

## Aumento da produção em uma linha de tubos de aço sem costura: um estudo de caso

Leonardo Soares - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –FEAMIG – leojjsl@yahoo.com.br  
Pínio Marcos de Souza - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –FEAMIG – plinio.souza@vallourec.com  
Tiago Sanches de Oliveira - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –FEAMIG – tiago.sanches@vallourec.com  
Wellington Henrique Correa - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –FEAMIG – wellington.correa@vallourec.com  
Ms. Gabriela Fonseca Parreira - Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –FEAMIG - gabiparreira@gmail.com

### Resumo:

Diante da competição mercadológica, as empresas vêm adequando-se às necessidades de mercado, buscando novas formas de gerenciamento, que aumentem sua produção e lucro. Uma das formas para se alcançar estes objetivos é o estabelecimento de novas tecnologias, que tendem a estabelecer um fluxo contínuo de produção, aumentando a produtividade e reduzindo o *lead time*, como por exemplo, a manufatura enxuta. Sendo assim, este estudo buscou estudar soluções embasadas na produção enxuta, na tentativa de sanar o problema encontrado na linha de produção de uma empresa de tubos de aço sem costura. Por décadas, os desperdícios oriundos de fluxos imprecisos, processo desnecessário ou demasiado fluxo do transporte têm perdurado, gerando perdas e desorganização das fábricas. Verificou-se que, com a implantação da produção enxuta, houve melhorias no processo de produção, economia e maior organização de fluxo, além do aumento no índice de produtividade utilizado pela empresa.

**Palavras-chave:** Produção enxuta. Lead time. Tubos sem costura.

## Increased Production is a line of seamless steel pipes: a case study

### Abstract:

In the face of market competition, companies are adapting to the market needs, seeking new management to increase their production and income. One way to achieve these goals is the establishment of new technologies, which tend to establish a continuous flow of production, increasing productivity and reducing lead time, as an example, lean manufacturing. Thus, this study based in the lean production in an attempt to remedy the problems found in the production line of a company of steel pipe seamless solutions. For decades, the waste streams arising from inaccurate, unnecessary or too process flow of transport have endured, generating losses and disorganization of the factories. It was found that, with the implementation of lean production, there were improvements in production, economy and largest organization of process flow, besides the increase in productivity index used by the company.

**Key-words:** Lean production. Lead time. Seamless pipe

### 1. Introdução

Considerando o mercado competitivo enfrentado pelas empresas, as mesmas devem estar atentas às novas oportunidades e ameaças em seu setor de atuação. As empresas que não se organizam estrategicamente para o mercado globalizado tendem a perder espaço. Nesse sentido, é necessária a busca de novas formas de gerenciamento, que façam integração de todos os setores. Esta interação pode torná-las mais competitivas, com menos custos, qualidade e alta performance.

Neste cenário, as empresas fornecedoras do setor de óleo e gás têm procurado se organizar estrategicamente, adotando metodologias e processos que lhes permitam atender à demanda de seus clientes.

O estudo se faz da necessidade de estabelecer um fluxo contínuo de produção em linha, aumentando a produtividade, reduzindo o lead time e permitindo o envio dos tubos laminados, sem que haja necessidade de estoque intermediário, através de padronização das ferramentas empregadas no processo, redução dos ciclos de fabricação, melhoria da movimentação e orientação quanto ao melhor fluxo para o processo produtivo

Pensando nisso, este estudo tem como objetivo apresentar as melhorias no fluxo de produção em uma empresa fabricante de tubos de aço sem costura empregados na indústria de óleo e gás e ainda, analisar a redução de paradas nos gargalos do processo, visando à redução de movimentação, aumento da produtividade e harmonização entre os setores produtivos. Conseqüentemente, ter-se-á um melhor aproveitamento dos recursos, segurança dos profissionais envolvidos, promovendo, dessa forma, a interação com o meio ambiente, bem como melhor flexibilidade do processo, dentro do espaço fabril. Pretende-se, com isso, o aumento da produção, além do aumento do índice *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) para 48% no acumulado de 2014.

