

**MANUFATURA ENXUTA: MELHORIA CONTÍNUA DE PRODUTIVIDADE
UTILIZANDO A FILOSOFIA KAIZEN 3P EM UMA EMPRESA DE GRANDE
PORTE NA CIDADE DE BOTUCATU**

**LEAN MANUFACTURING: CONTINUOUS IMPROVEMENT OF
PRODUCTIVITY USING KAIZEN 3P PHILOSOPHY IN A LARGE SIZED
COMPANY IN BOTUCATU, SP, BRAZIL**

Fernando Doriguel¹

Claudemir Aparecido Teixeira²

RESUMO

A busca pela excelência na produção de uma empresa dá-se predominantemente a partir de implantações de filosofias conceituadas por meio de treinamento e acompanhamento por grupos formados por ela mesma. Devido a esses fatores e à necessidade da melhoria contínua dentro de suas instalações, novas metodologias como o *Kaizen 3P* (Processo de Preparação da Produção), ainda são pouco conhecidas. Este estudo teve por objetivo implantar a Manufatura Enxuta que utilizou o método do *Kaizen 3P* em uma linha de produção visando à redução de tempo do operador na produção e a redução do ciclo de tempo do produto na montagem. Os resultados obtidos evidenciaram que o método *Kaizen 3P* empregado à empresa foi preponderante aos resultados de redução da hora homem (HH) em todo processo do produto com redução de 660 horas; além disso, o ciclo de montagem obteve redução do tempo com redução de 200 horas; contudo, o percurso do produto teve uma redução de 17.6 quilômetros. Concluiu-se que o uso adequado da ferramenta *Kaizen 3P* apoiada na Manufatura Enxuta obteve ganhos significativos e produtivos em comparação aos antigos métodos de trabalho adotados por parte da empresa.

Palavras-chave: Melhoria contínua. Produtividade. Redução de tempo.

¹Administrador de Empresas, Tecnólogo em Logística, especialista em Engenharia de Produção, mestrando Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: fdoriguel@yahoo.com.br

²Administrador de Empresas, EMBRAER, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: claudemirteixeira@ymail.com

ABSTRACT

The search for excellence in a company's production occurs mainly from developing reputable philosophies by training and monitoring groups which are formed by the company itself. Due to such factors as well as the necessity to increase excellence in production, new methodologies as Kaizen 3P (Production Preparation Process) is still little known. This paper aims at deploying Lean Manufacturing which used Kaizen 3P method in a production line in order to reduce the operator time in production as well as to reduce the product cycling time in assembling line. Results showed that Kaizen 3P method used in the company reduced man hour (MH) in all the process reduction 660 hours. Furthermore assembling line had a time reduction 200 hours. Product route had a reduction of 17,6 kilometers. It was possible to conclude that the correct use of Kaizen 3P tool based on Lean manufacturing showed significant and productive gains when compared to old working methods adopted by the company.

Key words: continuous improvement, productivity, time reduction.

¹Administrador de Empresas, Tecnólogo em Logística, especialista em Engenharia de Produção, mestrando Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: fdoriguel@yahoo.com.br

²Administrador de Empresas, EMBRAER, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: claudemirteixeira@ymail.com

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, mais precisamente após a segunda guerra mundial, as empresas japonesas de manufatura sofreram fortes mudanças em sua estrutura organizacional, alicerçando-se às, principalmente, filosofias no gerenciamento da produção.

Para se adaptarem a esse ambiente competitivo, as empresas de manufatura, seguindo os passos da indústria automobilística, estão cada vez mais utilizando os conceitos e técnicas de Produção Enxuta (*Lean Production*). Entretanto, suas metas passaram a se produzirem em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade do produto e do prazo de entrega, e ao mínimo custo (SILVA e RENTES, 2002).

