

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ
BIBLIOTECA PROF. "CARLOS ALBERTO DE BUARQUE BORGES"

CÁSSIO LUISADA TROIANO

IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ROTATIVOS

Guaratinguetá

2011

CÁSSIO LUISADA TROIANO

IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ROTATIVOS

Trabalho de graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

Co-Orientadora: Dra. Janaina Gameiro

Guaratinguetá

2011

T84
5i

Troiano, Cássio Luisada

Implementação de produção enxuta em uma empresa de manutenção de equipamentos rotativos / Cássio Luisada Troiano – Guaratinguetá : [s.n], 2011.

47 f : il.

Bibliografia: f. 45-47

Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

Coorientadora: Dra. Janaina Gameiro

1. Engenharia de produção I. Título

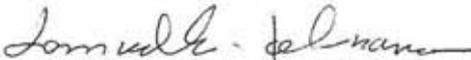
CDU 658.5

**IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ROTATIVOS**

CÁSSIO LUISADA TROIANO

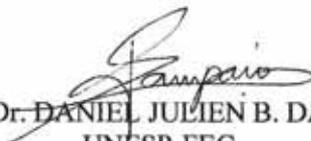
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA"

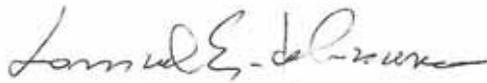
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA


Prof. Dr. SAMUEL EUZÉDICE LUCENA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. DANIEL JULIEN B. DA S. SAMPAIO
UNESP-FEG


Prof. Dr. SAMUEL EUZÉDICE LUCENA
UNESP-FEG

Novembro de 2011

*Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão,
perder com classe e vencer com ousadia,
por que o mundo pertence a quem se atreve.
E a vida é muito para ser insignificante.*

Augusto Branco (pseudônimo)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar e acima de tudo agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos, ao meu orientador, Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon que, a princípio, me aceitou como orientando e forneceu incentivo ao trabalho. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

À minha Co-Orientadora e chefe, Dra. Janaína Gameiro, primeiro pelo emprego e depois pela oportunidade e ideia de realização deste trabalho, fornecendo também material e auxílio na execução.

À minha mãe, Valquiria, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivou meus estudos.

À minha irmã, Érica, me incentivando com comparações a nível de dificuldade de seu curso de Medicina e, claro, ao companheirismo e auxílio nos momentos de dificuldade.

Ao meu padrasto, Márcio, que além de alegrar a vida no ambiente familiar, me auxiliou no serviços de casa, fornecendo tempo para a realização deste trabalho, e incentivando para a conclusão do trabalho.

Aos meu fiéis amigos Maquito, Podre, Debones por terem participado da minha vida na faculdade partilhando de momentos tristes, como a reprovação, aos momentos de superação e felicidade nos anos seguintes. Não fosse por estes, algumas matérias talvez tivessem ficado. Que estes não sumam da minha vida.

À Berruga, Tubão, Pink e Cérebro, que podem ficar longe após a faculdade, mas sempre lembrarei dos momentos de felicidade e festas. Por mais que deteste alguns momentos, não pretendo ficar longe destes também.

Aos moradores da minha primeira República, a ilustríssima WC, por terem me amparado e fornecido a base para inicio na faculdade, e me tornando o homem que sou hoje. Os angolanos Sombra, Dina e Atoa. Os brasileiros Rondônia, Magoo, Casa, Roberval, Gonzo, Curinga, Tiu Xicu, Milano, Patola, Salsicha e Cirilo e meu companheiro de bixo Muamba.

Aos moradores das Repúblicas Kzona e Iglu, que me aceitavam para comer e beber. Mais ainda aos que decidiram juntar as repúblicas para formar a WC-Kzona, são estes: Churros, Ricochete, Temo, Dutra, Dudu, Tinho, Marquito, Gargamel, Guaxinim, Xiuaua, Parede, Polengo, Dexter, Série B, Cascão, Brioco, Thunder, Watchatcha, Satã, Angélica, Zeco, Pepin, Hipólito, Ribamar, Cuper (Filho), Jaca, Catinga, Restart, Rosinha e o bixo Bigorna, além dos já citados Muamba, Salsicha, Cirilo e Magal. Agradeço a todos por cada momento passado, na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, e principalmente nas festas, churrascos e bebedeiras. Sem estes não teria nenhuma história para contar e com certeza sentirei muita falta disto.

Aos novos colegas de sala que fizeram parte da minha formação e auxiliaram muito para a conclusão Krusty, Moita, Balboa, 2D, Lusco e Mulato.

Às repúblicas OPUS 6 e Amoribunda, pela diversão, simpatia, amizade e moradia nos momentos de extrema felicidade.

Aos amigos do colégio, que me incentivaram durante a faculdade fornecendo grandes momentos. Daniel, Irmãos Rayel, Vitinho, vocês não sabem a falta que fazem.

Às meninas da UNESP Marília pelas festas e integração. Principalmente a minha companheira e namorada Nathy, pelo auxílio no início do trabalho e incentivo para conclusão, além do carinho e afeto por mim, suficiente para minha vida.

Amigos podem ir e vir, mais estes nunca irão.

TROIANO, C. L. **Implementação de produção enxuta em uma empresa de manutenção de equipamentos rotativos**. 2011. 47 f. Trabalho de graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

RESUMO

Este trabalho de graduação apresenta a implementação dos principais conceitos da produção enxuta em uma oficina de manutenção de equipamentos rotativos, analisando todos os processos administrativos e de oficina. A busca pela qualidade e satisfação dos clientes a custos baixos tem gerado muita competitividade entre as organizações, que encontram como ferramenta para melhoria dos processos as práticas da produção enxuta, objetivando-se eliminar desperdícios, sendo este o objetivo do trabalho. E, diferentemente de um sistema de produção, onde o produto segue por etapas definidas para sua conclusão, na oficina não há uma sequência de etapas que se repetem rotineiramente em todas as máquinas. Assim, demonstra-se a possibilidade de aplicação das ferramentas em um sistema diferente do abordado na produção enxuta.

PALAVRAS-CHAVE: Produção Enxuta. Projeto de melhorias. Pensamento Enxuto em uma oficina de reparos.

TROIANO, C. L. **Implementation of Lean Manufacturing in a maintenance workshop of rotating equipment.** 2011. 47 f. Graduation Work (Graduation in Electrical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

ABSTRACT

This graduation work presents the implementation of the key concepts of lean thinking in a maintenance workshop of rotating equipment, analyzing all the administrative and workshop processes. The pursuit of quality and client satisfaction at lower costs has generated a lot of competition between organizations, which use the practices of lean manufacturing as tools for processes improvement, aiming to eliminate wastes, being this, the work objective. And, unlike a manufacturing system, where the product goes through certain stages until its conclusion, the workshop does not have a default sequence that is repeated routinely on all machines. Thus, it demonstrates a possibility of application of lean tools in a different way of the common used in the lean manufacturing.

KEY-WORDS: Lean Manufacturing. Improvement Project. Lean Thinking in a maintenance workshop.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática dos pilares Lean.	25
Figura 2: Ícones de Fluxo de Informação.....	26
Figura 3: Ícones do Fluxo de Material e Ícones Gerais.....	27
Figura 4: Etapas do mapeamento do Fluxo de Valor.	29
Figura 5: Ciclo PDCA	33
Figura 6: Mapa de Estado Atual.	39
Figura 7: Mapa de Estado Futuro.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo de Família de Produtos.....	29
Tabela 2: Família de Produtos da Empresa	36
Tabela 3: Tabela de cálculo dos tempos de ciclo e espera	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV	– Atividades que Agregam Valor
CCQ	– Círculo de Controle de Qualidade
JIT	– <i>Just in Time</i>
LT	– <i>Lead Time</i>
MFV	– Mapeamento do Fluxo de Valor
MIT	– <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NAV	– Atividades que Não Agregam Valor
PCP	– Planejamento e Controle da Produção
PDCA	– <i>Plan, Do, Check, Act</i>
STP	– Sistema Toyota de Produção
QCD	– <i>Quality, Cost and Delivery</i>
TC	– Tempo de Ciclo
TE	– Tempo de Espera
TR	– Tempo de Troca
TPS	– <i>Toyota Production System</i>
VSM	– <i>Value Stream Mapping</i>
5S	– <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Considerações Iniciais	14
1.2 Objetivo, Metodologia e Estrutura do Trabalho	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Sistema de Produção.....	16
2.2 Sistema de Produção Enxuta	17
2.2.1 Como Surgiu a Produção Enxuta	17
2.2.2 O que é a Produção Enxuta	18
2.3 Fundamentos e Princípios	19
2.3.1 Os desperdícios da Produção Enxuta	20
2.3.2 Os 5 Princípios do Pensamento Enxuto	24
2.3.3 Os Pilares do Pensamento Enxuto	24
2.4 Técnicas e Ferramentas	25
2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	26
2.4.2 Melhoria Contínua	30
3. PESQUISA-AÇÃO.....	34
3.1 Caracterização da Empresa em Estudo.....	34
3.2 Caracterização do Problema.....	34
3.3 Projeto de Implementação da Produção Enxuta	35
3.3.1 Treinamento e Conscientização	35
3.3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor Atual.....	36
3.3.3 Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro	40
3.3.4 Melhoria Contínua	42
4. CONCLUSÕES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Segundo Fernandes (2008) as empresas hoje buscam competitividade, através de qualidade, satisfação dos clientes, custos baixos, processos mais rápidos, e redução do capital empregado. E estes fatores são imprescindíveis para a sobrevivência em um mercado competitivo.

