

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
BASEADO EM PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO MAIS
LIMPA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sandra Inês Horn Bohm

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
BASEADO EM PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

por

Sandra Inês Horn Bohm

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, área de concentração em Qualidade e Produtividade, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção.**

Orientador: Leandro Cantorski da Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2011

B676g Bohm, Sandra Inês Horn
Gerenciamento de processos industriais baseado em princípios da produção mais limpa / por Sandra Inês Horn Bohm. – 2011.
67 p. : il. ; 31 cm.

Orientador: Leandro Cantorski da Rosa.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2011.

1. Processos organizacionais 2. Melhoria de processos 3. Produção mais limpa 4. Boas práticas 5. Estratégia ambiental I. Rosa, Leandro Cantorski da II. Título.

CDU 681.5

Ficha catalográfica elaborada por
Simone G. Maisonave - CRB 10/1733
Biblioteca Central da UFSM

© 2011

Todos os direitos autorais reservados a Sandra Inês Horn Bohm. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Fone (0xx) 65 9651 8661; End. Eletr: sandra.bohm@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS BASEADO EM
PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

elaborada por
Sandra Inês Horn Bohm

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

COMISSÃO EXAMINADORA:

Leandro Cantorski da Rosa, Dr.
(Presidente/Orientador)

Denis Rasquin Rabenschlag, Dr.
(UFSM)

Sérgio Ivan dos Santos, Dr.
(Unipampa)

Santa Maria, 12 de agosto de 2011.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Ser todo poderoso, por me abençoar e iluminar meus caminhos, por me dar força e coragem sempre.

Aos professores e funcionários do PPGEF que contribuíram, através dos seus conhecimentos, para a execução deste trabalho.

Ao professor Leandro Cantorski da Rosa pela paciência e compartilhamento dos seus conhecimentos.

A todos os amigos e colegas da empresa onde desenvolveu-se a pesquisa, pelo incentivo e apoio.

Acima de tudo, agradeço aos meus pais, Ivo e Maria Horn, pela força, carinho e apoio durante minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu marido, Geverson Bohm, pelo incentivo aos meus estudos, carinho e paciência que demonstrou ao longo desse período.

Com vocês e para vocês compartilho e dedico este trabalho!

"No fim, tudo dá certo. Se não deu, é porque ainda não chegou ao fim".

(Fernando Sabino)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS BASEADO EM PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

AUTORA: SANDRA INES HORN BOHM

ORIENTADOR: LEANDRO CANTORSKI DA ROSA

Data e local da defesa: Santa Maria, 12 de agosto de 2011.

Produção mais limpa (PML) é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços de uma organização, visando aumentar sua eficiência e reduzir riscos para a humanidade e o meio ambiente. Sua adoção, em geral tem elevado a produtividade a partir da racionalização no uso dos recursos. *Total Performance Scorecard* (TPS) é um processo sistemático de aprendizagem, desenvolvimento e melhoramento contínuos, baseado no crescimento sustentável das atuações pessoais e corporativas. O objetivo desta pesquisa é propor uma estratégia para o gerenciamento de processos organizacionais, com base nos princípios da produção mais limpa em empresa do setor metalmeccânico. A proposta para manutenção e continuidade das melhorias baseia-se no ciclo TPS. A pesquisa foi feita a partir de dados de um fabricante de máquinas agrícolas do Rio Grande do Sul, que busca reduzir resíduos em seus processos. Três estudos de caso: itens obsoletos, processo de compra de chapas e corte de chapas para produção de uma peça, foram tratados na pesquisa. Os dados comprovam uma melhora significativa com a aplicação dos princípios da produção mais limpa nos processos estudados.

Palavras-chave: melhoria de processos, produção mais limpa, boas práticas.

ABSTRACT

Dissertation of Master
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

INDUSTRIAL PROCESSES MANAGEMENT BASED ON PRINCIPLES OF CLEANER PRODUCTION

AUTHOR: SANDRA INES HORN BOHM

ADVISER: LEANDRO CANTORSKI DA ROSA

Date and place of the test: Santa Maria, 12 de Agosto de 2011.

Cleaner production (CP) is the continuous application of a preventive environmental strategy process associated to the products and services of an organization, with the goal of increasing efficiency and reducing risks to human beings and the environment. Its implementation has generally increased productivity from the rational use of resources. Total Performance Scorecard (TPS) is a systematic learning process, developing and continuous improvement, based on the sustainable growth of personal and corporate actions. The objective of this research was to propose a strategy to manage organizational processes, based on the principles of cleaner production in metal mechanic companies. The proposal for maintenance and continuity of improvements is based on the TPS cycle. The research was made from the data of a producer of agricultural machines in Rio Grande do Sul, which has the objective of reducing scrap in its processes. Three cases were considered in this research: obsolesces items, purchasing process of sheet metals and cutting the sheet metals to produce the pieces. The data show a significant improvement with the use of the cleaner production principles in the researched processes.

Key-words: process improvements, cleaner production, good practices.

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CEP - Controle estatístico de processos

CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas

PML - Produção mais limpa

POC's - Processos de organização

TPS - *Total Performance Scorecard*

VSM - Mapeamento de fluxo de valores

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Aproveitamento da materia-prima na produção da peça XP-1....	50
Quadro 2 -	Etapa formulação.....	54
Quadro 3 -	Etapa melhoria.....	54
Quadro 4 -	Etapa desenvolvimento.....	55
Quadro 5 -	Etapa revisão e aprendizado.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento da pesquisa.....	16
Figura 2 - Estrutura da PML - níveis e estratégias.....	24
Figura 3 - Pilares da sustentabilidade.....	25
Figura 4 - Ciclo TPS.....	30
Figura 5 - Organograma da empresa.....	37
Figura 6 - Produção de máquinas entre 2008 e 2010.....	38
Figura 7 - Qualidade de quilogramas de resíduos gerados - 2008 a março de 2010.....	42
Figura 8 - Custo dos resíduos gerados por peças obsoletas.....	42
Figura 9 - Correlação entre a produção de máquinas e a produção de itens que tornam-se obsoletos (quantidade e custo) no período analisado.....	43
Figura 10 - Diagrama de causa e efeito.....	44
Figura 11 - Causas mais representativas na geração de itens obsoletos.....	45
Figura 12 - Chapas de aço - sequência etapas na fabricação	46
Figura 13 - Fatores que influenciam no alto custo das chapas.....	47
Figura 14 - Chapa de inox utilizada para montagem de plataformas.....	48
Figura 15 - Peça XP-1	49
Figura 16 - Tira da chapa antes e após o corte das peças (processo atual).	50
Figura 17 - Tira da chapa após o corte das peças no processo proposto.....	51
Figura 18 - Modelo para implantação e manutenção da PML	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Considerações iniciais	11
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificativa	13
1.4 Delimitação do trabalho	15
1.5 Estrutura do trabalho	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Gerenciamento de processos	17
2.2 Preocupação ambiental	21
2.3 Produção mais limpa	23
2.4 A indústria e a produção mais limpa	27
2.5 Ciclo <i>Total Performance Scorecard</i> (TPS)	28
3 METODOLOGIA	32
3.1 Delineamento metodológico da pesquisa	32
3.2 Abordagem da pesquisa	33
3.3 Método da pesquisa	34
3.4 Procedimentos da pesquisa	35
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
4.1 Considerações iniciais	36
4.1.1 O desenvolvimento da PML na empresa.....	40
4.2 Oportunidades encontradas para melhoria de processos com base nos princípios da PML	41
4.2.1 Caso 1 - Itens obsoletos.....	41
4.2.2 Caso 2 - Melhoria do processo de compra de chapas.....	46
4.2.3 Caso 3 - Melhoria do processo de corte para a produção da peça XP-1..	49
4.3 Modelo para implantação e manutenção da PML	51
5 CONCLUSÕES	57
5.1 Sugestões para novos trabalhos	58
REFERENCIAS	59
ANEXO A - Desenho da peça XP-1	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A Engenharia da Produção possui como foco o trabalho no escopo de projetos, atuando na implementação e na melhoria de processos de produção, buscando a combinação racional entre materiais, equipamentos, informações, energias, ambientes e pessoas para a produção de bens e serviços na busca pelo melhor desempenho possível (ROOS, 2009).