O objetivo deste artigo é aumentar o indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) por meio de aplicação de técnicas de manufatura enxuta, que auxiliem na redução de desperdícios na linha de produção de tubos de aço sem costura.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Manufatura enxuta

A Manufatura Enxuta é uma teoria embasada nos conceitos produtivos do Japão, pós Segunda Guerra Mundial, época em que as empresas japonesas perceberam a necessidade do setor automobilístico, em especial a Toyota, de desenvolver métodos mais eficazes na fabricação de veículos, resultando em um sistema de produção conhecido como Sistema Toyota de Produção, conforme colocado por Shingo (1996).

Para a implementação deste sistema, faz-se necessário uma mudança de pensamento de todo o sistema organizacional de uma empresa, abrangendo desde a alta gerência até os operadores. O processo deve ser conhecido por todos, pois isso possibilita a detecção de oportunidades de melhorias para o mesmo. Na Manufatura Enxuta, combinações de técnicas têm o intuito de produzir mais, com menos recursos de produção, diferenciando-se tanto da produção artesanal quanto da produção em massa. Ao retroceder na história, observa-se que a produção artesanal exigia trabalhadores altamente qualificados e habilidosos no uso de ferramentas manuais. Dessa forma, os produtos eram produzidos de acordo com as especificações dos compradores, ocasionando assim, peças geralmente únicas. Porém, na Produção em massa, os especialistas desenvolvem os produtos que são, geralmente, fabricados em um alto fluxo no processo (SHINGO, 1996).

Para Rozenfeld *et al.* (2006), a manufatura enxuta tem por objetivo a geração de vantagem competitiva, além de agregar valor ao produto e buscar o aperfeiçoamento do processo, reduzindo ao máximo os desperdícios na linha de produção. Assim, diversos setores usam desta filosofia como forma de buscar o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) mais eficiente. Um PDP bem estruturado torna a empresa mais competitiva, além de gerar um alto nível de satisfação aos seus clientes, lembrando que o processo é a espinha dorsal da empresa, e quando bem estruturado, pode reduzir o tempo de lançamento de um produto em 50%. Deve-se ressaltar que esta redução está relacionada ao sucesso da identificação e solução de

problemas antecipadamente, havendo assim, uma economia de tempo e de gastos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Silva; Neves; Silva (2011) apontam que a manufatura enxuta é uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes, por meio da otimização dos recursos. Esta filosofia operacional é utilizada para alinhar, na melhor sequência, as ações que criam valor, com menos esforço humano, menos equipamentos e menos tempo e espaço, fazendo com que o trabalho seja mais satisfatório, bem como oferecendo retorno imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor.

Também conhecida como filosofia Lean, a manufatura enxuta tem como escopo aproveitar ao máximo a capacidade produtiva da empresa para criar valor aos clientes, ocupando plenamente os recursos investidos em máquinas, equipamentos, instalações, materiais e pessoas, conforme colocado por Ferro (2008). O autor assinala ainda que, o passo inicial para implantação desta filosofia deve ser a elaboração do mapa do fluxo de valor. O projeto do estado futuro e o plano de ação indicarão as melhorias necessárias para fazer o produto fluir, sem esperas e retrabalhos. Assim, a empresa produzirá apenas o necessário, reduzindo o lead time e os estoques desnecessários.

Para a viabilização desta implantação, deve-se:

- a) Aumentar a disponibilidade das máquinas e de equipamentos, mediante manutenção adequada.
- b) Dar solução imediata aos problemas.
- c) Efetuar a troca rápida de ferramentas para facilitar as mudanças de modelos. Com essa redução dos estoques, a empresa terá maior capacidade de resposta e obterá maior espaço físico, antes improdutivo, pois era usado para abrigar estoques em excesso. A melhoria dos níveis de qualidade, com a adoção de práticas da qualidade construída no processo, a correta utilização do trabalho padronizado e do nivelamento também servirão para liberar capacidade e reduzir custos, produzindo o dobro do volume original, com as mesmas máquinas, equipamentos e pessoas, com custos menores, menos área ocupada e melhor qualidade (FERRO, 2008).