De acordo com Ohno, T. (1997):

Os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações de nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo, em pequenas quantidades.

Para Rodrigues e Pires (1997) desde a década 1990 a competitividade entre as indústrias e grandes empresas têm aumentado. Empresas em países industrializados, têm passado por dificuldades para entrarem no mercado, pois este está cada vez mais competitivo. Novos e crescentes critérios para qualificação do produto e a quantidade de concorrentes são apenas algumas das dificuldades para a sobrevivência. Em países como o Brasil, que estão em desenvolvimento, muitas empresas estão agora tendo que conviver com a realidade de uma economia aberta e os desafios da competição numa dimensão global.

A Produção Enxuta, que visa eliminar e/ou reduzir desperdícios de processos de manufatura e administrativos, é uma importante ferramenta para adequação à qualidade, sendo fundamental para a conquista do cliente pela competitividade.

1.2 Objetivo, Metodologia e Estrutura do Trabalho

O presente trabalho tem como objetivo geral implementar os principais conceitos da produção enxuta em uma área de uma empresa multinacional, especificamente na

de manutenção de equipamentos rotativos, que incluem processos administrativos e fabris.

A abordagem metodológica do presente trabalho poderia ser classificada em Estudo de Caso. Porém, foi realizada uma intervenção na empresa. Assim, ao contrário da abordagem não participativa do estudo de caso, o trabalho é identificado como uma pesquisa-ação. Pois trata de um problema empírico, concebido e realizado com intervenção do autor e ligeira cooperação e participação com os envolvidos na pesquisa (THIOLLENT, 1997), onde todos objetivam resolver o problema da pesquisa na organização (EDEN; HUXHAM, 1996). E, de acordo com Checkland e Holwell (1998), os envolvidos na pesquisa utilizarão de temas de pesquisas e desafios institucionais, não lidando com hipóteses.

A estrutura do trabalho é apresentada em 4 capítulos, sendo este o primeiro. No Capítulo 2, é posto um referencial teórico fornecendo uma base literária para a presente pesquisa. Dando sequência, o Capítulo 3 apresenta o trabalho em sua forma e etapas de realização. O capítulo 4 finaliza com os resultados e conclusões da presente pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir será apresentado o referencial bibliográfico sobre Sistemas de Produção, Sistema de Produção Enxuta e os tópicos mais importantes para execução deste trabalho.

2.1 Sistema de Produção

Segundo Chiavaneto (2008), para garantir a eficiência e a eficácia as empresas adotam um sistema de produção para realizar suas operações e produzir seus produtos ou serviços da melhor maneira possível. O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa realiza suas operações de produção e organiza suas áreas, prevendo uma interdependência lógica entre todas as etapas do processo produtivo, do momento em que os materiais e matérias-primas saem do almoxarifado até o depósito como produto acabado.

Slack (1999) diz que, no contexto de cada época da evolução do sistema de produção, várias abordagens foram desenvolvidas nas organizações, todavia, elas não se substituíram mutuamente. A influência delas ainda é evidente na forma de trabalho atual.

Dentre as principais abordagens, duas podem ser citadas, considerando as diferenças e impactos que causaram no comportamento do trabalhador: a Administração Científica (Taylorismo) e a Administração Japonesa (Toyotismo).

A Administração Científica, segundo Ferreira (1997), foi desenvolvida por Frederick Taylor, um engenheiro americano, com estudos a respeito de técnicas de racionalização do trabalho do operário, pois via a necessidade de aplicar métodos científicos na administração para obter máxima produção a mínimo custo.

Já a Administração Japonesa, de acordo com Womack *et al* (1992), foi elaborada por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno entre os anos de 1943 e 1948, dois engenheiros japoneses, que chegaram a conclusão de que a produção em massa jamais funcionaria no Japão, desenvolvendo então um sistema de produção que se adequasse às

necessidades atuais da empresa japonesa de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos.

Tal sistema foi chamado de Sistema de Produção Toyota, também conhecido como Toyotismo ou Produção Enxuta.

2.2 Sistema de Produção Enxuta

O sistema tinha como preocupação a qualidade do produto, a eliminação de desperdício, tanto de esforços materiais como de tempo, para reduzir o custo do produto (WOMACK *et al*, 1992).

2.2.1 Como Surgiu a Produção Enxuta

Logo após a segunda guerra mundial, a indústria japonesa, devastada, tinha uma produtividade muito baixa e uma enorme falta de recursos, o que a impedia de adotar o modelo do sistema de produção em massa desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford. A busca pelo aumento da eficiência da produção fez com que surgisse o Sistema Toyota, baseado na eliminação contínua dos desperdícios.

Conforme Ohno (1997), antes da crise de 1973 pouco se observava este método de produção, porém o crescimento da Toyota mesmo no período de crise, fez o mundo voltar seus olhos para um novo sistema que estava gerando resultados expressivos e que não era o modelo de produção em massa.

O termo “Produção Enxuta” vem da tradução de Lean Manufacturing, e foi criado por Krafcik¹ em 1988 e popularizado por um estudo realizado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), publicado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK *et al*, 1992), para nomear um conjunto de métodos que descrevem o sistema de produção simultânea em pequena escala de diferentes modelos de veículos, a um baixo custo e com altos níveis de qualidade, criado pela *Toyota Motor Company*.

¹ KRAFCIK, J. F.; (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, Autumn p. 41-52

De acordo com Womack *et al* (1992), a produção em massa e padronizada foi o modo dominante de manufatura e operação até o surgimento da produção enxuta, combinando a eficiência em custo, qualidade, flexibilidade e tempo. Diante da competitividade global no setor industrial a busca por metodologias inovadoras de gerenciamento da produção passou a ser um fator de suma importância

Ohno (1988), explicando esse fato, comenta que os valores da sociedade haviam mudado e que a Toyota havia conseguido uma melhor adequação a essa necessidade.

2.2.2 O que é a Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção era na verdade o sistema de produção enxuta que conhecemos hoje e, conforme Alukal (2003), é definido como uma filosofia de manufatura que reduz o *lead time* (do inglês, tempo de provisionamento) entre o pedido do cliente e o envio dos produtos para o mesmo, através da eliminação de toda forma de *Muda* (do japonês, Desperdício). Completa ainda, dizendo que a Produção Enxuta ajuda as empresas a reduzirem seus custos, tempo de ciclo e atividades desnecessárias que não agregam valor, resultando em competitividade, rapidez e melhor atendimento do mercado.

O sistema de produção enxuta, é um dos recursos alternativos para a sobrevivência e destaque da empresa no mercado competitivo, já adotado em diversos setores.

Sendo uma abordagem que busca a melhor forma de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo o qual, é possível fazer cada vez mais com menos (menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço) e simultaneamente, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes, exatamente o que eles desejam (WOMACK, 2004).

Segundo Fernandes e Ramos (2006), o sistema de produção enxuta tem como foco eliminar todos os desperdícios existentes nos processos, a fim de gerar mais valor ao cliente. Como benefícios, a organização atende melhor às necessidades do cliente e otimiza os recursos, gerando maior retorno nos investimentos.