Os engenheiros podem participar da construção de sistemas de produção sustentáveis criando tecnologias com bom desempenho econômico e socioambiental. O projeto de novos sistemas de produção deve intensificar o esforço para prevenir perdas e geração de resíduos pelo desenvolvimento de processos mais limpos (ARAÚJO; ARAÚJO; FARIAS FILHO; MENDES, 2010).

Tendo conhecimento de que o mercado competitivo das novas tecnologias está cada vez mais exigente, se faz necessário acompanhar as mudanças para sobrevivência das organizações (DAL PIVA; PILATTI; KOVALESKI, 2006). Assim, percebe-se a importância de que as empresas mantenham em constante aperfeiçoamento o seu planejamento e revisões de metas e estratégias, pois disso depende o funcionamento de sua organização e a utilização dos recursos oriundos do meio ambiente para realização de seu processo produtivo.

Constata-se que a geração de sobras e resíduos continua em permanente crescimento e torna-se cada vez mais emergencial assegurar o seu destino adequado, visto que os custos decorrentes dessa ação precisam ser suportados pela própria empresa e sociedade. Desta forma, é crescente a preocupação com a necessidade de adequação dos processos industriais visando reduzir as técnicas fim-de-tubo¹ e buscar ganhos financeiros para as organizações.

¹ Técnicas fim-de-tubo são as tecnologias utilizadas para o tratamento, minimização e inertização de resíduos, efluentes e emissões. Caracterizam-se como tecnologias “fim de tubo” os filtros de emissões atmosféricas, as estações de tratamento de efluentes líquido (ETE), as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos (MELLO; NASCIMENTO, 2002, p. 3).

Com este intuito torna-se necessário atuar na prevenção da geração de resíduos e disciplina quanto à utilização dos recursos naturais, incorporados ao dia-a-dia das empresas. Isto é alcançado através da atuação nos processos, que são os responsáveis diretos ou indiretos pelo resultado das organizações.

A indústria metal-mecânica é de suma importância para a economia da região Noroeste do RS. Além da arrecadação para os municípios, geram milhares de empregos para as comunidades locais. No caso específico da empresa pesquisada, a mesma tem capacidade de produzir mensalmente 250 máquinas agrícolas, além de gerar 900 empregos diretos. Por ser considerada uma empresa que preza pela qualidade de seus produtos, processos e preocupada com a questão ambiental, implantou-se na fábrica, o sistema *Lean Manufacturing*, com os princípios da produção enxuta, dando prioridade para fazer o certo pela primeira vez e a eliminação ou redução de desperdícios e geração de resíduos. Nesse estudo serão analisadas as variáveis envolvidas no processo de fabricação de peças e componentes para máquinas agrícolas, a quantidade de matéria-prima e a otimização dos resultados através da redução das técnicas fim-de-tubo.

A aplicação da filosofia tanto da produção enxuta como da produção mais limpa contribui efetivamente para a melhoria da competitividade das indústrias, pois ambas têm como benefícios, como o aumento da produtividade, melhoria da qualidade, otimização na utilização da matéria-prima, dos insumos e outros recursos, fatores esses de importância relevante frente à necessidade da busca contínua da excelência empresarial (ELIAS; MAGALHÃES, 2003).

1.2 Objetivos

A seguir, descreve-se o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Propor uma estratégia para o gerenciamento de processos organizacionais, com base nos princípios da produção mais limpa (PML) em empresa do setor metalmeccânico.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos constituem-se em partes fundamentais do objetivo geral sendo:

Identificar os impactos ambientais decorrentes de processos organizacionais da empresa;

Diagnosticar e caracterizar as etapas de processos organizacionais, identificando oportunidades de aperfeiçoamento dos mesmos com base nos princípios da PML;

Propor uma rotina para implementação e manutenção do programa.

1.3 Justificativa

Em nível mundial, está crescendo a conscientização da necessidade de colocar limite às ações agressivas ao meio ambiente, isto principalmente pelos descasos dos principais países industrializados com relação às emissões de poluentes e geração de resíduos que agredem a natureza. Em decorrência dessa realidade surge a preocupação em reduzir o impacto ambiental especificamente do setor produtivo. Esta nova atitude em relação à proteção do meio ambiente vem exigindo um esclarecimento e uma adaptação por parte da indústria metalmeccânica (DELAVY, 2009).

Mudanças climáticas, tecnológicas, econômicas, além de políticas públicas são itens importantíssimos que integram uma nova pauta vinculada aos sistemas de gestão dos negócios e da produção. Olhar para os processos internos por intermédio da manutenção dos equipamentos e instalações pode auxiliar de forma decisiva na incidência das falhas, melhora na eficiência das operações e na economia dos insumos (KYRILLOS et al., 2010).

A atividade produtiva possui imensa capacidade de afetar os sistemas naturais e sociais, com grande impacto ambiental, social e econômico sobre a sociedade como um todo. É preciso um comprometimento cada vez maior com a conservação da biodiversidade e do meio ambiente. Este desafio exige romper com os padrões econômicos estabelecidos e reafirmar um compromisso com a sustentabilidade (NORO et al., 2010).

