

APLICAÇÃO DE CONCEITOS DO *LEAN MANUFACTURING* E DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA MELHORIAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Dalila Regina Fernandes¹, Sérgio Augusto Rodrigues²

1 Discente do curso de Produção Industrial da FATEC Botucatu, São Paulo, Brasil dalilaregina@terra.com.br.

2 Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu, São Paulo, Brasil sergio@fatecbt.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica dos últimos anos, observa-se uma competitividade, especialmente no ramo metalúrgico, cada vez mais acirrada e, conseqüentemente, uma forte pressão por parte da concorrência e dos clientes, exigindo das empresas uma busca constante pela redução de custos, melhorias nos níveis de produtividade e de qualidade. Repassar os custos de uma produção não enxuta aos clientes pode levar uma empresa ao fracasso, pois estes normalmente não estão dispostos a arcar estes custos extras. Sendo assim, para que uma empresa possa apresentar lucro líquido crescente ou estável ao longo dos anos, as inovações são essenciais, não somente nas características do seu produto, mas também no método de produção para que perdas, retrabalhos e custos de produção sejam minimizados.

A abordagem científica relacionada com o uso de ferramentas de melhoria contínua no chão de fábrica indicam que uma das maneiras mais eficiente para se obter melhorias na administração e no processo de produção, possibilitando obter retornos em curto prazo, é atuando nas fontes de desperdícios mais aparentes, como o excesso de movimentação de pessoas ou peças e o excesso de não conformidades do produto, os quais podem gerar retrabalhos ou até mesmo a perda total da unidade produzida. Desta forma, encontrar e entender as fontes de desperdícios dentro do processo produtivo é uma etapa de extrema importância para melhoria contínua do processo de produção e conseqüentemente redução dos custos para obtenção de uma produção enxuta.

Moura (1989) considera que a filosofia *Just In Time* (JIT) deve ser encarada como sendo a eliminação de tudo que não agrega valor ao produto, sendo que os processos devem ser simplificados e bem executados. Corrêa e Corrêa (2009) dizem ainda que, o sistema JIT prega como objetivos fundamentais a qualidade e a flexibilidade. Para isso, duas metas de gestão são extremamente importantes: a melhoria contínua e o ataque incessante aos desperdícios.

Segundo Tubino (2000), a eliminação de desperdícios significa observar todas as atividades realizadas no sistema de produção e remover aquelas que não agregam valor ao produto.

Para Ohno (1997), o conceito de produção enxuta ou *lean manufacturing* consiste em eliminar sete tipos de desperdícios, que também podem ser encarados como perdas para a empresa, ou seja, é a eliminação ou minimização dos defeitos, dos tempos de espera e movimentação, do excesso de produção, do transporte, do processamento desnecessário e dos estoques.

O desperdício por produtos defeituosos (retrabalho) é a resultante da manufatura de produtos com alguma característica fora do especificado. A produção de itens defeituosos significa desperdício de matéria prima, equipamentos, mão de obra, inspeção, entre outros. Para solucionar esse desperdício é necessário aperfeiçoar os processos ou métodos e controlar a qualidade atuando na causa raiz da fonte onde o problema está ocorrendo (OHNO, 1997).

Entre as práticas ou ferramentas de aplicação dos conceitos da produção enxuta destacam -se o mapeamento de fluxo de valor (MFV), ferramenta que permite visualizar as etapas do fluxo de material e informação durante o processo de produção, e o Kaizen, metodologia utilizada para a busca por melhorias contínua (CADIOLI e PERLATTO, 2009, FAVONI et al., 2013).

O diagrama de causa e efeito, também chamado de diagrama espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, é uma figura que visa estabelecer a relação entre o efeito e todas as causas de um processo. Cada efeito possui várias categorias de causas, que, por sua vez, podem ser compostas por outras causas (RODRIGUES, 2006).

Favoni et al. (2013) aplicaram o mapeamento do fluxo de valor em uma indústria de calçados femininos do polo calçadista de Jaú-SP com o objetivo de encontrar pontos de melhoria nos processos produtivos, bem como a eliminação ou redução de desperdícios. Alguns gargalos no processo produtivo foi observado, com destaque ao retrabalho, desperdício de matérias primas e alto tempo de ciclo do produto, além de acúmulo de estoques.

