo para retrabalha-las.

Seguindo o pensamento enxuto, temos cinco princípios pra melhorar esses desperdícios (WOMACK e JONES, 1998):

1. Identificar o que é valor sobre a perspectiva do cliente;
2. Montar e analisar a cadeia de valor, identificando todos os processos para a produção do produto;
3. Criar um fluxo contínuo, repensar as práticas e eliminar os retrofluxos;

4. Implantação de uma produção puxada;
5. Buscar a perfeição, sempre fazendo melhorias contínuas.

Conforme Rother e Shook (2003), para se identificar as atividades que agregam ou não valor aos produtos deve-se montar de um mapa de fluxo de valor, seguindo as etapas descritas abaixo:

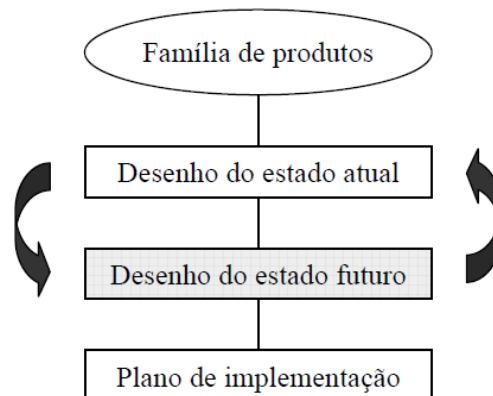


FIGURA 1 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor

Primeira etapa: definir a família de produtos que serão utilizados para fazer o mapeamento. A família é definida como um grupo de produtos que possuem etapas de processamento e equipamentos semelhantes;

Segunda etapa: fazer uma análise da situação atual e do estado futuro, mapeando cada passo da produção da família de produtos definida. Essa análise é realizada com a coleta de informações no próprio chão de fábrica. As setas entre o estado atual e o estado futuro indicam duplo sentido, onde as ideias para o estado futuro podem surgir conforme a coleta de dados. Da mesma forma, quando houver o mapeamento do estado futuro, há possibilidade de reparar em informações importantes que não haviam sido percebidas sobre o estado atual.

Terceira etapa: começar a preparação de um plano de implementação que descreva, em uma página, como se pode chegar ao estado futuro. Quando este estiver realizado deverá ser elaborado um novo mapa de fluxo de valor. Essa é a melhoria contínua.

Slack (2009) diz que existe outra ferramenta de melhoria contínua conhecida como *Kaizen*, a qual tem origem japonesa e sugere mudanças constantes nos processos internos.

Para Rizzo (2012), *Kaizen* é um método utilizado para colocar as melhorias contínuas dentro da cultura da empresa, usando vários trabalhadores de funções diferentes para solucionar um problema ou melhorar algum processo.

Conforme Liker (2005), para desenvolver um *Kaizen* é necessário realizar um trabalho em grupo para identificar problemas e suas causas, utilizando ferramentas para encontrar soluções e propor melhorias. A ferramenta mais comum é o PDCA (*Plan, Do, Check and Action*) utilizado para planejar e controlar as atividades onde será aplicado o *Kaizen*.

Segundo Imai *apud* Da Silva *et al.* (2008), para que o processo de *Kaizen* tenha êxito é necessário que haja comprometimento de todos na empresa, desde a diretoria até os operadores, com isso as mudanças serão mais facilmente incorporadas junto a cultura da empresa.

4. Produção Mais Limpa

A ideia da sustentabilidade foi crescendo junto com a globalização, gerando assim certo valor agregado aos produtos que utilizam boas práticas na sua produção, como redução no consumo de recursos naturais e menos do desperdício de matérias-primas (ROSSI e BARATA, 2009).

Foi com esse entendimento, que as políticas de controle da poluição que eram conhecidas como “fim de tubo”, se tornaram reativas baseadas no pensamento de prevenção. O resíduo que era descartado sem consequências passou a ser estudado de forma que ele pudesse não agredir ao meio ambiente (CNTL, 2003).

Segundo Rossi e Barata (2009), a ecoeficiência que é a junção da parte econômica da empresa com a parte ambiental, necessitou de alguma ideia prática que pudesse ser aplicada para ocorresse essa eficiência, assim foi criada a metodologia Produção mais Limpa (P+L) ou *Cleaner Production*.

Para Rizzo (2012), a P+L foi criada a partir da união dois manuais de regulamentação de atividades industriais, um enunciado pela *Environmental Protection Agency* (EPA) e outro publicado pelas agencias *United Nations Environmental Program* (UNEP) e *United Nations Industrial Development* (UNIDO), com a intenção de disseminar essa metodologia a todas as empresas que se interessassem a aplicá-la.