2.3 Fundamentos e Princípios

Deming (1990) afirma que “o estilo atual de administração é o maior causador de desperdícios, causando perdas cuja gravidade não pode ser avaliada ou medida” e que “é impossível conhecer a magnitude das perdas”, podemos apenas aprender a administrá-las. E, finalmente, destaca que é de extrema importância solucionar as “doenças fatais da administração”.

Dentro desse contexto, Hines e Taylor (2000) afirmam que quando pensamos sobre desperdício é comum definir três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

1. Atividades que agregam valor (AV): são as que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço, ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar;
2. Atividades que não agregam valor (NAV): são as que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância; e
3. Atividades necessárias que não agregam valor: são as que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias ao processo de produção.

A partir destes pode-se deduzir que as atividade que não agregam valor (NAV) são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo. Quanto às atividade necessárias que não agregam valor, tratam-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

Hines e Taylor (2000) acrescentam que em empresas de manufatura, ou de produção de bens, foram encontrados estes três tipos de atividades e, em média, na seguinte proporção:

- 5% de atividades que agregam valor;
- 60% de atividades que não agregam valor;
- 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias;

Já em um ambiente administrativo, as atividades encontram, em média, a seguinte proporção:

- 1% de atividades que agregam valor;
- 49% de atividades que não agregam valor;
- 50% de atividades que não agregam valor, porém necessárias;

Segundo Ohno (1997), quando se pensa em eliminar totalmente os desperdícios, deve-se ter em mente os seguintes pontos:

- O aumento da eficiência só é concretizado quando associado à redução de custos, produzindo apenas o necessário com o menor recurso possível.
- Observar a eficiência de cada operador e de cada linha separadamente, depois observe tudo como um grupo. A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e ao mesmo tempo na fábrica como um todo

2.3.1 Os desperdícios da Produção Enxuta

O Sistema de Produção Enxuta busca eliminar desperdícios na cadeia produtiva, desde o fornecedor de matéria-prima até o produto acabado, podendo ser implementado, também, na área administrativa de uma empresa, ou seja, dentro do fluxo de valor.

Womack *et al* (1992) descrevem o desperdício como sendo qualquer atividade humana que absorve recurso, mas que não cria valor. Diz ainda que “Ao aprender a identificar desperdícios você descobrirá que há muito mais desperdício ao seu redor do que você jamais imaginou” (WOMACK e JONES, 2004).

As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Taiichi Ohno (1912-90) e Shigeo Shingo (1909-90) no decorrer do desenvolvimento do *Toyota Production System*. Estes desperdícios são:

1. Excesso de Produção

Um das mais penalizantes das sete, sendo oposta à produção *Just-in-Time*. Produzir mais do que o necessário significa fazer o que não é necessário em quantidades desnecessárias.

Em um ambiente administrativo pode-se comparar ao excesso de informação ou informações inúteis. Por exemplo, cálculos detalhados de solicitações preliminares, inclusão desnecessária de destinatários em e-mails ou informação fora de ordem.

Shingo (1996) descreve a existência de dois tipos de superprodução: a quantitativa, que representa fazer mais produtos do que realmente é necessário e a qualitativa que representa produzir antes que seja necessário.

Algumas das consequências do excesso de produção (ou serviço) são: a ocupação desnecessária de recursos, os consumos de materiais e de energia sem que isso represente retorno financeiro para a empresa, o aumento de estoque, entre outros.

Desse modo, a sistema enxuto sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduza os tempos de *set up*², sincronize a produção com a demanda, compacte o *layout*³ da fábrica e assim por diante. Na Toyota, por exemplo, o método utilizado para evitar este desperdício é a produção Just-in-time, ou produção puxada.

2. Tempo de Espera

Refere-se ao tempo que as pessoas ou os equipamentos perdem sempre que têm de esperar uma informação ou autorização para voltar ao que estavam fazendo (PINTO, 2009).

Pode-se também ficar aguardando devido à uma avaria, ou atrasos devido a fornecimento (internos ou externos).

² É o tempo decorrido para troca ou ajuste de um equipamento para reiniciar o processo.

³ Em português, configuração da instalação. É a distribuição de máquinas e pessoas em um ambiente.

Para se evitar este tipo desperdício numa linha de produção pode-se sincronizar o fluxo de trabalho ou balancear as linhas.

3. Defeitos

A fabricação de produtos defeituosos ou fora do padrão de qualidade geram custos para a organização, desperdiçando material, tempo de mão-de-obra, tempo de equipamentos além de demandar recursos para que seja feita a reposição.

O que pode levar a defeitos no ambiente administrativo são as informações incorretas ou incompletas, fluxo de processo não padronizado, informações buscadas em duplicidade, solicitações de clientes mal entendidas.

Pode-se reduzir este tipo de desperdício inserindo dispositivos para a detecção de erro, controlando a inspeção de materiais e talvez até automatizando, ou inserindo softwares, no processo.

Porém a inspeção e detecção de erros não é a solução para o desperdício, apenas auxiliam na procura da causa-raiz.

4. Deslocamento

Refere-se ao movimento desnecessário para realizar operações, podendo gerar fadiga ao operador, sendo por esforço físico, deslocamento ou movimentação ergonomicamente errados.

No ambiente administrativo: *Layout* rígido de trabalho (equipes separadas fisicamente), equipamentos afastados das estações de trabalho, entre outros.

Este desperdício pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimento. A automatização do processo deve ser feito após a melhoria da movimentação, caso contrário corre-se o risco de automatizar o desperdício.

5. Transporte

É qualquer movimentação de peças, materiais, informações ou pessoas que não agregam valor ao produto, gerando desperdício de tempo, energia e principalmente capital.

Podem ser minimizados com uma mudança de *layout*, adicionando fluidez à produção, e tornando os operadores e equipamentos flexíveis.

6. Superprocessamento / Processo Desnecessário

Podem ser desperdícios do próprio processo ou inadequações que poderiam ser eliminadas sem que alterasse o produto final, ou seja, não agregam valor ao produto, sendo indiferente para o consumidor final.

No ambiente administrativo podem ser: atividades supérfluas, ferramentas inapropriadas, falta de padrões e de transparência em processos, tarefas e controles redundantes (reinvenção da roda, tentar inventar algo já existente).

Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação.

7. Inventário

Um dos maiores e mais fáceis problemas de se identificar, são os produtos ou matéria-prima armazenados em estoque em demasiada quantidade ou parados por tempo excessivo.

Pode-se facilmente identificar desperdícios em uma produção apenas observando onde são gerados estoques. Pode-se ainda, eliminá-los com um nivelamento da produção ou com a produção puxada.

No ambiente administrativo podem ser transações abertas e processadas mas não encerradas, ou pilhas de papéis e documentos arquivados por tempo além do necessário, etc.

Brunt *et al* (1998) definiram, além destes, mais sete classes de desperdícios que se aplicam também aos serviços, porém destacamos um em especial, o Potencial Inexplorado de Funcionário.

Este é, nada mais que, o potencial intelectual ocioso, ou erroneamente direcionado para outras funções, ou sob treinamento inadequado. Ohno (1988) afirmou que um dos objetivos do TPS era “criar pessoas pensantes”, estimulando as pessoas a trabalharem em prol da organização. A modernização, ou automatização da empresa, não beneficia a melhoria contínua e conseqüentemente a produtividade.

2.3.2 Os 5 Princípios do Pensamento Enxuto

Womack e Jones (1996) identificaram cinco princípios para a configuração do pensamento enxuto:

I – Especificar o **Valor**: é o ponto de partida para a aplicação dando o significado de valor agregado de um produto do ponto de vista do cliente. O valor deve atender as necessidades do cliente a um certo preço num dado momento;

II – Identificar o **Fluxo de Valor**: deve-se detalhar a cadeia produtiva para identificar desperdícios, desde a entrada do pedido até à entrega ao cliente. Nesta etapa pode-se observar as atividades que agregam valor (AV), e que devem ser maximizadas, as que não agregam, porém inevitáveis e que devem ser minimizadas, e as atividades que não agregam valor ao produto (NAV) e que deverão ser eliminadas do processo imediatamente;

III – Criar um **Fluxo Contínuo**: Dar fluidez aos processos que geram valor. Esta etapa é muito importante e exige uma mudança de mentalidade dos colaboradores para sua aplicação. Por exemplo, a produção passando a trabalhar com JIT (*Just-in-Time*);

IV – Operar com base na **Produção Puxada**: Ao contrário do *Just-in-Time* a produção passa a operar de acordo com o cliente, ou seja, o consumidor passa a puxar o fluxo de valor fazendo com que se diminua os estoques e agregando valor ao produto;

V – Buscar a **Perfeição**: Foco de todos os envolvidos no emprego da qualidade na cadeia produtiva e na melhoria contínua, a busca pelo aperfeiçoamento contínua deve ser o guia para todos os esforços de uma empresa.