Já Coletti; Bonduelle e Iwakiri (2010) avaliaram a produção de lamelas para pisos de madeira com o objetivo de identificar os principais defeitos de fabricação, bem como avaliar o nível de ocorrência dos defeitos, levantando suas possíveis causas e elaborando um plano de

ação com o intuito de eliminar os defeitos e prevenir sua recorrência. Utilizando o Diagrama de Ishikawa, verificou-se que principal causa das marcas de serra nas lamelas estava relacionada com a falta de inspeção mais rigorosa na chegada da madeira serrada, pois havia problemas com o fornecedor da mesma.

Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo investigar o processo de produção de um determinado segmento de peças de uma empresa do ramo metalúrgico do estado de São Paulo e propor melhorias para minimização do desperdício e tempo de produção, bem como, nos custos de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente foi realizado um estudo bibliográfico para levantamento da base teórica das possíveis ferramentas a serem utilizadas e aplicadas. O estudo de caso deste trabalho foi realizado no processo de produção de uma peça de uma empresa do ramo metalúrgico, localizada na região centro-oeste do estado de São Paulo.

Para o estudo do processo de fabricação da peça, realizou-se o mapeamento do fluxo de valor. As informações necessárias para elaboração deste mapeamento foram obtidas junto ao Sistema Integrado de Gestão (SIG) da empresa. Também foram utilizadas informações, levantadas junto ao banco de imagens de matérias-primas da empresa, para comparação de diferentes processos de produção, bem como das matérias primas utilizadas em cada processo (análise visual das imagens).

Com o intuito de identificar as possíveis causas dos retrabalhos gerados pela observação de riscos nas peças, foi utilizado para o diagrama de Ishikawa, o qual se destaca por ser uma ferramenta gráfica importante no controle de qualidade das peças produzidas em diferentes processos, possibilitando identificar as principais causas para um efeito ou problema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapeamento do fluxo de produção da peça analisada permitiu a visualização de todas as etapas, bem como os respectivos tempos, os quais são apresentados na Tabela 1. Observa-se nesta tabela que o tempo total de produção é de 693 minutos aproximadamente, sendo as etapas de limpeza, tratamento térmico e conversão química as que apresentaram os maiores tempos.

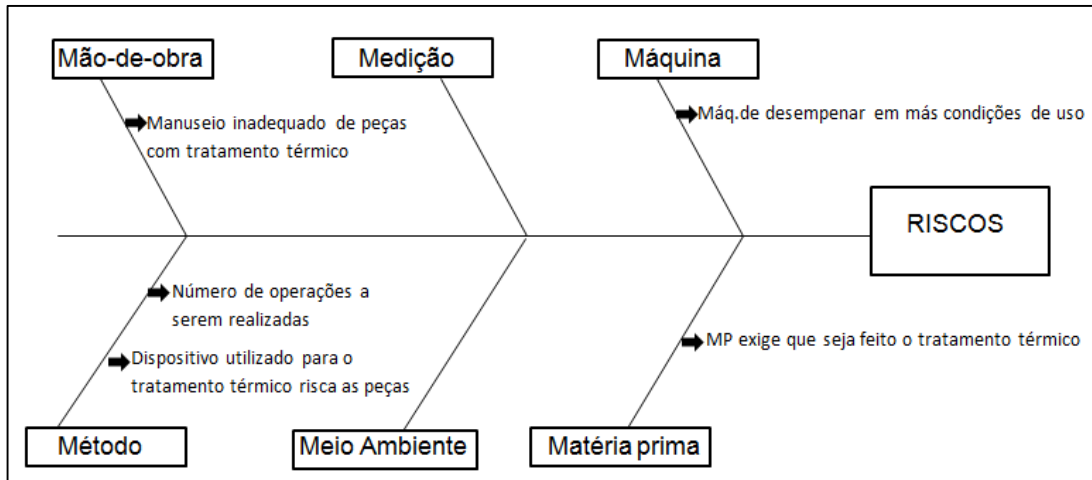
Tabela 1 – Processo de fabricação da peça analisada

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Corte de Material	2
Roteamento	6
Rebarbação	3
Limpeza	180
Tratamento Térmico	120
Calandra	5
Lixamento	15
Mascaramento	20
Recorte de Mask	30
Usinagem Química	60
Roteamento	6
Rebarbação	3
Ajustagem	15
Calandra	5
Medição de Condutividade	3
Conversão Química	180
Metalização	5
Pintura	30
Conformidade	5
Tempo total de produção	693