Conforme Ben (2007), a P+L foca em reduzir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração de matéria prima até a disponibilização do produto acabado, nesse contexto, o objetivo dessa tecnologia limpa, é de diminuir a poluição no meio ambiente, gerando menos resíduos e diminuindo o consumo de recursos naturais.

Para Castro et al. (2010), a P+L colabora com a redução da utilização de recursos de forma eficiente a fim de minimizar os impactos ao meio ambiente, aumentando a competitividade, eficiência e lucratividade das empresas que a utilizam.

Entretanto há muitas barreiras, tanto de aspectos financeiros como a falta de conhecimento impedem a implantação dessa metodologia nas empresas (ROSSI e BARATA, 2009).

5. Estudo de Caso

O estudo de caso abaixo foi realizado em uma empresa localizada em Ribeirão Preto - SP. Esta atua na área sucroalcooleira na produção de equipamentos agrícolas para plantação, colheita, carregamento e transporte de cana-de-açúcar.

Este estudo de caso tem a intenção de propor melhorias e reduzir os impactos ambientais utilizando conceitos e ferramentas de Produção Enxuta e Produção mais Limpa.

Foi definido como objeto deste estudo o componente flange, que é uma peça espaçadora da roda traseira de um transbordo. Esta peça é essencial na fabricação do transbordo que é um dos carros chefes de venda da empresa. Na fabricação dela foi identificada uma possível melhoria. Além disso, essa linha foi escolhida por apresentar impactos ambientais como a utilização de óleo lubrificante e refrigerantes, liberação de cavaco, gases combustíveis no transporte por empilhadeiras, entre outros.

Apesar dos mapas de fluxo de valor normalmente representarem uma família de produtos, neste caso, o mapa de fluxo de valor estará representando apenas a fabricação de uma peça, por não haver uma definição de família de produtos na empresa e também por essa peça ser fundamental para a produção do equipamento final.

Após definida a peça a ser estudada, a segunda etapa é a medição demonstrada no mapeamento do fluxo de valor atual da empresa.

O cenário atual da empresa encontra-se com o *layout* fabril organizado de forma funcional, onde o processo e transporte se dão em grandes lotes e altos tempos de *set up*. A situação descrita acima pode ser visualizada no mapa de fluxo de valor abaixo (FIGURA 2).

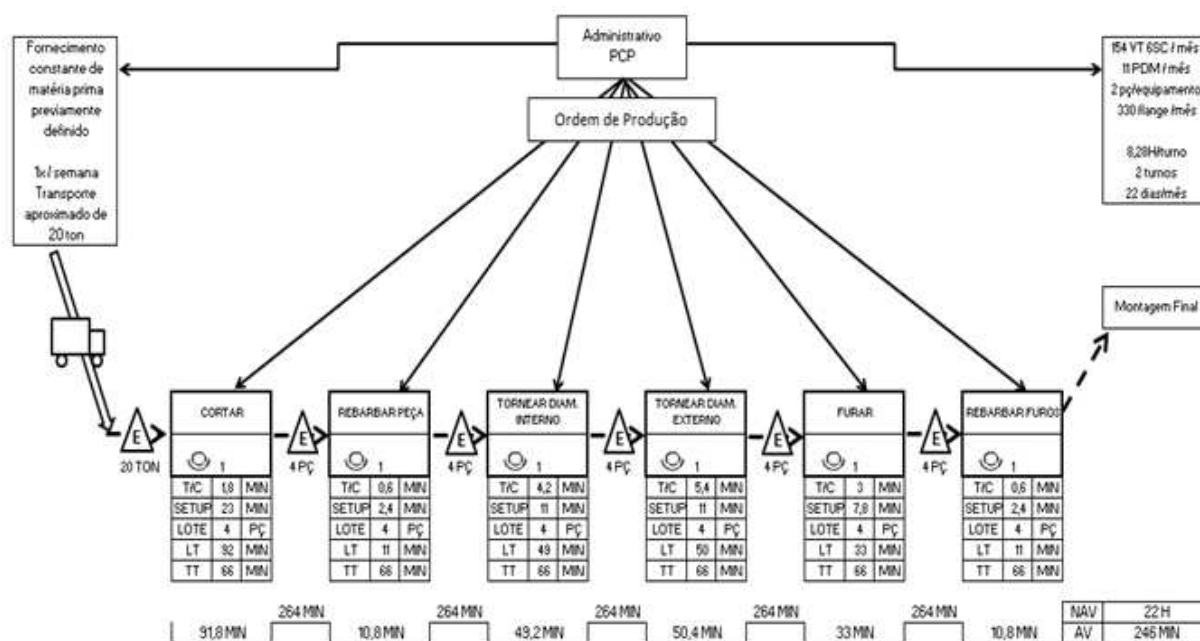


FIGURA 2 - Mapa de fluxo de valor atual

Analisando o mapa de fluxo de valor acima, não se percebe nenhum grande problema durante o processo, porém o lead time de fabricação está identificado como 22 horas sem agregação de valor, sendo apenas 15% do tempo em agregação de valor. Ou seja, pode-se entender que há algum desperdício entre o processamento em relação ao tempo.