2.3.3 Os Pilares do Pensamento Enxuto

Estes princípios são sustentados por dois pilares, tendo como principais características:

- *Just-in-time*: A peça certa, no tempo certo e na quantidade certa;
- *Jidoka* (do japonês, automação): Qualidade na fonte, gestão visual, processos à prova de erros (“poka yoke”).

A Figura 1 apresenta esquematicamente os pilares e sua base.



Figura 1: Representação esquemática dos pilares Lean.

Fonte: XC Consultores (2010)

Na base destes pilares é possível observar alguns métodos de trabalho e ferramentas de aplicação que fazem parte da filosofia enxuta. Dentre estes destaca-se o *Kaizen* que, segundo Rother e Shook (1999), é a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, para se agregar mais valor com menos desperdício. Este será de suma importância para este trabalho por ser de fácil aplicação e resultados visualmente rápidos.

2.4 Técnicas e Ferramentas

Será apresentado neste capítulo as técnicas e ferramentas mais utilizadas na execução do *Lean*, e que serão utilizadas mais adiante neste trabalho.

2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor, MFV ou VSM (do inglês *Value Stream Mapping*), é uma atividade importante para a implementação de uma mentalidade enxuta em uma organização. Faz parte de um dos primeiros passos da metodologia, sendo a base para a aplicação dos princípios da mentalidade enxuta.

O mapeamento nada mais é do que um modo visual de se enxergar o fluxo de um pedido pela empresa, ou seja, desde a requisição pelo cliente até a entrega do produto final ao mesmo. Utilizam-se, para tal, símbolos gráficos, ícones, para detalhar cada fluxo de informação ou de material, sequencialmente a partir da entrada do pedido, para visualizar o caminho pela empresa.

Segundo Rother e Shook (1999), o MFV se faz, basicamente, com lápis e papel em mãos, acompanhando a sequência da produção de um produto, ou, como neste trabalho, desde o consumidor até o fornecedor, desenhando ao mesmo tempo a representação visual de cada processo nos fluxos de material, informação ou ação.

A Figura 2 e a Figura 3 mostram os ícones e símbolos utilizados em um mapa de fluxo de valor.

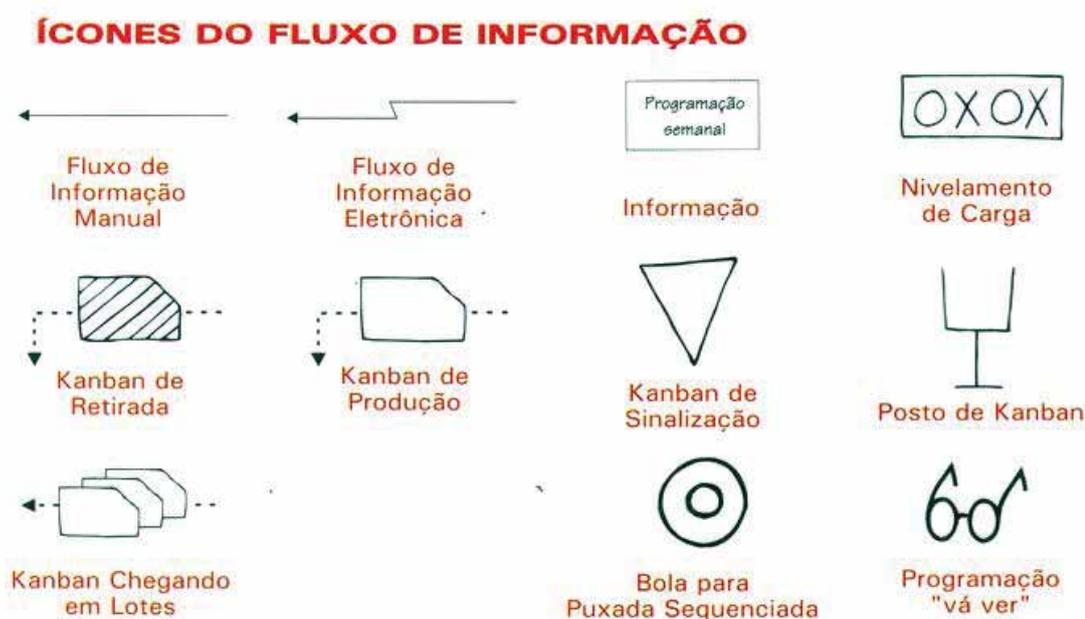


Figura 2: Ícones de Fluxo de Informação

Fonte: ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício

ÍCONES DO FLUXO DE MATERIAL

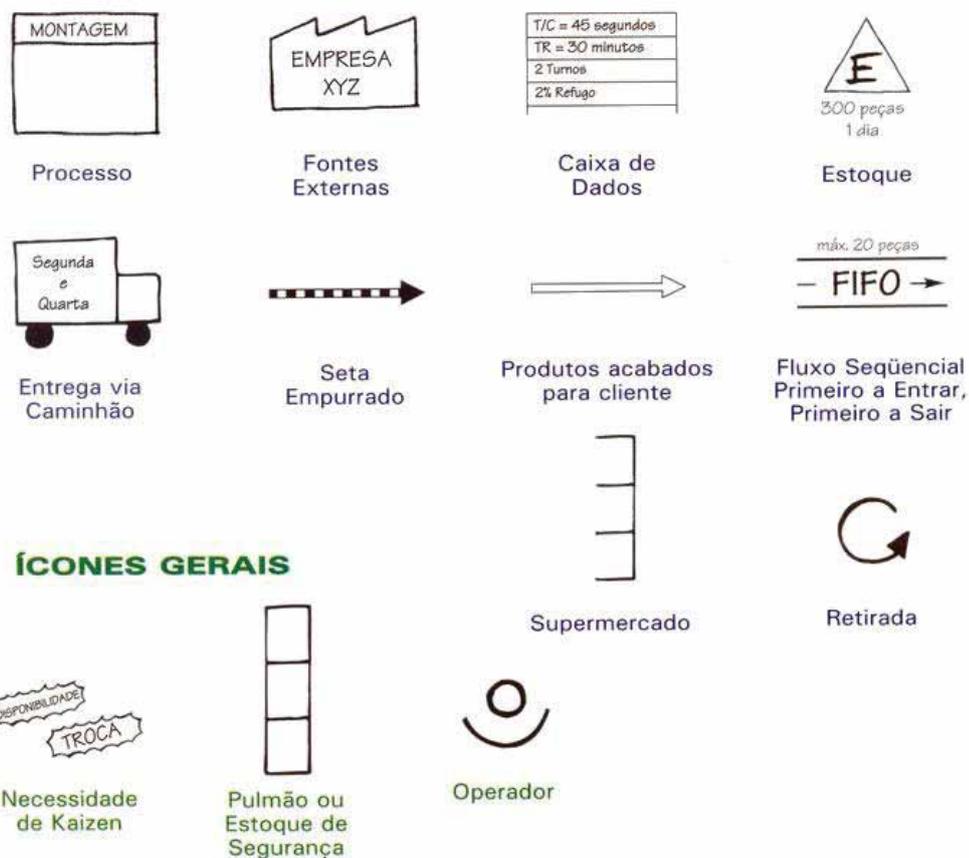


Figura 3: Ícones do Fluxo de Material e Ícones Gerais

Fonte: ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício

A caixa de dados, exemplificada na Figura 3, é um ícone de grande importância e deverá conter dados precisos, referentes a cada processo do mapa. Para este trabalho será de grande importância os seguintes dados:

- T/C: Tempo de ciclo;
- TR: Tempo de troca, ou TE, Tempo de Espera;
- Disponibilidade real da máquina (%);
- Número de operadores (Utilizando o símbolo geral de Operador);

O tempo de ciclo terá a informação de quanto tempo se leva para executar a função descrita na caixa do processo. Tempo de Espera, deverá conter o tempo que o processo aguarda para ser executado novamente, por exemplo, o tempo que demora a

retirar uma peça de um equipamento para a entrada de outro. Estes tempos devem ser medidos com o auxílio de um cronômetro.