Por meio da inspeção visual de todas as etapas de produção da peça analisada, as quais estão mapeadas na Tabela 1, foi possível verificar que todas apresentavam riscos, sendo necessário passar por processos para eliminação dos mesmos (retrabalhos). Analisando o banco de imagens foi possível identificar uma peça semelhante utilizada em outro produto. Desta forma, foi realizado o mapeamento do fluxo de produção desta outra peça, identificando que neste processo havia um menor número de etapas, bem como que a matéria prima utilizada na produção desta peça era diferente da utilizada na peça deste estudo.

Considerando o problema de riscos observados nas etapas de produção da peça analisada, o diagrama de Ishikawa foi construído para o levantamento das possíveis causas deste problema. De acordo com o diagrama apresentado na Figura 1, observa-se que uma causa importante para o surgimento dos riscos é a matéria prima utilizada. Esta informação, somada com a comparação dos mapeamentos do fluxo de produção da peça analisada e de outra peça que utiliza uma matéria prima diferente, indicaram que substituição da matéria-prima utilizada na produção da peça possibilitará a redução do número de etapas e do tempo de produção, pois a matéria-prima sugerida não necessita passar por processos onde os riscos são gerados.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa



Observou-se também, pela Figura 1, que a matéria prima utilizada atualmente necessita ser submetida a um processo de tratamento térmico, o qual acabava sendo a principal causa dos riscos nas peças. A partir desta constatação, sugeriu-se a troca desta matéria prima, pela utilizada na peça semelhante observada no banco de imagens, a qual não necessitava passar por este processo, pois já vinha do fornecedor com essa condição satisfeita.

Tabela 2 – Processo de fabricação com a troca da matéria prima

Estágio da Produção	Tempo Produtivo (minutos)
Corte de Material	2
Roteamento	6
Rebarbação	3
Calandra	5
Mascaramento	20
Recorte de Mask	30
Usinagem Química	60
Roteamento	6
Rebarbação	3
Ajustagem	15
Calandra	5
Conversão Química	180
Metalização	5
Pintura	30
Conformidade	5
Tempo total de produção	375

Desta forma, a substituição da matéria prima possibilitou a redução do número de etapas de produção e consequentemente do tempo de fabricação da mesma, ou seja, observou-se que o

tempo total de produção da peça passou de 693 minutos para 375 minutos, representando uma redução de aproximadamente 46% (Tabela 2).

4 CONCLUSÕES

Com base nos estudos realizados neste trabalho percebe-se a importância da utilização dos conceitos da produção enxuta e das ferramentas de qualidade dentro de um processo de produção. Por meio do mapeamento do fluxo de valor foi possível identificar as operações que não agregavam valor ao produto, e com a utilização do diagrama de causa e efeito foi possível identificar a causa principal do problema relacionado aos riscos nas peças, possibilitando ações relacionadas com a fonte causadora do desperdício.

Portanto, a utilização destas ferramentas, indicando a substituição da matéria prima utilizada anteriormente, possibilitou uma redução de aproximadamente 46% no tempo total de produção de uma peça, situação que irá acarretar em uma redução nos custos de produção.

5 REFERÊNCIAS

- CADIOLI, L. P., PERLATTO, L. Mapeamento do fluxo de valor: Uma ferramenta da produção enxuta. **Anuário da Produção acadêmica docente**. v. 2, n. 3, p.369-389, 2009.
- COLETTI, J.; BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica**, v. 40, n.1, p.135-140, 2010.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.C. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 445 p.
- FAVONI, C. et al. Produção enxuta: aplicação da ferramenta mapa do fluxo de valor (MFV) em uma indústria de calçados femininos. **Revista Gestão Industrial**, Ponto Grossa, PR. v. 9, n. 2, p.361-362, Ago. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/viewFile/1034/1024>>. Acesso em: 09 set. 2015.
- MOURA, R. A. **Kanban**: a simplicidade do controle de produção. São Paulo: Imam, 1989.
- OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RODRIGUES, M. V. **Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade**. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark. 2006.
- TUBINO, D. F.; **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 217p.