Com o advento das filosofias de produção japonesas, conhecidas como *Just in Time*, *Kanban*, 5Ss dentre outras, às empresas de manufatura ocidental, mais precisamente às dos Estados Unidos e às indústrias do Brasil, encontrou-se algum tipo de resistência por parte do fator humano devido aos modos de trabalho, até então, realizados por eles nas organizações, embora tais filosofias mostrassem relevantes mudanças em seus resultados.

Segundo Tubino et al. (2008), ao considerar as grandes mudanças envolvidas na adoção das práticas da Manufatura Enxuta dentro das organizações, faz-se necessário um cuidado especial na fase inicial do projeto de implantação das mesmas, em que o reconhecimento da situação atual do sistema produtivo, via diagnóstico, é o ponto de partida para o planejamento de sua implantação visando garantir a aplicação dos conceitos da Manufatura Enxuta de forma ajustada às condições encontradas no ambiente fabril.

Por outro lado, no momento, a implantação do Sistema de Manufatura Enxuta tem trazido grande benefício às organizações as quais têm acreditado em sua filosofia e se dedicado à implantação de seus princípios (SYRIO e ALVES, 2011).

No entanto, nesse cenário, encontram-se inúmeras ferramentas a se saber, o *Just in Time* (JIT), cartão *Kanban*, *Poka-Yoke*, processo *pull* entre outras, as quais podem ser aplicadas de maneira conjunta ou individual, na maioria das vezes, o conhecimento dos gestores é de suma relevância no processo decisório, ou seja, quais ferramentas empregar naquele momento à produtividade.

Mais precisamente o *Kaizen*, é uma dessas ferramentas, que tem como conceito a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício, assim, o *Kaizen* torna-se uma ferramenta dinâmica e sustentável para a condução da mudança no chão-de-fábrica (ARAÚJO e RENTES, 2006).

Diante desse cenário, para obter-se uma estratégia *Kaizen* de sucesso, faz-se necessário alguns sistemas, tais como, Controle da Qualidade Total, Sistema de Produção *Just in Time*, Desdobramento da Política (maior produtividade, redução do estoque e do refugo e aperfeiçoamento das configurações da linha de produção), Sistema da Produção e Atividades de Pequenos Grupos (IMAI, 1996).

Embora o *Kaizen* seja uma das ferramentas mais difundidas em empresas de filosofia enxuta, por outro lado, o modelo *Kaizen 3P* (Processo de Preparação da Produção) concentra-se seus esforços por meio do projeto do produto e do processo propriamente dito.

Em decorrência disso, Mascitelli (2004) corrobora a metodologia *Kaizen 3P*, objeto de estudo, como sendo, uma ferramenta com metodologia empregada na melhoria contínua dentro dos processos de produção com filosofia da Manufatura Enxuta, cujo objetivo é o de trocas rápidas de ferramental, qualidade ampliada, busca o fluxo contínuo dentre outros objetivos. Além disso, essa ferramenta trabalha no início com sete exemplos (elaborados pela equipe *Kaizen 3P* em maquetes), dos quais são retirados os três melhores (no menor custo), realizando-se simulações, no intuito de escolher a melhor alternativa.

Em complemento, Torres Junior (2005) afirma que limitar-se a aplicação do 3P aos produtos novos é perder a oportunidade de uma evolução mais acentuada do sistema, empresas praticantes do 3P divulgam economias de 30 a 50% em investimentos de capital e de 20 a 40% nos custos de manufatura.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a implantação da Manufatura Enxuta que utilizou o método do *Kaizen 3P* em uma linha de produção visando à redução de tempo do operador na produção e a redução do ciclo de tempo do produto na montagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O presente estudo foi realizado em uma empresa localizada na cidade de Botucatu, no interior do estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas de 22°56'12" latitude S, 48°28'03" longitude W, elevação com relação do nível do mar 918 metros.

A empresa é considerada de grande porte e é uma multinacional que atua no setor de produtos de grandes projetos e está entre as maiores do mundo, produzindo, dentre os seus mais diversos produtos, uma linha específica para atender à demanda proveniente do setor agrícola, visando principalmente ao mercado nacional.

