

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA**

Maurice Horst

**MÉTODO DE DIAGNÓSTICO PARA APOIO À IMPLANTAÇÃO
DA CADEIA DE AJUDA EM EMPRESAS DE MANUFATURA
COM PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO AUTOMÁTICOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Abelardo Alves de Queiroz, Ph.D.

Florianópolis
2012

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

H819m Horst, Maurice

Método diagnóstico de apoio a implantação a cadeia de ajuda no setor metal mecânico [dissertação] : um estudo de caso / Maurice Horst ; orientador, Abelardo Alves de Queiroz. - Florianópolis, SC, 2011.

1 v.: il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Inclui referências

1. Engenharia mecânica. 2. Empresas - Processo decisório. 3. Qualidade dos produtos. I. Queiroz, Abelardo Alves de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. III. Título.

CDU 621

Maurice Horst

**MÉTODO DE DIAGNÓSTICO PARA APOIO À IMPLANTAÇÃO
DA CADEIA DE AJUDA EM EMPRESAS DE MANUFATURA
COM PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO AUTOMÁTICOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Mecânica” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 24 de Fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Júlio Cesar Passos
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Abelardo Alves de Queiroz, Ph.D
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Eng. Silene Seibel
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter
Universidade Federal de Santa Catarina

*Dedico este trabalho aos meus pais
Hilário e Beatriz*

AGRADECIMENTOS

Muitos são os agradecimentos que deveria tecer no que se refere à elaboração desta dissertação e é certo que não citarei todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para esse trabalho. Esse fato não reduz meu reconhecimento sobre a importância do apoio recebido.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, aos meus pais, irmão e familiares, por me ensinarem a vida e por me darem todo suporte necessário para chegar até aqui. Agradeço também a minha namorada Camila Lacerda, por toda compreensão e apoio nos momentos difíceis.

Agradeço a meu orientador, prof. Abelardo, que esteve sempre presente e disposto a guiar o trabalho com seu amplo conhecimento. Um agradecimento especial também a prof^a. Silene, a qual deu uma orientação muito prática e foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho. Agradeço o apoio fornecido.

Sou grato também pela oportunidade oferecida pela empresa onde realizei meu estudo de caso, e agradeço especialmente a oportunidade de estudar, tendo algumas vezes de me ausentar da empresa, gentilmente cedida pelos senhores Edi Carlos e Luiz C. Rocha.

Gostaria ainda de agradecer a alguns amigos, como Roberto Wolf, por sua amizade, ensinamentos e apoio no desenvolvimento desse trabalho, além das amigas Lívia e Marina. Agradeço também aos amigos Brian, Eduardo K, Rossi, Galva e Reginaldo pelos momentos de descontração, amizade e apoio, que certamente, contribuíram para que eu pudesse seguir em frente.

Agradeço ao GETEQ por todo apoio fornecido e por fim, a todos que contribuíram de alguma forma nesse trabalho, ou ainda, contribuíram nas atividades acadêmicas anteriores que me guiaram a esse resultado. Muito obrigado!

“Ama-se mais o que se conquista com esforço”

Benjamin Disraeli

RESUMO

Neste trabalho, desenvolve-se um método diagnóstico de auxílio à tomada de decisão para a implantação da cadeia de ajuda, de modo a medir o nível de estabilidade da empresa por meio de práticas consideradas básicas para sua implantação. Este tema é motivado pela experiência de implantação desta ferramenta em uma empresa do setor metal mecânico. Empresas que trabalham com grandes volumes e produtos de baixo valor agregado necessitam ter uma boa eficiência de seus sistemas produtivos para que não haja interrupções e consequentemente redução de sua produtividade, fator chave de competitividade em nível global. A implantação da cadeia de ajuda deve fazer parte de um processo com alguma estabilidade básica evidenciada pelas práticas de Manutenção Produtiva Total, visto que cadeia de ajuda é uma rede constituída de setores operacionais e de apoio da empresa com a finalidade de manter a disponibilidade, a qualidade e a eficiência dos meios de produção através de padrões para o disparo de alarmes e de medidas emergenciais. A utilização destas ferramentas alinhadas ao programa *lean* da empresa permite o aumento da estabilidade básica das operações produtivas no chão de fábrica, além de aumentar a produtividade dos equipamentos. Por este motivo, esta dissertação mostrará como a empresa “A” faz a gestão do pilar de manutenção autônoma, do programa TPM, visto que o disparo do pedido de ajuda pelo acionamento da cadeia é justamente iniciado pelo operador da máquina, e que qualifica o operador dando a ele o sentimento de propriedade do equipamento e autorização para disparar a chamada das áreas de apoio para o trabalho de restabelecimento do fluxo produtivo. Neste sentido, comprovaremos de forma prática os ganhos obtidos aplicando e fundamentando sua base teórica. Na sequência do estudo de caso da implantação da cadeia de ajuda pela empresa A, este trabalho mostrará o método diagnóstico de apoio à implantação da cadeia de ajuda, cujo objetivo é permitir que as empresas avaliem as condições existentes na operação e avaliar como e quando implantar a cadeia de ajuda, de forma a melhorar a estabilidade básica, condição para estabelecimento de fluxo contínuo de produção, essencial para altos índices de OEE.

Palavras-chave: cadeia de ajuda, manutenção autônoma, OEE, estabilidade básica, Método diagnóstico, operador.

ABSTRACT

In this work, we develop a diagnostic method to aid a decision making for the implementation of the Help Chain, in order to measure the level of stability of the company through practices that are considered basic for its implementation. This topic is motivated by the experience of implementation of this tool in a metal mechanic company. Companies which work with large volumes and low value added products need to have a good efficiency of their production systems to avoid any interruptions and consequently reduce their productivity, a key factor of global competitiveness. The implementation of the Help Chain should be part of a process with minimal basic stability evidenced by the practices of Total Productive Maintenance, since Help Chain is a network of operating business and support the company with the purpose of maintaining the availability, quality and efficiency of production through standards for fire alarms and emergency measures. The use of these tools aligned to the company's Lean program, increases the stability of the basic production operations on the factory floor, and generate increased productivity of the equipment. For this reason, this dissertation will show how the company manages the autonomous maintenance pillar of TPM, since the beginning of a help request is just started by the machine operator, and that qualifies the operator giving him the feeling of ownership of equipment and permission to call the areas of support for the work and restoring the production flow. The efficiency indicator shown is OEE. In this sense, we will prove the gains obtained by applying practical and basing its theoretical basis. Following the case study of the implementation of Help Chain for the company, this paper will show the diagnostic method to support implementation of the Help Chain, which goal is to allow companies to evaluate if there are conditions in the operation, and evaluate how and when to implement Help Chain to improve basic stability, which is condition for the establishment of continuous flow production, essential for high levels of OEE.

Keywords: Help Chain, Autonomous maintenance, OEE, Basic Stability, Diagnostic Method, operator.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A Casa do Sistema Toyota de Produção.....	16
Figura 2 - Estrutura das Perdas no Equipamento.	28
Figura 3 - Exemplo de <i>Andon</i>	34
Figura 4 - Sequência de Acionamento da cadeia de ajuda.	38
Figura 5 - Exemplo de cadeia de ajuda.	40
Figura 6 - Matriz de Versatilidade.	42
Figura 7 - Quadro de Acompanhamento.	43
Figura 8 - Fases da MA.	60
Figura 9 - Exemplo de Etiqueta P.	61
Figura 10 - Exemplo de Padrão Provisório.	63
Figura 11 - Exemplo de Padrão Provisório.	63
Figura 12 - Plano de Reação Rápida.	66
Figura 13 - RAAT.	69

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Quadro de Desvios Diários.....	68
Quadro 2 - Peso por Atributo.....	78
Quadro 3 - Detalhamento dos Atributos de Avaliação.	84
Quadro 4 - Ações necessárias para implantar cadeia de ajuda.....	90
Quadro 5 - Aplicação do diagnóstico.....	91
Quadro 6 - Indicadores de <i>Performance</i>	96
Quadro 7 - Medidas de Progresso.	96
Tabela 1 - Pontuação do objeto.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4M's – Materiais, Método, Mão de obra, Máquina
AMS – *Anomaly Management System*
CCQ – Círculo de Controle da Qualidade
JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*
JUSE – Associação Japonesa de Manutenção na Fábrica
LPP – Lição ponto a ponto
MA – Manutenção autônoma
MP – Manutenção Preventiva
MSP – Manutenção do Sistema de Produção
OEE – *Overall Equipment Effectiveness*
PDCA – *Plan, Do, Control, Act*
PM – Prevenção de Manutenção
POPs – Procedimentos Operacionais Padrão
RAAT – Relatório de Análise de Anomalias no Turno
TMF – Tempo Médio entre Falhas
TPM – *Total Productive Maintenance*
WIP – *Work in Process*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	19
1.2.1 Objetivo geral.....	19
1.2.2 Objetivos específicos	19
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	19
2 FUNDAMENTOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 A EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)	21
2.2 A MELHORIA DA ESTABILIDADE BÁSICA	24
2.3 O VALOR DO EQUIPAMENTO NO PROCESSO PRODUTIVO	24
2.4 TPM	24
2.4.1 Pilares do TPM.....	28
2.4.1.1 Melhoria individual dos equipamentos	28
2.4.1.2 Manutenção autônoma	29
2.4.1.3 Manutenção planejada.....	30
2.4.1.4 Educação e treinamento	30
2.4.1.5 Controle inicial do equipamento	31
2.4.1.6 Manutenção com vistas à melhoria da qualidade.....	31
2.4.1.7 Gerenciamento	32
2.4.1.8 Segurança, higiene e meio ambiente	32
2.5 A CADEIA DE AJUDA	32
2.5.1 Sistema Andon.....	33
2.5.2 Etapas para implementação da cadeia de ajuda	36
2.5.3 Sequência típica de ações.....	36
2.5.4 Sistemática da cadeia de ajuda	41
2.5.5 Métodos de resolução de problemas em cadeia de ajuda	43
2.6 EVENTOS <i>KAIZEN</i>	45
2.7 OS 4 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA MANUFATURA EM SEU PAPEL ESTRATÉGICO	46
2.8 COMENTÁRIOS FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 2	48
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	51
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	51
4 ESTUDO DE CASO – IMPLANTAÇÃO DA CADEIA DE AJUDA NA EMPRESA A.....	55
4.1. A EMPRESA.....	55
4.2 IMPLANTAÇÃO DO TPM	56
4.2.1 Relação da Implantação da Manutenção Autônoma (MA) com a cadeia de ajuda.....	58
4.3 A IMPLANTAÇÃO DA CADEIA DE AJUDA	64

4.4 RESULTADOS OBTIDOS.....	71
4.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	72
5 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO PROPOSTO	75
5.1 DIAGNÓSTICO	77
5.1.1 Organização do local de trabalho	81
5.1.2 Possui uma gestão visual na fábrica	81
5.1.3 Realiza suas tarefas de forma padronizada	81
5.1.4 Possui indicador de eficiência operacional confiável.....	81
5.1.5 Utiliza um método de solução de problemas	81
5.1.6 Tem cultura <i>kaizen</i> - Melhoria contínua	82
5.1.7 Possui uma manutenção básica	82
5.1.8 Possui uma manutenção avançada	82
5.1.9 Possui estabilidade básica - Máquina	82
5.1.10 Possui apoio da alta direção	83
5.1.11 Registro dos atributos	83
5.2 ANÁLISE DO ESTADO ATUAL E PROGNÓSTICO	88
5.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO	90
5.4 INDICADORES PARA MEDIR CADEIA DE AJUDA.....	95
5.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	97
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	99
6.1. O ESTUDO DE CASO.....	99
6.2 O MÉTODO DE DIAGNÓSTICO	100
6.3 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS	100
6.4 REFLEXÕES SOBRE A CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA.....	102
6.5 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS .	103
REFERÊNCIAS	105

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A abertura da economia ao mercado internacional e a forte concorrência nas duas últimas décadas resultaram para a indústria brasileira em uma maior exposição às leis do mercado, fazendo com que a oferta de produtos estrangeiros superasse a demanda. As empresas passaram a ter necessidade de investir em melhoria da competitividade de seus processos produtivos.

O livro “A Máquina que Mudou o Mundo” apresentou muitos dados de *benchmarking* para mostrar que existe uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos com clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, uma abordagem na qual a Toyota foi a pioneira após a Segunda Guerra Mundial. Foi chamada essa abordagem de produção enxuta (*lean manufacturing*), pois se trata de uma forma de fazer mais com cada vez menos (WOMACK e JONES, 1998).

O foco da produção enxuta é a eliminação do desperdício, envolvendo mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de manufatura utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos (OHNO, 1997). O que é uma empresa enxuta, é reforçado por Liker e Meier (2007), onde comenta que a empresa precisa de um modo de pensar que se concentre em fazer o produto fluir através de processos ininterruptos de agregação de valor, um sistema puxado que parta da demanda do cliente, reabastecendo somente o que a operação seguinte for consumir em curtos intervalos, e uma cultura em que todos lutem continuamente para a melhoria (LIKER e MEIER, 2007).

Neste sentido, é fundamental o aumento do valor fornecido aos clientes. Muitas empresas tentam criar fluxo, mas não conseguem “tração” suficiente. Há muitas razões para este pouco progresso. Liderança insuficiente, falta de recursos ou baixo comprometimento são alguns dos motivos mais comuns. Porém, uma falha negligenciada e muito comum é a falta de estabilidade básica nas operações de manufatura. Em suma: não há fluxo porque equipamentos chave estão frequentemente quebrados ou tem baixa disponibilidade (SMALLEY, 2005).

Estabilidade básica, na forma mais simples, implica na previsibilidade e disponibilidade em relação à mão de obra, máquinas, materiais e métodos, os 4M's. Sem disponibilidade de máquinas e recursos humanos adequados, a empresa não consegue operar suas

linhas de produção e estabelecer fluxo contínuo, de acordo com o tempo *takt* (SMALLEY, 2005). Produzir em ritmo de acordo com o *takt* pressupõe que o nível de disponibilidade das máquinas está adequado. O mesmo é verdade para os demais M's. O termo *takt time* vem do alemão, onde *takt* significa compasso, ritmo. É o tempo disponível de produção dividido pelo grau de necessidade do cliente. O *takt time* estabelece o ritmo da produção para corresponder ao grau de necessidade do cliente e torna-se a "pulsção" de qualquer sistema *lean*.

É comum ocorrer problemas de produção devido a desajustes e quebras de máquina, falta de material, métodos informais não documentados e mão de obra insuficientemente treinada.

O problema da baixa estabilidade de equipamentos causa, entre outros, uma produção de baixa qualidade, aquém das metas de volume, além de altos estoques, horas extras e atrasos na entrega. Esta pesquisa está voltada para empresas com produção mecanizada (basicamente centrada em equipamentos), produzindo peças ou produtos acabados chamadas de *commodities*. *Commodities* é uma palavra de língua inglesa, usada como referência aos produtos com pequeno grau de industrialização, de qualidade quase uniforme, produzido em grandes quantidades e por diferentes produtores).

O Sistema Toyota de Produção é representado frequentemente pela “casa da Toyota”, onde na sua base está a estabilidade, e os seus pilares são o *jidoka* e *just-in-time* (figura 1).

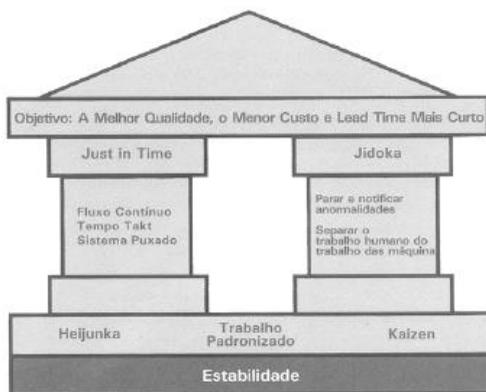


Figura 1 - A Casa do Sistema Toyota de Produção.

Fonte: Marchwinski e Shook, 2003.

Processos mecanizados caracterizam-se em geral por um volume alto de produção (grandes lotes) e peças/componentes de baixo valor agregado, e por isso as empresas precisam trabalhar com um custo unitário baixo, qualidade conforme a especificação do projeto e alta utilização da capacidade produtiva instalada. É o caso de processos de conformação, trefiladoras, laminadoras, injeção de plástico, etc, onde prensas ou injetoras, por exemplo, trabalham em golpes ou bateladas para fabricação do produto, operados logicamente pela mão de obra direta, mas não é esta mão de obra que manuseia o produto.

Trata-se, portanto, de uma produção intensiva em capital, com um grupo fabril de máquinas geralmente caras e dispostas em um *layout* por processo. Equipamentos que na maioria das vezes requerem precisão no processo de transformação, onde uma pequena folga ou desalinhamento de algum elemento mecânico do equipamento pode acarretar em grandes quantidades de refugo e horas de equipamento parado, além de demandar grande esforço e custo da equipe de manutenção para reparos corretivos.

O aumento da eficiência do equipamento traz consigo o aumento da produtividade, gerando o máximo de *output* (resultados) com o mínimo de *input* (custo). Eliminar as perdas que prejudicam a eficiência do equipamento é de grande importância para o sistema de produção. Para obter a máxima eficiência do equipamento é necessário desenvolver sua função e capacidade ao máximo. Se as perdas que prejudicam a eficiência do equipamento forem eliminadas, eleva-se a confiabilidade na taxa de utilização do equipamento de modo a facilitar a programação e garantir o cumprimento dos programas de produção.

O estudo de caso deste trabalho se desenvolveu em uma grande empresa produtora de equipamentos de refrigeração para a indústria de produtos eletrodomésticos e de refrigeração comercial, que possui linhas de montagem com capacidade aproximada de fabricar 60.000 produtos por dia, e por isso a empresa precisa de uma estabilidade de seus equipamentos de produção para que não haja interrupções e consequentemente redução de sua produtividade, fator chave de competitividade a nível mundial.

Será descrito no capítulo 4 um resumo dos passos seguidos pela empresa A para melhorar sua estabilidade básica e tentar obter a máxima eficiência de seus equipamentos, tendo iniciado seus esforços na década de 1980 com a implantação da Garantia da Qualidade, passando pela década de 1990 aos dias atuais com a constante motivação em eliminar desperdícios de fábrica, mudando a cultura das pessoas e implantando ferramentas de melhoria de seus processos. Uma

das ferramentas implantadas pela empresa nos últimos 2 anos, e foco do estudo nesta dissertação, é a ferramenta cadeia de ajuda.

O estudo de caso tratará os passos seguidos pela Empresa para implantar a cadeia de ajuda, um caso de melhorias evidentes em termos de aumento de produtividade com redução do *leadtime* produtivo, estoques e eliminação de horas extras.

Para replicar esta experiência de implantação, foi desenvolvido nesta dissertação um método diagnóstico para o planejamento de implantação desta ferramenta, ou seja, um método de planejamento para as empresas identificarem se possuem ou não condições básicas de estabilidade para implantar cadeia de ajuda.

A implantação de cadeia de ajuda exige que o processo industrial tenha uma estabilidade operacional consolidada por práticas de manufatura enxuta em nível de manutenção dos recursos de produção, de treinamento de pessoal, de métodos de resolução de problemas e de gestão de fornecedores. Realizar um correto diagnóstico do grau de implantação das ferramentas citadas pode auxiliar o sucesso da implantação da cadeia de ajuda. A identificação de atributos para qualificar o grau de desenvolvimento das diferentes ferramentas pode auxiliar a representar a realidade da empresa de uma forma clara e uma hierarquia para priorizar que ferramentas são mais importantes deve ser estabelecida. Sendo assim, o diagnóstico é a ferramenta que pode auxiliar a elevar a assertividade da implantação da cadeia de ajuda. Além disso, o diagnóstico vai identificar se as práticas consideradas básicas para implantar a cadeia de ajuda, a serem descritas no capítulo 5, estão implantadas e em funcionamento, e que deficiências estão presentes e que precisam ser corrigidas, para na sequência implantar cadeia de ajuda.

Pergunta de pesquisa: como um método de diagnóstico para auxílio à implantação da cadeia de ajuda contribui para o aumento da estabilidade básica?

- a) Hipótese 1: O estabelecimento do método diagnóstico auxilia as empresas para implantar cadeia de ajuda;
- b) Hipótese 2: A relação entre manutenção autônoma e cadeia de ajuda contribui para aumento de OEE.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um método de diagnóstico para orientar empresas no planejamento da implantação da ferramenta de cadeia de ajuda.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar como as perdas operacionais dos equipamentos acontecem no processo produtivo e suas várias causas, e como a participação direta de quem opera o equipamento ajuda a aumentar a sua disponibilidade;
- b) Desenvolver critérios de pesos e notas no método para orientar a implantação da cadeia de ajuda, e consequentemente reduzir perdas, gerando agilidade na resolução dos problemas de paradas, reduzindo assim os tempos de paradas não planejadas;
- c) Apresentar as etapas e critérios necessários para aplicação do método.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O presente capítulo introdutório apresentou o tema de estudo proposto, justificando sua importância com base em caso prático e sua possível disseminação em outras indústrias. O objetivo geral e os objetivos específicos foram listados.

Capítulo 2 – Fundamentos e Revisão Bibliográfica: Apresenta uma revisão dos conceitos relativos à cadeia de ajuda, TPM e OEE, com o objetivo de dar subsídios ao entendimento do trabalho.

Capítulo 3 – Metodologia da pesquisa: Apresenta a classificação da pesquisa, quanto à sua natureza, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos. Fontes de evidências para tratar o estudo de caso.

Capítulo 4 – Estudo de caso de implantação de cadeia de ajuda na empresa A: Apresenta o histórico da empresa em busca da qualidade de seus produtos e estabilidade de seus processos. O capítulo mostra a aplicação do pilar da manutenção autônoma e os passos da

aplicação da cadeia de ajuda na empresa A. Resultados obtidos e conclusões do capítulo.

Capítulo 5 – Método diagnóstico proposto: Apresenta o método diagnóstico de auxílio à tomada de decisão para implantar cadeia de ajuda, baseado no estudo de caso no capítulo 4. Identifica as etapas do método com tabelas, assim como as práticas consideradas básicas e os critérios de pontuação. Em seguida o prognóstico e indicadores para medir a eficácia da cadeia de ajuda, além das conclusões do capítulo.

Capítulo 6 – Considerações finais e recomendações: Apresenta as principais contribuições deste trabalho para a academia e empresas afins. Por fim, são sugeridos alguns temas para futuros estudos sobre o assunto.

2 FUNDAMENTOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo faz-se uma revisão bibliográfica dos temas abordados no capítulo 1, aprofundando conceitos sobre TPM, cadeia de ajuda e OEE. Além destes, é dada uma breve explicação complementar, sobre os métodos de resolução de problemas, os eventos *gemba kaizen* e os quatro estágios de desenvolvimento da manufatura.

2.1 A EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)

Somente por meio de uma função de manufatura saudável é possível cumprir as metas e objetivos estratégicos definidos pela organização. Por esse motivo, a medição do sistema de manufatura vem se tornando de grande importância para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua desses sistemas (SLACK, 2002).

A principal justificativa para medir eficazmente o rendimento dos equipamentos está apoiada na dificuldade de analisar as condições reais de utilização dos recursos produtivos, devido à falta de métodos e ferramentas adequadas. Estas dificuldades tendem a impedir a adequada utilização desses recursos que tem caráter estratégico na busca de redução de custos e de investimentos, bem como na melhoria da produtividade dos equipamentos e qualidade de seus produtos (CHIARADIA, 2004).