A disponibilidade real da máquina mostra, em porcentagem, se o equipamento ou o operador estão sempre à disposição para executar o processo. Por exemplo, se houver sempre um equipamento e um operador para executar dado processo, este campo da caixa de dados será de 100%.

O mapeamento do fluxo de valor é uma prática manual e permite o aprendizado concreto dos conceitos, práticas e ferramentas enxutas, além de prover ideias e sugestões para a melhoria de uma família de produtos. O objetivo principal é o de “aprender a enxergar”, uma vez estando mais claros os problemas fica mais fácil tomar ações para eliminar ou conter os desperdícios (ROTHER e SHOOK, 1999).

No MFV Atual pode-se identificar onde estão os gargalos da organização, as etapas que criam valor ao produto, as que não agregam valor ao produto mas são necessários e as atividade que não agregam valor ao produto e devem ser eliminadas.

Uma vez identificadas as etapas que geram desperdício, é necessário, além de eliminá-los, estabelecer um fluxo contínuo de informação e/ou produto. Para isso será reformulado o MFV Atual e criado o MFV Futuro.

Em suma, o mapeamento divide-se em algumas etapas para ser executado, como ilustra a Figura 4.

Primeiramente, monta-se uma tabela de produtos pelas Etapas de Processamento, dando preferência aos produtos que passam pela maioria dos processos da empresa, caso a fábrica tenha mais de uma. Nesta tabela podem-se visualizar os fluxos dos produtos mais abrangentes da empresa, analisando assim a empresa pela sua maioria e podendo-se reduzir desperdícios em comuns a outros processos.

A esta tabela damos o nome de Família de Produtos e a Tabela 1 abaixo exemplifica a montagem de uma.

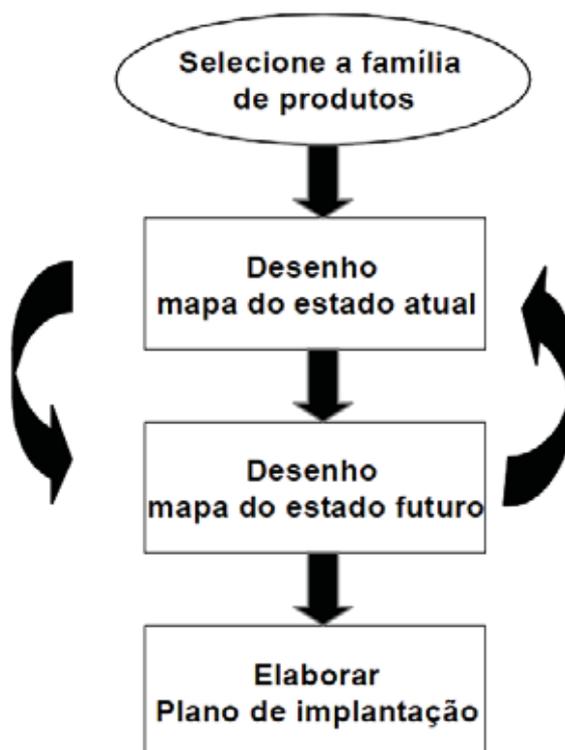


Figura 4: Etapas do mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: CARPI, A. R.O.; DUARTE, C.; VOTTO, R.C.G. Sustentabilidade Ambiental: filosofia *lean* para agregar valor ao negócio.

Pode-se verificar nesta tabela que os produtos A, B e C têm muito em comum, passando pelas mesmas etapas de fabricação e, além disso, passam por quase todas as etapas da empresa. Escolhe-se, portanto, a família de produtos A, B e C para serem rastreadas no mapeamento.

Tabela 1: Exemplo de Família de Produtos

		Etapas de Fabricação e Montagem							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Produtos	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X			X	X	
	G	X		X			X	X	

Na Figura 4 observa-se também uma etapa cíclica entre o mapa de estado atual e o estado futuro. Isto porque há uma dependência entre os mapas e, durante a confecção do estado atual, irão aparecer ideias para a criação do estado futuro. Bem como no desenvolver do mapa futuro, serão identificadas informações sobre o estado atual que antes não foram enxergadas.

Pode-se atrelar a este fluxo cíclico o fato de realizar esta etapa quantas vezes forem necessárias para se obter o resultado esperado, incentivando a melhoria contínua.

Por fim, tem-se a elaboração de um plano de implantação, que visa a viabilização do mapa de estado futuro, onde utilizaremos as ferramentas da filosofia enxuta.

Vale ressaltar que muitas pessoas serão envolvidas na equipe de implementação do projeto, sendo que todas estas precisam conhecer o mapeamento do fluxo de valor para aplicá-lo na empresa. Dentro desta equipe deverá ter um líder, com conhecimento amplo no assunto, tendo uma visão perspicaz para auxiliar em todas as etapas.

De acordo com José Roberto Ferro presidente do Lean Institute Brasil⁴, a responsabilidade de mapear o processo também é da alta administração. O apoio é fundamental para o desenvolvimento do Pensamento Enxuto dentro da empresa.

É necessário que a alta administração se envolva diretamente, acompanhando pessoalmente os fluxos de valor da organização. Desta forma, com o envolvimento da direção com o projeto, facilitará a dedicação dos colaboradores e a futura cobrança de resultados.

2.4.2 Melhoria Contínua

A filosofia Kaizen foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos com simplicidade, buscando a melhoria contínua da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade.

⁴ FERRO, J. R. **O papel da alta administração**. Lean Institute Brasil, Abril 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/leanmail/28/o-papel-da-alta-administracao.aspx>>. Acesso em 16 de Agosto de 2011.

A filosofia Kaizen está baseada na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas que se apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática de seus processos de trabalho, com foco na busca pela melhoria contínua.

Dentro deste conceito, a necessidade de satisfazer plenamente os consumidores e usuários de produtos e serviços, a criatividade posta a serviço da inovação e a produção de produtos de alta qualidade e custos estabelecidos pelo mercado, são os objetivos a alcançar.

Estes objetivos não são metas que podem ser alcançadas de uma só vez, por um lado exigem atenção constante e esforço para alcançá-los, mas por outro lado, requerem uma disciplina e ética de trabalho que levem a empresa, a alta administração e os colaboradores a se superarem diariamente para encontrar novos e melhores níveis de desempenho que os mantenham em condições de competir.

Duas atividades principais têm diariamente lugar no *gemba* (do japonês, representa o local onde ocorrem as ações): a manutenção e o Kaizen. O primeiro refere-se a seguir os padrões utilizados e manter o *status quo*⁵, e o outro se relaciona com a melhoria de tais padrões. Os supervisores do *gemba* estão ativamente envolvidos em ambas as ações, almejando alcançar qualidade, custo e entrega (QCD, do inglês, Quality, Cost and Delivery). Assim, a empresa que produzir um produto com qualidade ou a um preço razoável e o entregar a tempo, satisfaz o cliente, e este por sua vez, permanece fiel.

A fim de se obter o QCD, a empresa deve gerenciar diariamente diversos recursos de forma apropriada. Entre estes recursos incluem-se a mão-de-obra, informação, equipamentos e materiais. A gestão eficiente dos recursos requer padronização de tarefas e atividades. Sempre que surgem problemas ou anomalias, o gerente ou o supervisor deve investigar, identificar a causa raiz e reconsiderar os padrões vigentes ou estipular novos para impedir a recorrência destes problemas.

Os padrões de atividades definidos da empresa passam a se tornar parte integrante do *gemba* Kaizen e fornecem a base para a melhoria contínua. Assim, quando aplicado corretamente, o Kaizen ajudará a melhorar a qualidade, reduzir

⁵ Expressão do latim, que significa estado atual (das coisas, dos fatos, da situação).

consideravelmente os custos e atender aos requisitos do cliente, sem investimento ou introdução de tecnologias caras.