Ao utilizar os conceitos Lean, as empresas podem adiar ou reduzir os investimentos em um primeiro momento, fazendo com que haja um substancial aumento da produtividade e da economia como um todo, a médio e longo prazo, garantindo uma efetiva retomada do crescimento econômico, além do aumento do emprego em bases muito mais sólidas e sustentáveis (FERRO, 2008).

## 2.2 Os desperdícios dos sistemas de produção

De acordo com Liker (2005), as empresas acumulam muito mais perdas do que atividades que agregam valor aos produtos, considerando-se como desperdício todo e qualquer recurso em que se gasta além do necessário na produção de um produto.

No Taylorismo, segundo Antunes (2008), duas eram as principais causas de desperdícios no sistema: a falta de percepção por parte dos donos de empresas da época e os métodos ineficazes de gestão que eram utilizados. Ainda segundo o autor, no Fordismo, ainda que existisse a intenção de economizar em matérias-primas, esta não era uma prioridade, sendo latente, naquele momento, a necessidade de poupar o trabalho exercido por operários na transformação dos materiais em produtos acabados. Assim, enxergava-se o desperdício de mão de obra utilizada no processo de transformação dos materiais como principal fonte de desperdício.

Já no caso do Toyotismo, Liker (2005) identificou sete tipos de desperdícios, que fazem com que as empresas acumulem perdas ou busquem ferramentas para reduzi-los.

Os desperdícios identificados pela Toyota são:

- a) Superprodução: produzir acima dos pedidos requeridos pela demanda dos clientes ou produzir antecipadamente muito acima do necessário. Este tipo de desperdício gera outras perdas, tais como estoque, transporte e custo com pessoal.
- b) Espera: é decorrente da falta de materiais a serem processados, que causa ociosidade na linha de processo produtivo. Pode ser provocada por falta de matéria-prima, insumos, quebras de equipamento ou ainda por falta de transporte.
- c) Transporte: a movimentação de produtos de um local para outro, mesmo que em curtas distâncias, ou até mesmo a movimentação de produto acabados.
- d) Processamento: acréscimo de mais atividades (trabalho) ou esforço do que o requerido para processar as peças.
- e) Estoque: o excesso de matéria-prima, estoques entre processo e estoque de produtos acabados exige capital de giro para sua manutenção, portanto, é considerado dinheiro parado.
- f) Deslocamento desnecessário: deslocamento que o funcionário faz durante seu turno de trabalho que não seja para agregar valores ao produto, tais como: procurar o líder, ferramentas etc.
- g) Defeitos: retrabalho de produtos defeituosos e inspeção se caracteriza como desperdícios de tempo, de manuseio e de esforços.

Ainda é possível citar um oitavo desperdício, que é, talvez, um dos mais perniciosos vícios em um sistema de produção. Fala-se do desperdício intelectual. Ele acontece quando o potencial humano não é explorado de modo eficiente nas empresas (LIKER, 2005).

### **2.3 Arranjo físico na manufatura**

Peinado; Graeml (2008) inferem que, tendo escolhido o tipo de processo de manufatura e as prioridades competitivas da estratégia de produção, segue-se então para o arranjo físico (layout), o qual trata da localização e organização física dos recursos de transformação. Segundo Slack; Chambers; Johnston (2002), o arranjo físico de uma operação produtiva concerne ao posicionamento físico dos recursos de transformação. Para estes mesmos autores, o arranjo físico é uma das características mais importantes de uma empresa, pois define o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e funcionários, com o intuito de aumentar a produtividade e alcançar melhores condições de segurança para o posto de trabalho, determinando ainda a maneira, segundo a qual recursos transformados, materiais, informações e clientes, fluem para a operação.