O índice de eficiência global de equipamentos (OEE), que no inglês se lê *Overall Equipment Effectiveness* originário da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total), é um sistema de medição de manufatura que busca revelar alguns importantes custos escondidos na empresa, é utilizado para identificar as áreas que necessitam de melhorias, bem como serve como *benchmarking* para quantificar as melhorias obtidas nos equipamentos (NAKAJIMA, 1989).

Segundo Jonsson e Lesshammar (1999), o OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias bem como pode ser utilizado como *benchmarking*, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linhas de produção ao longo do tempo. A análise do OEE e *output* de um grupo de máquinas de uma linha de produção ou de uma célula de manufatura permitem identificar o recurso com menor eficiência, possibilitando, desta forma, focalizar esforços nesses recursos. Conforme Ljungberg (1998), antes do advento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no super dimensionamento de capacidade.

A importância da plena utilização dos equipamentos é evidenciada pelo crescente interesse das empresas na implantação de indicadores de controle da eficiência global de equipamentos (OEE). Medir o OEE tem revelado resultados positivos para empresas do grau de utilização de seus ativos produtivos. Metodologias de melhoria contínua do OEE têm-se disseminado nas empresas no passado recente, em variações mais ou menos abrangentes do TPM.

O OEE é resultado da multiplicação de três parcelas que são a disponibilidade, *performance* e qualidade, as quais englobam as 6 grandes perdas dos equipamentos, a ver na metodologia TPM adiante neste capítulo.

O índice de disponibilidade está relacionado às perdas, que são: quebra ou falha do equipamento, e *setup* e ajustes para troca do modelo a ser fabricado. Este índice representa a relação entre o tempo efetivo que o mesmo ficou em operação e o tempo total disponível do equipamento.

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo planejado de operação}} \quad (1)$$

O índice de performance é influenciado somente pela velocidade reduzida do equipamento, ou seja, quando o equipamento está trabalhando abaixo da velocidade em que foi especificado, e por ociosidade e pequenas paradas onde o próprio operador faz a correção do equipamento. Apresenta uma relação entre o total de peças produzidas real e teórico, levando em consideração o tempo de ciclo. Ou seja, avalia o ritmo de produção do equipamento.

$$\text{Performance (\%)} = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\left(\frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Total de peças produzidas}} \right)} \quad (2)$$

O índice de qualidade contempla as perdas por problemas de qualidade, ou seja, quando o equipamento produz sucatas e por queda de rendimento ou *startup*, que é o tempo que o equipamento leva para retomar ao seu regime normal depois de um tempo de paradas.

Este terceiro índice que compõe o OEE refere-se à geração de produtos defeituosos, que resultam em refugo ou retrabalhos. Este índice pode ser obtido através da equação.

$$Qualidade (\%) = \frac{Peças\ boas}{Total\ de\ peças} (3)$$

Eficiência Global do Equipamento (OEE): O indicador OEE é o produto dos três índices relacionados acima, disponibilidade, performance e qualidade. Este índice pode ser obtido através da equação.

$$OEE (\%) = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade (4)$$

De acordo com Nakajima (1989), um OEE de 85% deve ser buscado como meta para os equipamentos.

Naturalmente, cada unidade de produção é diferente. Por exemplo, se uma planta tem um ativo programa de qualidade *six sigma*, a empresa não pode estar satisfeita com uma taxa de qualidade da primeira execução de 99,9%.

Estudos mundiais indicam que a taxa média de OEE em plantas industriais é de 60%. Um *World Class* OEE é considerado como 85% ou melhor. Claramente, há espaço para melhoria na maioria das fábricas (*World Class* OEE, 2010).

Hansen (2006) destaca que valores menores que 65% são inaceitáveis e a empresa está desperdiçando dinheiro. Entre 65% e 75% é aceitável somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando. Entre 75% e 85% é muito bom, porém deve-se buscar os níveis de classe mundial que é maior que 85% para processos em lotes e maior que 90 % para processos discretos e contínuos. Indústrias de fluxo contínuo devem ter valores de OEE de 95% ou superior (HANSEN, 2006).

Percebe-se então que valores altos de OEE em indústrias de processo são consequência de uma produção estável, a qual se caracteriza por possuírem métodos claros e robustos para rapidamente resolver todos os problemas ocorrentes (KAMADA, 2007).

A identificação das perdas é a atividade mais importante no processo de cálculo do OEE. A limitação da empresa em identificar suas perdas impede que se atue no restabelecimento das condições originais dos equipamentos, impedindo de se alcançar a eficiência global, conforme estabelecido quando o equipamento foi adquirido ou reformado.

2.2 A MELHORIA DA ESTABILIDADE BÁSICA

Este tópico tem como objetivo fornecer a fundamentação teórica da manutenção produtiva total - TPM como ferramenta de trabalho para aumentar a produtividade através da diminuição no tempo de espera na fila de um item pela redução de problemas de qualidade de operação, contribuindo para eliminar as paradas não planejadas de equipamentos.

2.3 O VALOR DO EQUIPAMENTO NO PROCESSO PRODUTIVO

Um elo normalmente aberto nas empresas que buscam atingir o *status* de manufatura classe mundial é a falta de atenção às atividades de manutenção dos equipamentos. Mirshawka (1991) afirma que, da mesma forma que a qualidade deve ser buscada na fonte e não pela inspeção, a quebra zero de máquinas pode ser conseguida apenas na fonte, isto é, na máquina. Neste sentido, afirma o autor:

Se uma empresa desejar efetivamente a sobrevivência, em vista da contínua melhoria da concorrência, o caminho a trilhar é sem dúvida o da intensificação das atividades de manutenção para se alcançar a excelência na manufatura. Dessa maneira, para se tornar competitiva em manufatura, todas as quebras, problemas de paralisação de máquinas não planejados precisam ser eliminados (MIRSHAWKA, 1991 *apud* AMARAL, 2003, p. 29).

Segundo Xenos (1998), inúmeras vezes o mau desempenho dos equipamentos se deve ao relacionamento ruim e conflitos entre os departamentos de produção e de manutenção, sendo essencial um trabalho conjunto para a melhoria dos resultados do equipamento relacionado às paradas não planejadas.

2.4 TPM

Para aumento do OEE, a metodologia *lean* prega o uso de uma ferramenta, a qual originou o OEE, trata-se da manutenção produtiva total (TPM). A TPM busca a conquista da quebra zero / falha zero de equipamentos. Um equipamento sempre disponível e em perfeitas condições de uso propicia elevados rendimentos operacionais, diminuição dos custos de fabricação e redução do nível de estoque. A

melhoria da *performance* de trabalho é indiscutível (NAKAJIMA, 1989). Trata-se da manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos.

A definição do TPM, proposta em 1971 pela JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), foi revista em 1989, estabelecendo-se uma nova exposição, que se constitui dos cinco itens seguintes:

- a) Ter como o objetivo a constituição de uma estrutura empresarial que busca a máxima eficiência do sistema de produção (eficiência global);
- b) Construir, no próprio local de trabalho, mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo "zero de acidente, zero de defeito e zero de quebra/falha", tendo como objetivo o ciclo total de vida útil do sistema de produção;
- c) Envolver todos os departamentos, começando pelo departamento de produção, e se estendendo aos setores de desenvolvimento, vendas, administração, etc;
- d) Contar com a participação de todos, desde a alta cúpula até os operários de primeira linha;
- e) Atingir a perda zero por meio de atividades sobrepostas de pequenos grupos.

Em harmonia com a definição do TPM, cada uma das letras possui um significado próprio como segue:

- a) A letra "T" significa "TOTAL". Total no sentido de eficiência global, no sentido de ciclo total de vida útil do sistema de produção e no sentido de todos os departamentos e de participação;
- b) A letra "P" significa "PRODUCTIVE". A busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, atingindo "zero acidente, zero defeito e quebra/falha zero", ou seja, a eliminação de todos os tipos de perda ate chegar ao nível zero;
- c) A letra "M" significa "MAINTENANCE". Manutenção no sentido amplo, que tem como objeto o ciclo total de vida útil do sistema de produção e designa a manutenção que tem como objeto o sistema de produção de processo único, a fábrica e o sistema de vendas.

Pode-se dizer que o objetivo do TPM é a "melhoria da estrutura empresarial mediante a melhoria da qualidade de pessoal e de

equipamento". Melhoria da qualidade de pessoal significa a formação de pessoal adaptado à era da Automação Fabril. Em outras palavras, cada pessoa deve adquirir novas capacidades.

Para Nakajima (1989 *apud* SCHMITT, 2008, p. 29), "os Estados Unidos sempre desempenharam papel de destaque na inovação tecnológica". No campo da manutenção das máquinas, os Estados Unidos foram os pioneiros na adoção da manutenção preventiva (MP), e evoluiu para Manutenção do Sistema de Produção (MSP), incorporadas a Prevenção de Manutenção (PM), além dos tópicos oriundos da engenharia de confiabilidade.

O Japão assimilou todos estes conhecimentos, que se cristalizaram como TPM - *Total Productive Maintenance*, ou seja, a "Manutenção com a participação de todos".

Aperfeiçoado pelo JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*, foi implementado na indústria japonesa a partir de 1971, na Nippon Denso, e seus conceitos foram trazidos para o Brasil em 1986.

Os equipamentos usados por estas indústrias japonesas na época foram automatizados e se tornaram cada vez mais sofisticados. A tendência para a automatização, combinado com a produção *just-in-time* estimulou o interesse na melhoria da gestão de manutenção na fabricação e montagem. Isso deu origem a uma abordagem exclusivamente japonesa chamada *Total Productive Maintenance*.

As empresas que implementam o TPM, invariavelmente, alcançam excelentes resultados, particularmente na redução de falhas de equipamento, minimizando as frequências de paradas, na redução de defeitos e reclamações de qualidade em prol de uma maior produtividade, além de redução dos custos com pessoal, inventários e dos acidentes, gerando maior envolvimento dos trabalhadores, como evidenciado pelo aumento do número de sugestões de melhoria (SUZUKI, 1992).

Takahashi (1993), um dos fundadores da Associação Japonesa de Manutenção na Fábrica (JUSE), afirma que o TPM está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as mudanças da sociedade contemporânea, em que o sucesso do método é comprovado pelo sucesso das grandes empresas japonesas.

Segundo Slack (2002) a TPM visa estabelecer boa prática de manutenção na produção por meio de cinco metas, as quais são:

- a) Melhorar a eficácia dos equipamentos, por meio da análise de todas as perdas por tempo parado, perdas de velocidade ou perdas por defeito (OEE);
- b) Realizar a manutenção autônoma;
- c) Planejar a manutenção (preventiva e preditiva);
- d) Treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção;
- e) Conseguir gerir os equipamentos logo no início.

Para Takahashi (1993), o sucesso da TPM nas empresas está ligado primeiramente à transformação de todos (inclusive a alta gerência, os supervisores e os operários) para que voltem sua atenção a todos os componentes da fábrica - matrizes, dispositivos, ferramentas, instrumentos industriais e sensores - reconhecendo a importância e o valor do gerenciamento orientado para o equipamento. É imprescindível, completa o autor, compreender o gerenciamento orientado para o equipamento, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e as características operacionais da fábrica são os elementos decisivos para a qualidade, quantidade e custo. Todos estarão voltados para manter o equipamento dentro da condição de eficiência exigida pela empresa, e o bom resultado de produção será uma consequência.

Para atingir a eficiência global do equipamento, a TPM visa a eliminação das perdas, que a prejudicam. Tradicionalmente a identificação das perdas era realizada ao se analisar estatisticamente os resultados dos usos dos equipamentos, objetivando a determinação de um problema, só então investigar as causas. O método adotado pela TPM examina a produção de *inputs* como causa direta. Ele é mais pró-ativo do que reativo, uma vez que corrige as deficiências do equipamento, do operador e o conhecimento do administrador em relação ao equipamento. Deficiências de *input* (homem, máquina, materiais e métodos) são consideradas perdas, e o objetivo do TPM é a eliminação de todas as perdas.

As seis grandes perdas são:

- a) Perda por parada devido à quebra/falha;
- b) Perda por mudança de linha e regulagens;
- c) Perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- d) Perda por queda de velocidade;
- e) Perda por defeitos gerados no processo de produção;
- f) Perda no início da operação e por queda de rendimento.

A figura 2 apresenta, esquematicamente, a forma com que as perdas agem no equipamento/instalação, no sentido da redução do tempo disponível para a produção, e consequente queda da produtividade.



Figura 2 - Estrutura das Perdas no Equipamento.
Fonte: Adaptado de Santos e Santos (2007).

2.4.1 Pilares do TPM

No TPM, em uma abrangência ao que foi comentado no capítulo 1, para a eliminação das seis grandes perdas do equipamento, implementam-se as oito atividades seguintes designadas como "8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM".

Na sua configuração inicial, o TPM contava com 5 (cinco) pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia. Posteriormente foram incluídos mais três atividades ou pilares, quais sejam: manutenção com vistas à melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança, higiene e meio ambiente. Segundo Suzuki (1992), ao todo, são eles:

2.4.1.1 Melhoria individual dos equipamentos

Melhorias individuais são atividades realizadas por equipes de projetos multifuncional composta por pessoas como engenheiros de produção, pessoal de manutenção e operadores. Estas atividades são concebidas para minimizar as perdas dos processos, que foram medidas e avaliadas (SUZUKI, 1992).

A atenção está centrada no processo, fluxo de trabalho, equipamentos ou procedimentos operacionais, e a equipe de melhoria usa métodos sistemáticos de análise de causas, como a PDCA ou outras análises.

2.4.1.2 Manutenção autônoma

Na manutenção autônoma, os operadores estão envolvidos na manutenção de rotina e nas atividades de melhoria que impedem a rápida deterioração do equipamento. Para o planejamento do processo de manutenção autônoma, os líderes de manutenção devem pensar em como os operadores podem ser mais eficazes nas atividades de manutenção autônoma em diferentes tipos de equipamentos. Investigar a importância relativa destes diferentes tipos de equipamentos e determinar as abordagens de manutenção adequada. Priorizar a manutenção e atribuir responsabilidades entre o pessoal de produção e manutenção especializada (SUZUKI, 1992).

Atividades de manutenção autônoma são organizadas e implantadas em uma sucessão de passos e são eficazes se controladas rigorosamente a progressão de uma etapa para a próxima. Para administrar isso, grupos de oficiais de auditoria e as normas de aprovação são estabelecidas para fazer o *follow-up* do programa. Um gerente de fábrica deve dar a aprovação final para a graduação de cada grupo e permitir o movimento para a próxima etapa (SUZUKI, 1992).

Antes do início das atividades uma reunião de preparação deve ser realizada com um *briefing*. O *briefing* explica a visão geral de manutenção autônoma, efeitos de limpeza inicial, a causa e efeito de contaminação e deterioração acelerada, a importância de manter os equipamentos em condições básicas de operação (limpeza, lubrificação, inspeção e aperto). Além disso, uma breve compreensão dos mecanismos, funções e operações da máquina devem ser incluídos. Os operadores devem estar habilitados a compreender a estrutura da máquina e operação. Além disso, advertências sobre segurança da máquina são mencionadas de forma a evitar qualquer ocorrência de acidentes durante a limpeza inicial (CHAN F. *et al*, 2003).

Ao longo da implantação da manutenção autônoma, o progresso da equipe é acompanhado por um quadro de atividades localizado perto dos equipamentos. O quadro atividade irá mostrar todos os dados de defeito, rastreando métricas, limpeza e inspeção. Mapas e "Antes" e "Depois de" com fotografias mostrando a condição da ferramenta antes do processo ter início, e também na conclusão. Cada atividade

para cada ferramenta é apresentada exatamente da mesma maneira. Isso é feito não só para mostrar a consistência, mas também para permitir que as equipes possam aprender umas com as outras (DAY, TROY e HELLER, 2001).

O operador centrado na manutenção autônoma assegura a responsabilidade pela contínua manutenção do equipamento. Esta só pode ser alcançada através de boas práticas de gestão, e isto deve incluir o treinamento de máquinas entre os operadores. Alterações são necessárias para apoiar a transferência de certas responsabilidades e ações de pessoal de manutenção para os operadores. Tais ações devem ser gerenciadas para assegurar altos níveis de motivação do pessoal (PRICKETT, 1999).

2.4.1.3 Manutenção planejada

Manutenção planejada ou programada é composta por dois tipos de manutenção: Preventiva e preditiva. Tal como acontece com outras atividades de TPM, a criação de um sistema de manutenção planejada deve ser feito de forma sistemática, um passo de cada vez.

O objetivo das manutenções preventivas e preditivas é eliminar as falhas, mas mesmo quando realizando práticas de manutenção de rotina ainda ocorrem falhas inesperadas. Na manutenção preventiva utiliza-se um tempo padrão ou taxa de utilização do equipamento para repetição da atividade, como por exemplo, uma troca de rolamentos. Na preditiva é comum no conteúdo dos planos de manutenção, uma gestão visual com luzes, sensores ou outros dispositivos que indiquem medidas ineficazes e assim poder evitar futuras falhas (SUZUKI, 1992).

Nas atividades de manutenção planejada, destaca-se a importância de controlar o tempo médio entre falhas (TMF) e usar essa análise para especificar os intervalos das tarefas (programas de manutenção semanal, mensal anual, etc).

2.4.1.4 Educação e treinamento

A força de trabalho da empresa é um bem valioso. Trabalhadores nas indústrias são cada vez mais uma formação mais versátil, por isso a sua formação deve ser uma parte vital de recursos humanos. A organização tem que visualizar o tipo de pessoas que querem treinar e estabelecer programas adequados. Em outras palavras, identificar os conhecimentos específicos, habilidades e competências de gestão

desejadas e em seguida, agendar o treinamento para alcançar essa visão (SUZUKI, 1992).

O treinamento também deve ser reforçado para atender às necessidades individuais. Deve-se avaliar cada pessoa para medir o seu grau de assimilação de conhecimentos e competências necessários e identificar as suas fraquezas. Os trabalhadores e supervisores devem rever anualmente os resultados desta avaliação e com base nestes rever os objetivos para o próximo ano.

2.4.1.5 Controle inicial do equipamento

Todas as atividades da equipe de projeto inicial para instalar e testar podem ser vistas como um único projeto. O projeto começa com o processo de design, o projeto básico da planta, e após os planos detalhados e especificações, incluindo compras, fabricação, construção e operação de teste. Em seu planejamento, a equipe do projeto determina as normas técnicas de equipamentos e instalações (funções e performances), juntamente com níveis de disponibilidade. E então prepara os orçamentos e programas para atingir os objetivos. O estabelecimento de especificações para manutenção preventiva (MP) e à sua aplicação ajuda a garantir que equipamentos e instalações sejam confiáveis e de fácil manutenção (SUZUKI, 1992).

2.4.1.6 Manutenção com vistas à melhoria da qualidade

Manutenção da Qualidade é um método para a fabricação do produto com qualidade pela primeira vez e evitar os defeitos através de processos e equipamentos. Na manutenção da qualidade, a variabilidade das características de qualidade de um produto são controlados através do controle da condição dos componentes do equipamento que os afetam.

As características qualitativas são influenciadas principalmente pelas quatro entradas de produção: Equipamentos, materiais, ações de pessoas (competências), e métodos. O primeiro passo para manter a qualidade é esclarecer as relações entre esses quatro fatores e características de qualidade da análise de defeitos de qualidade do produto (SUZUKI, 1992).

2.4.1.7 Gerenciamento

Os serviços administrativos e de apoio desempenham um papel importante como apoio à produção. A qualidade das informações prestadas por esses serviços têm um grande efeito sobre a produção.

Neste ambiente deve-se tentar criar uma "fábrica de informações" e aplicar o processo de análise para regularizar o fluxo de informações. Devemos considerar que os serviços administrativos e de apoio são unidades de transformação, cuja principal missão é coletar, processar e distribuir informações. Este conceito torna mais fácil promover e mensurar a manutenção autônoma, e o aperfeiçoamento da TPM. Deve contar com profissionais técnicos, capacitados, comprometidos e focados no processo (SUZUKI, 1992).

2.4.1.8 Segurança, higiene e meio ambiente

Os efeitos de segurança e prevenção sobre o meio ambiente são questões importantes para as indústrias. Estudos operacionais combinados com o treinamento de prevenção de acidentes e análise de falhas são meios eficazes para abordar estas questões. A segurança é sistematicamente promovida como parte das atividades de TPM. Como no caso das atividades de TPM, as atividades de segurança também são realizadas com o sistema passo a passo.

Algumas questões são particularmente importantes no ambiente de processo. Por exemplo, incorporar mecanismos de falha-segurança, isto é, a concepção de equipamentos para funcionar de forma confiável, mesmo se a equipe não tomar as precauções adequadas. Também é importante para garantir a segurança durante a parada geral para manutenção (SUZUKI, 1992).

2.5 A CADEIA DE AJUDA

O objetivo de toda operação produtiva é produzir conforme o planejado utilizando os recursos com o mínimo desperdício possível. Se o dimensionamento foi correto, o produto passaria pelos diversos postos de trabalho dentro do *leadtime* esperado, preservando assim o fluxo contínuo (KAMADA, 2008).

A cadeia de ajuda é uma rotina de interação e envolvimento entre as pessoas para se resolver um problema quando ele surge, com tempos e operações padronizadas, eliminando as instabilidades do processo para que a empresa possa produzir conforme a demanda (KAMADA, 2008).

Com uma cadeia de ajuda administrativa em ação, os trabalhadores que necessitam de informações para erradicar e eliminar os problemas podem pedir atendimento ao nível administrativo necessário para resolver o problema imediatamente. Frequentemente, os problemas são numerosos, e só alguém com uma perspectiva muito mais ampla e com autoridade pode facilitar a rápida e eficaz resolução. Isso representa uma mudança fundamental na forma como os problemas são resolvidos e percebidos. Em vez de um grupo de líderes tentar resolver vários problemas do local de trabalho algum tempo depois dos problemas terem ocorrido, os mais diretamente afetados pelos problemas podem resolvê-los um por um quando e onde eles ocorrem, com o apoio gerencial e técnico da cadeia de ajuda (THOMPSON, WOLF e SPEAR, 2003).

2.5.1 Sistema *Andon*

Segundo Flinchbaugh (2007), agora mesmo, alguém na sua organização tem um problema. O que esta pessoa deve fazer? Como irá esta pessoa conseguir ajuda para resolver o problema e, além disso, dois indivíduos conseguiriam reagir da mesma forma? Resposta a estas questões poderá ajudar a empresa determinar se esta precisa de uma forma de sistema *andon*. *Andon* é uma importante ferramenta de gestão visual quando as anormalidades ocorrem e está no pilar *jidoka* da “casa da Toyota” (ver figura 1), pois ajuda na situação de parar e resolver as anormalidades. É palavra japonesa para lanterna ou sinal. Na manufatura enxuta, é utilizado como sinal para começar a ajuda da cadeia, uma vez que serve de alerta visual para a indisponibilidade do equipamento (FLINCHBAUGH, 2007).

Ohno (1997) define *andon* como sendo um sistema de suporte à discussão para o tratamento de problemas existentes no cotidiano das fábricas e evidencia a importância de promover a participação de todas as pessoas no processo de resolução de problemas e melhorias de processo. A função do *andon* é entre outras características, ser capaz de mostrar o *status* da manufatura para toda a fábrica, através de seu sistema de gestão visual, informando que um problema existe e que é necessário resolvê-lo num tempo de resposta imediato.