Três atividades Kaizen, como a padronização de atividades, o 5S e a eliminação de desperdício (resíduos) contribuem para a realização bem sucedida do QCD. A padronização, a eliminação de desperdício e 5S são fáceis de compreender e aplicar, sem necessidade de tecnologia complexa ou conhecimento. Qualquer gerente, supervisor ou funcionário pode compreender e implementar com sucesso essas atividades de senso comum e de baixo custo. A dificuldade é formar a autodisciplina para manter.

Para ajudar a procurar, encontrar e implementar ideias para a organização, os japoneses criaram o conceito de *benchmarking*, que é a busca pelas melhores práticas que conduzem uma empresa à maximização da performance, comparando produtos, serviços e práticas em relação aos concorrentes, ou às empresas reconhecidas como líderes em seus setores.

Os benefícios do *benchmarking* incluem:

- melhoria na tomada de decisões sobre mudanças nos processos;
- ampliação da visão do negócio;
- criação de estímulos e apoio para o projeto;
- aceleração do progresso do projeto.

O *benchmarking* é, basicamente, visitar outras empresas ou concorrentes do mesmo ramo e coletar dados, informações, sobre os processos e práticas utilizadas por estas, sendo a coleta de dados o ponto mais importante.

Outra ferramenta de fácil aplicação e de ampla utilização é o PDCA (*Plan, Do, Check, Act* – Do inglês: Planejar, Executar, Verificar, Agir). Estas etapas formam o ciclo de melhoria continua e é ilustrado na Figura 5.

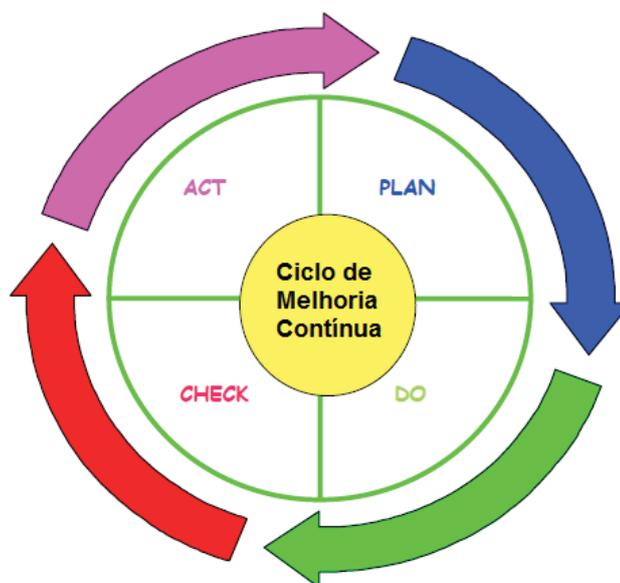


Figura 5: Ciclo PDCA

Fonte: Editado de <<http://www.beyondlean.com/support-files/pdca.pdf>>. Acesso em 14 de Agosto de 2011

A etapa *Plan*, compreende a identificação do problema, observando, analisando e estabelecendo um plano de ação para eliminar a causa fundamental. Na fase *Do*, o plano criado é executado e a causa fundamental eliminada ou reduzida. Significa ainda capacitar pessoas a executar as tarefas e coletar dados para verificação dos resultados.

No próximo passo, *Check*, visa-se verificar se o plano de ação foi efetivo, se as metas, objetivos, foram atingidos e, caso o seja, chega-se à etapa *Act*, onde se padroniza e cria um fluxo contínuo de informações, no sentido de prevenir o reaparecimento do problema. Pode-se dar continuidade a execução do plano ou refazer o que foi feito ou ainda alterar o plano e iniciar o ciclo novamente.

Para que as organizações tenham sucesso, devem tornar seu processo padronizado e de preferência contínuo, eliminando desperdícios com o objetivo de garantir a sustentabilidade a longo prazo.

3. PESQUISA-AÇÃO

3.1 Caracterização da Empresa em Estudo

A empresa escolhida para o estudo corresponde a uma unidade de negócio de uma empresa multinacional alemã que foca na recuperação de turbomáquinas.

Os principais processos são: marketing, vendas (ou comercial), engenharia (ou núcleo técnico), planejamento e controle de produção (PCP) e logística. Há ainda um setor de compras e os trabalhos de oficina. Para isto, a unidade conta com cerca de 70 colaboradores.

Os serviços prestados são: manutenção, reparo, modernização de equipamentos rotativos e fabricação de peças sobressalentes.

As turbomáquinas em manutenção ou reparo, são máquinas rotativas como Turbinas a Gás, Turbinas a Vapor e Compressores.

A empresa em questão possui ainda um Sistema Integrado de Gestão, com os certificados ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.

3.2 Caracterização do Problema

O principal problema desta empresa correspondia a atrasos na entrega das máquinas depois da execução dos serviços, na fabricação de peças e na solicitação de peças sobressalentes.

Uma análise inicial mostra lacunas no que tange a padronização de processos, planejamento de serviços, comunicação interna entre outros.

Percebeu-se então uma oportunidade para a aplicação da filosofia de produção enxuta na unidade, visando a melhoria de todos os processos de manutenção e reparo, com foco no aumento da eficiência e redução de *lead time*.

A alta administração reconhece e apoia a implantação dessa iniciativa de melhoria e fomenta o comprometimento de todos os colaboradores para o sucesso do programa.

A filosofia de produção enxuta vem sendo amplamente utilizada em todas as empresas, independentemente de sua linha de trabalho, porém o desafio será implementar a metodologia em uma oficina de reparos, onde não há uma linha de produção.

3.3 Projeto de Implementação da Produção Enxuta

As fases da implementação do projeto na empresa, bem como as técnicas e ferramentas utilizadas em cada fase da realização do projeto, estão descritas nas próximas seções.

3.3.1 Treinamento e Conscientização

A implementação do projeto se iniciou com um treinamento, de conscientização dos colaboradores de toda a empresa, desde os técnicos da oficina à alta direção.

Foram abordados temas pertinentes à empresa e ao projeto, exemplificando aplicações da produção enxuta e suas ferramentas, dando foco aos tipos de desperdícios e suas consequências.

Feito isto, foi escolhida a equipe para auxiliar no projeto, tendo o cuidado de selecionar ao menos um representante de cada setor da organização, pois assim seria possível conseguir um nível de detalhamento maior dos processos, devido ao conhecimento específico de cada colaborador em sua área, e obtendo também a sinergia entre áreas. No total, criou-se uma equipe de 12 pessoas, entre elas um membro da alta direção e um *Black-Belt* em *Six Sigma*⁶.

Foi eleito um Gerente de Fluxo de valor na equipe, que será o responsável por cobrar, do restante da mesma, os resultados da implementação do projeto e, conseqüentemente, a viabilização do mapa de estado futuro.

⁶ Certificação que capacita um profissional a analisar um problema, indicar soluções (avaliando resultados) de maneira estruturada com metodologia de análise e estatística. Possui ampla experiência do assunto e é capaz de atuar em qualquer projeto da área.

3.3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor Atual

Para dar início ao mapeamento foi montada a tabela Família de Produtos, que neste caso, escolheu-se um projeto já executado e outro em andamento, para depois da escolha da família, ou do projeto, rastrear cada passo deste.

Isto foi feito, pois na oficina não há repetição de atividades, sendo cada máquina para reparo ou cada projeto tratado de maneira diferente, dependendo completamente do tipo de reparo que será necessário. A Tabela 2 abaixo nos mostra os projetos e a passagem de cada um deles ao longo dos processos.

Tabela 2: Família de Produtos da Empresa

		Etapas / Processos																
		Vendas	Ofertas	Kick-off	Planejamento	Remoção em Campo	Rev. Oficina	Fabr. De Peças	Usinagem	Transporte	Compras	Inspeção	Engenharia	Comercial	Recebimento	Expedição	Inst. Em Campo	Relatório
Projetos	A	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	B	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

A etapa de *Kick-off* é uma reunião de curta duração, em que se unem todos os responsáveis de cada área para tomarem ciência do projeto que será iniciado. Esta reunião é de caráter informativo, onde os responsáveis podem sanar as dúvidas do projeto antes da sua execução, podendo então se programar para tal.

Como a etapa de *Kick-Off* não é uma etapa crítica, por ser rápida e sem grandes dificuldades, mas a de Remoção do Equipamento em Campo sim, escolheu-se para rastrear e mapear o Projeto A.