Ainda segundo Slack; Chambers; Johnston (2002), as decisões a respeito do arranjo físico são muito importantes, pois uma mudança neste arranjo é uma atividade difícil e de longa duração, em razão das dimensões físicas e dos recursos de transformação movidos, além de interromper o funcionamento suave. Quando a concepção do arranjo físico está errada, pode ocorrer fluxos longos ou confusos, estoques de materiais, longos tempos de processamento, fluxos imprevistos, altos custos e inconveniências para os clientes.

Martins e Laugeni (2005) definem que os fatores importantes para serem considerados em um projeto de arranjo físico são:

- a) Otimizar as condições de trabalho do pessoal nas diversas unidades organizacionais;
- b) Racionalizar os fluxos de fabricação ou de tramitação de processos;
- c) Racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo espaço útil disponível;
- d) Minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos da ambiência organizacional.

Para Slack; Chambers; Johnston (2002), para que um projeto tenha um bom arranjo físico, os seguintes requisitos devem ser atendidos:

- a) Segurança inerente – os trajetos devem ser marcados de forma clara e mantidos livres;
- b) Extensão do fluxo – redução ao máximo das distâncias percorridas pelos recursos transformados;
- c) Clareza de fluxo – o fluxo de materiais e clientes deve ser claro e evidente;
- d) Conforto da mão de obra – deve ser alocada em locais distantes de partes barulhentas ou desagradáveis da operação, sempre que possível em um ambiente ventilado e iluminado;
- e) Coordenação gerencial – supervisão e coordenação devem ter fácil localização da mão de obra e dispositivos de comunicação;
- f) Acesso – todas as máquinas, equipamentos e instalações devem permitir adequada limpeza e manutenção;
- g) Uso do espaço – deve permitir o uso adequado do espaço disponível na operação;
- h) Flexibilidade de longo prazo – deve permitir mudanças, à medida que as necessidades da operação mudem.

### **3 Metodologia da Pesquisa**

Pesquisa é o processo sistemático de investigação e de construção de conhecimento a respeito de um problema do qual se espera conseguir informações claras e objetivas, na busca de relacionar essas informações com o problema pesquisado.

A pesquisa é realizada através de conhecimento disponível, juntamente com métodos, regras e outras ações de cunho científico. Através do projeto de pesquisa, procura-se definir e entender o problema e, através disso, propor soluções e ainda criar possibilidades de se realizar novas pesquisas sobre o assunto em questão.

#### **3.1 Pesquisas quanto aos fins**

Toda e qualquer classificação se faz mediante algum critério. Com relação às pesquisas, é usual a classificação com base em seus objetivos gerais. Assim, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas (GIL, 2002).

Fundamentados nos argumentos de Gil (2006), a presente pesquisa se classifica como pesquisa exploratória, já que neste caso busca-se entender a dinâmica da filosofia *lean*, empregando seus conceitos aqui apresentados.

#### **3.2 Pesquisas quanto aos meios**

Quanto aos meios, esta pesquisa se caracteriza como estudo de caso, que YIN (2001, p.102) define como uma pesquisa empírica, que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real; especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos”.

O presente estudo de caso tem como foco de investigação uma linha de produção de tubos de aço sem costura em uma empresa siderúrgica, situada na cidade de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais. Para representar esta empresa, adotou-se uma amostra intencional não probabilística.

### **3.3 Organização em estudo**

A empresa em questão não autorizou a divulgação de seu nome, de forma que neste trabalho ela será tratada por “TDS”.

A TDS é uma empresa de grande porte, possuindo cerca de 4.500 funcionários. Trabalha com soluções tubulares de alta qualidade, atuando no mercado automobilístico e na indústria em geral, sendo que, neste último, desenvolve tubos condutores, tubos de termoqueimação, tubos semiacabados, tubos mecânicos e tubos para gasoduto, para aplicações petrolíferas e para construção civil.