Os levantamentos de dados e as informações necessárias, para o desenvolvimento deste trabalho, foram adquiridos com o auxílio de uma equipe de melhoria contínua *Kaizen* da própria empresa, assim, a equipe foi formada para atuar diretamente na fabricação do setor em estudo. Por questões de confidencialidade por parte da empresa, ao longo dos estudos, o setor será conhecido como sendo “Setor A” e os resultados quantitativos serão apresentados como segue: x' , x'' (redução hora homem), y' , y'' (redução tempo montagem), z' , z'' (caminho percorrido), t' e t'' (ciclo da linha).

Assim sendo, o estudo originou-se da necessidade de ocorrer uma melhoria contínua dentro do “Setor A”. Devido a isso, utilizou-se no processo de fabricação a filosofia *Kaizen* 3P e às ferramentas da Manufatura Enxuta propriamente dita.

Com isso, buscando-se reduzir o tempo de hora máquina no processo de fabricação e, além disso, reduziu-se o ciclo de tempo na linha de montagem do produto final.

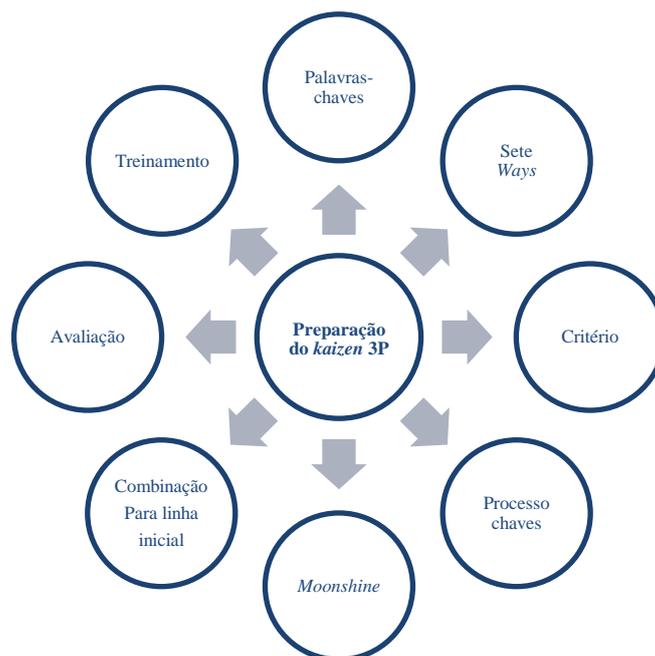
2.2 Etapas do processo da produção

Primeiramente, foi definido em conjunto, pelo grupo do “Setor A” e juntamente à diretoria da empresa o número de pessoas que estariam atuando diretamente no programa de melhoria *Kaizen* 3P, em um total de 18 membros. Mas para que isso fosse possível, obteve-se como premissa básica, cujos integrantes da equipe deveriam ser

compostos por membros que tivessem ao menos participado de um evento *Kaizen* (SILVA, 2009).

Uma vez definida a equipe, o grupo *Kaizen 3P* trabalhou para o desenvolvimento das alternativas nas etapas do processo produtivo. Ver a seguir, Figura 1, a preparação do *Kaizen*.