Segundo Monden (1994), *andon* é um sistema que permite acompanhar o conteúdo de trabalho com o ritmo de produção, que sinaliza quando um operador parou a linha por algum tipo de problema ou por que não conseguiu cumprir suas tarefas dentro do ciclo de trabalho estabelecido ou mesmo porque atingiu a produção planejada. E

que transfere os dados a um painel após uma intervenção humana que permita investigar a causa fundamental de um problema. Alguns sistemas incluem dispositivos tais como painéis *andon* (figura 3), bandeiras, sinalizadores, etc.

Segundo Ghinato (2000), a ação imediata do supervisor ou dos engenheiros de produção, após a parada da linha ou da máquina, é obtida através de um sistema de informação visual conhecido como *andon*, que consiste, via de regra, em um painel luminoso fixado em posição de visibilidade total em cada linha. Neste painel, sinais luminosos (às vezes acompanhados de sinais sonoros) indicam a condição da linha e, em caso de parada, apontam exatamente qual o posto que requer assistência.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T R A N S M I S S Ã O	E I X O S	M O T O R	P I N T U R A										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
C1	C2	C3	C4	C5	T1	T2	T3	T4	T5					T6	F1	F2	F3	F4	F5				
CHASSIS					TAPEÇARIA									FINAL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figura 3 - Exemplo de *Andon*.

Fonte: Kamada, 2008.

A cadeia de ajuda é uma maneira padronizada para pessoas com um problema para pedir ajuda, e para outras pessoas a responder. Padronizar o presente processo é importante! Se a sua organização tem uma cadeia de ajuda padronizada, um empregado sabe exatamente o que fazer quando um problema ocorre, independentemente de turno, localização, função ou supervisor (FLINCHBAUGH, 2007).

O objetivo de aplicação da cadeia de ajuda é a de criar uma organização que continuamente expõe e resolve os problemas em suas causas profundas e todos os níveis organizacionais, fornecendo a cada membro da organização o treinamento necessário para alcançar esse resultado (ANDRADE, 2001).

Também exige das pessoas a tolerância “zero” aos problemas que geram desperdícios, num ambiente onde não é “quem é o responsável” e sim “qual é o problema”. Esse “modelo mental” que predomina na Toyota é um dos responsáveis pela identificação dessas perdas, onde o

objetivo não é esconder e sim haver uma sistemática de identificação e resolução, pois os problemas são considerados oportunidades de ganhos (KAMADA, 2008).

Para Flinchbaugh (2007), depois de definir os problemas, a ajuda necessária, e quão rapidamente a ajuda é necessária, é preciso desenhar uma forma adequada para conectar o cliente à pessoa que tem o problema com a pessoa do fornecedor que irá fornecer a ajuda para resolver o problema. Deve haver uma única forma para o operador pedir ajuda, e uma resposta aceitável por parte do suporte técnico. O exemplo comum usado para fazer uma solicitação será acionando o *andon*, chamando a atenção para o problema, com uma luz para identificar a localização do problema.

Mas o "único caminho" para sua empresa pode ser qualquer coisa, um sinal de *pager* específico, um sinal de mão, uma luz ou uma campainha. Independentemente disso, deve haver um sinal que significa alguma coisa, pois um operador precisa de ajuda de um suporte técnico. Qualquer que seja o sinal que a empresa utilize, esta deve se certificar que o suporte técnico irá recebê-lo imediatamente, independentemente de onde o suporte possa estar em relação ao equipamento. O pedido do chão de fábrica a um suporte no escritório é susceptível de ser perdida (FLINCHBAUGH, 2007).

A resposta do suporte técnico deve ser padronizada também. Deve haver apenas uma resposta aceitável, porque a pessoa do outro lado que precisa de ajuda deve saber o que esperar do suporte quando a ajuda for solicitada. Qualquer ambiguidade na resposta vai criar resistência em pedir ajuda.

Uma das questões mais difíceis para as organizações responder é quando a ajuda deve chegar. Se o problema irá impedir o fluxo de trabalho, é evidente que a ajuda deve ser imediata. O ajudante é mais eficaz quando a situação atual é profundamente compreendida, e essa percepção é melhor alcançada através da observação do problema enquanto ele está ocorrendo. Se a resposta de sua cadeia de ajuda não é imediato, a possibilidade de observação direta é perdida e, com ela, a melhor chance de analisar o problema e identificar a causa. A empresa enxuta vai eliminar as barreiras que impedem as pessoas de responder ao lugar certo na hora certa para observar o problema (FLINCHBAUGH, 2007).

2.5.2 Etapas para implementação da cadeia de ajuda

Antes de iniciar a parte prática, as etapas de implementação devem ser desenvolvidas pela equipe de implantação, geralmente via *gemba kaizens*. Consistem em base nos seguintes passos (ANDRADE, 2001):

- a) Estabelecer objetivos;
- b) Definir área piloto;
- c) Definir regras de cadeia (níveis, sistema *andon*, tempo de resposta, sistema de comunicação, definição da categoria dos problemas, estabelecer procedimento incluindo tipos de problema previamente definido, coletar tipo de problema por categoria e registro dos problemas);
- d) Definir *team leader*;
- e) Treinar *team leader*;
- f) Treinar equipe;
- g) Testar piloto;
- h) Checar resultados;
- i) Corrigir possíveis problemas;
- j) Replicar para outras áreas.

2.5.3 Sequência típica de ações

Na parte prática no chão de fábrica da cadeia de ajuda, o primeiro acontecimento é detectar o problema na sua fonte. Normalmente são problemas de qualidade, quebras ou *setups* de máquinas, segurança e ergonomia, absenteísmos, ou atrasos dos funcionários (KAMADA, 2008).

A primeira intervenção é feita pelo operador, e quanto mais capacitado e treinado ele for, mais rápido evita-se as complicações consequentes.

O segundo acontecimento depois que um problema ocorre é a maneira como sinalizamos isso, e normalmente utilizamos um sinal luminoso ou sonoro, que é chamado de *andon* para alertar a todos os envolvidos. No painel *andon*, o acionamento do operador faz acender uma lâmpada amarela (KAMADA, 2008).

Fazendo as coisas mais visíveis e claras, pode-se criar áreas de trabalho mais organizadas e agradáveis, e que são valorizadas pelos funcionários. Além disso, todos podem ver facilmente quando um alvo é atingido, proporcionando melhores condições de trabalho a empresa

mostra que respeita os seus colaboradores e os incentiva a trabalhar melhor (ANDRADE, 2001).

O terceiro acontecimento é a assistência do preparador de máquinas da área de maneira automática, a qual pela visualização da lâmpada amarela chega para prestar ajuda. Preparador e operador tem em média um tempo *pitch* para resolver o problema. O operador e preparador devem resolver o problema seguindo métodos bem definidos, tais como o PDCA (KAMADA, 2008). Novamente, tem-se um tempo padronizado para a solução do problema, o que evita que operadores tentem até a exaustão resolver o problema sem pedir ajuda, o que pode levar ao fracasso.

Se após este tempo pré-definido o problema não foi resolvido, automaticamente acende-se uma lâmpada vermelha indicando que a máquina parou e o problema é crítico.

O quarto acontecimento surge ao se anotar o problema no quadro de acompanhamento da produção, e a partir dele tomar-se algumas atitudes: se o problema não foi resolvido, a produção é paralisada e acontece o apoio de supervisores, técnicos e responsáveis de áreas pertinentes (grupo multi-departamental). Se o problema foi resolvido ou uma contenção foi feita para não parar a produção, o mesmo é anotado no quadro e segue-se então à sistemática da resolução. Podemos expor os formulários com as tratativas dos 5 porquês e os gráficos de Ishikawa ao lado do quadro, como uma maneira de dar um retorno aos funcionários da área. O Líder da área tem a função de verificar este quadro diariamente, com agenda fixa e com a presença de seu *staff* (KAMADA, 2008).

E o quinto e último acontecimento seria a intervenção do grupo multi-departamental, o qual dará uma tratativa mais adequada com os métodos científicos existentes. Esse grupo multi-departamental é formado por pessoas das mais variadas áreas de apoio, da Qualidade, PCP, Engenharia, Manutenção, Suprimentos, Logística e outros. Um dos desafios deste grupo após resolver o problema, é evitar que o mesmo problema novamente aconteça no mesmo ou em outros equipamentos similares (KAMADA, 2008).

No organograma da empresa devem existir condições para que este procedimento de ajuda perante aos problemas ocorra. Exigir das pessoas sem haver condições humanas de trabalho é um problema comum, e que normalmente causa insatisfações e resistências ao procedimento. Neste sentido, a formação do grupo departamental com conhecimentos técnicos mais específicos é imprescindível no apoio a estrutura citada. Estes colaboradores devem ter a missão de ajudar, sob a

coordenação da gerência, e resolver os problemas que a área produtiva não conseguiu (ver sequência na figura 4).

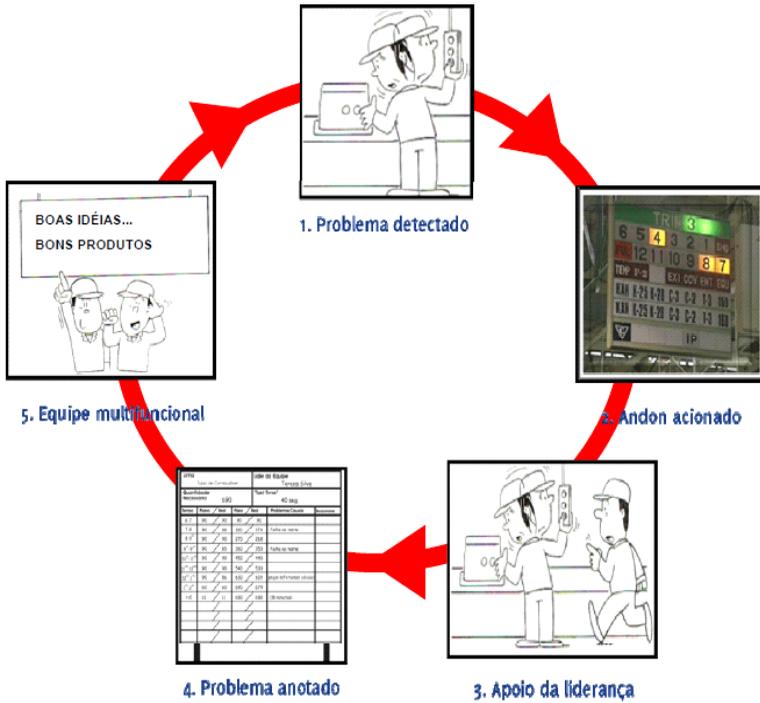


Figura 4 - Sequência de Acionamento da cadeia de ajuda.
Fonte: Kamada, 2008.

Conforme Kamada (2008), para que a cadeia de ajuda funcione para diminuir a instabilidade da produção, deve haver uma clara definição de responsabilidades para que não aconteça a ruptura dessa “corrente” ou haverem duplicidade de ações. Tratam-se de atitudes padronizadas e organizadas para que de maneira otimizada as pessoas se envolvam, seguindo uma sequência que vai do operador até a direção (gerência).

Como dito, a primeira ação deve ser realizada pelos funcionários que devem estar aptos para executar o trabalho, conforme o Trabalho Padronizado solicita, com treinamento em métodos de resolução dos problemas tais como os 5 porquês para rapidamente agirem, acionarem o *andon* informando a todos que um problema está na iminência de

acontecer e parar a linha/equipamento. E se não conseguir resolver o problema, chamar com urgência o supervisor/preparador. A técnica dos 5 porquês consiste em perguntar 5 vezes o motivo pelo acontecimento de algum problema.

O líder / preparador do turno, junto com o supervisor, começa a sua atuação antes de se iniciar a jornada de trabalho, através de reuniões diárias de 5 minutos, normalmente antes do início de trabalho onde o mesmo observa a presença dos funcionários.

Quando as áreas emitem um sinal luminoso-sonoro através do *andon* informando a existência de problemas, o líder deverá se deslocar até a área e auxiliar o funcionário. Agindo de maneira rápida e estando capacitado tecnicamente, deverá analisar dentro do *pitch*, além de planejar a solução e executá-la com os recursos existentes.

Uma das atitudes do líder é a constante observação do *andon*, pois o mesmo informa o *status* da existência de problemas. Quando estiver indicando “verde” ou em alguns casos não indicar nenhum sinal, a atitude do Líder deve ser preventiva, analisando e planejando melhorias. Quando estiver indicando “amarelo” deverá se deslocar e interagir, e quando estiver “vermelho” deverá agir em conjunto com todos os responsáveis na busca do tratamento da causa (KAMADA, 2008).

Este líder do grupo deve ter perfil de auto-confiança, raciocínio crítico, pró-atividade, construir envolvimento, estar atento a detalhes e foco em resultados. É também o responsável por (ANDRADE, 2001):

- a) Prover resposta imediata para ajuda quando um *andon* revela que o sistema não está apresentando resultado desejado como desenhado;
- b) Iniciar escalando níveis para ajuda de acordo com um processo pré-determinado;
- c) Ser um membro de um grupo de trabalhadores que tem como responsabilidade primária responder a tipos específicos de problemas identificados com o objetivo de:
 - preservar o resultado esperado do processo e atender a necessidade do cliente; e
 - eliminar causas específicas de determinados problemas.

Os Supervisores ou Encarregados devem monitorar o Quadro de Acompanhamento da Produção com frequência horária para garantir que os problemas estejam sendo identificados e tratados. O que não foi

possível ser resolvido pelo líder deve ser de responsabilidade do supervisor, e o mesmo deverá utilizar os recursos existentes para eliminar ou reduzir os desperdícios, agindo de maneira planejada e com método (Círculo de Controle da Qualidade, *gemba kaizen*, plano de sugestões). Também é o responsável por direcionar as ações do grupo multi-departamental para se resolver os problemas pendentes do quadro e se houver a falha da capacitação da mão-de-obra, deverá elaborar o plano de capacitação das pessoas (KAMADA, 2008).

Os Líderes de Área / Gerentes e Diretores também têm papel importante na resolução dos problemas. Eles devem acompanhar diariamente a produção e o Quadro de Acompanhamento, verificar se as ferramentas e conceitos *lean* estão funcionando adequadamente (auditorias), e interagir quando problemas não são solucionados. Uma das tarefas importantes é reunião diária com o grupo departamental em frente ao quadro de acompanhamento, para verificar parada por parada as causas, como desenvolver um método de tratativa de cada problema, e logicamente dar o exemplo para o seu time (KAMADA, 2008).

São também responsáveis por formar as novas lideranças e multiplicadores do conceito, sendo talvez essa a missão mais importante desse nível hierárquico, e devem direcionar e apoiar os supervisores e seus funcionários, e o grupo multi-departamental na eliminação dos desperdícios e solução dos problemas (KAMADA, 2008).

A figura 5 mostra um exemplo da sequência e tempo de resposta ao longo da cadeia.

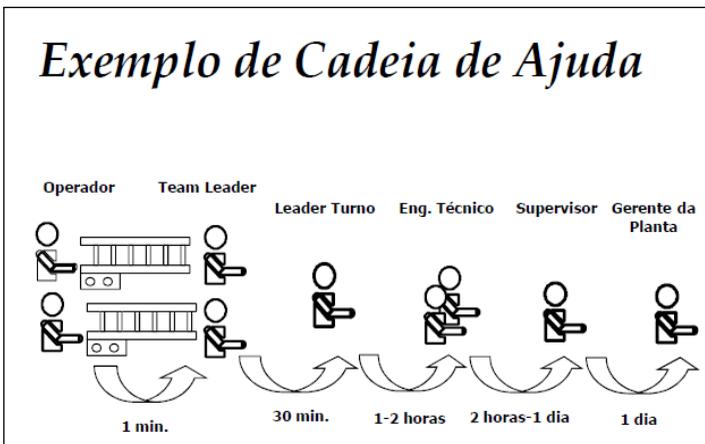


Figura 5 - Exemplo de cadeia de ajuda.

Fonte: Andrade, 2001.

2.5.4 Sistemática da cadeia de ajuda

Todo o processo se inicia quando o líder confere a presença de seus funcionários, cerca de 5 minutos antes de se iniciar a jornada de trabalho. Após a constatação de quem está presente, o Líder através do Quadro *kanri-ban* faz a distribuição dos funcionários em função da sua capacitação (matriz de versatilidade) e das necessidades específicas de cada posto de trabalho. Isso é importante, pois o funcionário escolhido de maneira correta possibilita que este tenha condição de iniciar a cadeia de ajuda, quando o problema surge. Essa atuação adequada do funcionário normalmente reduz a multiplicação dos problemas, pois é sabido que um problema gerará muitos outros.

O Quadro *kanri-ban* contém 2 partes distintas, uma identifica a quantidade de postos de trabalho necessários para cada área produtiva produzir dentro do *takt* planejado. A outra parte mostra quantas pessoas existem naquele setor e sua qualificação mediante a classificação da matriz de versatilidade (figura 10), e também a identificação de quem está ausente e a escala dos que estão presentes.

É através do Quadro *kanri-ban* que os supervisores também podem promover os treinamentos determinados pela Matriz de Versatilidade, executar os *kaizens* planejados, e até emprestar mão-de-obra para áreas que tenham problemas de absenteísmo, desde que exista mão-de-obra disponível (KAMADA, 2008).

A Matriz de Versatilidade é a maneira visual de verificar onde tem-se o problema de mão-de-obra não qualificada e onde há processos com deficiência. Também é através dela que pode-se formar a multifuncionalidade, fundamental para se iniciar a cadeia de ajuda. É neste momento que ocorre a primeira reunião do supervisor com sua equipe, a escala é feita e as atividades são iniciadas. É este o primeiro nível da cadeia de ajuda (KAMADA, 2008).

Matriz de Treinamento		<input type="checkbox"/> Não habilitado <input type="checkbox"/> Precisa de ajuda		Planta:	Responsável:										
		<input checked="" type="checkbox"/> Em treinamento <input checked="" type="checkbox"/> Habilitado <input checked="" type="checkbox"/> Especialista		Por:	Data:										
Nº	Nome do Operador	Processo											Data de Hoje	Data Alvo	
		Impressão Moldeagem	Refluxo	Limpeza	Inspeção Visual	Conhecêc	Soldagem	Reparafina	Curta	Velódolo	Zimabab Molde Extra	Colado de Boro			Verificar Equipament
1	Operador A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Operador B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Operador C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Operador D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 6 - Matriz de Versatilidade.
 Fonte: Kamada, 2008.

Durante o dia, toda vez que o funcionário detectar alguma anormalidade, ele deve acionar o *andon* ou outro meio luminoso-sonoro para chamar a liderança, enquanto tenta corrigir o processamento. O *andon* acionado (sinal amarelo aceso) informa à diversos setores da fábrica sobre a anormalidade do processo cliente, e tanto o funcionário quanto a liderança (Líder/Preparador e Supervisor) devem, dentro do *pitch*, resolver e impedir a parada da linha.

Caso essa ação da cadeia de ajuda, em suporte ao chamado do operador, não resolva ou faça a contenção do problema, um alerta sonoro é acionado pelo *andon* e o sinal vermelho ocorrerá, indicando que a produção está parada. Se a capacitação da equipe de funcionários aliado ao conhecimento do preparador e do Supervisor, ou equipe de manutenção for adequada, a linha não irá parar (KAMADA, 2008).

Em casos de linhas de montagem pode-se utilizar a luz vermelha para indicar parada de linha, já em processos com manufatura em lotes de peças e estoques intermediários, a equipe deve, durante o *kaizen* de cadeia de ajuda, determinar um tempo adequado de resposta (através, por exemplo, de um temporizador) para acender o *andon* vermelho, desde a parada do equipamento. Diversos fatores são importantes para esta análise, tais como tamanho do estoque intermediário, demanda, tempo de ciclo, entre outros.

Neste envolvimento da equipe em resposta ao *andon* vermelho, já é o segundo nível de atuação da cadeia de ajuda.

No caso de problemas que paralisam a área produtiva total ou parcialmente durante o dia, as perdas são anotadas no Quadro de Acompanhamento da Produção e os problemas identificados (figura 7). Tem-se então nessa fase o “Terceiro nível da cadeia de ajuda”, onde com frequência horária o líder deve analisar o quadro e resolver os problemas que se encontram sob a sua responsabilidade, além de direcionar outros problemas para áreas afins, como a manutenção. Diariamente o Supervisor deve analisar e tentar resolver aquilo que o preparador não conseguiu direcionar, e o Grupo multi-departamental durante o dia deve intervir e ajudar onde o Supervisor necessita (KAMADA, 2008).

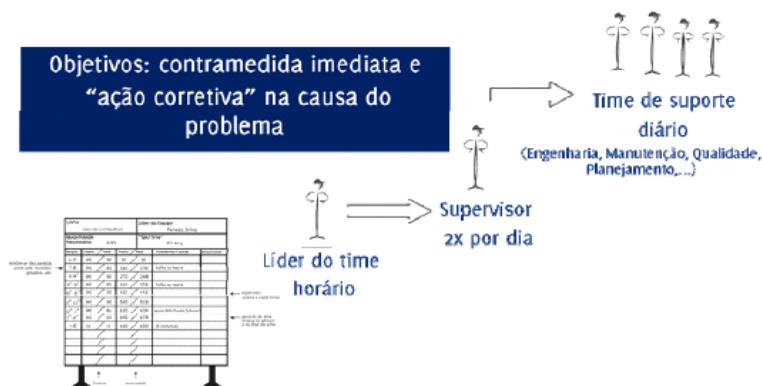


Figura 7 - Quadro de Acompanhamento.

Fonte: Kamada, 2008.

A Liderança da área/Gerência tem a obrigação durante seu tempo na fábrica de conferir se a sistemática da cadeia de ajuda está funcionando adequadamente, checando as ações do “Primeiro”, “Segundo” e “Terceiro” nível.

2.5.5 Métodos de resolução de problemas em cadeia de ajuda

O problema detectado no Quadro de Acompanhamento da Produção deve ter a tratativa mais eficiente e rápida, e por isso deve-se determinar qual é o método que será utilizado por cada nível.

O Líder e sua equipe devem resolver aquilo que está sob sua responsabilidade, utilizando métodos como os 5 porquês. Para cada problema anotado, preencher um formulário induzindo a se perguntar os

por quês até se chegar à causa raiz, tomar a contra-medida e colocar este formulário em um painel ao lado do Quadro.

Os Encarregados e Supervisores devem resolver aquilo que o preparador não resolveu adotando um método mais completo, por exemplo o gráfico de Ishikawa com os 5 porquês, ou o PDCA.

Quando houver a necessidade de métodos mais complexos, o grupo multi-departamental poderá utilizar métodos estatísticos (6 *sigma*), por exemplo, pois tecnicamente terão mais facilidade e tempo para determinar ações.

Alguns dos problemas identificados no Quadro de Acompanhamento da Produção poderão ser direcionados pela liderança, para que os próprios funcionários da área aceitem o desafio de resolverem, com o auxílio da chefia da área.

Uma maneira eficiente de interação dos funcionários para se resolver um dos problemas levantados pelo quadro, é através da atividade do Círculo de Controle da Qualidade. Basicamente essa ação é o resultado da formação de grupos de funcionários da mesma área ou até com a participação de pessoas de outros departamentos, que através da aplicação do método PDCA identificam e eliminam as causas raízes (KAMADA, 2008). Além de auxiliar na cadeia de ajuda, serve também como valorização dos funcionários pela aplicação do conhecimento desses.