A sua Usina, em Belo Horizonte, Minas Gerais, atua de forma integrada, ocupando uma área de aproximadamente três milhões de metros quadrados. Com capacidade para produzir cerca de 550 mil toneladas de tubos por ano, é o complexo siderúrgico mais moderno e bem equipado, tendo por composição 2 altos-fornos, 1 aciaria, 2 laminações, 2 unidades de têmpera e revenimento, 1 trefilaria, 1 planta de acabamento de tubos petrolíferos e 1 forja.

Os tubos de aço sem costura da TDS abastecem o mercado nacional e internacional, passando por rigorosos sistemas de avaliação, em função de garantir um alto grau de qualidade e uniformidade dos seus produtos.

### **4 Resultados**

Para apresentar os resultados, o grupo de trabalho utilizou-se de visitas técnicas orientadas, informações fornecidas pelos gestores da linha e dados gerados pela própria empresa, para identificar pontos de desperdício que contribuíam com a parada da linha produtiva, conseqüentemente, gerando perda de produção. O estudo teve início com o mapeamento do processo produtivo.

Na figura 1, é apresentado um diagrama esquemático de como ocorre o processo de produção de tubos de aço sem costura.

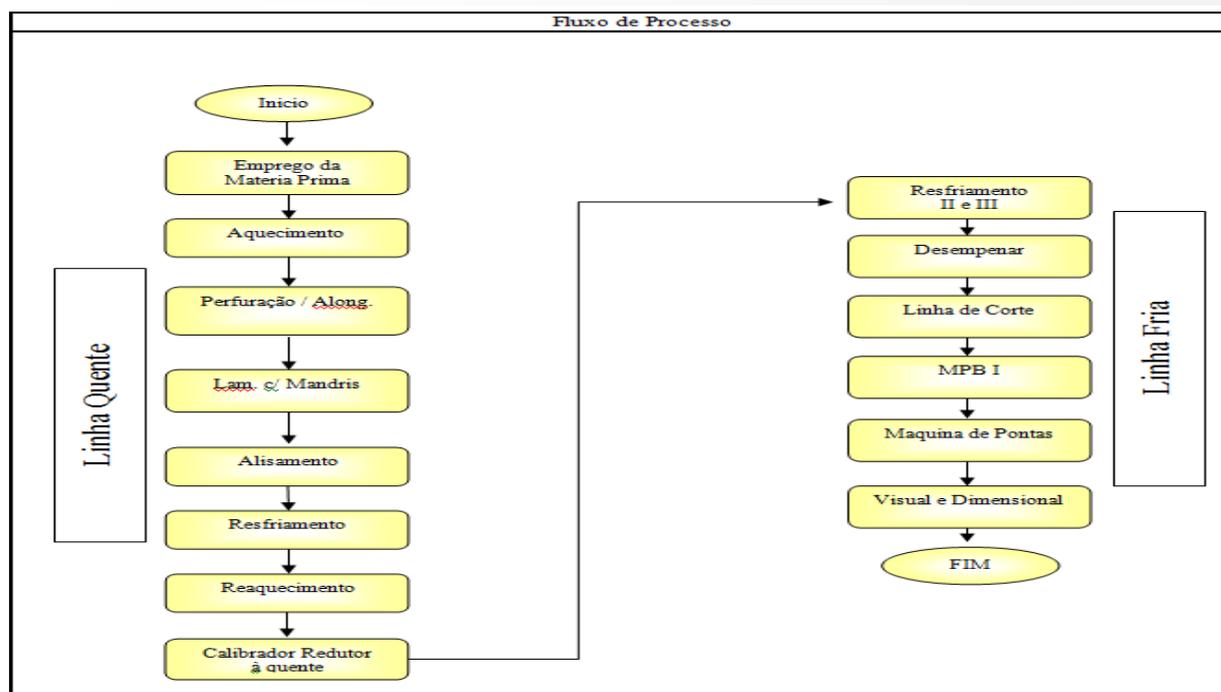


Figura 1 - Fluxo de processo da linha de fabricação de tubos de aço sem costura. Fonte: Autores (2013)

Neste processo contínuo de arranjo linear, verificou-se que nas operações da linha de corte, *Multi Proof Block (MPB)* e máquina de pontas ocorreram interrupções, que, por sua vez, incidem negativamente no índice OEE, que é calculado multiplicando a disponibilidade do equipamento em produzir (quanto tempo o equipamento funciona por período), a eficiência demonstrada durante a produção (cadência de produção) e a qualidade do produto obtido (produtos com a devida qualidade).