Figura 1. Preparação do *Kaizen 3P*



Fonte: Elaborado pelos autores

2.3 Etapa de informações

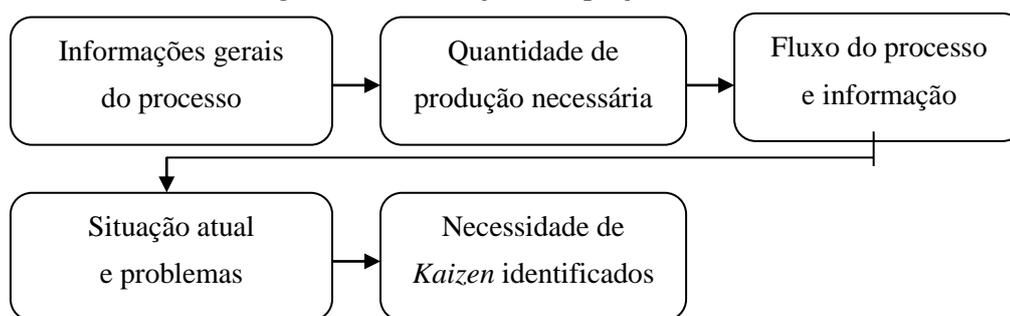
Pela equipe *Kaizen 3P*, na etapa de informações, foram identificados os seguintes problemas, apontamentos ao longo dos estudos e análises, um alto índice de retrabalho e, além disso, também se apontou que o arranjo físico não era adequado ao processo de montagem atual, o reabastecimento das peças não era considerado suficiente, isto é, foi observado, por diversos momentos, o fenômeno da falta das peças e, em outros momentos, a sobra.

Em decorrência disso, a padronização da montagem não ocorria de acordo com o que se esperava pela equipe. Na mesma linha, os desenhos esboçados, frequentemente, não eram considerados completos por parte da equipe no que envolviam ao processo

produtivo e os roteiros de montagens, por vezes, eram apontados como incompletos ao processo propriamente dito.

As informações do projeto *Kaizen 3P*, desde a coleta das informações ao diagnóstico *Kaizen*, são mostrados na Figura 2, a seguir.

Figura 2. Informações do projeto *Kaizen 3P*



2.4 Etapa criativa

Esta etapa, da fase de criatividade, foi constatada a partir da investigação das variáveis que poderiam intervir no desempenho do processo. A equipe *Kaizen 3P*, por sua vez, acrescentou a identificação e, como prioridade, foram destacando os problemas e as suas devidas causas.

Nesta etapa, porém, foram utilizadas as técnicas de *brainstorming*, também conhecida como tempestade de ideias, que foi uma técnica adotada pela equipe para resolução de problemas na qual os gestores se reuniram pessoalmente para gerar e debater uma grande variedade de alternativas, a partir das quais se tomariam uma decisão (JONES e GEORGE, 2012).

Ao decorrer das técnicas de *brainstorming*, foram apresentadas as listas com problemas e suas causas; em trabalho conjunto, a equipe deveria buscar a eliminação dos principais problemas, para que fosse evitada a sua reincidência, além disso, foi considerado que problemas e causas estão em constante mudança por apresentarem dinamismo entre eles (LUCINDA, 2010).

Desse modo, a equipe *Kaizen 3P* levantou os problemas, sendo que os mesmos foram debatidos pela equipe, de modo que foram priorizadas as causas, que, posteriormente foram analisadas e consideradas as propostas, assim, buscando estabelecer um plano de melhoria contínua ao processo.

Para melhor organizar o trabalho, foi necessário alinhar as atividades em oito etapas, Figura 3, sendo distribuídas em duas perguntas e uma ação descrita da seguinte forma pela equipe: o que está sendo solicitado? Como deverá ser o *output*? E a ação?