A essência para utilizar o sistema *andon* como uma ferramenta de Gestão e Melhoria está em atender os requisitos funcionais descritos bem como conectá-los num ciclo de melhoria baseado no PDCA, onde se consegue a estabilidade para se trabalhar no *takt*, identifica problemas rapidamente, pois se tem um padrão estabelecido, aprende com os problemas aprimorando o trabalho padrão e gera conhecimento e motivação para eliminar problemas reincidentes. A conexão dessas funcionalidades quando bem exploradas propiciam ser essa uma poderosa ferramenta para gerar ganhos de performance operacional em uma organização, já que está alinhada à capacidade de resolver problemas (JORGE e LIMA, 2009).

Quando Ohno (1997) iniciou suas experiências com o *jidoka* (facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade), as linhas de produção paravam a todo instante, mas à medida que os problemas iam sendo identificados, o número de erros começou a diminuir vertiginosamente. Atualmente, o rendimento das linhas nas fábricas da Toyota aproxima-se de 100%, ou seja, as linhas raramente param (GHINATO, 2000).

Para se aplicar as ferramentas da manufatura enxuta, usualmente as empresas utilizam os eventos *kaizen*.

2.6 EVENTOS KAIZEN

As melhorias dentro de uma empresa podem ser classificadas em melhorias de grande escala e melhorias de pequena escala. As melhorias de grande escala trazem, geralmente, resultados bastante atrativos para a empresa, porém, é difícil implementá-las considerando que necessita, normalmente, de investimentos altos, tempo para implementação das mudanças e afeta muitas pessoas e processos dentro de uma empresa. Já as melhorias de pequena escala são rápidas, fáceis e normalmente não necessitam de muito investimento de recursos. Seus efeitos costumam ser limitados em algumas pessoas ou alguns processos dentro da empresa.

Segundo Perin (2005), o efeito cumulativo das melhorias de pequena escala é frequentemente maior que uma simples melhoria de grande escala. E é na implementação dessas melhorias de pequena escala que se encontram os eventos *kaizen*.

Um evento *kaizen* é um projeto intenso, focado e de curto prazo para melhorar um processo. Um evento normalmente inclui treinamentos, análises da situação atual, projetos da situação futura, modificações de processos, de produtos e de áreas. São nestes tipos de eventos que estão inseridas as ferramentas desta dissertação: OEE, cadeia de ajuda e TPM.

Os eventos de *gemba kaizen* são eventos de *kaizen* realizados por um time misto de funcionários onde estes buscam, em um curto espaço de tempo, melhorar significativamente um (ou mais) processo(s) da empresa através da aplicação dos conceitos e práticas do *lean manufacturing*. Após o embasamento teórico, os participantes passam a aplicar estes conceitos na prática, em áreas previamente determinadas para este fim, buscando fazer *kaizens* que impactem no *leadtime* de produção, no tempo de troca de *setup*, na redução da quantidade de material em elaboração e no aumento da produtividade. Todos os esforços são dirigidos a uma determinada cadeia de agregação de valor para que os resultados advindos deste evento impactem nos resultados da cadeia de produção como um todo. Esta é uma experiência intensiva de aplicação dos conceitos e práticas do *lean* em um determinado processo.

Esse tipo de evento ocorre normalmente em um período de 3 a 8 dias com uma equipe formada por pessoas de diversas áreas, inclusive as

áreas que não possuem ligação direta ou indireta com o ponto a ser melhorado no evento *kaizen*.

Durante o período do evento *kaizen*, a equipe se dedica durante todo o tempo às atividades relacionadas ao evento, não trabalhando em nenhum momento nas suas atividades rotineiras. Nesse período deve haver prioridade nos recursos da empresa caso a equipe *kaizen* necessite, tais como manutenção, obtenção de dados, etc.

O apoio da alta gerência deve estar presente antes, durante e após o evento *kaizen*. A equipe *kaizen* precisa da alta gerência para a aprovação de mudanças e remoção de obstáculos. Os resultados são, normalmente, mostrados à alta gerência ao final do evento para justificar e reconhecer o trabalho feito pela equipe durante o evento *kaizen*.

2.7 OS 4 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DA MANUFATURA EM SEU PAPEL ESTRATÉGICO

O método diagnóstico a ser apresentado no capítulo 5, a qual busca classificar a empresa quanto a seu nível de estabilidade, foi embasado nos 4 estágios de desenvolvimento da manufatura, propostos por Wheelwright e Hayes (1995).

Wheelwright e Hayes (1995) propõem 4 estágios de desenvolvimento da manufatura em seu papel estratégico, onde o estágio 1 é o mais passivo e tem uma visão menos progressiva da manufatura, enquanto que o estágio 4 é o mais agressivo e tem papel progressivo. São eles:

- a) Estágio 1 - Neutralidade interna: é o estágio no qual a manufatura é flexível e reativa, onde sistemas de controle interno de gestão são os principais meios para monitorar o desempenho de produção. O restante da organização não vê a produção como fonte de qualquer originalidade, talento ou impulso competitivo. Sua função é ser "internamente neutra";
- b) Estágio 2 - Neutralidade externa: neste estágio, copia-se as práticas industriais. Investimento de capital é considerado como o principal meio para recuperar o atraso para a concorrência ou alcançar uma vantagem competitiva;
- c) Estágio 3 - Apoio interno: as mudanças nas estratégias de negócios são automaticamente traduzidas para a manufatura. A gerência reconhece o valor de uma estratégia de manufatura e começam a empregar dispositivos, como declarações de missão, para estruturar e guiar as atividades de manufatura

para um horizonte melhor. A produção pode não ser a melhor do seu segmento, mas certamente está entre os melhores;

- d) Estágio 4 - Apoio externo: esforços são feitos para antecipar o potencial de novas práticas de produção e tecnologias, ou seja, o poder de inovação da empresa. Neste estágio, a manufatura é centralmente envolvida nas decisões de *marketing* e engenharia. A produção no estágio 4 é criativa e proativa. Essencialmente, está tentando manter-se "um passo a frente" dos concorrentes de maneira a criar produtos e serviços e organizar suas operações.

Cada estágio caracteriza o papel da manufatura no desempenho competitivo da empresa: desde um papel neutro, de simples minimização de impacto negativo (estágio 1), até o outro extremo (estágio 4), no qual a estratégia competitiva da organização está grandemente apoiada na manufatura. Mais do que isso, num extremo a produção oferece pequena contribuição para o sucesso de mercado da empresa, enquanto, no outro, representa uma força central de vantagem competitiva. As dificuldades que as empresas têm para mudar de estágio são grandes. Haveria maior facilidade para um novo negócio iniciar suas operações em qualquer estágio, do que uma unidade que já estivesse em operação. Esta dificuldade é justificada porque as atitudes e procedimentos estão muito arraigados na cultura organizacional, sendo necessário grande esforço para mudanças (HAYES e WHEELWRIGHT, 1995).

Comparando os estágios 3 e 4, no estágio 3 a manufatura é incorporada na estratégia geral da empresa, mas ela não é vista como fonte significativa de vantagem competitiva. Ao contrário, no estágio 4, a manufatura é considerada como um parceiro igual na empresa, capaz de fornecer insumos para outros, bem como gerenciar a si mesma. As estratégias tradicionais para melhorar a *performance* da manufatura, como prover flexibilidade da manufatura ao invés de excesso de capacidade, melhorar a entrega pela redução de tempos de ciclo, sem ter que aumentar seus inventários, e reduzir custos melhorando a produtividade dos postos de trabalho, são exemplos de ações criativas de empresas no estágio 4 (HAYES e WHEELWRIGHT, 1995).

A flexibilidade de um sistema tem sido definida como sua capacidade de se adaptar às mudanças ambientais (SETHI e SETHI, 1990). Implica modificar configurações de processo e produto com poucas penalidades no tempo ou custo para lidar com circunstâncias diversas (UPTON, 1994).

2.8 COMENTÁRIOS FINAIS SOBRE O CAPÍTULO 2

Neste capítulo foram apresentados os conceitos de vários autores que revelam a importância do tema proposto nessa pesquisa. Foi verificado que a problemática da falta de estabilidade básica nos processos de manufatura se faz importante para a empresa que quer ser competitiva, sendo necessário analisar as exigências das entradas (*input*) - fornecedor e as exigências de saídas (*output*) - cliente, na ótica do que tem valor para quem usa, fazendo a análise das causas que provocam os efeitos indesejados do equipamento, bem como as habilidades dos operadores e dos homens de manutenção nele envolvida, buscando o maior tempo de valor agregado, isto é, eliminando as paradas não planejadas.

Inicialmente foi discutido os conceitos de OEE e a importância em medir de forma correta a eficiência global do equipamento, e através deste indicador mensurar quais são as perdas e sua relação com disponibilidade, *performance* e qualidade do equipamento. A limitação da empresa em identificar suas perdas impede que se atue no restabelecimento das condições originais dos equipamentos, impedindo de se alcançar a eficiência global, conforme estabelecido quando o equipamento foi adquirido ou reformado. Com a utilização do OEE, fica mais fácil de identificar as áreas que precisam de melhorias.

Verificou-se em seguida a importância do programa de manutenção produtiva total, sendo que a TPM busca a conquista da quebra zero / falha zero de equipamentos. Um equipamento sempre disponível e em perfeitas condições de uso propicia elevados rendimentos operacionais, diminuição dos custos de fabricação e redução do nível de estoque. Foi verificado neste capítulo o histórico da manutenção produtiva total, assim como foi explicado as 6 grandes perdas que acarretam perda de OEE em máquinas, e como a TPM ajuda a diminuir estas falhas, ajudando assim a manter a estabilidade básica do sistema. Foram apresentados os 8 pilares da TPM, sendo que o pilar de manutenção autônoma foi dado maior enfoque devido a sua relação com o tema desta dissertação.

Também foram analisados neste capítulo os conceitos de cadeia de ajuda e a sua importância para melhorar a estabilidade básica das operações de manufatura. A estabilidade dos 4M's são requisitos fundamentais para se iniciar a jornada *lean*, e a sua manutenção é o que determina a possibilidade de se obter os pilares da “casa da Toyota”, o *jidoka* e o *just-in-time*. Essa estabilidade da manufatura somente é

alcançada através da identificação e resolução dos problemas, com métodos e responsabilidades definidas, e a cadeia de ajuda é fundamental como rotina (padrão) de trabalho das pessoas, atuando sempre que surgem anormalidades. Além disso, a disciplina é o fator principal para se manter a sistemática da cadeia de ajuda e assim se tornar um hábito para todos os envolvidos, com a participação da direção como agentes de auxílio e habilitação dos trabalhos.

Foi apresentado o conceito de *gemba kaizen* como um projeto intenso, focado e de curto prazo para melhorar um processo, sendo que através desta ferramenta que se recomenda implantar a cadeia de ajuda, e por fim foram apresentados os 4 estágios de desenvolvimento da manufatura, de modo a dar subsídio ao método de diagnóstico proposto a ser apresentado no capítulo 5.

Portanto, no capítulo 4 está descrito estudo de caso da aplicação das ferramentas de cadeia de ajuda e manutenção autônoma na empresa A, e a relação entre estas 2 práticas. Esse estudo serve como um subsídio prático para a elaboração de um método de diagnóstico de apoio a implantação da cadeia de ajuda, de modo a medir práticas consideradas básicas no chão de fábrica para garantir alguma estabilidade dos processos.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse capítulo tem o intuito de apresentar a caracterização da metodologia usada dentro da abordagem da metodologia científica, detalhando os procedimentos adotados para assegurar a consistência da presente pesquisa.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Gil (2007) “a pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos”. E por isso é relevante classificar o presente trabalho dentro do espectro de pesquisas, conforme abaixo:

- a) **Quanto à sua natureza:** pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos;
- b) **Quanto aos objetivos:** exploratório, pois proporciona maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito. Inclui o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas pertinentes e análise de exemplos. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso;
- c) **Quanto aos procedimentos técnicos:** estudo de caso, uma vez que envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou alguns objetos de forma a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2007). Ou seja, o estudo de caso representa uma maneira de investigar um tópico empírico seguindo-se um conjunto de procedimentos pré especificados (YIN, 2005).

Tratando-se especificamente do estudo de caso, Yin (2005) o define como um método que estuda acontecimentos contemporâneos, em que o pesquisador possui pouco ou nenhum controle sobre o objeto de estudo. Adicionalmente, Miguel (2007) ressalta que o seu objetivo é aprofundar o conhecimento sobre um problema que ainda não está bem definido. O estudo de caso não é limitado por questionários e modelos rígidos, ele auxilia no desenvolvimento de uma nova teoria e possui alta validade para os práticos. Contudo, como as demais abordagens, o estudo de caso está sujeito a críticas devido à limitação na escolha do

caso, análise dos dados e geração de conclusões a partir das evidências coletadas (MIGUEL, 2007).

Complementando, Yin (2005) lista seis fontes de evidência para o estudo de caso, que podem ser:

- a) **Documentação:** apresenta uma variedade ampla, como por exemplo: cartas, memorandos, agendas, atas de reuniões, documentos administrativos, contratos, acordos operacionais, estudos formais, avaliações de plantas e artigos da mídia ou de publicações corporativas. A documentação é relevante na maioria dos estudos de caso;
- b) **Registros de arquivos:** registros de serviço, registros da organização, mapas, *charts*, listas de nomes, dados de uma *survey* e arquivos pessoais. Estes registros podem ser usados em conjunto com outras fontes para a preparação do estudo de caso;
- c) **Entrevistas:** são as fontes de evidência mais importante no estudo de caso e podem ser classificadas como:
 - Entrevista aberta ou fechada: o investigador questiona sobre a apresentação de fatos ou de suas opiniões;
 - Entrevista focada: o entrevistado é questionado por um curto período de tempo, podendo assumir um caráter aberto-fechado, mas o investigador deve seguir as perguntas pré-estabelecidas no protocolo de pesquisa.
- d) **Observação direta:** o investigador visita o local de pesquisa com o intuito de estudar comportamentos relevantes e condições ambientais;
- e) **Observação participante:** o observador deixa de ser um membro passivo e pode participar e influenciar nos eventos em estudo;
- f) **Artefatos físicos e culturais:** pode ser um dispositivo tecnológico, uma ferramenta, um instrumento ou outra evidência física.

Nesta pesquisa, as fontes de evidências utilizadas foram a documentação de práticas, a observação direta destas práticas e a participação do pesquisador na implantação da cadeia de ajuda na empresa. Na documentação buscou-se analisar o conhecimento formal sobre as práticas a serem descritas no capítulo 5, em termos de análise dos padrões gerenciais, treinamento das partes e auditoria. Durante a

observação direta, analisou-se o comportamento dos funcionários, seus conhecimentos de cada prática e os indicadores de desempenho que estão distribuídos pela empresa em quadros de gerenciamento visual. A participação direta do pesquisador na implantação da cadeia de ajuda foi fundamental de modo a poder descrever o método utilizado, assim como enxergar oportunidades de melhoria as quais resultaram o método diagnóstico a ser proposto no capítulo 5. Dois funcionários com mais tempo de empresa e experiência na cadeia de ajuda foram entrevistados.

4 ESTUDO DE CASO – IMPLANTAÇÃO DA CADEIA DE AJUDA NA EMPRESA A

4.1. A EMPRESA

A empresa A é uma grande empresa produtora de equipamentos de refrigeração para a indústria de produtos eletrodomésticos e de refrigeração comercial. A empresa foi fundada na cidade de Joinville (SC), e atua no mercado mundial. Embora seja do setor eletroeletrônico, a empresa possui setor de estamparia a qual fornece as peças para montagem do produto final.

A empresa A se direcionou estrategicamente para se tornar uma empresa de tecnologia e hoje produz em várias unidades ao redor do mundo, tendo se tornado um dos líderes mundiais em seu segmento.

A qualidade do produto tem sido acompanhada pela qualidade do processo. Como empresa de produção em massa, por décadas houve investimento em automação industrial, e automação de máquinas ferramentas, de equipamentos de transporte e manipulação de materiais, incluindo robôs e informática industrial.

No fim da década de 1980 foi implantado o programa de Garantia da Qualidade, pois antes disso o conhecimento era limitado a respeito do mercado e requisitos de cliente, além de haver pouca preocupação com custo de falhas, e também os defeitos e falhas eram aceitos e permitidos pelo mercado. Já nos anos 1990 com a crescente demanda por aumento da qualidade dos produtos, a empresa implantou alguns programas tais como o CCQ (Círculo de Controle da Qualidade), o controle estatístico do processo, certificação de mão de obra e método de resolução de problemas, além da ISO 9001.

No início da década de 1990 houve a primeira tentativa de implantar o sistema de produção enxuto, também conhecido como *lean manufacturing*, porém o programa somente iniciou a ser implantado nos anos 2000, com a conscientização *lean* e patrocínio de diretores, gestores e líderes. Nesta década foi realizado o primeiro mapeamento de fluxo de valor e alguns *gamba kaizens*. O pensamento de produção mudou de produção em massa para produção em fluxo. O foco, além do fluxo, foi garantir a estabilidade básica dos 4M's.

Com o cenário de fluxo produtivo cada vez mais consolidado, as metas internas da empresa referentes à produtividade e dimensionamento de estoques ficaram mais arrojadas. Uma interrupção de fluxo por parada de máquinas e produção com defeitos de qualidade antes coberta por estoques, nos últimos anos passou a ser inaceitável.

Isto levou a um grande esforço estratégico na direção da implantação do TPM (manutenção produtiva total), a qual se iniciou com máquinas gargalo e aos poucos foi se disseminando para toda a empresa. O programa continua em constante atualização.

O sucesso do TPM conduziu ao desejo estratégico de implantar um sistema de cadeia de ajuda, pois a medição do desempenho do equipamento através da qualificação dos operadores na identificação das perdas evidenciou para a empresa que haviam interrupções de fluxo produtivo muito longas. A informação que vinha do chão de fábrica demorava a chegar às áreas de apoio, que precisavam agir para restabelecer o fluxo, seja por ações de contingência, seja pela busca da causa raiz dos fatores mais frequentes de parada. Ficou evidente a necessidade de um método padronizado de ajuda para as áreas operacionais, apoiado por uma gestão visual dos problemas e resultados do dia de produção, realizada assim pela cadeia de ajuda.

4.2 IMPLANTAÇÃO DO TPM

A manutenção produtiva total é um elo importante para a prática da manufatura enxuta como também é decisiva na qualidade final do produto, uma vez que contribui na manutenção da capacidade dos processos produtivos (WYREBSKI, 1997). Ter o processo produtivo capaz de produzir nas especificações de projeto pelo correto funcionamento dos equipamentos e pela capacitação adequada dos colaboradores nos métodos corretos de trabalho são elementos básicos na busca da estabilidade da produção, condição para a implantação do fluxo contínuo. A empresa percebeu esta estreita relação entre a qualidade total dos produtos e a manutenção produtiva total, sendo que iniciou a estratégia de implantação do programa TPM na organização, ferramenta iniciada após o início dos trabalhos em *lean manufacturing*.

O enfoque em TPM tem por objetivo garantir uma estabilidade mínima dos equipamentos antes da aplicação da cadeia de ajuda, de modo a evitar preventivamente constantes quebras e falhas de máquinas.

Algumas áreas da empresa foram escolhidas para a implantação do projeto piloto, sendo uma delas a área referente ao estudo de caso. A primeira etapa da implementação do TPM foi a disseminação dos conceitos básicos para os funcionários, onde estes devem estar motivados e contribuir ativamente para sua implantação. Para isso, o *gemba kaizen* foi escolhido como método de implantação da ferramenta. O *kaizen* ocorre normalmente em um período de 3 a 8 dias com uma equipe formada por pessoas de diversas áreas, inclusive as áreas que não

possuem ligação direta ou indireta com o ponto a ser melhorado. Inclui treinamento dos conceitos de TPM, análise da situação atual, e projeto da situação futura.

Dos 8 pilares do TPM descritos no capítulo 2, o foco desta dissertação é o pilar da manutenção autônoma, visto que a cadeia de ajuda se inicia pelo próprio operador da máquina e a manutenção autônoma treina a mão de obra operacional para o senso de propriedade de seus equipamentos, dando a eles autonomia para buscar o aumento do OEE. A MA fornece um importante treinamento para conscientizar o operador para a necessidade de disparar a cadeia de ajuda, pois ele aprende a identificar as perdas e suas causas, fornecendo assim o conhecimento e a autoridade para ele agir na busca do restabelecimento do fluxo produtivo interrompido por uma das perdas descritas no Capítulo 2.

As três dimensões do OEE, a disponibilidade, a *performance* e a qualidade são impactados pela capacidade do operador de reconhecer condições fora do padrão para o funcionamento do processo, seja por falhas do equipamento, que leva tanto a baixos índices de qualidade do processo quanto a perda de ritmo ou interrupção do processo produtivo.

Cabe ressaltar que o presente trabalho estuda os processos de produção mecanizados, cujo resultado operacional é diretamente dependente do funcionamento correto dos equipamentos e a presença do operador é essencial no reconhecimento de condições fora do padrão estabelecido de desempenho e seu papel é acionar a cadeia de ajuda para o rápido restabelecimento do fluxo de produção. Este mesmo operador que aciona a cadeia de ajuda também é responsável por sustentar o programa de manutenção autônoma do equipamento, e isso faz com que a manutenção autônoma seja importante para a implantação da cadeia de ajuda.

O programa de manutenção autônoma contou com 4 fases:

- a) Fase 1: restauração, fase onde eliminam-se paradas e perdas esporádicas;
- b) Fase 2: estabilidade, fase onde eliminam-se pequenas paradas e perdas crônicas;
- c) Fase 3: capacidade, fase onde eliminam-se defeitos e perdas por velocidade baixa;
- d) Fase 4: autogerenciamento, fase onde ocorre a padronização dos processos e melhorias contínuas.

A duração de cada uma das fases, e do programa como um todo

depende da estratégia de implantação da empresa. Podem variar de 6 meses a 3 anos. No caso da empresa A, o tempo médio para implantação em um equipamento é de 2 anos. Este tempo denota um processo relativamente longo de aprendizado até que o operador domine a operação em fluxo do equipamento e aprenda a identificar as causas das paradas e o restabelecimento do fluxo através do acionamento eficaz das áreas de apoio pela cadeia de ajuda. A experiência autorizou dizer que uma fase não pode iniciar sem a fase anterior estar concluída, a qual se faz por meio de auditorias.

4.2.1 Relação da Implantação da Manutenção Autônoma (MA) com a cadeia de ajuda

Neste item é descrito o processo de implantação da MA na empresa. As etapas descritas evidenciam que este passo é fundamental para a sustentabilidade da cadeia de ajuda, pois se evidencia que as seis grandes perdas descritas no item 2.4 estão diretamente relacionadas com o programa de manutenção autônoma e o acionamento da cadeia de ajuda. Paradas inesperadas, equipamento trabalhando com velocidade abaixo do padrão e produtos defeituosos podem ocorrer por ineficiências de um equipamento mal cuidado, com fontes de sujeira, locais de difícil acesso e também pelo descumprimento de padrões de inspeção, lubrificação e limpeza existentes. O disparo do pedido de ajuda pelo acionamento da cadeia é justamente iniciado pelo operador da máquina, que está alinhado com a manutenção autônoma, e que qualificou o operador dando a ele autorização para disparar a chamada das áreas de apoio para o trabalho de restabelecimento do fluxo produtivo, reduzindo o impacto das seis grandes perdas de produção.

A manutenção autônoma é uma ferramenta simples e prática, os treinamentos e o gerenciamento desenvolvem nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos, a habilidade de inspeção, detecção e solução de problemas, além de promover a integração entre operação e manutenção.