Segue abaixo a equação do cálculo do OEE:

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade$$

Os problemas que ocorrem na linha fria são divididos em 4 tipos:

- Não ritmo: Laminador operando abaixo de seu ritmo de produção.
- Manutenção: Laminador parado por quebra em qualquer equipamento da linha, aguardando a manutenção corretiva.
- Operação: Laminador parado por algum motivo operacional em qualquer parte da linha. Este motivo, na maioria das vezes, está ligado à gestão.
- Set up: Laminador parado para troca de bitola (preparando para rodar).

Uma vez estratificados os motivos das perdas na linha fria e, principalmente, no laminador, criou-se junto ao departamento de desempenho da empresa, um comitê, composto pelos gestores da linha, pelos alunos envolvidos neste estudo de caso e pela equipe técnica. Este comitê buscou discutir potenciais soluções para os problemas referidos em curto prazo.

Após discussão do comitê de desempenho da empresa e com base no tempo de ciclo, decidiu-se criar grupos de melhoria intensiva para atuar nas perdas de operação que ocorrem na linha fria; composta pelos leitos de resfriamentos 2 e 3, desempenadeira, serra, ensaio

eletromagnético (MPB), máquina de pontas e banca de inspeção visual e dimensional, sendo criados três grupos de trabalho:

- Grupo de Serras – Linha de Corte;
- Grupo de Inspeção – Inspeção Eletromagnética MPB;
- Grupo de Inspeção – Inspeção Eletromagnética Máquina de pontas.

Após criação de grupos de trabalho para as três operações citadas, cada grupo tinha por objetivo identificar, dentro de seus processos, as principais perdas produtivas, propondo e implementando ações necessárias.

O grupo de trabalho das serras identificou que o atraso na produtividade se dava por falta de padronização e pela gestão deficiente dos equipamentos. Dessa forma, de acordo com a causa, foram propostas e implementadas as seguintes ações:

Causa: operadores utilizando a mesa de saída das serras como estoque intermediário, criando ociosidade no processo;

Ação: Instalar giroflex na mesa de saída, que limitará o acúmulo em 4 itens. Após este limite de acúmulo, o giroflex aciona o líder da área.



Figura 2 - Layout antes e depois da ação. Fonte: TDS (2014)

A instalação do giroflex na mesa de saída proporcionou um ganho significativo, já que no estoque, onde antes ficavam armazenadas 15 peças, passou a ficar armazenada apenas 1 peça (com capacidade para 4), reduzindo assim o *lead time*. Com a padronização na distribuição dos fluxos nas serras I, II, III e IV, houve ainda um ganho referente à organização e continuidade de fluxo.

A inspeção eletromagnética também é chamada de ‘*Multi Proof Block, MPB I*’, que realiza a inspeção nos tubos, tendo por finalidade detectar discontinuidades na superfície externa e interna dos tubos. O grupo de trabalho do MPB I identificou que o alto índice de indicação nos tubos era o motivo da geração de atraso na linha fria (gargalo). A partir daí, criou-se um plano de ação para reduzir as indicações, sem que ocorresse perda de qualidade. Assim sendo, planejaram-se as seguintes ações para as causas específicas:

Causa: Tubo padrão de referência desgastado, gerando falhas na regulagem.

Ação: Confeccionar tubos padrões necessários para substituir os tubos padrões desgastados; criar um procedimento operacional para regulagem da sensibilidade do equipamento; testar mensalmente o padrão nas quatro posições (0°, 90°, 180° e 360°).