Outro ponto que pode ser analisado é o *layout* da empresa, onde os processos são distantes, fazendo com que haja uma grande movimentação de peças e pessoas. Este *layout* funcional está mostrado na figura 3.



FIGURA 3 - Layout funcional atual

Tomando como base o mapa de fluxo de valor e o *layout* mostrados acima, podemos identificar que o fluxo dos processos dessa peça é extenso e com vários desperdícios, que são:

- Estoques intermediários: como a fabricação dessa peça é feita por lote, entre cada processo é gerado um estoque intermediário que não pode ser movimentado até o término da fabricação do lote todo.
- Transporte: por causa do *layout* funcional e as peças não poderem ser carregadas por uma pessoa, o que ocasiona um transporte interno de empilhadeiras muito grande, gerando danos ambientais pela liberação excessiva de CO₂ (gás carbônico).
- Processamento extra: por se ter uma máquina de corte laser, a qual tem capacidade de cortar essa espessura de chapa e também ter uma capacidade ociosa, pode se considerar o modo de fabricação dessa peça como vários processamentos extras (cortar no plasma, torneiar e furar).
- Produtos defeituosos: pelo fato dos processos serem realizados de forma manual, podem ocorrer erros, o que ocasionaria peças defeituosas, que podem ser retrabalhadas ou refugadas.

Levando também em consideração o âmbito ambiental, foi criada uma tabela que mostra a relação entre a produção e os impactos ambientais (TABELA 1).

Tabela 1 - Relação de consumo por produção

	Atual	Unidade	Emissão / Produção	Unidade
Produção	32	pç/mês	-	-
Operadores	5	operadores	0,15625	operador/pç
Óleo lubrificante	160	Litros/mês	5	litros/pç
Energia elétrica	20903,52	KwH/mês	653,235	KwH/pç
Gás carbônico	30,84	g/mês	0,96375	g/pç

Através da tabela acima foi identificado que a relação de emissões por produção de uma peça foi de 5 litros mensais de óleo lubrificante, aproximadamente 653 Kwh mensais e 1 grama mensal de gás carbônico.

Visando diminuir os desperdícios e impactos citados acima, foi proposto um redesenho no processo de fabricação da flange e no *layout* de fabricação da peça. Foi utilizado como parâmetro as teorias da produção enxuta e da produção mais limpa.

O novo processo de fabricação da flange consiste em substituir os processo de corte, rebarbação, torneamento e furação por um processo de corte a laser através de um *kaizen*. Abaixo segue o novo mapa de fluxo de valor implementado (FIGURA 4).

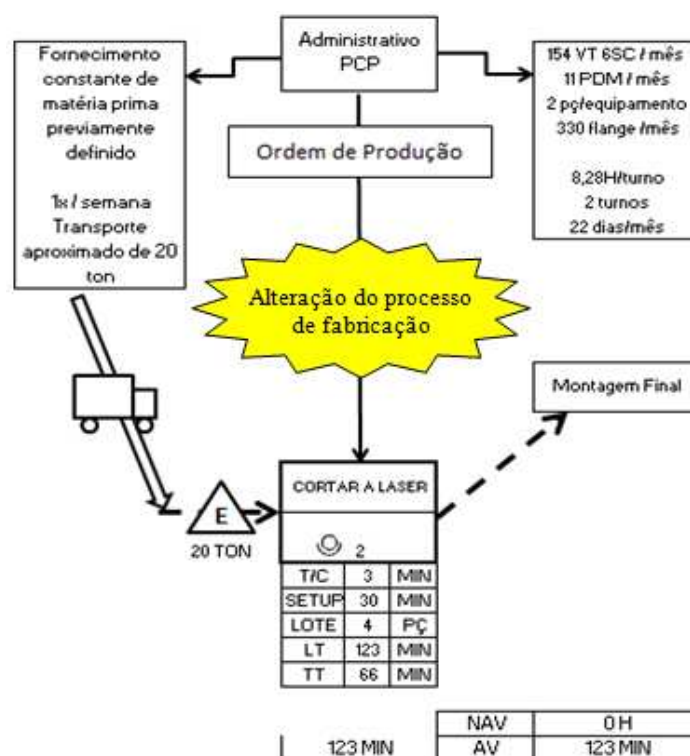


FIGURA 4 - Novo processo implementado

Anteriormente a este trabalho, a empresa já possuía uma máquina de corte a laser que poderia ser utilizada para fabricar a flange. Como mostra na figura acima, seria necessário apenas um processo para obter a peça pronta sem que haja atividades que não agregam valor.