Sua implantação na Empresa A compreendeu 7 etapas (7 *gembu kaizens*), sendo elas:

- a) **Limpeza e inspeção.** Numa fase inicial incentivou-se a limpeza e concomitantemente levou os operadores ao descobrimento dos pontos de inconveniência, assim como treiná-los para o seu saneamento. Aprendeu-se que “a limpeza é o segredo para o descobrimento das inconveniências”;

- b) **Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso.** Introduziu-se melhorias de modo que mesmo nos pontos de difícil acesso, a limpeza e a lubrificação estejam presentes. Isto facilitou a detecção de eventuais problemas;
- c) **Padrões provisórios de limpeza, inspeção e lubrificação.** Nesta fase foi elaborado o manual e o padrão de limpeza e de lubrificação a ser cumprido;
- d) **Inspeção geral dos equipamentos.** Treinamento específico por modalidade de inspeção foi disseminado. Por exemplo, a inspeção do sistema de aperto e de travas, conjunto parafuso-porca etc. Corrigiram-se as falhas e promoveu-se a regeneração do perfil de funcionamento originariamente concebido para a máquina;
- e) **Inspeção autônoma nos equipamentos.** Tratou-se da execução da inspeção autônoma, a fim de assegurar o perfil e a performance originariamente concebidos para o equipamento;
- f) **Padronização.** A organização e a sistematização do trabalho constituem os elementos básicos para gestão da área de trabalho. Buscaram-se meios para manter esta eficiência
- g) **Autocontrole.** Utilizando as habilidades e a estrutura adquirida por meio do sexto passo, promoveu-se a manutenção espontânea, assim como as atividades para incorporação das diversas melhorias.

No momento de implantação da cadeia de ajuda no setor, a manutenção autônoma estava concluindo o passo 3. Estas 7 etapas estão distribuídas nas 4 fases de implantação do TPM conforme mostrado na figura 8:

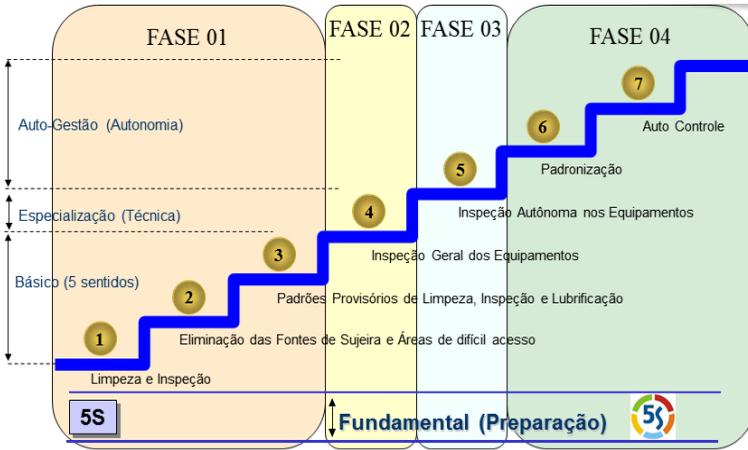


Figura 8 - Fases da MA.

Fonte: Documentação interna da Empresa, 2010.

Para implantação da manutenção autônoma, foram desenvolvidas cinco ferramentas. Lição ponto a ponto, etiquetas P, agenda de reuniões, padrão provisório e quadro de gestão à vista. Estas ferramentas trabalhando em conjunto têm o objetivo de qualificar e autorizar o operador para agir no restabelecimento do fluxo de produção. A lição ponto a ponto é elaborada pelo próprio operador da máquina, e por isso tem o objetivo enaltecer a importância do operador no programa, fazendo-o se sentir parte do mesmo, além de servir de treinamento aos seus colegas de trabalho. Quando este operador então “dono” do equipamento encontra alguma anormalidade, ele tem em mãos a ferramenta da Etiqueta P para deixar visível na fábrica os problemas do equipamento. Além das anormalidades que possam ser encontradas, o operador deve fazer o *check list* de seu equipamento, deixando registrado no padrão provisório que realizou as tarefas de limpeza, inspeção e lubrificação conforme padrão estabelecido.

Para garantir o funcionamento do programa, reuniões são agendadas em períodos pré-determinados, tendo como base de dados as informações do quadro de gestão à vista.

1. LPP (Lição ponto a ponto): criou-se um formulário onde foi aplicado um método de treinamento, visando ensinar um determinado tema de maneira objetiva, em pouco tempo, e foi aplicado para: Ampliar o conhecimento de forma prática e descontraída, em qualquer período

de gerenciamento de anomalias. Neste caderno, as etiquetas eram coladas de duas em duas, sendo no lado esquerdo a etiqueta identificando a anomalia, e no lado direito a etiqueta mostrando que a anomalia foi finalizada.

Já as etiquetas azuis tinham apenas duas vias. A primeira via era a do equipamento e a segunda via ficava no caderno de controle, seguindo as mesmas regras da etiqueta vermelha. A regra para abrir etiquetas P era sempre que uma anomalia fosse identificada, ou sempre que o tratamento a ser dado fosse preventivo. Além de ter servido para registrar uma anomalia que foi resolvida prontamente não gerando parada de máquina, neste caso a aplicação maior foi de etiquetas azuis. Na fase 1 do programa foram abertas em média 10 etiquetas, por prensa. Como uma via das etiquetas ficou pendurada no próprio local, serviu de gestão a vista e chegaram a causar desconforto aos responsáveis pela execução das anomalias, quando não tratadas em tempo hábil. A rápida execução das etiquetas P auxilia a manter estabilidade básica e assim evitar o acionamento do *andon* amarelo, o qual é o início da cadeia de ajuda indicando que o equipamento está indisponível.

3. Reuniões: serviram para garantir a sustentação do programa. Os supervisores de produção promoveram encontros semanais, rápidos e próximos ao quadro de gestão a vista, reunindo operadores, técnicos e planejador da manutenção. A pauta das reuniões continha o fluxo das etiquetas, discussão dos indicadores da semana, os planos de ação e manutenção, peças de reposição e análise de quebras e falhas.

Todos verificavam se existiam etiquetas abertas, se as prioridades estavam corretas, se era preciso abrir LPP e se o intervalo de inspeção estava correto e dentro do prazo. O planejador de manutenção costuma utilizar esta reunião para cruzar os dados de parada de máquina que acionaram a cadeia de ajuda na semana, com o cumprimento do plano de ação de MA. No caso da empresa A, definiu-se o padrão de reuniões de *follow-up* uma vez por semana com agenda fixa.

4. Padrão provisório: tratou-se de procedimentos de limpeza, inspeção e correção caso necessário, a serem seguidos pelos operadores em determinada frequência de tempo, as quais deveriam ser os menores possíveis (ver figuras 10 e 11).

PADRÃO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA															
		LINHA - EQUIPAMENTO:						Transfer Eixo - GB583		DATA:		06-mai-09			
								N° SAP:		3904					
ITEM	NOME DO ITEM	ATIVIDADE	MÉTODO	FERRAMENTAS NECESSÁRIAS	ANORMALIDADE	MÁQUINA PARADA ?		TEMPO (MIN.)	FREQUÊNCIA					RESPONSÁVEL	
						S	N		T	D	S	D	M		
1	Reservatório da unidade hidráulica	Completar o nível com óleo HLP68	Manual / Visual	Bomba Manual	Abrir Etiqueta "P"			15	X						Turno 100 Turno 200 Turno 300
2	Reservatório de óleo da lubrificação centralizada - U2	Completar o nível com óleo CGLP220	Manual / Visual	Bombona	Abrir Etiqueta "P"			5	X						Turno 100 Turno 200 Turno 300
3	Reservatório de óleo da lubrificação centralizada - U5	Completar o nível com óleo CGLP220	Manual / Visual	Bombona	Abrir Etiqueta "P"			5	X						Turno 100 Turno 200 Turno 300
4	Placa radial U2	Lubrificar os 2 pinos graxeiro com graxa K2K (5 bombadas)	Manual / Visual	Bomba Manual	Abrir Etiqueta "P"			10		X					Turno 200
Ilustração															

Figura 10 - Exemplo de Padrão Provisório.

Fonte: Documentação interna da empresa, 2010.

CHECK LIST - PADRÃO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (PMA)																																					
Máquina: LINHA 1 - Transfer Eixo - GB583																																					
Mês: Setembro																																					
Item	Nome do Item	Atividade	Responsável	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
				T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	
1	Reservatório da unidade hidráulica	Completar o nível com óleo HLP68	Preparador T100																																		
			Preparador T200																																		
			Preparador T300																																		
2	Reservatório de óleo da lubrificação centralizada - U2	Completar o nível com óleo CGLP220	Preparador T100																																		
			Preparador T200																																		
			Preparador T300																																		
3	Reservatório de óleo da lubrificação centralizada - U5	Completar o nível com óleo CGLP220	Preparador T100																																		
			Preparador T200																																		
			Preparador T300																																		
4	Placa radial U2	Lubrificar os 2 pinos graxeiro com graxa K2K	Preparador T200																																		

Figura 11 - Exemplo de Padrão Provisório.

Fonte: Documentação interna da empresa, 2010.

Para cada uma das prensas do programa de MA, foi elaborado um padrão provisório semelhante ao mostrado na figura 11. O não cumprimento deste padrão poderá ocasionar falhas de equipamento e acionamento desnecessário da cadeia de ajuda, pois objetiva manter a estabilidade do equipamento de modo a prevenir quebras e falhas. Com o cumprimento correto do padrão provisório, a máquina se encontrará limpa, lubrificada e inspecionada. Nestas condições é mais fácil

encontrar e resolver problemas, ponto fundamental para restabelecer o fluxo, pela cadeia de ajuda.

5. Quadro de gestão a vista: os controles visuais auxiliaram na limpeza e inspeção dos equipamentos, além de ter servido de incentivo às equipes, já que pela fábrica deveriam circular diariamente pessoas de outras áreas, além dos próprios supervisores, técnicos e líderes.

O quadro de gestão a vista contém a lista de treinamento dos operadores assinada pelos participantes, contendo as fases do programa, com destaque para a fase atual. Contém também o gráfico de Pareto com as principais perdas do período, além do *check list* devidamente preenchido, plano de ação do MA atualizado e o caderno de controle das etiquetas.

Os processos acima citados são auditados a cada trimestre.

4.3 A IMPLANTAÇÃO DA CADEIA DE AJUDA

A cadeia de ajuda tem relação direta com a manutenção autônoma, em ambos os pilares da “casa da Toyota”, pois ambas visam resolver anormalidades ou evitar que estas aconteçam, e também garantir entrega JIT a seus clientes. Além de esta estrutura ser similar, na cronologia dos fatos, a cadeia de ajuda deve ser implementada após alguma estabilidade básica mínima ser encontrada nos equipamentos, sendo facilitada pela correta execução da manutenção autônoma, ou seja, o operador que irá acionar a cadeia deve ter o sentimento de propriedade pelo equipamento, deve preencher o *check list* de modo a manter o equipamento em condições favoráveis de operação e os problemas devem ser visíveis às áreas de atuação da cadeia que estiverem atuando no equipamento, no momento de uma anomalia.

Após a Fase 1 do programa de MA no setor de prensas, a qual eliminam-se paradas e perdas esporádicas, a empresa A começou a desenvolver os estudos para implementar a ferramenta de cadeia de ajuda. Esta decisão justificou-se porque na fase 1 do programa de MA é feita limpeza e inspeção do equipamento, também eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso, além da elaboração dos padrões provisórios de limpeza, inspeção e lubrificação. A empresa considerou ideal a implantação da cadeia de ajuda após todo o programa de MA estar implantada, porém, pela necessidade imediata e pelo longo tempo de 24 meses de implementação do MA, a empresa considerou então viável a implantação da cadeia de ajuda após a fase 1 do programa de MA estar concluída.

Durante a aplicação do TPM pela empresa A é que surgiu a ideia de planejamento e aplicação da ferramenta de cadeia de ajuda. Para este planejamento, a alta administração foi centralmente envolvida e formou um grupo de trabalho para iniciar as pesquisas e desenvolvimento do assunto.

A ferramenta cadeia de ajuda foi sistematizada então por um grupo de implantação de modo a criar um padrão de aplicação e sustentação da ferramenta após aplicação. Em seguida, fez-se a aplicação de um projeto piloto na área de prensas da empresa A, através da metodologia *gemba kaizen*, onde um grupo multifuncional se deslocou no período médio de uma semana para tratar de um assunto específico, neste caso, a cadeia de ajuda.

A formação de um grupo multidepartamental com conhecimentos técnicos mais específicos é imprescindível no apoio à estrutura citada. Esses colaboradores devem ter a missão de ajudar, sob coordenação da gerência, a resolver os problemas que a área produtiva não conseguiu (KAMADA, 2002).

A norma para aplicação de cadeia de ajuda na empresa A foi criada na semana *kaizen* de forma a orientar futuros aplicadores da ferramenta na sua correta forma de aplicação. Definiu-se na norma que:

- a) O responsável pela aplicação da rede de ajuda é o coordenador *lean* do setor, e o responsável por manter a ferramenta ativa é o líder;
- b) A ferramenta de aplicação é o *gemba kaizen*, específico para a cadeia de ajuda;
- c) Com alguns dias de antecedência, deve ser realizado de 2 a 3 pré *kaizens*, objetivando mapear a situação atual do equipamento (ou grupo de equipamentos) a ser aplicada a rede de ajuda. Os principais motivos de indisponibilidade de equipamento devem ter sido levantados e separados em áreas conforme o problema aconteceu. Por exemplo: matéria prima, manutenção ou qualidade;
- d) A equipe de rede de ajuda deve ser formada de modo a conter pelo menos uma pessoa de cada área, que possa ser responsável por parada de equipamento. Deve ser dimensionada de modo a atender o tempo estabelecido no plano de reação rápida, descrito a seguir.

A base para o funcionamento da cadeia de ajuda, estabelecido na norma, é a elaboração do plano de reação rápida (figura 12).

Efetivamente é um padrão estabelecido pela equipe de implantação para chamar a rede de ajuda de forma padronizada, e que deve ser seguido cada vez que uma anomalia acontecer no equipamento.

Plano de Reação Rápida Manutenção										
No.	Problema	Modo de Detecção		Impacto Problema	Limite Quantidade	Responsável				
		Onde	Como			Função	O que deve ser feito para restabelecer o fluxo	Tempo	Comunicar quem?	Meio de Comunicação
1	Demora na reposição de: a) Sensor Indutivo M8 cód 0003082 b) Sensor Banner cód 000602437 c) Cabo sensor M8 cód 000265497 e) Fibra ótica dupla cód 605964	Máquina	Parada do equipamento	entrega		Operador Preparador		1 min 2 min	Preparador Tec. Manutenção Eléctrico	Acionar Andon Amarelo Radio
						Téc. Manutenção Eléctrico	Trocar sensor	10 min		
	<i>Apresentar os problemas previamente definidos que serão detalhados no Plano de Reação Rápido;</i>	<i>Como podemos detectar o problema. Quanto mais cedo melhor, mas para isso precisamos identificar no fluxo o melhor ponto e usarmos Poka-Yoke, Trabalho Padronizado, etc.</i>		<i>Que impacto o problema pode gerar, por ex.: ambiental, segurança, entrega, qualidade, etc.</i>		<i>Para cada problema definir a ação a ser realizada, o tempo necessário para executar a mesma e o responsável pela execução (função).</i>			<i>Caso o responsável pela ação não realizar a mesma no tempo estipulado deverá acionar o próximo nível da Cadeia de Ajuda (quem) com o meio de comunicação adequado (meio de comunicação)</i>	

Figura 12 - Plano de Reação Rápida.

Fonte: Documentação interna da Empresa, 2010.

A síntese do plano montado para a empresa A está mostrada na figura 12, e deve conter:

- O problema: apresentar problemas oriundos da listagem dos problemas mais frequentes levantados no pré *kaizen* do equipamento;
- Modo de detecção: como pode-se detectar o problema, sendo que quanto mais cedo melhor;
- Impacto do problema: que impacto o problema pode gerar;
- Função: de quem é a responsabilidade pela ação;
- O que deve ser feito para restabelecer o fluxo: pode ser a aplicação de alguma ferramenta específica, ou caso não seja da responsabilidade da pessoa, a ação é chamar o próximo integrante da cadeia, definido no plano;
- Tempo: tempo em que a pessoa terá disponível para a realização da atividade. Estabelecer limite de tempo é fundamental para evitar que o preparador/operador da máquina tente insistentemente resolver o problema e leve um

longo tempo para isso.

- g) Quem comunicar: caso o responsável pela ação não realizar a mesma no tempo estipulado, deverá acionar o próximo nível na cadeia de ajuda;
- h) Meio de comunicação: é a forma de fazer a comunicação com o próximo nível da cadeia.

A lógica de funcionamento da cadeia de ajuda é a seguinte: em cada anomalia detectada, o operador da máquina tem de realizar uma determinada atividade para restabelecer o fluxo e com um tempo limite especificado para execução desta atividade. Caso o tempo limite seja ultrapassado, o *andon* (luz) amarelo é aceso automaticamente, e quando isso acontece, o operador deve comunicar o próximo nível da cadeia de ajuda, conforme o problema acontecido, seguindo o padrão do plano de reação rápida. Este é o primeiro acontecimento da rede de ajuda.

O profissional acionado segundo a rede de ajuda responsável para religar o equipamento, seja ferramenteiro, mecânico ou qualquer outro profissional, tem um novo espaço de tempo para resolver o problema, caso contrário o *andon* (luz) vermelho é aceso também automaticamente, e neste caso a luz é visível na fábrica e também na sala do staff responsável.

Tendo sido estabelecido o fluxo padronizado para atuação da rede de ajuda, a preocupação neste momento do método foi a sustentação do programa. Fazer com que o plano definido no *kaizen* de cadeia de ajuda se cumpra ao longo do tempo. Para isso, uma reunião diária coordenada pelo líder do setor de prensas foi estabelecida em frente ao quadro de gestão visual para preenchimento dos problemas do dia anterior na fábrica no local onde aconteceram as paradas de equipamentos.

Sempre que uma parada for maior do que os minutos estabelecidos no *kaizen* para acionamento do *andon* amarelo, o operador deve anotar o desvio no quadro de desvios da cadeia de ajuda (quadro 1), descrevendo o desvio ocorrido, a máquina em que ocorreu o problema, e o tempo de parada. Assim, o critério para um problema estar apontado no quadro de acompanhamento diário foi o acionamento do *andon* amarelo.

Quadro 1 - Quadro de Desvios Diários.

QUADRO DE DESVIOS DIÁRIOS - PRENSAS					
ABERTA RAAT?	DESVIO	AÇÃO REALIZADA	PARADA		VISTO SUPERVISOR
			INÍCIO	TEMPO PARADA	

Fonte: Documentação interna da Empresa, 2010.

Na empresa A definiu-se que a reunião diária deve contar com a presença de supervisores de produção, de manutenção e ferramentaria, além dos preparadores e operadores de máquina, enfim, toda a equipe da rede de ajuda, formando um grupo diário de 5 a 7 pessoas, durante tipicamente 10 minutos. Durante a reunião, para os problemas mais críticos definidos pela equipe, deve ser aberto um relatório de análise de anomalias no turno (RAAT), como exemplificado na figura 13. Este relatório utiliza o gráfico de Ishikawa para detecção da causa raiz do problema, seguida da ação emergencial tomada pelo responsável da RAAT e ação mais robusta de correção do problema, para evitar que este voltasse a acontecer. O responsável por resolver a anomalia é o responsável por preencher a RAAT.

- preenchidas;
- b) Em casos críticos resolver desvios abrindo AMS;
- c) Registrar comentários e assinar quadro de desvios.

Para o projeto piloto, no início das atividades da semana *kaizen* de cadeia de ajuda, foram identificados os principais problemas que interrompem o fluxo produtivo, conforme anotações do chão de fábrica, e estes motivos de interrupção de fluxo foram extratificados em categorias conforme abaixo:

- a) Produção e Logística (fluxo);
- b) Ferramentaria (ferramentas e moldes);
- c) Manutenção;
- d) Qualidade.

Primeiramente, a estratégia foi medir o estado atual da empresa, medindo o OEE nos meses antecedentes ao *kaizen*, e logo após foi elaborado o gráfico de Pareto, com o objetivo de conhecer os principais motivos de parada a serem trabalhados, por categoria.

A próxima etapa do método, a qual é fundamental para a excelência do programa, foi a elaboração do plano de reação rápida para cada uma das categorias listadas na figura acima.

No caso da empresa A para setor de prensas, o tempo estabelecido pela equipe foi de cinco minutos para acionamento do *andon* amarelo (primeiro acontecimento). Para acionamento do *andon* vermelho, o tempo estipulado foi de 2 horas. Tempos foram estipulados com base no dimensionamento dos estoques, dimensionamento da equipe de rede de ajuda, tempo necessário para operador ou preparador tentar encontrar o problema, e tempo para troca de ferramentas.

O restante das ações do *gamba kaizen* seguiu os critérios listados na norma. Os planos de reação rápida foram preenchidos, o OEE começou a ser divulgado com gestão visual diariamente ao lado do quadro de desvios, a equipe foi treinada, líder definido e reuniões diárias passaram a acontecer em frente ao quadro de desvios, a qual se localiza dentro da fábrica. Do resultado das reuniões, tem-se o preenchimento de RAATs e abertura de AMS para tratativa dos problemas.

O sistema de rede de ajuda tem trabalhado então para que perdas inesperadas no equipamento levassem um curto espaço de tempo para serem resolvidas e então restabelecesse o fluxo produtivo conforme tempo *takt*. O operador que antes muitas vezes se encontrava isolado tentando resolver o problema, depois da rede de ajuda tem a consciência

de que tem o suporte necessário para resolver este problema. Não somente resolver o problema rapidamente de forma corretiva quando ele acontece, mas também é objetivo da cadeia de ajuda atuar na fonte dos problemas quando eles surgem, e estabelecer mudanças nos processos de modo a evitar a reincidência dos problemas.

Os principais problemas do plano de reação rápida foram compilados em um plano de ação anual, gerenciado pelo planejador de manutenção. Este plano teve o objetivo de alinhar todas as informações e deixar registrados os motivos de perda para que estes não se percam com o passar do tempo.

Assim como na implantação da manutenção autônoma, na cadeia de ajuda todo o treinamento do pessoal operacional foi feito através da ferramenta LPP (Lição ponto a ponto), com objetivo de ser simples e objetivo, além de ser visual.

Com o programa rodando diariamente e com patrocínio da liderança, os problemas mais graves em tempo de parada e frequência foram decrescendo com o passar do tempo.

4.4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos com a aplicação da cadeia de ajuda, suportada pelo TPM foram visíveis no setor de prensas da empresa A, e puderam ser expressos em indicadores chave de *performance*.

O OEE das prensas subiu aproximadamente 20% em pouco mais de 6 meses de aplicação das ferramentas, de 65% para 80%. Em consequência a empresa A conseguiu redução dos índices de refugo e sucata, além de eliminar as constantes horas extras nos finais de semana. Além disso, uma prensa foi desativada em um turno, e pela maior confiabilidade dos equipamentos, o estoque em processo caiu em torno de 30%, reduzindo também o *leadtime* produtivo.

Fica claro desta forma a eficácia das ferramentas abordadas, e não somente em indicadores de processo, mas também a empresa A teve aumento de seu lucro operacional e diminuição de seu capital de giro.