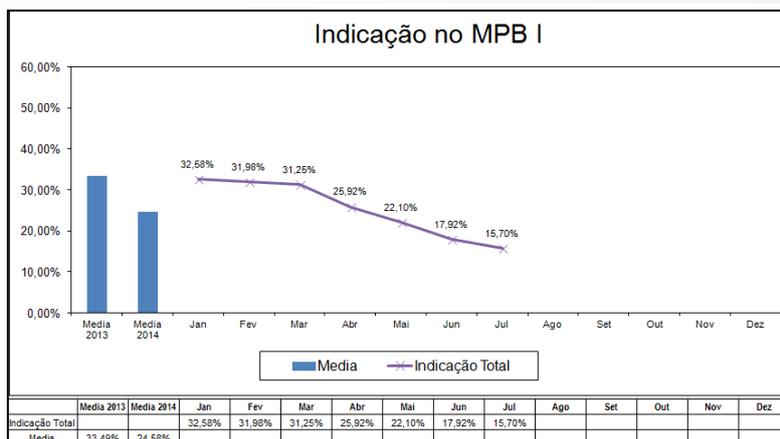


Figura 3: Indicações no MPB-I. Fonte: TDS (2014)

Grupo de Inspeção Eletromagnética MPB-I: A criação de um procedimento operacional para regulagem da sensibilidade do equipamento, bem como a realização de testes mensais nas quatro posições deste (sendo em 0°, 90°, 180° e 360°) e a realização, quando necessário, do ajuste da sensibilidade, causou significativa diminuição nas indicações que eram motivo de criação de gargalo no MPB-I. Conforme figura 3, o gráfico apresenta o acumulado das indicações nos anos de 2013 e 2014, bem como o volume das indicações mensais de janeiro a julho de 2014, em que se pode verificar a diminuição das indicações do equipamento.

O grupo de trabalho das máquinas de pontas identificou que o tempo de ciclo para este processo estava com 53 segundos, ou seja, 13 segundos acima do tempo de ciclo do perfurados, isso gerava gargalo no processo.

Causa: Número de voltas dos tubos em seu eixo para inspeção das pontas acima do necessário para garantir uma inspeção com qualidade.

Ação: Reduzir para 2,5 voltas dos tubos em seu eixo.

A figura abaixo apresenta o impacto que a redução no número de voltas de 3,5 para 2,5 tem sobre o tempo que o produto fica submetido a esta etapa do processo.

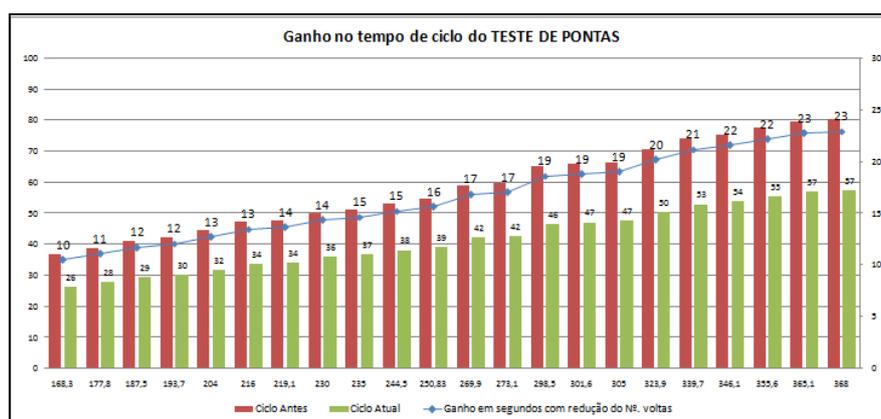


Figura 4: Ganho no tempo de ciclo do teste de pontas. Fonte: TDS (2014)

Após identificação das causas que geravam perdas de operação na ajustagem e implementação das ações propostas pelos grupos atuantes, foi possível verificar que as medidas tomadas incidiram diretamente no índice OEE do laminador, que passou a apresentar resultados condizentes com o esperado após a implantação de tais técnicas (Figura 5).