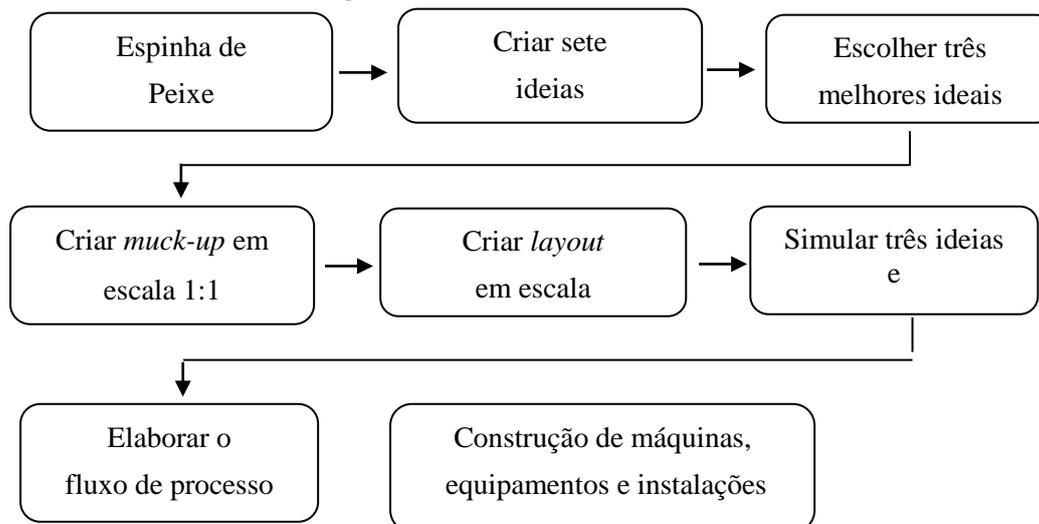
Para que os trabalhos fossem realizados com êxito por parte da equipe foram alinhados e apresentados na primeira etapa: o diagrama de *Ishikawa* (PALADINI et al., 2012) que é uma das sete ferramentas da qualidade, para correlação do efeito e suas causas desenhados em um quadro e posteriormente preenchidos por figuras e recortes simulando o processo do “Setor A”.

Na segunda etapa, foi projetado pelo grupo *Kaizen 3P* sete *layouts* em sete maquetes diferentes de processo, dessa maneira, facilitou-se a visualização das premissas básicas do sistema, que, posteriormente a isso, cada *layout* recebeu uma determinada nota, das quais, por meio da pontuação somada pelo grupo, obtiveram-se as três melhores alternativas definidas como futurista e econômica A e B passando para a seguinte etapa, sendo à simulação.

O grupo *Kaizen 3P* buscou aproximar-se do mais real possível dentro de uma escala de 1:1, e, posteriormente a isso, foi desenvolvido o *layout* esperado. Diante desse cenário, foi possível simular as três melhores ideias, sendo a primeira futurista, a econômica A e econômica B respectivamente, Posteriormente a isso, escolheu-se a de melhor resultado financeiro, econômica B.

Elaborou-se o fluxo de processo e verificou-se a ação de um único produto cuja equipe finalizou a construção de máquinas e dispositivos de apoio na necessidade de atender ao processo e as suas devidas instalações.

Assim sendo, para melhor organizar o procedimento da coleta e registro de dados, fez-se o fluxograma das atividades *Kaizen 3P*, Figura 3.

Figura 3. Atividades do *Kaizen 3P*

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram vários, ao longo do estudo, os resultados obtidos com as implantações da filosofia *Kaizen 3P*, baseando-se na melhoria contínua que geraram, sobremaneira, ganhos visuais, ganhos qualitativos e quantitativos e praticidades de trabalho para os colaboradores envolvidos no “Setor A” da empresa e conseqüentemente se espalhando por mais setores da empresa.

E, posteriormente a isso, são apresentados os principais ganhos com as implantações das ferramentas da Manufatura Enxuta, mais precisamente, a ferramenta *Kaizen 3P* e, posteriormente, algumas melhorias a mais que garantiram maiores ganhos quantitativos e qualitativos no processo analisado.

Desta forma, foram apontadas diversas melhorias contínuas *Kaizen*, sendo o redesenho ao arranjo físico do setor, pois foi possível proporcionar maior segurança e redução de tempo e movimento. Possibilitou-se, com isso, melhorar de maneira significativa na eficiência da produção bem como à segurança voltada ao trabalho.

Outra melhoria relevante à empresa, “Setor A”, foi definir o pagamento das peças por meio de cartões *Kanbans*, cujo operador foi treinado para abastecer à produção após a indicação da demanda da linha por meio dos *Kanbans* e também PDUs (pontos de abastecimentos), localizados nos supermercados que abastecem a linha.