De forma qualitativa, obteve-se maior integração entre os setores de operação, ferramentaria, qualidade e manutenção. Gestores em sua rotina de *genchi gembutsu* (rotina de visita a fábrica, com horários estabelecidos) percebem o preenchimento do quadro de desvios contendo também altos valores de OEE preenchidos, seguidos de elogios e consequentemente aumento motivacional por parte dos operadores. Especialistas de processo, e supervisores apóiam e incentivam a disseminação da ferramenta para outros setores, pois

entendem que a cadeia de ajuda é uma forma de manter padrões, estabelecer maior contato entre áreas, além de facilitar o trabalho no chão de fábrica.

Dado o sucesso da implantação, a cadeia de ajuda suportada pelo programa de TPM está sendo expandida para outros setores da empresa A.

4.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Com o passar dos anos, as empresas de produção mecanizada com capital intensivo, assim como as de mão de obra intensiva passaram a se preocupar cada vez mais com a garantia da qualidade total de seus produtos. Essa evidência ficou clara na década de 1980, e na sequência o foco também foi dado à implantação da cultura de manufatura enxuta em meados dos anos 1990 e 2000. Neste contexto, para o tipo de empresa mecanizada com processos repetitivos em lotes como a empresa A objeto do presente estudo, o tema manutenção produtiva total e cadeia de ajuda ganharam cada vez mais força, uma vez que visam garantir a estabilidade básica de equipamentos e a qualidade do produto final, formando os pilares da “casa da Toyota” e assim se faz essencial em processos mecanizados de produção de peças e *commodities*, diferenciando assim estas empresas num mercado competitivo.

A manutenção produtiva total não só é um elo importante para a prática do *just-in-time*, como também é decisiva na qualidade final do produto, uma vez que contribui na manutenção da capacidade dos processos produtivos (WYREBSKI, 1997).

A cadeia de ajuda é uma ferramenta *lean* mais recente a ser conhecida e aplicada pelas empresas. Assim como o TPM, a cadeia de ajuda também visa o aumento de estabilidade básica. Porém, como saber se um processo está estável? Segundo Kamada (2007), deve-se definir a expectativa de produção hora a hora e registrar a produção real. Os desvios entre o real e o planejado representam a falta de estabilidade do processo, significando a ocorrência de problemas.

Fato interessante a ser destacado deste capítulo é a forte interligação entre as ferramentas de TPM e cadeia de ajuda, pois ambas trabalham em conjunto para melhoria do fluxo de produção, estabilidade básica e também para melhorar a qualidade do produto final. Porém, estas duas ferramentas não conseguem tração suficiente dentro da empresa sem alguns pré-requisitos implantados. Aplicar ferramentas antes de cadeia de ajuda é fundamental para ensinar ao operador a sua responsabilidade perante o equipamento, além de garantir uma mínima

estabilidade básica antes da implantação da cadeia de ajuda, uma vez que com máquina parada não se tem produção.

Não são necessários equipamentos com disponibilidades perfeitas, mas é preciso conhecer a demanda dos clientes, a capacidade do processo e a média real de produção (SMALLEY, 2005). Sendo assim, um requisito importante é a existência de um indicador de eficiência operacional que garanta a evidência da realidade do processo. Além disso, verifica-se que os padrões de manutenção autônoma de limpeza, inspeção e lubrificação são similares aos padrões do programa 5S, e também as quais são gerenciados visualmente pelo quadro de MA, fazendo com que 5S e gestão visual de indicadores na fábrica também sejam essenciais para implantar cadeia de ajuda.

Ainda, vale lembrar que a cadeia de ajuda é uma rotina de interação e envolvimento, com ações padronizadas para resolver um problema quando ele surge, no menor tempo possível (KAMADA, 2008) e desta forma a existência de processos padronizados, normas e especificações por parte da empresa, facilitam a implantação da cadeia de ajuda, assim como a existência de um método eficaz de resolver estes problemas em um curto espaço de tempo, de forma a buscar eliminar sua causa raiz. Somando-se a isso, a alta direção deve apoiar e incentivar a implantação da cadeia de ajuda.

A cadeia de ajuda se inicia pelo próprio operador da máquina e a manutenção autônoma treina a mão de obra operacional para obter maior perceptibilidade para falhas, e dando aos operadores autonomia para buscar o aumento do OEE. Cabe ressaltar que o presente trabalho estuda os processos mecanizados, cujo resultado operacional é bastante dependente do desempenho dos equipamentos e a presença do operador é essencial no reconhecimento de condições fora do padrão estabelecido de desempenho e seu papel é acionar a cadeia de ajuda para o rápido restabelecimento do fluxo de produção. Implantar cadeia de ajuda, sem os pré-requisitos citados, e sem uma manutenção básica que garantam uma estabilidade de máquina aceitável, significa ter *andons* acesos na fábrica por muito tempo, com uma equipe de rede de ajuda não capaz de dar a devida assistência para restabelecer o fluxo de produção, e assim o resultado são muitos desperdícios traduzidos em um baixo valor de OEE.

Por fim, no capítulo 5 será proposto um método de diagnóstico para implantar cadeia de ajuda em outros setores da empresa A, assim como outras empresas em setores de produção de peças em grande volume com grande dependência de equipamentos. Baseia-se na verificação inicial do estado de desenvolvimento através do diagnóstico

do estado atual da empresa. Em seguida é feita uma análise deste estado atual, a qual objetiva tomar a decisão de seguir adiante a implantação ou trabalhar algum atributo antes. Finalmente a análise do estado atual leva a um prognóstico que em resumo significa atingir patamares aceitáveis de estabilidade e OEE definidos pela alta direção.

5 MÉTODO DE DIAGNÓSTICO PROPOSTO

O estudo de caso da implantação de cadeia de ajuda no setor de prensas da empresa A descrita no capítulo 4 deu embasamento para o pesquisador desenvolver um método de diagnóstico de modo a orientar outras empresas para a implantação da cadeia de ajuda. O objetivo é permitir que as empresas avaliem as condições existentes na operação e avaliar como e quando implantar a cadeia de ajuda, de forma a melhorar a estabilidade básica, representada por altos índices de OEE. No capítulo 4 foi evidenciado que existe relação entre a capacitação da mão de obra na operação das máquinas através das ferramentas de manutenção autônoma e cadeia de ajuda, dado que o conhecimento das perdas qualifica o operador para disparar a chamada de ajuda das áreas de apoio para restabelecer o fluxo de produção em períodos de tempo pré-determinados. A relação entre as ferramentas e a ordem cronológica de sua implantação para garantir o sucesso e a sustentação da implantação será observada na estrutura do diagnóstico proposto no presente capítulo.

O presente método de diagnóstico está direcionado para empresas de manufatura com expressivo uso de equipamentos de transformação mecanizados e automáticos ou controlados por operadores.

A implantação da cadeia de ajuda deve fazer parte de um processo com alguma estabilidade básica evidenciada pelas práticas de Manutenção Produtiva Total, visto que cadeia de ajuda é uma rede constituída de setores operacionais e de apoio da empresa com a finalidade de manter a disponibilidade, a qualidade e a eficiência dos meios de produção através de padrões para o disparo de alarmes e de medidas emergenciais para corrigir prontamente falhas que impliquem em falta de disponibilidade, qualidade e eficiência.

Para aplicar os princípios de *just-in-time*, isto é, ter a peça certa, na hora certa, na quantidade certa, a empresa deve ser estável e ter processos padronizados. Estabilidade com certeza inclui a confiabilidade do equipamento. Caso contrário, precisar-se-á de muito inventário e outras medidas de proteção para compensar a instabilidade em seu sistema (MOORE, 2011).

Os mais famosos elementos da produção *lean* tendem a ser os conceitos de fluxo: tempo *takt*, trabalho padronizado e produção puxada. Entretanto, um simples exame de todos esses métodos demonstra que todos assumem que existe disponibilidade suficiente das máquinas. Para muitas indústrias que estão buscando uma transformação *lean*, esta hipótese não é uma realidade (SMALLEY, 2005).

Na maior parte da literatura atual *lean*, processos robustos de qualidade e de sistemas de manutenção são comumente relacionados às pré-condições para as práticas *lean*, tais como fluxo contínuo ou trabalho padronizado. Em termos simples, aqueles que estão tendo dificuldades para realizar a transformação *lean* devem dar um passo para trás e notar que a causa raiz da incapacidade de fazer fluir ou produzir 100% do tempo baseado no tempo *takt* origina-se nos problemas relacionados a estas pré-condições não-triviais (SMALLEY, 2005).

Conforme Liker e Meier (2007), as linhas da Toyota não param imediatamente quando a corda de *andon* é acionada. Há um pequeno intervalo de tempo depois que a corda é puxada e antes que a linha pare, de forma que o líder de equipe possa reagir e superar a parada de linha. Esse sistema é muito sensível e exige uma estrutura de apoio e de resposta com alta capacidade. Claramente, a Toyota não chegou a este nível de capacitação do dia para a noite. Primeiro, um alto nível de estabilidade foi alcançado, de maneira que as linhas não parassem frequentemente e que fossem feitos investimentos no desenvolvimento de uma estrutura de líderes de equipe para que quase instantaneamente pudessem reagir aos chamados do *andon*.

Se os seus processos não forem razoavelmente estáveis, você sobrecarregará seu sistema de apoio e as coisas rapidamente se complicarão (LIKER e MEIER, 2007). Sendo assim, a empresa deve oferecer condições para que esse procedimento de ajuda perante os problemas ocorra. Exigir das pessoas sem haver condições humanas de trabalho é um problema comum, e que normalmente causa insatisfações e resistências ao procedimento (KAMADA, 2008).

Neste sentido, realizar um correto diagnóstico do grau de implantação de ferramentas básicas para a estabilidade do processo pode auxiliar o sucesso da implantação da cadeia de ajuda. A identificação da presença de atributos para qualificar o grau de desenvolvimento das diferentes ferramentas pode auxiliar a representar a realidade da empresa de uma forma clara e uma hierarquia para priorizar que ferramentas são mais importantes deve ser estabelecida. Sendo assim, o diagnóstico é a ferramenta que pode auxiliar a elevar a assertividade da implantação da cadeia de ajuda.

O presente método diagnóstico proposto segue três etapas e baseia-se na verificação inicial do estado de desenvolvimento através de uma investigação quantitativa baseada em atributos do estado atual da empresa. Em seguida, é feita uma análise da pontuação obtida na avaliação do estado atual, classificando em patamares de desenvolvimento das ferramentas descritas na forma de atributos, e em

seguida pelo somatório dos itens, classifica-se a empresa em três estágios, a qual objetiva tomar a decisão de seguir adiante a implantação ou trabalhar algum atributo antes.

5.1 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico é uma avaliação do estado atual do objeto (sistema de manufatura, setor ou empresa) para receber a implantação da cadeia de ajuda. A avaliação será feita por uma investigação estruturada do objeto por meio da observação direta, entrevistas, análise dos dados e documentos ou questionários aplicados por pessoal responsável pela aplicação da cadeia de ajuda sobre o pessoal de gestão da produção e manutenção.

Os questionários são aplicados pelo pessoal indutor da implantação (consultores ou multiplicadores da empresa) da cadeia de ajuda sobre o pessoal de gestão da produção e manutenção.

Os quadros produzidos neste capítulo são de caráter orientativo de conteúdo a ser usado para a produção de roteiros de entrevistas e projeto de questionários. Os projetistas dos roteiros e questionários devem usar técnicas e metodologias consagradas que não fazem parte desta dissertação.

Para iniciar a implantação da cadeia de ajuda, algumas práticas são mais importantes do que outras, assim cada prática recebe um peso que expressa sua relevância em relação às outras. O diagnóstico é composto pela avaliação de nove atributos (conta-se dez atributos quando se separa a manutenção básica da avançada), sendo que o conjunto deles tem como resultado uma estabilidade mínima aceitável para iniciar a implantação da cadeia de ajuda. Esta estabilidade não é alcançada sem o apoio e patrocínio da alta direção da empresa. Sendo assim, o atributo “estabilidade de máquina”, em conjunto com o atributo “apoio da alta direção” receberam um peso maior em relação aos outros atributos. Aliado a isso, como evidenciado no capítulo 4, a estreita relação entre manutenção autônoma e o TPM como um todo com a cadeia de ajuda, levaram a um maior peso dos atributos de manutenção básica e avançada. Neste sentido, considerando uma “base 100” de cálculo para nove atributos, os 6 primeiros recebem peso 9, onde a soma deles então é 54. Um número maior deve ser dado aos atributos de manutenção e estabilidade e um maior ainda para o atributo de apoio da alta direção, sendo que os dois primeiros recebem então peso 14 e o último peso 18, fechando assim os 100%.

Os atributos e as práticas que estes representam seguido pelo peso

de cada um deles estão descritos no quadro 2. A hierarquia para os atributos é expressa pelo peso atribuído.

Quadro 2 - Peso por Atributo.

Atributo	Prática	Peso
Organização do local de trabalho	O programa 5S visa conscientizar a todos da importância da qualidade no ambiente de trabalho. Ambientes limpos, organizados e bem estar dos funcionários proporcionam condições para uma maior produtividade, conceito básico para cadeia de ajuda.	9
Gestão Visual	A gestão visual deixa claro como está a performance de variáveis importantes do chão de fábrica, como por exemplo a qualidade e o tempo de produção, facilitando a identificação de problemas. Fazendo com que os fatos de qualquer situação fiquem claramente visíveis, é muito mais fácil chegar a um consenso sobre o que é necessário ser feito, criar um compromisso em fazê-lo e manter o foco para sustentá-lo por muito tempo. As decisões são baseadas em fatos e registradas na parede, evitando decisões improvisadas (Jones, 2011). Importante atributo para cadeia de ajuda, cuja metodologia também inclui a gestão visual, como por exemplo no acionamento de <i>andons</i> e no quadro de desvios diários.	9
Padronização	O conceito de padronização é utilizado na manufatura para manter a estabilidade nos processos, garantindo que as atividades sejam realizadas sempre numa determinada sequência e da mesma forma, num determinado intervalo de tempo e com a menor quantidade de desperdícios, conseguindo elevada qualidade e alta produtividade. É a base para realizar as futuras melhorias, eliminando mais desperdícios e encurtando ainda mais o lead time (Nishida, 2007). Como a cadeia de ajuda se compõe de tarefas padronizadas em quem, como e em que tempo irá se pedir ajuda ou restabelecer o fluxo de produção, a padronização se faz importante no seu processo.	9
Medição de eficiência Operacional	Um sistema de medição de manufatura que busca revelar os custos escondidos na empresa é utilizado para identificar as áreas que necessitam de melhorias, bem como serve como <i>benchmarking</i> para quantificar as	9

Quadro 2 - Peso por Atributo (continuação).

Medição de eficiência Operacional	<p>melhorias obtidas nos equipamentos (Nakajima, 1989). Com um adequado tratamento de dados, verifica-se a evolução do índice, o reflexo das ações implementadas nos equipamentos e eventuais falta de peças ou retrabalhos, permitindo assim uma análise crítica e detalhada sobre os processos de produção.</p> <p>Esta medição é importante para poder avaliar a real eficácia após a implantação da cadeia de ajuda.</p>	9
Método de solução de problemas	<p>Toda resolução de problema para ser eficaz, ou seja, para gerar resultados que eliminem os efeitos negativos gerados pelo problema (sem gerar outros efeitos indesejados) necessita de um método. O método confere estrutura ao raciocínio, ordenando etapas e garantindo, por exemplo, que uma análise imparcial preceda a solução.</p> <p>Para cadeia de ajuda, é necessário que a empresa já possua um método de tratativa de seus problemas, de modo a encontrar e eliminar a causa raiz de problemas rapidamente, as quais geraram o acionamento da cadeia e assim restabelecer o fluxo de produção.</p>	9
Cultura <i>kaizen</i>	<p>O <i>kaizen</i> é um elemento essencial em seu sistema de gestão, que possui dois pilares: Melhoria Contínua e Respeito às Pessoas. A Melhoria Contínua (<i>kaizen</i>) significa estimular as pessoas a enfrentar os desafios, e atingir as metas, ir até o <i>gemba</i> (local onde as coisas acontecem) para entender a situação atual com métodos científicos e fazer o <i>kaizen</i>, eliminando os desperdícios. Por outro lado, o respeito às pessoas significa a existência de uma filosofia empresarial baseada na compreensão das pessoas e motivação humana, na habilidade em cultivar liderança, equipes e culturas, mantendo uma organização de aprendizagem constante (Kishida, 2009).</p> <p>Sendo assim, a cultura <i>kaizen</i> torna-se fundamental para o desenvolvimento dos processos, onde as pessoas estão motivadas para a melhoria contínua, ambiente onde a cadeia de ajuda é melhor implementada.</p>	9
Manutenção Básica e Avançada	<p>Se uma empresa desejar efetivamente a sobrevivência, em vista da contínua melhoria da concorrência, o caminho a trilhar é sem dúvida o da intensificação das atividades de manutenção para se alcançar a</p>	14

Quadro 2 - Peso por Atributo (continuação).

Manutenção Básica e Avançada	<p>excelência na manufatura.</p> <p>Dessa maneira, para se tornar competitiva em manufatura, todas as quebras, problemas de paralisação de máquinas não planejados precisam ser eliminados (Mirshawka, 1991).</p> <p>Como a empresa precisa ter uma mínima estabilidade básica para implantar cadeia de ajuda, entende-se que sua manutenção precisa de melhorias constantes de modo a prevenir falhas e quebras preventivamente.</p>	14
Estabilidade de Máquina	<p>Estabilidade básica implica na previsibilidade geral e disponibilidade constante em relação a mão de obra, materiais, máquina e método, os 4M's (Smalley, 2005). Como se trata de processos mecanizados, o atributo em questão se refere à máquina.</p> <p>Não são necessários equipamentos com disponibilidades perfeitas, mas é preciso conhecer a demanda dos clientes, a capacidade do processo e a média real de produção (Smalley, 2005).</p> <p>É neste cenário de desenvolvimento de manufatura através de práticas de melhoria de estabilidade, que idealmente implanta-se cadeia de ajuda.</p>	14
Apoio da Alta Direção	<p>O envolvimento e o comprometimento dos membros da alta direção de uma organização são fatores fundamentais para um sistema de gestão que visa a excelência na administração de produtos e serviços. Sem o apoio dos diretores, traduzindo este apoio para a média e baixa gerência, os programas de melhoria não terão força suficiente para seguir suas etapas de implantação, e principalmente sustentar o programa. Portanto, a cadeia de ajuda precisa do apoio da alta direção para ser implantada.</p>	18

Fonte: Primária, 2012.

Para operacionalizar o diagnóstico, a visita da equipe de implantação ao chão de fábrica se faz essencial, para melhor fazer o levantamento e pontuação dos atributos relacionados ao quadro 2 conforme a escala de avaliação com 3 estágios de desenvolvimento da manufatura.

5.1.1 Organização do local de trabalho

Refere-se à existência de um programa ou a existência de padrões que contemplem limpeza, descarte, ordenação, higiene e autodisciplina. Há definição de normas, treinamento e motivação do pessoal com esta prática, além de constantes auditorias que garantam a continuidade dos resultados presentes na operação.

5.1.2 Possui uma gestão visual na fábrica

A exposição de indicadores em nível de chão de fábrica está associada à existência da adoção do princípio da transparência na gestão da produção. O fluxo do processo deve ser visível e simplificado do início ao fim, onde o processo é completamente observável. Esta gestão visual deve ser simples e de fácil entendimento, além de constantemente atualizada.

5.1.3 Realiza suas tarefas de forma padronizada

Definir, documentar e manter um programa para controlar os seus procedimentos e documentos pertinentes (registros, especificações, tabelas, gráficos, mapas de processo, desenhos, normas, etc), com o objetivo de se padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais para a qualidade do processo, independente de quem as faça.

5.1.4 Possui indicador de eficiência operacional confiável

Um indicador de rendimento operacional busca analisar as condições reais de utilização dos recursos produtivos, utilizando métodos e ferramentas adequadas, na busca também de redução de custos e de investimentos, bem como na melhoria da produtividade dos equipamentos e qualidade de seus produtos. A orientação é verificar se indicadores como refugo, sucata, disponibilidade, OEE, entre outros, são conhecidos pelos colaboradores e acompanhados por parte da empresa.

5.1.5 Utiliza um método de solução de problemas

A existência de uma sequência definida de passos a serem seguidos na procura de soluções. Busca fornecer princípios, diretrizes e ferramentas que ajudam a organizar o raciocínio e a apoiar e orientar a

geração, avaliação, e implementação de novas ideias. Empresas tradicionais geralmente não possuem método de solução de problemas definidos, tais como PDCA, gráfico de Ishikawa, método dos 5 porquês, CEP, entre outros.

5.1.6 Tem cultura *kaizen* - Melhoria contínua

Para a implementação da cultura *kaizen*, é necessária uma mudança de cultura na organização. Não basta chegar com uma nova série de regras e achar que automaticamente a organização se tornará enxuta. Esta mudança na forma de pensar da equipe é certamente o maior desafio na execução desta iniciativa. Na metodologia *gemba kaizen*, os problemas não podem ser escondidos, eles são expostos e discutidos.

5.1.7 Possui uma manutenção básica

Consiste na empresa em ter-se uma manutenção tradicional. Porém, não se trata apenas de agir corretivamente, mas também sustentar as ações corretivas com a existência de práticas e modelos padronizados de gestão. A empresa conta também com manutenções preventivas, de modo a seguir um calendário anual estipulado pela equipe de manutenção. Além disso, é fundamental a existência de uma equipe de manutenção treinada e preparada para atender em um curto espaço de tempo aos chamados de fábrica.

5.1.8 Possui uma manutenção avançada

Trata-se de ir além dos tipos tradicionais de manutenção corretiva e preventiva. Na manutenção avançada, a atenção está voltada para implantação do TPM, com foco ao pilar de manutenção autônoma. Representa reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional. Trata-se da busca pela eliminação das perdas de produção. Programa sistematizado, com padrões definidos, treinamentos das partes e auditoria.

5.1.9 Possui estabilidade básica - Máquina

Consiste na previsibilidade geral e disponibilidade constante em relação a máquinas. Acaba sendo um resumo dos parâmetros anteriores

trabalhando em conjunto. Como a cadeia de ajuda se trata de uma ferramenta de gestão visual, utilizando sinais visuais (*andons*) a partir de um determinado tempo de equipamento parado, esta cadeia tem por requisito uma condição básica de estabilidade. Caso implantado em equipamentos de baixa disponibilidade e alto tempo médio entre falhas, os sinais visuais irão acender com muita frequência durante o período de trabalho e a equipe de apoio não conseguirá dar o apoio necessário. Para atingir esta estabilidade básica, além da cadeia de ajuda que é a ferramenta em foco, a recomendação é a aplicação do TPM citado no item 5.1.8, além dos outros pré requisitos citados nos itens 5.1.1 a 5.1.7, antes da cadeia de ajuda.

5.1.10 Possui apoio da alta direção

Quando a sugestão para adoção de uma ferramenta como a cadeia de ajuda for oriunda dos escalões superiores, como, por exemplo, de um diretor de fábrica ou o responsável por uma regional, deve-se inicialmente conquistar o apoio do presidente da organização, expondo-lhe os objetivos e os resultados almejados, convertendo-o num dos aficcionados e num elemento de apoio para esta realização. A alta direção deve entender uma situação de baixa estabilidade dos equipamentos, como causa raiz do problema, e assim querer e apoiar a mudança de forma a motivar todos os envolvidos.

5.1.11 Registro dos atributos

Para cada um dos atributos, busca-se uma padronização em como avaliá-los, da seguinte forma:

- a) O primeiro passo é verificar a existência e abrangência do atributo;
- b) Em seguida, verifica-se se existem padrões, documentos ou normas na empresa para pontuar, ou verificar o índice de desenvolvimento do atributo;
- c) Complementarmente, o terceiro passo é verificar se as pessoas estão treinadas para o padrão estabelecido;
- d) Por fim, a existência de uma auditoria que garanta a aplicação do atributo, sendo esta realizada pela equipe interna da empresa, porém de áreas diferentes.