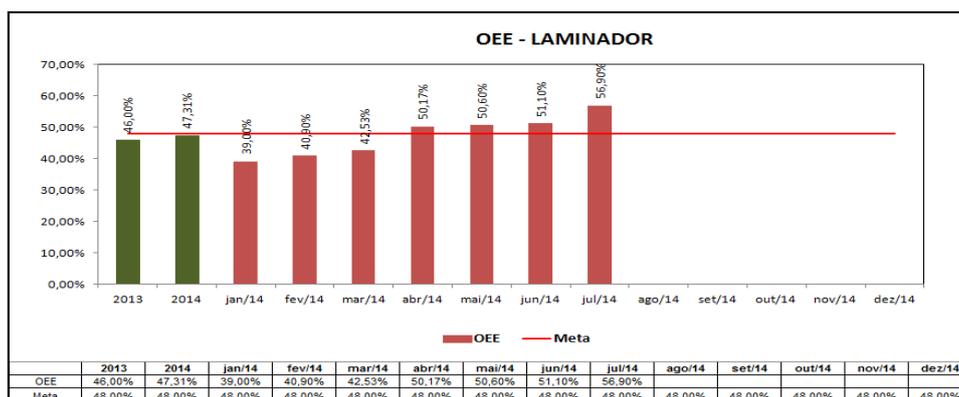


Figura 5 - Índice OEE do laminador. Fonte: TDS (2014)

## 5 Considerações Finais

No Sistema de produção da empresa em estudo, a utilização do indicador OEE - “*Overall Equipment Effectiveness*” demonstra ser a principal ferramenta de controle da produção, direcionando a empresa em tomadas de decisão, que envolvem o gerenciamento do processo produtivo, uma vez que abrangem todas as questões relativas à disponibilidade, qualidade e desempenho da organização em estudo.

As análises das causas e ações assertivas nos gargalos identificados permitiram uma melhoria contínua da produtividade dos equipamentos. O indicador de OEE permite identificar em que parte do processo encontram-se as perdas, podendo assim quantificar os problemas detectados de um modo assertivo.

A eficiência do equipamento, através de um único número, permite avaliar os efeitos das ações de melhoria desenvolvidas para tornar os equipamentos mais eficazes e, conseqüentemente, gerarem mais valor para a empresa. Neste estudo de caso, o indicador OEE demonstrou ser uma importante ferramenta de auxílio à tomada de decisão no momento em que a capacidade produtiva estava abaixo da necessidade da empresa. O estudo mostrou um acréscimo de 1,37% no indicador de OEE acumulado de janeiro a junho de 2014.

É importante salientar, entretanto, que são necessárias análises complementares para identificar qual é o custo das ações corretivas, sendo esta relação reponsável por direcionar quais ações serão definitivamente padronizadas.

Outra consideração importante é que as decisões baseadas em indicadores, como é o caso do OEE, só serão efetivas se os indicadores refletirem a realidade da organização. O envolvimento dos empregados no apontamento das paradas é de suma importância na utilização destes indicadores. Desta forma, este estudo observou que, ao início dos trabalhos, a organização em questão realizou um treinamento com todos os operadores para demonstrar a todos a necessidade de capacitação da equipe de trabalho.

## Referências

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

FERRO, José R. **O Movimento Lean no Brasil e no mundo**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2008. Disponível em: <[www.lean.org.br/artigos](http://www.lean.org.br/artigos)>. Acesso em: 10 jun.2009.

- GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UNICENP, 2007
- ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SILVA, Thassio R. A. da; NEVES, Tainan R de O.; SILVA, Ruy Gomes da. Inovação Tecnológica e propriedade intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na consolidação do Brasil no cenário econômico mundial. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 31<sup>o</sup>, 2011, Belo Horizonte. A implantação de ferramentas baseadas na mentalidade enxuta como diferencial competitivo. Belo Horizonte: ENEGEP, 04 out.2011. p.2.
- YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.