A sociedade e os empresários estão percebendo a necessidade de adequação dos seus processos visando menor necessidade de ações corretivas no final dos processos. Sabe-se que identificação do grau de sustentabilidade das localidades torna-se essencial para as empresas, uma vez que essa é uma variável que influencia na competitividade dos negócios (CAMPOS; SILVA; GÓMEZ, 2007).

A aplicação deste estudo em uma empresa do setor metalmeccânico embasa-se pelo fato da expansão deste ramo de atividade. Onde o crescimento populacional, de forma consistente, a demanda por alimentos sustentáveis, a evolução *per capita* de alimento no mundo, as limitação de área para plantio e de água, o crescimento de energias renováveis (biocombustíveis), os mercados emergentes, o incremento da mecanização, a tendência dos preços de *commodities* agrícolas são fatores que revelam a tendência de crescimento do mercado de atuação da empresa estudada e revelam a importância da melhoria de processos, focada na redução de geração de resíduos.

O Brasil, neste cenário apresenta-se com grandes oportunidades para crescimento, tais como: disponibilidade de mais de 90 milhões de hectares adicionais, a consolidação como grande produtor e exportador de *commodities* agrícolas, a ampliação das demandas externa e interna pela carne brasileira, as melhores condições para expansão de biocombustíveis, a melhora na infraestrutura logística, os financiamentos prioritários.

Assim, as possibilidades positivas da empresa podem-se elencar a mudança no patamar de volume da mesma, a empresa juntamente com seus fornecedores tem uma excelente posição para aproveitar as oportunidades de crescimento interno e externo. Mas, para isso é necessário buscar maior competitividade, a qual só será encontrada através de competição cada vez mais por baixo custo, investimento em capacidade de produção, concorrência acirrada e busca pela qualidade de produtos e serviços.

Desta forma, o problema de pesquisa ascendente dessa dissertação é derivado da quantidade de resíduos metálicos oriundos dos processos produtivos da empresa estudada. Verifica-se a necessidade de acompanhar os processos e propor adequações aos já existentes.

Quando projetados os processos, considerações foram feitas acerca das suas etapas atividades, dos fluxos, das medições de controle, das necessidades de treinamento, de equipamentos, de métodos, de informações, de materiais, e de outros recursos para alcançar resultados desejados.

1.4 Delimitação do trabalho

Otimização de subprocessos em uma empresa fabricante de máquinas agrícolas visando à proposição de rotina oriunda de um modelo proposto, com o intuito de vantagens econômicas e ambientais.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho de pesquisa é composto por 5 capítulos estruturados, conforme mostra a figura 1.

O primeiro capítulo trata-se o problema, os objetivos e a justificativa que estão associados ao tema da pesquisa. No capítulo seguinte, é tratado do referencial teórico, com o intuito de subsidiar o desenvolvimento da dissertação no campo da

melhoria de processos e a PML. No terceiro capítulo, relata-se a metodologia, o delineamento metodológico da pesquisa, as abordagens de pesquisa, os métodos de pesquisa e os procedimentos de pesquisa. No quarto capítulo aborda-se a empresa, sua participação de mercado, dados sobre geração de resíduos, suas particularidades, seus processos. No capítulo subsequente, apresenta-se a proposta de uma rotina para manutenção do programa na empresa estudada. No capítulo final apresenta-se as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

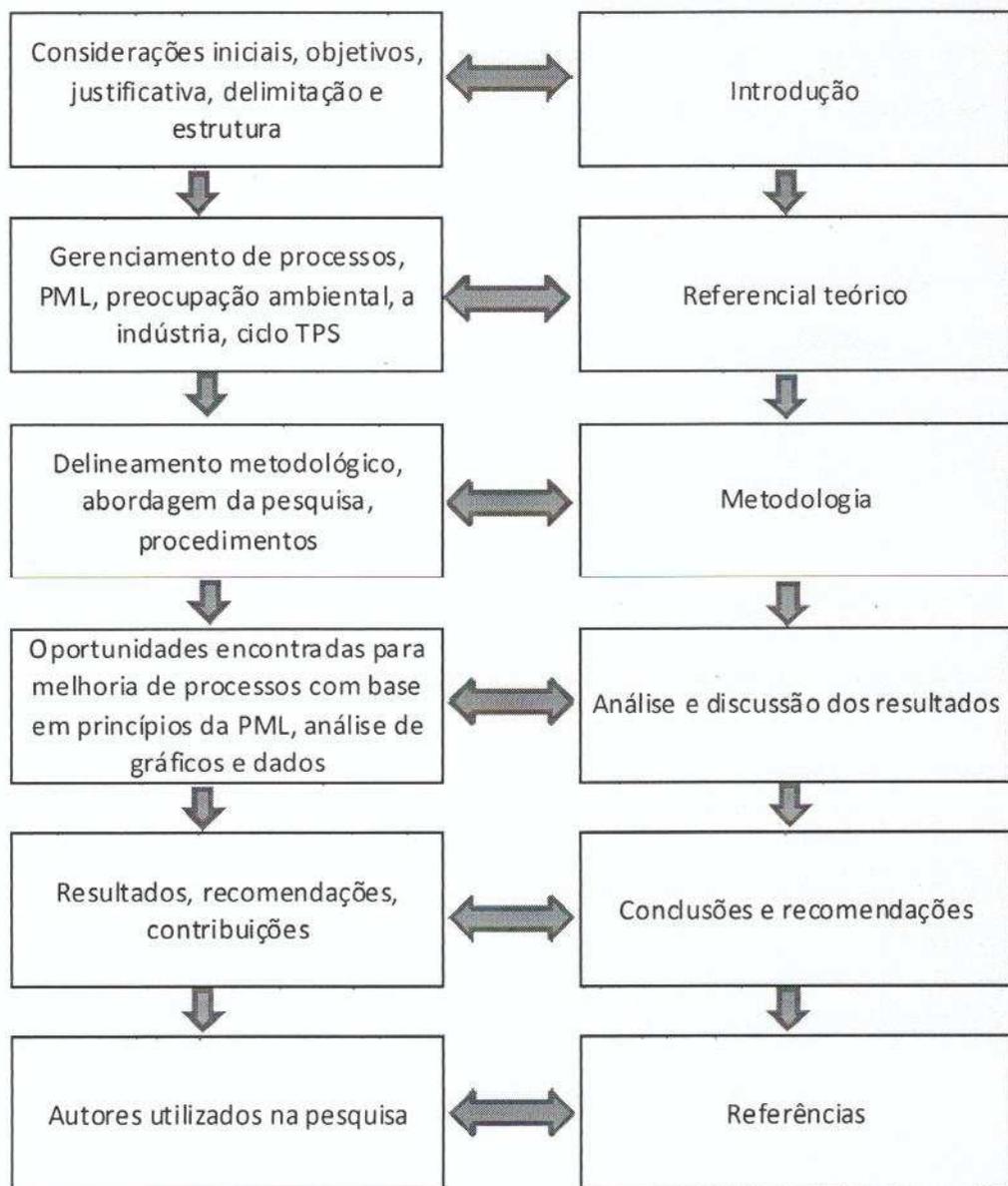


Figura 1 - Delineamento da pesquisa

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gerenciamento de processos

Cada vez mais, as organizações percebem que de nada valerão suas estratégias de negócios para ampliar mercados, conquistar clientes e obter resultados favoráveis se não considerarem que tudo depende da boa execução dos processos que compõem sua cadeia produtiva. A realização desses processos está diretamente relacionada ao desempenho das pessoas da organização em um contexto de responsabilidade social e de correta postura em face das questões ambientais (TACHIZAWA, 2006).