Os 10 atributos descritos acima são classificados e recebem uma

pontuação conforme a tabela 2 que objetiva a avaliação através de um detalhamento de cada atributo.

Quadro 3 - Detalhamento dos Atributos de Avaliação.

1. 5S	O que observar	Nota
1.1. Existência e abrangência do programa 5S	5S existe, está ativo e é abrangente. Cobre em integridade os 5 sentidos: Utilização, ordenação, limpeza, higiene e autodisciplina.	1 a 5
1.2. Programa documentado	Existência de padrões definidos e documentados.	1 a 5
1.3. Treinamento e prática	Pessoas são treinadas para aplicação e manutenção do 5S.	1 a 5
1.4. Auditoria e estratégia da organização	O programa 5S na manufatura faz parte das estratégias globais da organização, e ocorre paralelamente ao 5S de outros setores. O programa é auditado em períodos pré definidos.	1 a 5
2. Gestão visual	O que medir	Nota
2.1. Existência e abrangência da gestão visual	Existência e abrangência dos indicadores visuais. Indicadores como: Pedidos entregues no prazo, OEE, sucata, rejeitos de qualidade, acidentes de trabalho, custo de transformação, estoques em processo.	1 a 5
2.2. Gestão visual segue normas	As informações expostas no chão de fábrica seguem normas da empresa e estão padronizadas.	1 a 5
2.3. Clareza e treinamento dos indicadores visuais	Indicadores são objetivos, claros e simples. Equipe treinada quanto à leitura e interpretação dos indicadores.	1 a 5
2.4. Atualização e auditoria	Os indicadores são atualizados em tempos pré determinados. São também auditados quanto ao seguimento das normas da empresa.	1 a 5
3. Padrões na manufatura	O que medir	Nota
3.1. A existência e abrangência de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e outros.	A empresa trabalha com procedimentos padrão, mapas de processo, especificações e normas. Padrões são abrangentes para outras máquinas/ grupos de máquinas.	1 a 5
3.2. Procedimentos documentados	Padrões/procedimentos são documentados segundo normas da empresa.	1 a 5
3.3. Treinamento operacional	Pessoas são treinadas e capacitadas para interpretar e seguir padrões estabelecidos.	1 a 5

Quadro 3 - Detalhamento dos Atributos de Avaliação (continuação).

3.4. Manufatura centralmente envolvida nas decisões de negócio	Padrões de manufatura, normas e especificações, documentos em geral são feitos de forma a atender as decisões de negócio. Existe um departamento central o qual gerencia os sistemas de gestão da empresa como um todo, e todos os padrões são auditados em tempos pré- determinados.	1 a 5
4. Indicador de eficiência operacional	O que medir	Nota
4.1. A existência e abrangência de um indicador de eficiência operacional	A empresa mede <i>leadtime</i> , disponibilidade, sucata, OEE, pedidos entregues no prazo. Estes indicadores são abrangentes. Além disso, tem-se informação mais detalhada de: Visibilidade das perdas, tempo indisponível extratificado por turno e equipamento, e tempo médio entre falhas.	1 a 5
4.2. Qualidade do indicador e treinamento das pessoas	O indicador representa bem a real eficiência de produção. Pessoas são treinadas quanto à interpretação das informações.	1 a 5
4.3. Informações computadas e atualizadas	Informações de indicadores atuais e antigos disponíveis na rede. São constantemente atualizados.	1 a 5
5. Método de solução de problemas	O que medir	Nota
5.1. Existência e abrangência de uma metodologia de resolução de problemas	A empresa trabalha seus problemas de forma eficaz e padronizada. A empresa põe em prática as principais metodologias existentes no mercado, tais como gráficos de Pareto, gráfico de Ishikawa, 5 Porquês, PDCA. Eliminação da causa raiz dos problemas.	1 a 5
5.2. Documentação das metodologias	Métodos de aplicação são documentados e normatizados.	1 a 5
5.3. Treinamento	Pessoas são treinadas quanto à correta aplicação das metodologias.	1 a 5
5.4. Auditoria	Ferramentas são auditadas, quanto à correta forma de aplicação e prazos.	1 a 5
6. Cultura Kaizen	O que medir	Nota

Quadro 3 - Detalhamento dos Atributos de Avaliação (continuação).

6.1. Existência e abrangência dos <i>kaizens</i>	Planejamento e reuniões de <i>kaizen</i> fazem parte da rotina da empresa, também podem ser realizadas cada vez que um novo problema acontece. Problemas são discutidos e soluções encontradas.	1 a 5
6.2. Convocação dos <i>gemba kaizens</i>	Convocação dos <i>gemba kaizens</i> fazem parte da rotina da alta administração da empresa, ou funcionários do staff da fábrica têm autonomia de planejar e conduzir os <i>kaizens</i> .	1 a 5
6.3. Documentação e treinamento	<i>Gemba kaizens</i> são documentados, seguem padrões estabelecidos, equipe 100% treinada.	1 a 5
6.4. Auditoria e decisão de negócio	As ações são auditadas após certo período da realização do <i>kaizen</i> . A cultura <i>kaizen</i> é centralmente envolvida nas decisões de negócio da empresa.	1 a 5
7. Manutenção básica	O que medir	Nota
7.1. Existência e abrangência de uma manutenção básica	A empresa possui manutenção corretiva e preventiva. Existe abrangência destas práticas por outros setores da empresa.	1 a 5
7.2. Padronização e documentação	As práticas são documentadas e padronizadas. As preventivas seguem plano anual de manutenção. Tem-se histórico de indicadores de manutenção na rede.	1 a 5
7.3. Treinamento e dimensionamento da equipe	Existência de equipe de manutenção disponível e treinada conforme normas. Como está dimensionada para manutenções corretivas e preventivas.	1 a 5
8. Manutenção avançada	O que medir	Nota
8.1. Existência e abrangência	Além dos tipos tradicionais de manutenção corretiva e preventiva, na manutenção avançada contempla também manutenção autônoma e preditiva, o TPM e seus pilares. Representa reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional. Eliminação das perdas de produção.	1 a 5
8.2. Padrões e normas	Práticas são documentadas e seguem normas. Existem formulários padrões para cada tipo de aplicação. Equipamentos são aferidos.	1 a 5

Quadro 3 - Detalhamento dos Atributos de Avaliação (continuação).

8.3. Treinamento e prática	Equipe de manutenção e operadores são treinados quanto aos padrões e normas de manutenção.	1 a 5
8.4. Auditoria	Cada tipo de prática e os formulários da manutenção planejada são auditados de forma a garantir a sustentabilidade do programa.	1 a 5
9. Estabilidade básica – Máquina	O que medir	Nota
9.1. Frequência de paradas	As máquinas trabalham bem e são raras as chamadas para manutenção. Tempo médio entre falhas é alto.	1 a 5
9.2. OEE	O OEE é alto, em termos de disponibilidade, performance e qualidade. Estabilidade melhor assegurada por trabalhos de melhoria nos 4M's.	1 a 5
9.3. Estratégia da organização para a manufatura e TPM	Manufatura é centralizada na estratégia da organização, com indicadores de performance e equipamentos estáveis. Verifica-se a existência da Manutenção Produtiva Total (TPM) implementada.	1 a 5
9.4. Treinamento operacional e auditoria	A empresa foca seus esforços em garantir produção estável. Verificar se operadores são treinados e certificados, fornecedores de matéria prima fornecem com qualidade assegurada. TPM é auditado.	1 a 5
10. Apoio da alta direção	O que medir	Nota
10.1. Priorização da alta direção em relação à cadeia de ajuda	A alta direção apóia e prioriza a implantação da cadeia de ajuda. Entende que sua integração com outras áreas é fundamental para a estabilidade do programa. Interage, participa com funcionários e cobra prazos e resultados.	1 a 5

Fonte: Primária, 2012.

No quadro 3 tem-se 35 sub-itens agrupados em 10 indicadores. Estes são avaliados separadamente, com notas de 1 a 5 em cada um deles. Para nota final do diagnóstico, faz-se uma média ponderada da soma dos atributos com o peso de cada um deles, conforme quadro 2.

Para isso é utilizada a seguinte fórmula:

$$A = \left(\frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_n}{n} \right) \cdot P \quad (5)$$

Legenda:

A = Nota do atributo

S = Nota do sub-item

n = número de sub-itens

P = Peso do atributo

Para exemplificar uma utilização da fórmula, considera-se um diagnóstico feito no atributo 5S em um determinado objeto. Supõe-se que cada um dos 4 sub itens do atributo 5S tenham recebido nota 4.

Sendo assim, a fórmula ficaria:

$$A = \left(\frac{4+4+4+4}{4} \right) \cdot 9\% = 0,36 \text{ (6)}$$

Sendo que 9% é o peso do indicador definido na tabela 1, onde a nota máxima para este atributo seria 0,45. Basta somar a nota de cada atributo para se obter a nota final do diagnóstico.

5.2 ANÁLISE DO ESTADO ATUAL E PROGNÓSTICO

A próxima etapa é classificar o objeto de acordo com a pontuação do quadro 4, tendo os 10 atributos essenciais para implantação da cadeia de ajuda já mapeados. Cada sub-item de algum atributo terá sua nota dada pela nota do indicador, dividida pelo número de sub itens deste indicador.

O objeto típico do estágio 1 de estabilidade básica deve ter pontuação de 0 a 1,8; pois entende-se que com um percentual de até 36% apenas, perante o total dos atributos, a manufatura é inflexível e reativa, onde sistemas de controle interno de gestão são os principais meios para monitorar o desempenho de produção. Nestes casos, o objeto passa por muitas dificuldades. Geralmente não possui 5S, ou este programa apresenta falhas. Não é verificada gestão visual dos processos, ou estes apresentam despadrão e não estão atualizados. Os problemas encontrados na manufatura são resolvidos apenas com base na experiência de operadores, sendo que um mesmo problema sempre parece ser um novo problema, mesmo este já tendo acontecido muitas vezes. Evidencia-se assim também a despadrão de práticas e processos. Objetos neste estágio possuem uma manutenção básica de seus equipamentos, contando na maioria das vezes com manutenção corretiva apenas, onde a equipe de manutenção não possui tempo e recursos para a obtenção de uma manutenção planejada. Em consequência disso, os objetos deste estágio possuem equipamentos instáveis e não faz parte da estratégia da empresa monitorar a eficiência

global de seus equipamentos através de um indicador de desempenho confiável.

O objeto típico do estágio 2 de estabilidade básica possui pontuação de 1,9 a 3,6. O objeto está classificado neste estágio pois é um nível intermediário, onde tradicionalmente copia-se as práticas industriais. Investimento é considerado como o principal meio para recuperar o atraso para a concorrência ou alcançar uma vantagem competitiva. O objeto conta com uma manutenção básica apenas, além de uma preocupação com o 5S e outras práticas básicas citadas, porém evidencia-se que estes objetos ainda são deficientes em manutenção mais avançada. Não é verificada a presença de documentos que revelem a padronização dos processos, e também geralmente não possuem rotinas de auditorias estabelecidas para o processo. Não é observado registro de OEE, portanto, este não faz parte da estratégia do objeto. A alta direção geralmente não centraliza a manufatura em suas estratégias organizacionais.

Já os objetos típicos do estágio 3 possuem de 3,7 a 5,0 pontos, pois as mudanças nas estratégias de negócios são automaticamente traduzidas para a manufatura, e a produção pode não ser a melhor do seu segmento, mas certamente está entre os melhores. Ela já se encontra melhor estável quanto a sua manufatura, comparando com os níveis anteriores, sendo esta estabilidade de fundamental importância para os requisitos do negócio. Objetos com esta pontuação já devem ter o TPM implantado, ou em fase de implantação, pois a manutenção é de boa qualidade, os tipos de manutenção preventiva, preditiva e autônoma estão em andamento. Evidencia-se acompanhamento de um indicador de eficiência operacional, exemplo do OEE, além de apresentar gestão visual de alguns processos. Além disso, são apresentados alguns tipos comuns de métodos de resolução de problemas e padronização de seus processos, com treinamentos e rotinas de auditorias estabelecidas. A alta direção apóia as melhorias de sua manufatura e é considerada o agente de mudanças. Porém, mesmo assim, as práticas citadas estão sujeitas a melhorias, pois estas empresas estão em estado de evolução de sua manufatura, o que mostra que ainda apresenta algumas instabilidades em seus processos e oscilação de valores do indicador OEE.

O quadro 4 mostra a ação necessária de implantação de cadeia de ajuda para cada tipo de empresa diagnosticada nos padrões citados.

Quadro 4 - Ações necessárias para implantar cadeia de ajuda.

Estágios	Pontuação	Ação
1	0 a 1,8	Revisar práticas de qualidade total, trabalhar gestão visual, padrões de manufatura, ferramentas de resolução de problemas e 5S, recomendação do uso de TPM, obter apoio da alta direção para execução de plano de ação de melhorias do fluxo e estabilidade básica.
2	1,9 a 3,6	A empresa conta com uma manutenção básica, 5S e outros procedimentos diversos. Porém, o OEE ainda é instável, e falta padronização, treinamento e auditoria. Recomendação de trabalhar os pré-requisitos para a empresa passar ao estágio 3.
3	3,7 a 5,0	Implantar cadeia de ajuda, e paralelamente fazer plano de ação para aumentar pontuação dos itens de menor pontuação.

Fonte: Primária, 2012.

Desta forma se justifica a não implantação caso o objeto se encontre nos estágios 1 ou 2.

É necessário destacar que nenhum dos dez atributos pode ter sua pontuação zerada. Todos os dez atributos estão interligados, porém, mesmo assim uma situação difícil de ocorrer, mas possível, é ter um ou dois indicadores com nota tendendo a zero enquanto outros estão com alta pontuação. Neste caso, mesmo que a média geral seja alta, acima de 3,6 pontos, não se implanta cadeia de ajuda.

Idealmente, cada atributo deve ter pontuação mínima de 3,6 pontos, e os atributos de estabilidade básica e apoio da alta direção devem estar próximos a nota máxima. Como a situação ideal é difícil de ser alcançada, para empresas no estágio três, nenhum atributo (considerando a média de seus sub itens) deverá ter nota abaixo de 0,3 pontos, sendo que o apoio da alta direção deve estar acima dos 0,4 pontos. Caso contrário, não se implanta cadeia de ajuda.

Vale destacar que este método diagnóstico foi desenvolvido pelo pesquisador, e que a empresa A não o utilizou para implantar cadeia de ajuda.

5.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Com o objetivo de verificar uma aplicação prática do método de diagnóstico proposto, o método foi aplicado em outro setor de estamparia da empresa A, a qual também produz componentes de baixo valor agregado.

A aplicação do diagnóstico teve como embasamento a observação do local e trabalho pelo pesquisador e pelos especialistas da área, além de entrevistas com operadores e supervisores. O quadro 5 então ficou da seguinte forma, após diagnóstico:

Quadro 5 - Aplicação do diagnóstico.

1. 5S	O que medir	Nota
1.1. Existência e abrangência do programa 5S	5S existe, está ativo e é abrangente. Cobre em integridade os 5 sentidos: Utilização, ordenação, limpeza, higiene e autodisciplina.	5
1.2. Programa documentado	Existência de padrões definidos e documentados	5
1.3. Treinamento e prática	Pessoas são treinadas para aplicação e manutenção do 5S	5
1.4. Auditoria e estratégia da organização	O programa 5S na manufatura faz parte das estratégias globais da organização, e ocorre paralelamente ao 5S de outros setores. O programa é auditado em períodos pré definidos.	4
2. Gestão visual	O que medir	Nota
2.1. Existência e abrangência da gestão visual	Existência e abrangência dos indicadores visuais. Indicadores como: Pedidos entregues no prazo, OEE, sucata, rejeitos de qualidade, acidentes de trabalho, custo de transformação, estoques em processo.	5
2.2. Gestão visual segue normas	As informações expostas no chão de fábrica seguem normas da empresa e estão padronizadas.	4
2.3. Clareza e treinamento dos indicadores visuais	Indicadores são objetivos, claros e simples. Equipe treinada quanto à leitura e interpretação dos indicadores.	4
2.4. Atualização e auditoria	Os indicadores são atualizados em tempos pré determinados. São também auditados quanto ao seguimento das normas da empresa.	4
3. Padrões na manufatura	O que medir	Nota
3.1. A existência e abrangência de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e outros.	A empresa trabalha com procedimentos padrão, mapas de processo, especificações e normas. Padrões são abrangentes para outras máquinas/ grupos de máquinas	5
3.2. Procedimentos documentados	Padrões/procedimentos são documentados segundo normas da empresa	4

Quadro 5 - Aplicação do diagnóstico (continuação).

3.3. Treinamento operacional	Pessoas são treinadas e capacitadas para interpretar e seguir padrões estabelecidos.	5
3.4. Manufatura centralmente envolvida nas decisões de negócio	Padrões de manufatura, normas e especificações, documentos em geral são feitos de forma a atender as decisões de negócio. Existe um departamento central o qual gerencia os sistemas de gestão da empresa como um todo, e todos os padrões são auditados em tempos pré- determinados.	4
4. Indicador de eficiência operacional	O que medir	Nota
4.1. A existência e abrangência de um indicador de eficiência operacional	A empresa mede <i>leadtime</i> , disponibilidade, sucata, OEE, pedidos entregues no prazo. Estes indicadores são abrangentes. Além disso, tem-se informação mais detalhada de: Visibilidade das perdas, tempo indisponível extratificado por turno e equipamento, e tempo médio entre falhas.	4
4.2. Qualidade do indicador e treinamento das pessoas	O indicador representa bem a real eficiência de produção. Pessoas são treinadas quanto à interpretação das informações.	3
4.3. Informações computadas e atualizadas	Informações de indicadores atuais e antigos disponíveis na rede. São constantemente atualizados.	5
5. Método de solução de problemas	O que medir	Nota
5.1. Existência e abrangência de uma metodologia de resolução de problemas	A empresa trabalha seus problemas de forma eficaz e padronizada. A empresa põe em prática as principais metodologias existentes no mercado, tais como gráficos de Pareto, gráfico de Ishikawa, 5 Porquês, PDCA. Eliminação da causa raiz dos problemas.	5
5.2. Documentação das metodologias	Métodos de aplicação são documentados e normatizados.	3
5.3. Treinamento	Pessoas são treinadas quanto à correta aplicação das metodologias	5
5.4. Auditoria	Ferramentas são auditadas, quanto à correta forma de aplicação e prazos	4
6. Cultura Kaizen	O que medir	Nota
6.1. Existência e abrangência dos <i>Kaizens</i>	Planejamento e reuniões de <i>kaizen</i> fazem parte da rotina da empresa, também podem ser realizadas cada vez que um novo problema acontece.	4

Quadro 5 - Aplicação do diagnóstico (continuação).

6.1. Existência e abrangência dos <i>Kaizens</i>	Problemas são discutidos e soluções encontradas.	4
6.2. Convocação dos <i>Gemba Kaizens</i>	Convocação dos <i>gemba kaizens</i> fazem parte da rotina da alta administração da empresa, ou funcionários do staff da fábrica têm autonomia de planejar e conduzir os <i>kaizens</i> .	4
6.3. Documentação e treinamento	<i>Gemba kaizens</i> são documentados, seguem padrões estabelecidos, equipe 100% treinada	5
6.4. Auditoria e decisão de negócio	As ações são auditadas após certo período da realização do <i>kaizen</i> . A cultura <i>kaizen</i> é centralmente envolvida nas decisões de negócio da empresa.	3
7. Manutenção básica	O que medir	Nota
7.1. Existência e abrangência de uma manutenção básica	A empresa possui manutenção corretiva e preventiva. Existe abrangência destas práticas por outros setores da empresa.	5
7.2. Padronização e documentação	As práticas são documentadas e padronizadas. As preventivas seguem plano anual de manutenção. Tem-se histórico de indicadores de manutenção na rede.	3
7.3. Treinamento e dimensionamento da equipe	Existência de equipe de manutenção disponível e treinada conforme normas. Como está dimensionada para manutenções corretivas e preventivas.	3
8. Manutenção avançada	O que medir	Nota
8.1. Existência e abrangência	Além dos tipos tradicionais de manutenção corretiva e preventiva, na manutenção avançada contempla também manutenção autônoma e preditiva, o TPM e seus pilares. Representa reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional. Eliminação das perdas de produção.	4
8.2. Padrões e normas	Práticas são documentadas e seguem normas. Existem formulários padrões para cada tipo de aplicação. Equipamentos são aferidos.	4
8.3. Treinamento e prática	Equipe de manutenção e operadores são treinados quanto aos padrões e normas de manutenção.	5

Quadro 5 - Aplicação do diagnóstico (continuação).

8.4. Auditoria	Cada tipo de prática e os formulários da manutenção planejada são auditados de forma a garantir a sustentabilidade do programa.	3
9. Estabilidade básica – Máquina	O que medir	Nota
9.1. Frequência de paradas	As máquinas trabalham bem e são raras as chamadas para manutenção. Tempo médio entre falhas é alto.	3
9.2. OEE	O OEE é alto, em termos de disponibilidade, performance e qualidade. Estabilidade melhor assegurada por trabalhos de melhoria nos 4M's.	3
9.3. Estratégia da organização para a manufatura e TPM	Manufatura é centralizada na estratégia da organização, com indicadores de performance e equipamentos estáveis. Verifica-se a existência da Manutenção Produtiva Total (TPM) implementada.	4
9.4. Treinamento operacional e auditoria	A empresa foca seus esforços em garantir produção estável. Verificar se operadores são treinados e certificados, fornecedores de matéria prima fornecem com qualidade assegurada. TPM é auditado	4
10. Apoio da alta direção	O que medir	Nota
10.1. Priorização da alta direção em relação à cadeia de ajuda	A alta direção apóia e prioriza a implantação da cadeia de ajuda. Entende que sua integração com outras áreas é fundamental para a estabilidade do programa. Interage, participa com funcionários e cobra prazos e resultados	5

Fonte: Primária, 2012

Tendo o setor sua pontuação dada na tabela 4, o próximo passo é fazer o cálculo da soma de cada atributo, multiplicando pelo peso do atributo e por fim o somatório dos atributos. Para o objeto em estudo, a tabela 1 mostra o resumo da aplicação:

Tabela 1 - Pontuação do objeto.

Atributo	Fórmula	Nota
1. 5S	$\left(\frac{5+5+5+5}{4}\right) \cdot 9\%$	0,43
2. Gestão visual	$\left(\frac{5+4+4+4}{4}\right) \cdot 9\%$	0,38
3. Padrões na manufatura	$\left(\frac{5+4+5+4}{4}\right) \cdot 9\%$	0,41
4. Indicador de eficiência operacional	$\left(\frac{4+3+5}{3}\right) \cdot 9\%$	0,36
5. Método de solução de problemas	$\left(\frac{5+3+5+4}{4}\right) \cdot 9\%$	0,38
6. Cultura <i>kaizen</i>	$\left(\frac{4+4+5+3}{4}\right) \cdot 9\%$	0,36
7. Manutenção básica e avançada	$\left(\frac{5+3+3+4+4+5+3}{7}\right) \cdot 14\%$	0,54
9. Estabilidade básica – Máquina	$\left(\frac{3+3+4+4}{4}\right) \cdot 14\%$	0,49
10. Apoio da alta direção	$\left(\frac{5}{1}\right) \cdot 18\%$	0,90
	Soma	4,25

Fonte: Primária, 2012.