Deu-se então início ao mapeamento, a partir do trabalho em campo, antes da retirada do equipamento do cliente, e terminando com a entrega para montagem. O Mapa do Estado Atual pode ser observado na Figura 6.

A partir deste, foram identificados desperdícios de fluxos de informação e produto, acrescentando aos já identificados no *gemba*.

Foi medido também o Tempo de Ciclo e o Tempo de Espera de cada etapa, que em alguns casos foi consolidada no conjunto de operações. Estes dados foram fornecidos pelas pessoas que desempenhavam suas respectivas funções.

Calculou-se, a partir dos dados, o Tempo de Ciclo Total e o Tempo de Espera ou Troca Total, somando todos os valores. Algumas etapas não foram consolidadas na soma, pois eram serviços simultâneos a outros, sendo estas representadas no mapa por um asterisco no canto inferior direito de cada caixa de informação.

A Tabela 3 mostra os valores considerados para o cálculo dos tempos.

Tabela 3: Tabela de cálculo dos tempos de ciclo e espera

Processos	Tempo de Ciclo (min.)	Tempo de Espera/Troca (min.)
Campo (desmontagem e remoção)	660	450
PCP	120	0
Processo Administrativo de Compras e Solicitação de Transporte	19	670
Descarregamento	60	0
Identificação e Nota Fiscal * (-1 hora)	$60-60=0$	480
Limpeza Inicial	90	0
Desmontagem e Limpeza	1080	0
Inspeção	240	0
Definir Recuperação / Emitir Lista de Sobressalentes	120	0

Jateamento e Pintura de Fundo * (-2 horas)	$240-120=120$	90
Ajustes * (-4 horas)	$480-240=240$	180
Montagem *(-4 horas)	$1080-240=840$	0
Pintura e Tagueamento	240	60
Informa que serviço foi concluído em oficina	15	0
Recebimento e Descarregamento	120	30
Preparação para Instalação	120	60
Instalação, Alinhamento e testes	1200	240
Emissão do Relatório	60	0
SOMA	5344 minutos	2260 minutos

Os seguintes resultados então são obtidos, aproximadamente:

- Tempo de Ciclo Total: 89 horas;
- Tempo de Espera Total: 37 horas e 30 minutos;

Tem-se então um *lead time* de 126 horas e 30 min, sem considerar o tempo em que se espera para receber o material do fornecedor, que não foi contabilizado nem apresentado por não ser um problema de grande importância para a unidade.

Contabiliza-se ainda que, com uma carga diária de 8 horas, leva-se 16 dias de trabalho para execução do reparo em oficina.

Verifica-se no VSM Atual, que a figura do PCP desenvolve demasiadas funções, ficando sobrecarregado e suscetível a maiores erros, seja por desatenção, por fadiga mental ou por desempenhar funções que não são de sua obrigação.

A comunicação direta e a burocracia, por assim dizer, geram muitos atrasos no processo como um todo. Por exemplo, para se fazer a requisição do transporte para retirada do equipamento em campo, tem-se um tempo de ciclo de aproximadamente 2 horas e 20 minutos, sendo de espera, para execução deste serviço, 11 horas e 10 min.

3.3.3 Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro

Antes de dar início ao mapeamento foram marcadas algumas visitas dentro de outras unidades de negócio da empresa com o intuito de realizar o *benchmarking*. Toda a equipe envolvida no foi obrigada a participar da visita a duas outras fábricas.

Decidiram-se ainda, antes do mapeamento futuro, algumas oportunidades para aplicação da filosofia Kaizen, que serão implantadas uma por uma, seguindo ordem de prioridade definida pela equipe e pela alta direção.

Assim, iniciou-se a etapa do Mapeamento de Estado Futuro, auxiliando na criação de um fluxo de valor otimizado e principalmente na eliminação dos desperdícios da unidade.

Para se criar o estado futuro foram utilizadas algumas ideias do *benchmarking* partindo do mesmo processo na criação do estado atual, que deu início nas atividades em campo.

Nesta etapa a equipe foi reunida novamente para criar um novo processo, um novo fluxograma, para a manutenção e reparo das máquinas. O grupo foi constantemente questionado sobre o funcionamento das novas proposições, para que se questionassem ao mesmo tempo sobre o sucesso do mapa.

Questionamentos estes que também geraram discussões sobre o funcionamento do fluxo, resultando num mapeamento passível de sucesso, pois foram aceitos por todos como um resultado fácil de ser aplicado e executado.

O mapa pode ser visto na Figura 7.

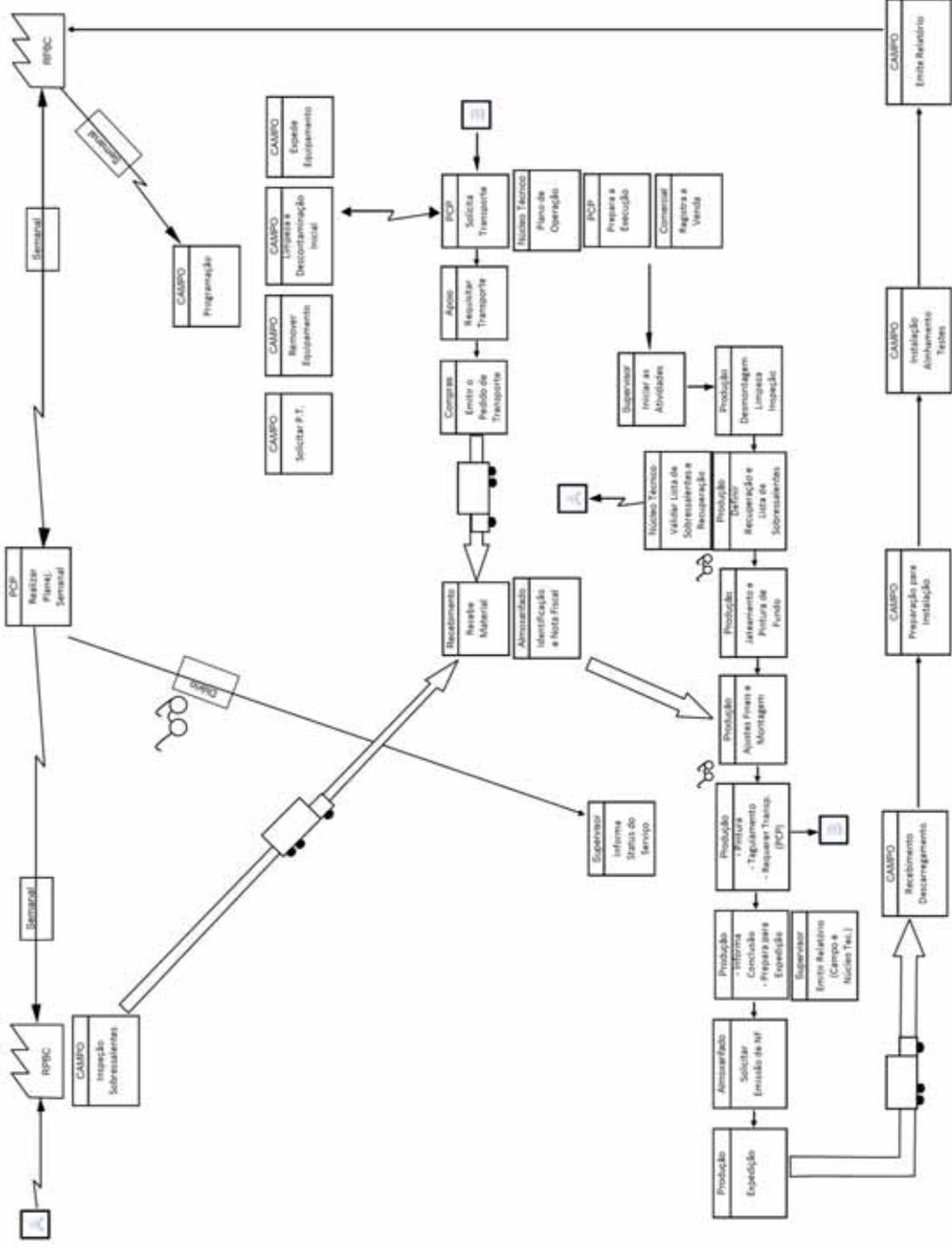


Figura 7: Mapa de Estado Futuro.
Fonte: O Autor.