O conceito de processo, segundo a NBR ISO 9001:2008 corresponde ao “conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas)” (ABNT, 2008, p.3). Sabe-se que em qualquer processo sempre existe certa quantidade de variabilidade em fatores como materiais, máquinas, medidas, mão-de-obra, método e ambiente.

Um processo é uma transformação de entradas em saídas (produto acabado), e esse resultado deve atender às exigências de um cliente, mediante o atendimento às várias características da qualidade. Para isso, o processo deve apresentar estabilidade. Algumas das entradas de um processo são difíceis de controlar, como propriedades das matérias-primas, por exemplo, podendo interferir nessa estabilidade. O controle estatístico de processos (CEP) tem por objetivo conhecer o processo, monitorando sua estabilidade e acompanhando seus parâmetros ao longo do tempo (ROSA, 2009).

O mapeamento de processos da organização é o conhecimento e a análise dos processos e seu relacionamento com os dados, estruturados em uma visão *top down*, até um nível que permita sua perfeita compreensão e obtenção dos produtos objetivos dos processos. Para a identificação dos processos-chave, deve-se utilizar o critério de prioridade: processos que impactam prioritariamente os resultados operacionais; processos críticos para a implementação da estratégia organizacional; processos que impactam as interações ou as interfaces de outros processos

prioritários, estrangulando ou limitando os resultados da organização (MARANHÃO; MACIEIRA, 2004).

A implementação de melhorias deve levar em consideração os benefícios ambientais, de saúde e segurança do trabalhador e os benefícios econômicos.

Uma organização deve monitorar continuamente a necessidade dos clientes e das demais partes interessadas. Deve considerar todas as variações no seu planejamento de longo prazo, bem como, conhecer as alterações existentes para que possam revisar e atualizar o seu planejamento. Somente assim, uma organização poderia buscar a melhoria contínua e atingir seus resultados sustentáveis.

Para uma organização funcionar de maneira eficaz, ela tem que determinar e gerenciar diversas atividades interligadas. Uma atividade ou conjunto de atividades que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de entradas em saídas pode ser considerado um processo. Frequentemente, a saída de um processo é a entrada para o processo seguinte.

Para melhorar um processo de maneira contínua e criar uma mudança duradoura, é fundamental que seja compreendido o funcionamento atual do processo. Quando a empresa observa e compreende o estado atual, o caminho para o aprimoramento fica mais claro.

Mapeamento ajuda a compreender o estado atual. O mapeamento de fluxo de valores (VSM) é uma ferramenta visual usada para compreender e comunicar os passos para a transformação de materiais ou informações com o objetivo de criar um produto ou serviço que os clientes estejam dispostos a pagar, incluindo: o fluxo de atividades que agreguem valor e atendam as necessidades dos clientes; a cadeia de fornecimento do material bruto ao consumo.

O mapa de processo é usado para compreender as atividades, conexões e fluxos acontecendo ao produto à medida que ele se move através do processo. O mapeamento oferece os seguintes benefícios: permite que se observe eventos ou resultados; resolve visões múltiplas que estão certas, mas incompletas; identifica a discrepância entre a realidade atual e o estado ideal; simplifica as rotas de fluxo que ocorrem nos sistemas ou processos; estabelece um alto nível de consenso sobre o que será melhorado e como será melhorado.

As medições são essenciais para a implementação de melhorias de processo sustentáveis. As medições fornecem um medidor de progresso, que informa objetivamente de que forma as melhorias afetaram o processo com o passar do tempo. Além disso, as medições podem transformar objetivamente as melhorias em reduções de custo quantificáveis.

As medições permitem compreender o que está acontecendo no momento, avaliar a necessidade de mudança, avaliar o impacto da mudança, garantir que os ganhos não sejam perdidos, corrigir condições fora de controle, estabelecer prioridades, decidir quando aumentar responsabilidades, decidir quando fornecer treinamento adicional, planejar para atender as novas expectativas dos clientes e estabelecer cronogramas realistas.

Cada problema é visto como uma oportunidade para melhorar de maneira contínua, de modo a atender melhor os clientes e aumentar a eficiência e a qualidade.

Um processo de resolução de problemas estruturado e padronizado é utilizado para aprofundar-se mais e identificar a causa do problema, é mais importante utilizar o tempo na identificação da causa do que correr para buscar soluções.

Na época da Revolução Industrial, nada se fazia pela segurança dos trabalhadores e quase nada também quanto aos aspectos ambientais das unidades fabris. Muito se evoluiu com respeito à produtividade, à qualidade e às condições de trabalho após a implementação das ideologias de Taylor, Fayol, Ford e outros. Também no campo da gestão ambiental houve muita evolução, mas isoladamente, em alguns casos, essa evolução não chegou a ser eficaz para controlar e eliminar riscos de acidentes contra a natureza (ASSUMPÇÃO, 2004).

Toda atividade econômica produz algum impacto ambiental. O planeta Terra enfrenta gravíssimas consequências ambientais, que limitam as fontes produtivas e determinam a necessidade de alternativas menos agressivas de operação das organizações (MARANHÃO; MACIEIRA, 2004).

A gestão ambiental envolve a passagem do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico, no qual um aspecto essencial dessa mudança é que a percepção do mundo como máquina cede lugar à percepção do mundo como sistema vivo. Essa mudança diz respeito a nossa concepção da natureza, do

organismo humano, da sociedade e, portanto, também de nossa percepção de uma organização de negócios. As empresas são sistemas vivos, cuja compreensão não é possível apenas pelo prisma econômico. Como sistema vivo, a empresa não pode ser rigidamente controlada por meio de intervenção direta, porém pode ser influenciada pela transmissão de orientações e emissão de impulsos (TACHIZAWA, 2006).

A prática de ações em gestão ambiental e responsabilidade social é a nova ordem do mercado da última década. O setor produtivo dispõe de mecanismos para atender os desafios apresentados pela sociedade. Encontram-se disponíveis ferramentas com tecnologias ambientalmente adequadas e inovadoras, para uma produção mais eficiente. Com estas ferramentas há uma economia na utilização dos recursos naturais e gera-se uma menor quantidade de resíduos (DELAVY, 2009).