Como a nota final do objeto foi de 4,25 pontos, da tabela 3 tem-se que a recomendação para objetos nesta pontuação é implantar cadeia de ajuda, e paralelamente fazer plano de ação para aumentar pontuação dos itens de menor pontuação.

5.4 INDICADORES PARA MEDIR CADEIA DE AJUDA

Tendo a empresa pontuação acima de 3,6 pontos, o próximo passo antes de implantar a Cadeia de ajuda é medir a estabilidade do equipamento. Para cada equipamento, mede-se:

- a) Número de operadores;
- b) Turnos de trabalho na semana;
- c) Horas extras no mês (em horas);
- d) OEE (em %);
- e) Estoque em processo, em dias de cobertura. (Também conhecido como WIP – *Work in Process*);
- f) Sucata (em % do que foi produzido) e;
- g) Custo de materiais indiretos no mês.

Quadro 6 - Indicadores de *Performance*.

Equipamento X	
Número de operadores	x
Turnos de trabalho na semana	x
Horas extras no mês	x
OEE	x %
Estoque	x dias
Sucata	x %
Custo setorial mês	R\$ x

Fonte: Primária, 2012.

Os indicadores acima representam estabilidade de entrega da empresa, essenciais para medir a eficácia da implantação da cadeia de ajuda, comparando estes valores antes e depois da aplicação da ferramenta.

Após a aplicação da ferramenta cadeia de ajuda é possível medir a evolução de cada um dos indicadores citados no quadro 7. Estes indicadores devem ter um acompanhamento sazonal por parte da liderança desde antes da aplicação da ferramenta. Com o aumento de estabilidade do equipamento a qual é consequência da implantação da cadeia de ajuda, pode-se ter diminuição dos postos de trabalho, turnos de trabalho, horas extras e do estoque em processo, além do custo de materiais indiretos e sucata. Assim como aumento de sua eficiência global, o OEE.

A questão chave aqui é a melhoria do fluxo e da estabilidade básica. Colher mais resultados em termos dos indicadores citados na Tabela 6, com ainda menos recursos. Neste sentido, a equipe de implantação juntamente com a diretoria deve estabelecer metas palpáveis para cada indicador, e fazer seu *follow-up* de mês em mês, seguindo padrão quadro 7:

Quadro 7 - Medidas de Progresso.

	Operadores por máquina	Turnos de trabalho	Horas extras	OEE	WIP (dias)	Sucata	Custo mensal mês
jan							
fev							
mar							
abr							

Fonte: Primária, 2012.

5.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O termo cadeia de ajuda vem ganhando força no meio empresarial e acadêmico nos últimos anos. Sua bibliografia ainda é escassa, e desta forma, estudos, publicações e aplicações práticas tem sido recentes. Muito se fala em como a cadeia de ajuda é importante para o aumento de estabilidade, garantia de fluxo de produção e rendimento de equipamentos no processo, embasado na sua forma e etapas de aplicação. Porém, não se encontra evidência publicada, da relação da cadeia de ajuda com outras ferramentas do chão de fábrica, como o TPM, embasado pela manutenção autônoma. Da mesma forma, não foi evidenciado algum tipo de diagnóstico para implantação da cadeia de ajuda, sendo que esta é comumente implantada com base na experiência de funcionários e consultores, através do conhecimento prático destes, alinhado ao fato das empresas possuírem condições favoráveis à aplicação da cadeia de ajuda, mas sem pontuar e sem classificação formal de algum atributo, e sem a definição de quais atributos são estes.

A implantação de um diagnóstico voltado para implantação de cadeia de ajuda direcionado para empresas de manufatura, com expressivo uso de equipamentos de transformação automáticos ou manuseados por mão de obra, apóia empresas na implantação de cadeia de ajuda. A implantação de práticas de manufatura enxuta nos sistemas produtivos das empresas sem um diagnóstico do grau de estabilidade pode levar ao desperdício de esforços organizacionais e prejudicar a sustentabilidade do processo de mudança das empresas, pois a implantação da cadeia de ajuda deve fazer parte de um processo onde tenha uma alguma estabilidade básica garantida pelas práticas de Manutenção Produtiva Total, ou por outras práticas já implementadas, e nestes casos, a cadeia de ajuda passa a ser uma ferramenta que não traz resultados.

O estudo busca contribuir para o aumento de estabilidade, pois orienta a implantação de atributos essenciais de estabilidade para posteriormente implantar cadeia de ajuda pela avaliação do grau de implantação das práticas nas empresas.

A aplicação do método em um setor diferente da mesma empresa A deu melhor embasamento e explicação sobre a praticidade e funcionalidade do método de diagnóstico proposto.

Além disso, a busca crescente de produtividade levou a uma medição mais precisa do grau de desempenho dos equipamentos por indicadores de desempenho como o OEE, que extratifica as perdas

com maior grau de detalhe e precisão, em termos de disponibilidade, *performance* e qualidade, e que trará outros benefícios como redução de custos, estoques em processo e *leadtime* produtivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Na busca de um método de gestão industrial que buscasse atender aos objetivos gerais e específicos dessa pesquisa, a bibliografia forneceu embasamento para afirmar que as empresas que produzem em grandes volumes necessitam ter uma eficiência muito grande de seus equipamentos para serem competitivas, e isso se obtém com uma mínima estabilidade dos recursos de produção. Nesta dissertação foi feito um estudo de caso da implantação da cadeia de ajuda, onde foram observadas melhorias evidentes em termos de estabilidade após implantação, e na sequência foi elaborado um método diagnóstico de modo a orientar empresas na sua implantação, quanto ao seu nível de estabilidade.

A conclusão desta dissertação vai mostrar como um pesquisador envolvido no processo de implantação da cadeia de ajuda em um setor de estampagem de peças de uma empresa produtora de equipamentos no setor de refrigeração produziu um estudo de caso deste processo de implementação e a partir dele projetou um método de diagnóstico para direcionar as políticas de expansão da cadeia de ajuda para outros setores da empresa ou para a gestão da implantação em setores da empresa que ainda não tiveram experiência com a cadeia de ajuda.

6.1. O ESTUDO DE CASO

Fato interessante a ser destacado do estudo de caso da cadeia de ajuda apresentado, é a interligação entre as ferramentas de manutenção autônoma e cadeia de ajuda, pois ambas trabalham em conjunto para melhoria do fluxo de produção, estabilidade básica e também para melhorar a qualidade do produto final. Porém, estas duas ferramentas não conseguem tração suficiente dentro da empresa sem alguns pré-requisitos implantados. Aplicar ferramentas antes de cadeia de ajuda é fundamental para ensinar ao operador a sua responsabilidade perante o equipamento, além de permitir alguma estabilidade básica antes da implantação da cadeia de ajuda.

Nesse propósito a empresa pesquisada entendeu que a questão chave da competitividade industrial é como a confiabilidade do equipamento pode ser integrada ao plano de produção, a fim de aumentar a produtividade em termos anuais na empresa para que o equipamento seja mantido em operação que alcance uma taxa de utilização sob demanda de 100% para uso imediato, já que existem outras empresas concorrentes do segmento que também estão

melhorando a cada dia. Como resultado, a empresa conseguiu cerca de 20% de aumento de OEE, como consequência a empresa teve reduções dos índices de refugo e sucata e eliminação de horas extras, além da redução do *leadtime* e dos estoques em processo em cerca de 30%. Estes ganhos representam aumento do lucro, e redução do capital de giro.

6.2 O MÉTODO DE DIAGNÓSTICO

O estudo de caso da implantação da cadeia de ajuda deu subsídio para desenvolvimento do método diagnóstico de auxílio à tomada de decisão para implantação de cadeia de ajuda, visando a sua integração com a manutenção autônoma de modo a reduzir as paradas não planejadas dos equipamentos, isto é, as manutenções corretivas, assim como rapidamente resolver um problema na fábrica quando ele acontece. O objetivo do método foi permitir que as empresas avaliem as condições existentes na operação e avaliar como e quando implantar a cadeia de ajuda, de forma a melhorar a estabilidade básica, condição para estabelecimento de fluxo contínuo de produção, essencial para manter altos índices de OEE. Este método esteve fundamentado na experiência do estudo de caso, e conteve avaliações estruturadas baseadas em observações e entrevistas, para avaliar o nível de estabilidade da empresa, e avaliou as ferramentas básicas implantadas ou não na empresa. No seu conjunto permitiu estabelecer um prognóstico da situação da empresa e indicar quais problemas de estabilidade devem ser atacados.

O método diagnóstico buscou contribuir para o aumento de estabilidade, pois orientou a implantação de atributos essenciais de estabilidade para posteriormente implantar cadeia de ajuda pela avaliação do grau de implantação das práticas nas empresas.

6.3 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS

O capítulo 1 trouxe os seguintes objetivos específicos, respondidos pela pesquisa:

- a) **Determinar como as perdas operacionais dos equipamentos acontecem no processo produtivo e suas várias causas, e como com a participação direta de quem opera o equipamento ajuda a garantir a sua disponibilidade.** O capítulo 2 apresentou os conceitos relacionados ao tema da pesquisa, como as seis grandes perdas

dos equipamentos, estratificados em disponibilidade, performance e qualidade, acontecem e podem ser avaliadas através de um indicador de desempenho. O capítulo 4 evidenciou que as seis grandes perdas descritas no capítulo 2 estão diretamente relacionadas com o programa de manutenção autônoma e o acionamento da cadeia de ajuda. O disparo do pedido de ajuda pelo acionamento da cadeia é justamente iniciado pelo operador da máquina, que está alinhado com a manutenção autônoma, e que qualificou o operador dando a ele o sentimento de propriedade do equipamento e autorização para disparar a chamada das áreas de apoio para o trabalho de restabelecimento do fluxo produtivo, reduzindo o impacto das seis grandes perdas de produção;

- b) Desenvolver critérios de pesos e notas no método para orientar a implantação da cadeia de ajuda, e consequentemente reduzir perdas, gerando agilidade na resolução dos problemas de paradas, reduzindo assim os tempos de paradas não planejadas.** O capítulo 5 apresentou a proposta de um método de diagnóstico para implantação de cadeia de ajuda, pois a implantação da cadeia de ajuda deve fazer parte de um processo onde tenha uma mínima estabilidade básica assistida por algumas práticas de chão de fábrica. A dificuldade até então se encontrava em como medir esta estabilidade, ou seja, como saber se sua empresa está estável o suficiente para receber a cadeia de ajuda, e o método proposto tratou justamente de fazer um correto diagnóstico do estado atual de estabilidade da empresa, de modo a evitar problemas futuros. O mesmo capítulo mostrou como medir a eficiência da cadeia de ajuda e que resultados a diminuição das perdas no processo pode trazer à empresa, em termos de redução de estoques, *leadtime* produtivo e aumento de lucro operacional;
- c) Apresentar as etapas e critérios necessários para aplicação do método.** Este terceiro objetivo foi alcançado também no capítulo 5, onde foram apresentados os passos para a aplicação do método de maneira didática e acessível. Para melhor explicar o sequenciamento das etapas, cada tópico do método foi seguido por uma tabela, garantindo uma fácil interpretação dos dados e servindo de auxílio para empresas que queiram implantar cadeia de ajuda, sendo que esta é

comumente implantada com base na experiência de funcionários, através do conhecimento prático destes somente.

6.4 REFLEXÕES SOBRE A CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA

A revisão bibliográfica deste trabalho mostrou que existem perdas nos processos industriais, evidenciadas pela falta de estabilidade básica de máquinas, o que causa, entre outros, uma produção de baixa qualidade, aquém das metas de volume, além de altos estoques, horas extras e atrasos na entrega. Aliado a esta problemática, existe a dificuldade de analisar as condições reais de utilização dos recursos produtivos, devido à falta de métodos e ferramentas adequadas. Esta dificuldade motivou a implantação do indicador de eficiência operacional (OEE) o qual busca revelar os custos escondidos na empresa, e é utilizado para identificar as áreas que necessitam de melhorias.

O estudo de caso desenvolvido no setor de componentes estampados apresentado no capítulo 4 também ressaltou a importância do problema de pesquisa, uma vez que a empresa estudada não realizou análises ou estudos para optar pela implantação da cadeia de ajuda. Ou seja, um estudo apenas arbitrário foi realizado para determinar se a cadeia de ajuda poderia ou não ser implementada, baseado na experiência de funcionários e da equipe de implantação da manufatura enxuta da empresa. Esta equipe elaborou um manual da prática de cadeia de ajuda, listando alguns pré requisitos para sua implantação, porém sem um diagnóstico formal atribuindo notas para estes pré requisitos.

Mostrando-se de acordo com a teoria levantada no capítulo 2, o estudo de caso comprovou um ambiente antes da implantação da cadeia de ajuda e TPM, com desperdícios como: quebras de máquinas, excesso de pequenas paradas e falta de comprometimento com os apontamentos de produção. Este fato ratifica que os sistemas de produção tradicionais ainda são “imatuross” em termos de manufatura enxuta e poder enxergar e eliminar desperdícios. O capítulo 4 evidenciou as etapas para implantação da manutenção autônoma e cadeia de ajuda e a forma pela qual estas duas ferramentas interligadas auxiliam no aumento do OEE, fazendo com que o operador se sinta responsável pelo seu equipamento, e que ele tenha condições (padrões, treinamentos) para restabelecer o fluxo ou pedir ajuda de uma forma rápida e padronizada.

A principal contribuição teórica desta pesquisa é a criação do

método diagnóstico para implantação de cadeia de ajuda exposto no capítulo 5. O método se iniciou por um diagnóstico do problema, através da verificação inicial do estado de desenvolvimento através de uma avaliação quantitativa baseada em atributos do estado atual da empresa. Em seguida foi feita uma análise da pontuação obtida na avaliação do estado atual, classificando em patamares de desenvolvimento das ferramentas descritas na forma de atributos que antecederam a implantação da cadeia de ajuda, e em seguida pelo somatório dos itens, classificou-se a empresa em três estágios, a qual objetivou tomar a decisão de seguir adiante a implantação ou trabalhar alguns atributos que se mostraram deficientes.

Por se tratar de um problema complexo, que envolve fatores da rotina do trabalho e conseqüentemente associados à cultura das empresas, considera-se que o método desenvolvido responde à questão de pesquisa, pois avalia critérios objetivos e ainda, o método fornece indicativos para tratar de forma estratégica o problema de corrigir a estabilidade básica da empresa para implantação da cadeia de ajuda.

Esse método também pode auxiliar a empresa na prevenção das perdas, indicando de maneira prévia, as causas raiz do problema durante a fase de levantamento e estudo das informações no diagnóstico. Mesmo que a cadeia de ajuda trabalhe de forma corretiva, o que foi evidenciado no capítulo 4, objetivando retomar o fluxo produtivo de forma rápida e eficaz, as ferramentas da cadeia de ajuda integradas as ferramentas do TPM auxiliam a prevenir as falhas, antes que elas aconteçam. Da mesma forma, o método de diagnóstico faz o mapeamento de nove atributos essenciais para implantação da cadeia de ajuda, ou seja, atributos que garantam uma mínima estabilidade básica de equipamentos de manufatura. Sendo assim, mesmo que a empresa não tenha a intenção de implantar cadeia de ajuda, o diagnóstico se faz uma importante ferramenta para empresas que buscam melhor estabilidade de seus equipamentos e que não sabem hoje por onde iniciar os trabalhos.

6.5 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Devido à delimitação do escopo da pesquisa, essa dissertação apresenta algumas limitações, principalmente referentes ao método desenvolvido. O método foi elaborado para empresas de capital intensivo com produtos (peças) de baixo valor agregado. Essa restrição foi identificada, pois os tempos de acionamento de *andons* e a própria manutenção autônoma são diferentes comparando com linhas de montagem, por exemplo.

O método de diagnóstico foi desenvolvido com intenso trabalho de consulta e discussões com os membros da equipe que implantou a prática de cadeia de ajuda na empresa A. Todos os detalhes do método foram vistos e revistos, contudo ele deve passar por um processo de depuração que só acontecerá com sua aplicação em outros setores da Empresa A e em outras empresas que possam se interessar para a continuação desta pesquisa.

As limitações da pesquisa, bem como as oportunidades encontradas durante o desenvolvimento do método criam algumas lacunas que geram sugestões para futuras pesquisas no tema estudado.

Algumas sugestões para futuros trabalhos nesse assunto são:

- a) Aplicar o método de diagnóstico desta dissertação em uma indústria de processo mecanizada e acompanhar seu resultado por alguns meses;
- b) Aplicar o método de diagnóstico desta dissertação em outro tipo de indústria, e validar novos planos de reação rápida, assim como reestruturar toda a cadeia de ajuda conforme o tipo de layout ou processo;
- c) Realizar trabalhos que vinculem o treinamento e, sobretudo, a reeducação das pessoas da empresa da área de produção e manutenção, de tal forma que as informações do equipamento fiquem vinculadas a um sistema automatizado de informações à medida que haja parada do equipamento no processo produtivo, tendo medição do OEE em tempo real;
- d) Por fim, levando-se em consideração os resultados e as conclusões desta dissertação, e ainda analisando as tendências da produtividade mundial, pode-se afirmar que essa pesquisa oferece importantes contribuições para o meio empresarial assim como para o meio acadêmico. O método proposto é uma importante ferramenta para impulsionar a melhoria contínua e criar diferenciais competitivos para aquelas empresas que vislumbram alcançar uma liderança associada a qualidade total, produtos entregues no prazo e inovação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. **Manutenção Produtiva Total, método PMRI.** Dissertação submetida a Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica, 2003.

ANDRADE, A. **Estudo de caso de implantação da Cadeia de ajuda na empresa Alcoa.** Sorocaba: Die Shop Help Chain, 2001.

CHAN, F., *et al.* **Implementation of total productive maintenance: a case study.** Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527303003293>>. Acesso em: 26 jul. 2010.

CHIARADIA, A. **Utilização do indicador de eficiência global dos equipamentos na gestão de melhoria contínua dos equipamentos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

DAY, J.; TROY; D.; HELLER, D. **The Implementation of Autonomous Maintenance.** Disponível em: <<http://dspace.unimap.edu.my/dspace/bitstream/123456789/5677/1/AUTONOMOUS%20MAINTENANCE%20PROGRAM%20FOR%20JOB%20BASE%20IN%20TECHNICAL%20UNIVERSITY.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2010.

FLINCHBAUGH, J. **Forging your help chain.** Disponível em: <www.leanlearningcenter.com>. Acesso em: 26 mar. 2010.

GHINATO, P. **Jidoka:** Mais do que “Pilar da Qualidade”. Disponível em: <<http://www.Leanway.com.br/jidoka.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HANSEN; R. C. **Eficiência Global de Equipamentos:** uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HOZEN, J. Support from Autonomous Maintenance for Breakdown Elimination. Disponível em:

<<http://imexpo.cii.in/presentations/Autonomous-Maint-TPM-Club-India.pdf>>.

Acesso em: 09 ago. 2011.

IMAI, M. ***Kaizen***: a estratégia para o sucesso competitivo. 5.ed. São Paulo: IMAM, 1994.

JONES, D. **Gerenciando visualmente.** Disponível em:

<<http://www.lean.org.br/artigos/154/termosecondicoes.aspx>>. Acesso

em: 11 abr. 2011.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – The role of OEE.** Disponível em:

<<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=849165>>.

Acesso em: 25 mai. 2011.

JORGE, R.; LIMA, P. **Análise da aplicação do sistema *andon* em diferentes ambientes de montagem.** Dissertação de mestrado submetida a Faculdade de Engenharia Mecânica, 2003, Campinas.

KAMADA, S. **Estabilidade na produção da Toyota do Brasil.** Disponível em:

<<http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2010/01/estabilidade-na-producao-da-toyota.html>>. Acesso em: 11 abr. 2011.

_____. **A Cadeia de ajuda para manter a estabilidade produtiva.**

Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/35/a-cadeia-de-ajuda-para-manter-a-estabilidade-produtiva.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

_____. **Como operar um ANDON.** Disponível em:

<www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2011.

KISHIDA, M. **O círculo de *Kaizen* para a sustentação do *Lean*.**

Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/118/o-circulo-de-kaizen-para-a-sustentacao-do-lean.aspx>>. Acesso em: 30 jul. 2010.

LIKER, J.; MEIER, J. **O modelo Toyota**: Manual de aplicação. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LJUNGBERG, O. **Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities**. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=849114>>. Acesso em: 27 mai. 2011.

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean. São Paulo: Lean Institute Brasil: 2003.

MCKONE, K.E., Schroeder, R.G., Cua, K.O. **The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027269630000030>>. Acesso em: 09 mar. 2011.

MEFFORD, R. **Increasing productivity in global firms: The CEO challenge**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107542530900044>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção preditiva**: caminho para zero defeitos. São Paulo: Makron McGraw-Hill, 1991.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just in time**. Chapman and Hall. London, 1994.

MOORE, R. **Lean Manufacturing: are you ready?** Disponível em: <www.reliabilityweb.com>. Acesso em: 02 out. 2012.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM** - Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989.

NAYLOR, J; NAIM, M; BERRY, D. **Integrating the Lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain.** Disponível em: <http://imamu.edu.sa/Scientific_selections/Documents/IT/Leagility-%20Integrating%20the%20lean%20and%20agile%20manufacturing%20paradigms%20in%20the%20total%20supply%20chain.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2011

NISHIDA, L. **Reduzindo o "lead time" no desenvolvimento de produtos através da padronização.** Disponível em: <http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_51>. Acesso em: 26 jun. 2010.

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

PERIN, P. **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta.** Dissertação de mestrado submetida a Universidade de São Carlos, 2005, São Carlos.

PRICKETT, P. **An integrated approach to autonomous maintenance management.** Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=850800&show=html>>. Acesso em 23 out. 2011.

SANTOS; A. C. O; SANTOS; M. J. **Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso.** Disponível em: <<http://www.volumetric.com.br/anexos/oe.pdf>>. Acesso em 15 set. 2009.

SETHI, A.K, SETHI, S.P, **Flexibility in manufacturing: a survey.** Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1080305>. Acesso em 02 jun. 2011.

SCHMITT, Eder Vitor. **Proposta para aplicação da manutenção produtiva total em uma célula de máquinas injetoras.** Monografia submetida a Universidade do Estado de Santa Catarina para obtenção do grau de graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2008.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SMALLEY, A. **Creating basic stability**. Disponível em: <www.superfactory.com>. Acesso em: 27 jun. 2010.

_____. A. **TPM at the heart of Lean**. Disponível em: <www.superfactory.com>. Acesso em: 15 mar. 2011.

SUZUKI, T. **TPM en industrias de proceso**. Japan Institute of Plant Management, 1992.

TAKAHASHI, Y. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Imam, 1993.

THOMPSON, D; WOLF, G; SPEAR,S. **Driving improvement in patient care. Lessons from Toyota**. The journal of nursing administration, 2003.

WHEELWRIGHT, S. C.; Hayes, R. H. **Competing through manufacturing**. New York: Wiley, 1995.

WOMACK, J.; JONES, D. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

WOMACK, J; JONES, D; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WORLD CLASS OEE. Disponível em: <http://www.oeo.com/world_class_oeo.html>. Acesso em: 09 ago. 2010.

WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total: um modelo adaptado**. Dissertação submetida a Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de mestre em engenharia. Florianópolis, 1997.

UPTON, D.M. **The management of manufacturing flexibility**. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/bibliographic_databases.htm?id=1238743>. Acesso em 02 jun. 2011.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Preventiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.