3.3.4 Melhoria Contínua

No *benchmarking* foram analisados, principalmente, as ferramentas de produção enxuta e as práticas Kaizen que estavam sendo utilizadas. Dentre todas, algumas se destacaram e chamaram a atenção da equipe, tais como:

- Locais bem definidos para execução das atividades;
- Local definido para estocagem;
- Reuniões matinais diárias;
- Estrutura da Boutique da Qualidade;
- Código de barras para plano de operação e recebimento das máquinas;
- Totem com informações dos projetos em execução;
- Identificação de cilindros de gás (para cheio e vazio);
- Identificação de Prateleiras com localização bem definida;
- Layout para fluxo contínuo da peça;
- Indicadores de desempenho;
- Comprometimento dos colaboradores na execução dos projetos; e
- Programa 5S e CCQ (Círculo de Controle de Qualidade).

As oportunidades de análise e implementação das ferramentas e melhorias, para se gerar fluxo contínuo dentro da organização e prover a melhoria contínua, que foram definidas antes e após o mapeamento do estado futuro, são, em ordem prioritária, como segue:

1. PCP e Campo - Programação Semanal
2. Plano de Operação
3. Produção (Desmontagem, Limpeza, Inspeção, Ajustes e Montagem)
4. Recebimento e Expedição
5. Processo de Campo
6. Definição de Sobressalentes
7. Almojarifado
8. Vendas

9. Pintura e Tagueamento
10. Faturamento
11. Solicitação e Aprovação de Requisição
12. Compras

A ordem de importância foi escolhida não só pela alta direção, mas também pela equipe de colaboradores envolvidos. O consenso geral foi importante para mostrar a análise crítica de cada um e destacar os processos que realmente estavam defeituosos.

Um agendamento será proposto para o estudo de cada uma destas 12 oportunidades para analisar os possíveis pontos de melhoria. O fato de não ser possível estudá-las de imediato deve-se, além de serem estudos precisos e dedicados, às disponibilidades de cada setor para dedicarem uma semana contínua de trabalho.

Para auxílio imediato, foram definidas algumas atividades que irão ajudar nas melhorias. A mais importante e aceita pela equipe foi a definição de uma reunião diária para esclarecimentos sobre os projetos em execução e os que irão começar.

Estas reuniões deverão ser breves e realizadas em pé, na oficina, com os responsáveis de cada área envolvida nos projetos. Uma mesa alta e uma lousa serão disponibilizadas próximas ao local definido, onde deverão definir os responsáveis por cada atividade e uma data limite para realização da mesma.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho procurou apresentar, principalmente, o Mapeamento do Fluxo de Valor como uma ferramenta fundamental para o planejamento da implantação da produção enxuta em uma cadeia de valor.

Diferentemente de um sistema de produção, onde o produto segue por etapas definidas para sua conclusão, na oficina não há uma sequência de etapas que se repetem em todas as máquinas. Assim, demonstra-se a possibilidade de aplicação das ferramentas em um sistema diferente do abordado na produção enxuta.

Não foi apresentado somente o Mapeamento do Fluxo de Valor e as demais ferramentas do Sistema de Produção Enxuta em um roteiro simples e hipotético como realizado em outras literaturas, mas objetivou-se propor uma sequência lógica e concreta onde as ferramentas foram explicadas e suas respectivas aplicações evidenciadas nos pontos onde realmente agregariam valor ao processo.

Destaca-se neste projeto a extrema funcionalidade de ensinar os colaboradores a utilizar as ferramentas de produção enxuta, bem como suas diversas divisões de aplicação e resultados. Fez-se então, com que se sentissem motivados e confortáveis para a implementação de um programa de melhoria em suas próprias áreas e livres para identificar pontos críticos em outras.

Outro ponto importante no projeto foi a dedicação da alta direção, acompanhando o projeto em todas as suas etapas, inserindo comentários importantes em cada discussão e, o mais importante, cobrando de cada colaborador a dedicação para o sucesso do programa de melhoria.

E ainda, o *Black-Belt* em *Six Sigma* foi de suma importância, pois auxiliou nos momentos de maior dificuldade do projeto, expondo conhecimentos e ideias e também coordenando o projeto quando este perdia o foco.

O *benchmarking* foi muito importante para alertar os colaboradores dos novos e diferentes processos, pois estes estavam demasiadamente acostumados com o próprio trabalho, não visualizando oportunidades de melhoria, menos ainda criando ideias ou soluções para resolução de problemas.

O que deve ficar claro é que o Mapeamento do Estado Futuro apresentado não deve significar o fim do trabalho, mas sim o início de um processo de melhoria contínua que certamente vai demandar novos estados futuros, cada vez melhores e mais enxutos.

Pequenas melhorias foram aplicadas para obter rápidos resultados. O trabalho conclui assim na etapa *Act* do PDCA, porém o ciclo irá continuar com as oportunidades criadas na elaboração de melhoria contínua.

A semente da melhoria contínua foi estabelecida dentro da empresa e em cada colaborador, os quais passarão a enxergar oportunidades de melhoria e os desperdícios, implantando por si sós as novas ideias.

Vale ressaltar a dedicação e confiança dos colaboradores para a realização do trabalho. Colaboradores estes que além do aprendizado com o programa ajudarão com melhorias dentro desta e qualquer outra organização.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUKAL, G. **Crie uma empresa enxuta**. Excelência Six Sigma – Banas Qualidade, Abr. 2003. Disponível em: <www.banasqualidade.com.br>. Acesso em 30 de Julho de 2011.

BRUNT, D.; BUTTERWORTH, C. **Waste elimination in lean production – A Supply Chain Perspective**. Dusseldorf: ISATA, 1998.

CARPI, A. R.O.; DUARTE, C.; VOTTO, R.C.G. **Sustentabilidade Ambiental: filosofia lean para agregar valor ao negócio**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola Superior de Química, Faculdades Oswaldo Cruz, São Paulo. 2008. 94 f.

CHECKLAND, P.; HOLWELL, S. Action Research: its Nature and Validity. *Systems Practice and Action Research*, v. 11, n. 1, p. 9-21, 1998. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k7m250h673080x4t/fulltext.pdf>>. Acesso em 04 de Outubro de 2011.

CHIAVANETO, I. **Administração de Produção** – Uma abordagem Introdutória. 2ªed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2008.

DEMING, W. **Qualidade: a Revolução da Administração**. Marques Saraiva: Rio de Janeiro. 1990.

EDEN, C.; HUXHAM, C. **Action Research for Management Research**. *British Journal of Management*, v. 7, p. 75-86, 1996. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00107.x/pdf>>. Acesso em 04 de Outubro de 2011.

FERNANDES, P.M.P.; RAMOS, A.W. **Considerações sobre a integração do Lean Thinking com o Seis Sigma**. In.: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza, Ceará. Fortaleza: UNIFOR, 2006. 7 p.

FERNANDES, S.T. **Integração dos programas de melhoria Lean Manufacturing e Six Sigma aplicados à logística de transporte de produtos de uma indústria**

metalúrgica. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. 2008.115f.

FERREIRA, A. A. **Gestão empresarial:** de Taylor aos nossos dias: evolução e tendências da moderna administração de empresas/ Ademir A. Ferreira, Ana C. F. Reis, Maria I. Pereira. São Paulo: Pioneira. 1997.

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

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Os 5 Princípios do Lean Thinking (Mentalidade Enxuta).** Disponível em: <http://www.lean.org.br/5_principos.aspx>. Acesso em 04 de Agosto de 2011.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção:** além da produção de larga escala. Porto Alegre: Bookman Companhia, 1997.

OHNO, T. **Toyota Production System:** Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1988. 186p.

PINTO, J. P. **Pensamento Lean.** Comunidade Lean Thinking, Set. 2009. Disponível em: <http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/pensamento-lean> Acesso em 31 de Julho de 2011.

RODRIGUES, S. A.; PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos como um novo modelo competitivo: um estudo empírico.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., ENEGEP. Anais... Gramado, RS, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999. 114 p.

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

SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas. 1999.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1997

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A. **A Máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 1992.

XC CONSULTORES LDA. **Soluções Lean Manufacturing**. 2010. Disponível em: http://www.xcconsultores.pt/cms_xc/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=93&lang=en. Acesso em 15 de Agosto de 2011.