A importância dos sistemas de gestão de resíduos, nos últimos anos, aumentou devido aos problemas de crescimento de cadeias de gestão de resíduos que afetam a vida diária de milhões de pessoas e o impacto sobre o meio ambiente (SIKOS; KLEMES; RAMS, 2009).

O desenvolvimento atual e futuro nas economias nacional e mundial estão intimamente ligados ao desenvolvimento sustentável, eficiente e seguro. A utilização de matérias-primas e a energia baseada em conceitos de PML e abordagens que são ecologicamente e economicamente adequadas para o futuro a longo e curto prazo da sociedade. Estes desafios têm recebido atenção considerável nos meios de comunicação e publicações científicas nos últimos anos (DOVI et al., 2009).

Nas organizações produtivas, especialmente na indústria, segmento que apresenta um relacionamento mais intenso com o processo produtivo e o meio ambiente, há uma crescente conscientização da necessidade de proteger o meio ambiente por meio de ações que incluam uma gestão com maior eficiência nos processos produtivos, podendo-se perceber uma maior ligação entre um setor e o meio ambiente que, apontam para um planejamento estratégico mais abrangente em algumas organizações (DELAVY, 2009).

A difusão da prevenção à poluição enfrenta barreiras na organização, como por exemplo, a resistência à mudança, insuficiente sustentação dos líderes da organização, não envolvimento do alto nível hierárquico da organização, insuficiente

responsabilidade dos empregados e estrutura da organização inflexível (CALIA; GUERRINI; CASTRO, 2009).

O programa de minimização da geração de resíduos é um dos elementos base da estratégia de PML. Assim, a redução do desperdício de resíduos sólidos em indústrias metalúrgicas pode ser obtida através da reciclagem interna, possibilitando a reutilização desses materiais para o mesmo processo produtivo ou para funções distintas dependendo de sua qualidade. Na Polônia, por exemplo, no ano de 2006, 98% do efluente gerado por empresas metalúrgicas foi tratado e aproximadamente 80% dos resíduos sólidos foram reciclados (GADZIK, 2009).

A adoção de boas práticas (*housekeeping*) refere-se a alterações simples em processo ou matéria-prima, incluindo mudanças no nível organizacional, tendo na grande maioria das vezes, pequeno impacto financeiro para a organização, o que pode ser alcançado através de treinamentos e motivação de pessoas, alteração na forma de operar equipamentos, reorganização no sistema de manutenção preventiva e corretiva, melhorias nas compras e armazenagem, padronização de normatizações (MELLO, 2002).

Para preencher o vazio entre onde a empresa está atualmente e onde quer estar, é necessário identificar e superar barreiras existentes do processo atual.

2.2 Preocupação ambiental

No Brasil, as empresas vêm sentindo pressões do mercado interno e das organizações internacionais que aqui operam. Utilizar tecnologia adequada às manufaturas, aumentar a capacitação do pessoal e imprimir uma gestão profissional aos negócios com base em uma manufatura sustentável poderá transformar o Brasil em um dos países mais competitivos num cenário de negócios com amplitude global. Assim, gerir as organizações produtivas, flexíveis, ágeis e sustentáveis, lançando mão de ferramentas operacionais disponíveis, torna-se relevante num mercado cada vez mais competitivo e fustigado por custos de produção nada desprezíveis (KYRILLOS et al., 2010).

Ações de responsabilidade sócio-ambiental podem gerar ganhos econômicos para os promotores das mesmas, e se não forem devidamente apurados geram distorções no sistema de custeio das referidas ações. A nova ordem social, cada dia mais crítica com o comportamento socioambiental das empresas tornou-se um novo guia empresarial. Certamente é necessário que cumpram os imperativos econômicos, porque neles estão a viabilidade de qualquer organização, mas também deve existir a preocupação de satisfazer as necessidades sociais dos membros da organização e da comunidade em que se encontra inserida. Sem esta intenção a coesão social é prejudicada, e sem coesão a organização dificilmente logrará o sucesso efetivo de suas metas (ARAUJO et al., 2010).

Vale lembrar que aspecto ambiental é qualquer intervenção direta ou indireta das atividades e serviços de uma organização sobre o meio ambiente, quer seja adversa ou benéfica. Desta forma, o aspecto ambiental são os elementos das atividades, produtos, serviços, rejeitos de quem pode interagir com o meio ambiente. Já o impacto ambiental é a diferença entre a situação do meio ambiente futuro, modificado pela realização de um projeto, e a situação do meio ambiente futuro tal como teria evoluído sem o projeto.

Para a gestão dos negócios atuais necessita-se de novas soluções e maneiras de se pensar, enfrentando-se as rápidas mudanças dos mesmos, e na área industrial não seria diferente. Devem-se resolver os problemas os quais transformam-se em oportunidades. As empresas precisam ser mais competitivas e a criatividade torna-se uma ferramenta importante nesse caminho, influenciando nas estratégias de melhoria dos produtos e processos produtivos, para o desenvolvimento de produtos (ALVES; BRAGNHINI JÚNIOR, 2010).

No entanto, os processos de criatividade seguem desenvolvimentos aleatórios e as indústrias necessitam de modelos que ofereçam suporte descritivo das ações, ligadas e organizadas no tempo, fornecendo um resultado mensurável. Sendo que, os modelos do processo criativo costumam ser sequenciais e não expressam o fator temporalidade, limitando-se, muitas vezes, à utilização de métodos e ferramentas de apoio à solução criativa de problemas ou estímulo à geração de idéias (ALVES; BRAGNHINI JÚNIOR, 2010).

Aderir à PML não significa dizer, entretanto, que as instalações da indústria já existentes tenham que ser substituídas e sucateadas. Modificações localizadas em

alguns setores críticos das instalações são soluções quase sempre suficientes para a maioria das indústrias já implantadas (VALLE, 2002). A busca da otimização do uso de matérias-primas já permite, por si, reduzir a quantidade de resíduos gerados, com maior eficiência no processo e nas técnicas de produção empregadas.

A melhoria no processo produtivo não é, entretanto, uma tarefa fácil. A busca pela melhoria da qualidade em um processo de fabricação remete a várias possibilidades em termos de métodos, ferramentas e conceitos de gestão da qualidade. Entre esses, deve-se destacar o papel da auditoria de processo, que se apresenta como uma ferramenta efetiva para a prevenção e correção de falhas em processos produtivos, fornecendo elementos para sua melhoria contínua (FERREIRA et al., 2008).