Como consequência o *layout* do processo de fabricação também foi modificado conforme mostrado abaixo (FIGURA 5).



FIGURA 5 - Layout implementado

Com relação aos desperdícios identificados no processo de fabricação citado anteriormente, houve redução de processos e transporte, eliminação de estoques intermediários e produtos defeituosos, pois há somente um processo que ao final a peça já é encaminhada a montagem do produto final.

Portanto, com a mudança anterior também foi obtido uma melhora nos impactos ambientais da produção, conforme descrito na tabela 2.

Tabela 2 - Relação de emissão por produção implementado

	Atual	Unidade	Emissão / Produção	Unidade
Produção	32	pç/mês	-	-
Operadores	1	operadores	0,03125	operador/pç
Óleo lubrificante	0	Litros/mês	0	litros/pç
Energia elétrica	580,8	KwH/mês	18,15	KwH/pç
Gás carbônico	12,57	g/mês	0,3928125	g/pç

Os resultados são visivelmente melhores, não sendo mais necessária a utilização de óleo lubrificante e tendo uma redução de 97% no consumo de energia elétrica mensal e 59% na emissão de gás carbônico mensal.

6. Considerações Finais

Como a Produção Enxuta tem uma busca constante por melhorias e redução de desperdícios, este artigo se propôs a mostrar que a Produção Enxuta pode contribuir para a Produção mais Limpa gerando menos desperdícios, ganhos econômicos e ambientais, assim proporcionando um melhor ambiente de trabalho e uma melhoria no meio ambiente.

A elaboração do mapa de fluxo de valor e do layout auxiliaram na visualização rápida e eficiente dos processos e como estes puderam ser modificados para que gerassem as melhorias citadas acima na perspectiva econômica e ambiental.

A implementação descrita no trabalho leva em conta a utilização de recursos existentes e ociosos (máquina corte a laser). Assim, o ganho da empresa foi notável em relação à diminuição dos processos e na redução dos impactos ambientais.

Referências

- BEN, F.; Modelo econômico de gestão ambiental. 229f. Tese de doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. Senai: Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: CNTL, 2003.
- DA SILVA, G. G. M. P., HORNBERG, S.; TUBINO, D. F.; ROMING, M.; DE ANDRADE, G. J. P. O.; *manufatura enxuta, gamba kaizen e trf: uma aplicação prática no setor têxtil*. Rio de Janeiro, 2008.
- DE CASTRO, C. D. M.; BEZERRA, D. K.; GAMBI, L. N.; EUGENIO, S. H.; *Impactos da aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta na busca por uma produção mais limpa: um estudo de caso em uma indústria de bens de capital*. In: EMEPRO, Minas Gerais, 29 de abril ao dia 1 de maio de 2010.
- ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C.; *Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa*. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.
- KUNIYOSHI, D. S.; *Implementação da tecnologia Lean Seis Sigma em uma empresa no setor têxtil*. São Paulo, 2006.
- LIKER, J. K. *O modelo Toyota*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MANFREDINI, M. F.; SUSKI, C. A.; *Aplicação do lean manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção*. Santa Catarina: UFSC, [s. d.].
- MELLO, M.C.A. *Produção mais Limpa: Um estudo de caso na AGCO do Brasil*. 163f. Dissertação de mestrado em produção mais limpa – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- MIGUEL, P. A. C.; *Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução*, 2007.
- MORENGHI, L. C. R.; ANDRADE, R. F. G.; ROSANO, R. D. *Produção mais Limpa e Produção Enxuta: haverá simbiose na busca de conformação ambiental com a flexibilização dos fatores de produção*. In: XIII SIMPEP, Bauru, 2006.
- OHNO, T. *O sistema Toyota de produção - além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PETTER, R. R.; VAZ, C. R.; DE RESENDE, L. M. M.; SELIG, P. M. *Produção limpa, produção mais limpa, produção enxuta, 5S e manutenção autônoma – Uma proposta metodológica de implantação conjunta*. In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 12 e 13 de agosto de 2011.
- RIZZO, G. P. V.; *Produção enxuta e produção mais limpa: proposta metodológica integrada*. 114f. Dissertação de mestrado acadêmico – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.
- ROSSI, M. T. B.; BARATA M. M. L.; *Barreiras a implementação da Produção mais Limpa como prática de Ecoeficiência em pequenas e médias empresas no estado do Rio de Janeiro*. In: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo, 20 ao dia 22 de maio de 2009.
- ROTHER, M.; SHOOK, J.; *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. Lean Institute Brasil, São Paulo, 2003.
- SLACK, N.; CHAMBLERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 3ªed. São Paulo: Atlas, 2009.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.