Na mesma linha de raciocínio, outras melhorias se destacaram ao longo do estudo, como à padronização de atividades da produção, também a busca pelo balanceamento das vendas ao longo do ano, isto é, podendo atender ao mercado sem

atrasos e, o alinhamento aos produtos considerados novos com a produção denominada seriada.

Outro ponto importante encontrado foi a redução da hora homem (HH) em todo processo do produto passando de x' horas para x'' horas, ou seja, ocorrendo ganhos do tempo acerca de 660 horas e com ganhos apresentados em percentuais de aproximadamente 72%, isso no entanto, impactou positivamente em maior ganho produtivo na linha estudada.

A aplicação da filosofia *Kaizen* 3P diretamente no ciclo de montagem, também, registrou ganhos partindo do pressuposto da disciplina e planejamento à redução do tempo passando de um total, até então, apresentados de y' horas para um quarto do seu tempo, isto é, y'' horas com redução em percentual de 20%.

Elaborou-se o fluxo de processo, acompanhado pela ferramenta diagrama de espaguete utilizando-a na planta baixa da empresa com o posicionamento das máquinas e equipamentos, então, traçou-se o caminho percorrido pelos materiais, pessoas e ferramental antes o produto no percurso era conhecido por percorrer até z' quilômetros e, após a implantação das técnicas, caminhou-se no máximo até z'' quilômetros, obtendo-se com isso uma redução da distância de até 17,6 quilômetros.

Inicialmente o grupo pautou a viabilidade de se construir um novo prédio e, entretanto, por meio da análise de valor, estudou-se às necessidades primárias de sua classificação preconizando-a no trabalho em equipes, as quais foram constituídas para solucionar problemas direcionados, principalmente, a valores observados em um objeto, desse modo, o grupo viabilizou a utilização de um prédio já existente, embora fossem necessárias reformas de infraestrutura o investimento, por sua vez, foi favorável à empresa.

Na linha do antigo processo, o supermercado de peças ficava distante do ponto ideal para o abastecimento da produção, no entanto, não foi possível modificá-lo enquanto permanecia no antigo local. Por outro lado, na reforma do novo prédio do “Setor A” foi instalar um novo supermercado de peças, porém mantendo o mesmo conceito, mas, considerado pela equipe um local estratégico no qual contribui diretamente na redução do tempo e percurso entre o supermercado e o local do abastecimento da nova linha.

Após estudos e análises, o grupo alicerçado nas premissas da ferramenta *Kaizen* 3P pôde contribuir positivamente no ciclo de linha, cujo ciclo praticado era de t' dias e de acordo com o proposto foi reduzido para t'' dias com ganho de 19 dias.

Em decorrência à mudança, pôde-se atuar diretamente no que tange o meio ambiente, pois se adotou técnicas nas quais não é mais utilizado o método de lixamento em peças de fibra de vidro contribuindo-se dessa maneira para o local de trabalho mantendo-o organizado e limpo dos resíduos.

A análise realizada aos movimentos ergonômicos englobou a observação direta das situações de trabalho e as entrevistas com os trabalhadores na célula. Para o grupo *Kaizen 3P* o conceito da ergonomia em produzir um conteúdo científico próprio e especializado do funcionamento humano em situação de trabalho e, a partir daí, procurou contribuir para que possa permitir que o trabalho fosse mais adaptado ao homem e exigia menores esforços de adaptação ao que lhe é colocado como tarefa, contribuindo para que suas atividades profissionais fossem menos penosas tanto em termos físicos quanto psicológicos e sociais (GAROTTI, 2006); isso, no entanto, favoreceu diretamente à tomada de decisão acerca de ganhos produtivos.