2.3 Produção mais limpa

A produção mais limpa (PML) é uma alternativa de melhoria proposta na pesquisa, pois ela oferece ganhos na minimização dos impactos ambientais e pode trazer vantagens financeiras às empresas. O objetivo a adoção desta alternativa é a sustentabilidade que se ampara sob uma análise complexa e estruturada dos processos produtivos e dos recursos utilizados, sejam eles materiais, energéticos ou humanos. Uma vez identificados os fatores e as fontes de geração dos resíduos, implementam-se ações de alternativas para a prevenção ou minimização dos mesmos.

Existem diversas formas de operações para a diminuição dos impactos ambientais. A questão da redução de insumo e matéria-prima na produção do produto é uma prática que reduz o consumo de energia, economiza matéria-prima e contribui para preservação ambiental. A viabilidade desta questão está diretamente relacionada à minimização dos desperdícios, melhoria das máquinas, equipamentos e processos, matérias-primas mais eficientes e sensibilização dos funcionários para a conscientização sobre a importância da sua contribuição na redução do uso dos insumos e matérias-primas. Na figura 2, é apresentada a estrutura da PML com seus três níveis descritos a seguir.

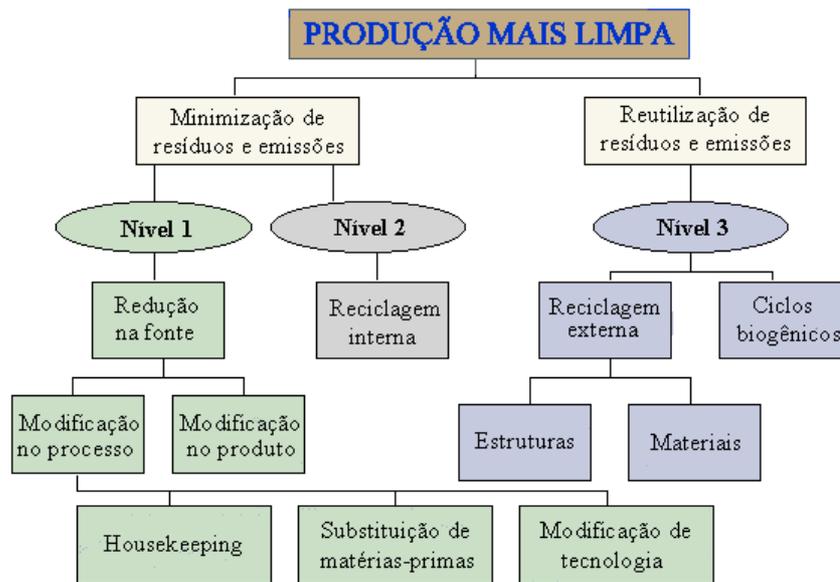


Figura 2 - Estrutura da PML - níveis e estratégias
Fonte: CNTL (2003)

Conforme a figura 2, a prioridade da PML está no topo (à esquerda) da reduzir: reduzir a geração de resíduos e emissões (Nível 1). Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (Nível 2). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (Nível 3). A prática do uso da PML leva ao desenvolvimento e implantação de Tecnologias Limpas nos processos produtivos.

Enquanto o enfoque convencional de resíduos questiona: O que se pode fazer com os resíduos, efluentes e as emissões existentes, com a adoção da PML se questiona: De onde vêm os resíduos, os efluentes e as emissões? Por que se transformaram em resíduos? A essencial diferença é o fato de que a PML não se preocupa simplesmente com o sintoma, mas procura conhecer as raízes do problema (ELIAS; MAGALHÃES, 2003).

A PML é um conceito que vai para além do simples controle da poluição. Envolve o desenvolvimento de novos processos, materiais e produtos. A prevenção dos fluxos de resíduos através da minimização de resíduos é uma estratégia atraente neste contexto (EKVALL, 2005).

A seleção das tecnologias de tratamento para uma cadeia de gestão de resíduos é uma questão crucial que influencia a fiabilidade do sistema global. O primeiro passo a ser avaliado é a tecnologia escolhida, juntamente com as unidades

de equipamento específico. Há muitos fatores que afetam a confiabilidade incluindo a complexidade da unidade, a capacidade do operador para controlar o desempenho, a aplicação de comprovação ou de novas tecnologias, o número total de unidades de escala operacional instalado, e outras características (SIKOS; KLEMES; RAMS, 2009).

O desenvolvimento e aplicação de tecnologias mais limpas oferecem múltiplos benefícios, tais como: redução das emissões, menos desperdício, redução de custos de energia, melhoria dos sistemas de reciclagem e gestão de resíduos (DOVI et al., 2009).

A adoção do desenvolvimento sustentável na indústria de produção oferece um custo-benefício para melhorar o desempenho econômico, ambiental e social - os três pilares da sustentabilidade (Figura 3) - (GLASBY, 2002; JAPPUR et al., 2008). A indústria está esforçando-se para alcançar a sustentabilidade através de alterações no produto, ciclos de materiais, a recuperação de recursos e inovações nas práticas de produção a fim de cumprir os objetivos do desenvolvimento sustentável (PUSAVEC; KRAJNIK; KOPAC, 2010).

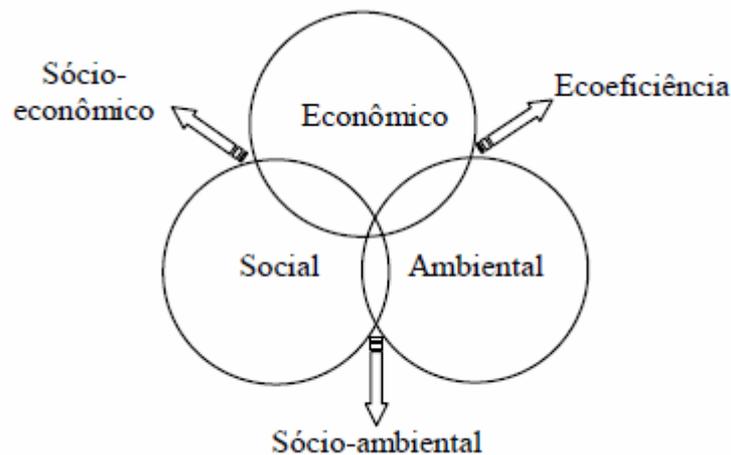


Figura 3 - Pilares da sustentabilidade
Fonte: Adaptado de Glasby (2002)

Percebe-se que a busca incansável pela redução dos impactos ambientais é de abrangência mundial. O Japão, por exemplo, entre inúmeros estudos realizados busca na remanufatura conscientizar a importância da reutilização visando assim

estimular a demanda por estes itens e reduzir os impactos ambientais (MATSUMOTO, 2009). Remanufatura é uma maneira eficaz de manter os produtos em um circuito fechado, reduzindo os impactos ambientais e os custos dos processos de fabricação (PIGOSSO et al., 2010).

Em Gujarat, na Índia, foram realizados estudos relacionados com o consumo de água em uma indústria, sendo que através de alterações nas tubulações, podem-se alcançar satisfatórios resultados de minimização dos desperdícios (DAKWALA; MOHANTY; BHARGAVA, 2009).

Cabe ressaltar que, na indústria metalúrgica há uma percentagem considerável de matéria-prima que não é aproveitada devido a diversos fatores, sendo os mais comuns: desperdício devido à disposição do material no estoque (chapa amassada, arranhões, ferrugem, barras e vigas tortas); erro de projeto, inviabilizando o material; erro de execução ou de processo, devido à falta de máquinas adequadas e treinamento de pessoal; sobras e retalhos de chapas e barras que não podem ser aproveitados (resultado normal do processo produtivo); operação de estampa, solda, furo, corte e fresa que produzem resíduos metálicos - conhecidos no meio metalmeccânico como cavacos, rebarbas, tiras, pó metálico, etc. e, resíduos de material de apoio utilizados no processo de fabricação (pinos de rebites, eletrodos de solda, disco de corte, disco de desbaste, brocas, serras, latas de produtos de acabamento, etc.) (LIMA et al., 2008).

A PML adota uma abordagem preventiva, em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de final de tubo, voltando-se para a prevenção. Esta ferramenta enfoca no potencial de ganhos diretos do processo produtivo, através de análises de como uma operação está sendo realizada e detectar em quais etapas desse processo as matérias-primas insumos e energia estão sendo desperdiçados, o que permite uma otimização e consideráveis melhorias, evitando desperdícios (PIMENTA; GOUVINHAS, 2007).

Cabe ressaltar que existe resistência para a prática da PML. Os maiores obstáculos ocorrem em função da resistência à mudança; da concepção errônea (falta de informação sobre a técnica e a importância dada ao ambiente natural); a não existência de políticas nacionais que dêem suporte às atividades de PML;

barreiras econômicas (alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos) e barreiras técnicas (novas tecnologias) (MOURA et al., 2005).

2.4 A indústria e a produção mais limpa

Conforme já visto, as empresas brasileiras necessitam exercitar uma gestão profissional que tenha como embasamento uma manufatura sustentável, para que dessa forma, o Brasil possa tornar-se competitivo num cenário de negócios com amplitude global. Diante disso, é necessário gerir as organizações produtivas, flexíveis, ágeis e sustentáveis, por meio de ferramentas operacionais compatíveis com esses objetivos.

Em se tratando de desperdícios, Oliveira (2004) registra sete tipos (qualquer atividade que não agregue valor ao produto/serviço) aplicáveis em vários tipos de operações - tanto em serviços como em manufatura. São eles: produção em excesso, tempo de espera, transporte excessivo, processo inadequado, produtos ou unidades defeituosas, movimentação excessiva ou inadequada em nível de ergonomia, e estoques mal-dimensionados.

Manter a armazenagem e o fluxo de produtos constantes e adequados às demandas da organização é tarefa complexa, mas fundamental para não prejudicar as operações logísticas da cadeia de suprimentos. Vários autores afirmam que estoques mal-dimensionados constituem-se num sério problema para muitas organizações. Estoques excessivos implicam na imobilização desnecessária de recursos financeiros, além de congestionamento de áreas de armazenamento e de sobrecargas de trabalho aos colaboradores. Já as reposições reduzidas geram compras repetidas e maior giro de estoques, renovando diariamente os produtos da empresa e mantendo maior qualidade dos itens (VIANA, 2000).

Todo e qualquer armazenamento gera custos, que são: juros, depreciação, aluguel, equipamentos de movimentação, deterioração, obsolescência, seguro, salários e conservação (DIAS, 2005).

As vantagens com relação à correta gestão dos estoques são: a melhoria dos serviços de atendimento ao consumidor; os estoques agem como amortecedores

entre a demanda e o suprimento; podem proporcionar economia de escala nas compras e; agem como proteção contra aumento de preços e contingências. A economia de escala nas compras evidencia a importância da análise dos níveis de estoques antes das compras. Se a empresa detém um volume alto de estoques e não realiza análise prévia, as economias geradas pelas compras de lotes maiores podem ser cobertas por custos maiores na manutenção destes estoques (BALLOU, 2006).

Toda atividade econômica produz algum impacto ambiental. As empresas vêm agregando nas suas estratégias a proteção e a conservação ambiental, tornando estas variáveis ou fatores direcionadores de todas as outras estratégias (MARANHÃO; MACIEIRA, 2004; PINEDA, 2007).

Em resumo, as técnicas de PML consistem em eliminar todo e qualquer desperdício, pois o desperdício representa tudo que não agrega valor ao produto ou serviço.

A preocupação com o impacto ambiental relacionado à estocagem tem sido abordada em várias pesquisas (KORONEOS et al., 2005). Ribeiro et al. (2006) apresenta uma classificação dos diversos sistemas de distribuição onde são considerados além das características dos produtos, o giro do estoque, o valor agregado, o fluxo de produtos e o grau de obsolescência, e ressaltam vários benefícios que podem ser alcançados com o uso estratégico da tecnologia da informação.

2.5 Ciclo *Total Performance Scorecard* (TPS)

Total Performance Scorecard (TPS) é uma metodologia de gestão que ajuda a definir estratégias, consiste em um processo sistemático de aprendizagem, desenvolvimento e melhoria contínua, gradual e de rotina. Este modelo de gestão é capaz de adaptar-se a qualquer organização, independentemente da sua natureza e atividade, portanto, serve como um guia para tudo o que se quer melhorar, desenvolver e mudar na organização do trabalho (ESPANÃ, 2009; RAMPERSAD, 2004). O TPS também pode ser definido como um processo contínuo, que inclui

melhorias, desenvolvimento e aprendizagem (RAMPERSAD, 2004), assim, se tratada como um ciclo, mantenha-se atualizado, permitindo que se adapte a quaisquer mudanças que possam ser apresentadas na organização (ESPAÑA, 2009).

O TPS pode ser considerado como uma das ferramentas de sucesso que pode ser usada nas organizações, porque aumenta a consciência dos dirigentes superiores a formulação da missão e visão organizacional, levando em conta a ambição pessoal de cada funcionário. Esta é uma vantagem para a organização, pois permite a criação de mecanismos de incentivo aos funcionários no trabalho realizado, permitindo que sejam mais criativo e eficiente, assim, alcançar os objetivos (ESPAÑA, 2009; RAMPERSAD, 2004).

Alguns elementos e padrões são essenciais para mudança e desenvolvimento organizacional, estes foram analisados criteriosamente resultando em um modelo holístico de interação de três fatores, sendo eles: melhoria, desenvolvimento e aprendizado (RAMPERSAD, 2004). A figura 4 apresenta o modelo proposto pelo autor.