Na mesma metodologia de montagem das montadoras que se utilizam da filosofia Manufatura Enxuta, isto é, o sistema puxado de produção, por meio da implantação de cartões *Kanbans*, baseado pela equipe *Kaizen 3P* a qual visava periodicamente à redução dos desperdícios, movimentação, armazenagem, produção, matéria-prima entre outros, Desse modo, a implantação do sistema puxado foi preponderante ao processo produtivo, pois se eliminaram a falta e sobra de matérias, assim, começou a prever a ocorrência de paradas o que diretamente impediam a completa montagem do processo.

4 CONCLUSÃO

Diante do planejamento e execução do *Kaizen 3P* (Processo de Preparação da Produção) ao longo dos estudos, é considerado que devam, sobretudo, ser acompanhados a curto, médio e ao longo prazo no seu desenvolvimento e também aperfeiçoamento, buscando sobremaneira atingir à formatação mais adequada.

Por parte da empresa, foi observado o uso adequado da ferramenta *Kaizen 3P* que fora apoiada em outras ferramentas da Manufatura Enxuta (programa 5Ss, *Kaizen*, *Just in Time*, *Kanban* além de outras). Com isso, percebeu-se ganhos significativos produtivos em comparação aos antigos métodos de trabalhos adotados.

Em decorrência dos resultados, até então, apresentados pela equipe *Kaizen 3P* foi estabelecido que a produção seja superada em números, passando de 4 produtos para até 12 produtos montados por mês, dentro da capacidade produtiva.

Por fim, é importante ressaltar que o método *Kaizen 3P*, aqui apresentado e estudado, vêm trazendo bons resultados à empresa, isso é devido à participação dos integrantes da equipe no processo como um todo, bem como, a colaboração dos demais setores envolvidos, principalmente, à diretoria da empresa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. C.; RENTES, A. F. Metodologia *Kaizen* na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. **Revista Gestão Industrial**. v. 02, n. 02, p. 126-135, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/gi.v2i2.119>>. Acesso em: 09 mar. 2015.

GAROTTI, L. V. **O trabalho em produção contínua: uma abordagem ergonômica na indústria do petróleo**. 164p, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-15122006-104021/>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

IMAI, M. **Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: IMAM, 1996. 332p.

JONES, G. R.; GEORGE, J. M. **Fundamentos da administração contemporânea**. 4 ed. Brasil: McGraw Hill, 2012. 520p.

LUCINDA, M. A. **Qualidade – fundamentos e práticas**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010. 180p.

MASCITELLI, R. **The Lean Desing Guidebook: everething your product development team needs to slash manufacturing cost**. 1st ed. Northridge: Technology Perspective, 2004.

PALADINI, E. P.; BOUER, G.; FERREIRA, J. J. A.; CARVALHO, M. M.; MIGUEL, P. A. C.; SAMOBYL.; ROTONDARO, R. G. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 456p.

SILVA, A. L.; RENTES, A. F. Tornando o *layout* enxuto com base no conceito de mini-fábricas num ambiente de mini-produtos: um estudo de caso. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 28, Curitiba, 2002. Anais... Curitiba. 2002.

SILVA, A. L. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para Produção**

Enxuta. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-11122009-134838/en.php>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SYRIO, F. R.; ALVES, J. M. Expansão dos projetos *Kaizen* para os fornecedores: estudo de caso na indústria aeronáutica. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 19, 20 e 21, Resende, 2011. Simpósio... Resende.

TORRES JUNIOR, A. S. 3P – Passaporte para a "Universidade" do Sistema Toyota de Produção. *Lean Institute Brasil*. p. 01-05, 2005. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/76/artigos.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

TUBINO, D.F.; SILVA, G.G.M.P.; ANDRADE, G.J.P.O.; HORNBERG, S.; OLIVEIRA, L.M. 2008. *Benchmarking* Enxuto: um método de auxílio à implantação da manufatura enxuta. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 28, Rio de Janeiro, 2008. Anais... Rio de Janeiro.