- **Formulação** - esta fase é inicial no processo de desenvolvimento e realiza-se através de *workshop* informal.
- **Comunicação e interligação** - nesta etapa, todos os *stakeholders*² participam da nova estratégia de negócios. Visto que todos os membros da organização precisam estar comprometidos com o processo, caso contrário, o resultado não será satisfatório.
- **Melhoria** - aqui o processo de melhoria contínua é aplicado, ou seja, refere-se à implementação das iniciativas de melhoria individuais e organizacionais, buscando o sucesso pessoal e vantagem competitiva organizacional. Procura solucionar e corrigir erros, apresentar melhoria das situações existentes, fazer as coisas certas da primeira vez e desenvolver novas habilidades e capacidades por meio de melhorias passo a passo. As iniciativas de melhoria organizacional podem ser melhorias propriamente ditas ou renovação.

² Stakeholder é traduzido para o português como partes interessadas e refere-se a todos os envolvidos, direta ou indiretamente num processo temporário (projeto) ou duradouro (empresa). São pessoas ou grupos capazes de influenciar ou ser influenciados pelos resultados estratégicos alcançados. Os Stakeholder em uma empresa são os seus fornecedores, funcionários, clientes, comunidade do entorno, etc. (MELLO; NASCIMENTO, 2002, p. 5).

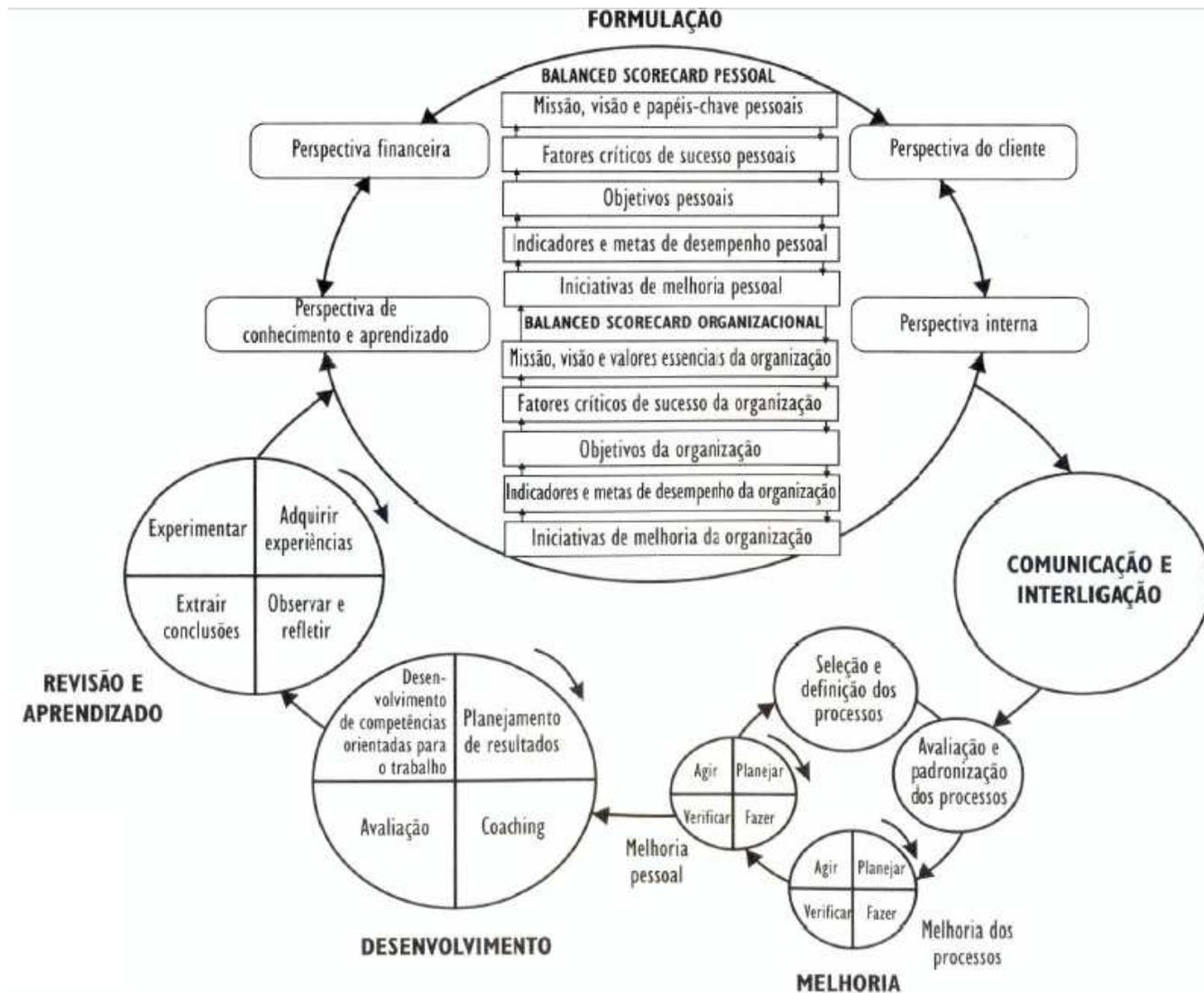


Figura 4 - Ciclo TPS
 Fonte: Rampersad (2004, p.59)

- Desenvolvimento - onde se busca o desenvolvimento contínuo das competências individuais dos empregados, relacionadas com o trabalho. Enfatiza-se o desenvolvimento e crescimento dos colaboradores.
- Revisão e aprendizado - é realizada a coleta de informações, revisão, atualização em função de mudanças no contexto, documentação das lições aprendidas, identificação de oportunidades de melhoria, além de atividades de acompanhamento e implementação. A revisão é de suma importância nesse processo, visto que, através dela serão realizadas análises da continuidade dos projetos ou possíveis melhorias.

Siluk (2007) apresentou a implantação de um modelo de avaliação de desempenho no Grupo Buritis, o qual foi apoiado pela ferramenta de gestão estratégica, denominada Performance, que permitiu definir o desempenho geral da organização e de suas unidades colaborativas, com o apoio do ciclo TPS.

O ciclo TPS serve de suporte em outras abordagens como: processo de gestão financeira (ESPAÑA, 2009) e estratégia para coordenação de serviços gerais (PEREDA; MARQUEZ, 2008).

3 METODOLOGIA

Aborda-se aqui o método de pesquisa que melhor ajusta-se à proposta do estudo e depois, os procedimentos metodológicos que foram selecionados para proceder com a coleta e tratamento de dados. Finalmente, são apresentadas as etapas que compõem o desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Delineamento metodológico da pesquisa

Devido ao elevado número de processos envolvidos na produção de máquinas agrícolas e a sua complexidade, tornou-se necessária a escolha de alguns subprocessos para a pretendida análise.

Os tipos de raciocínio utilizados para dar sustentação aos resultados obtidos nesta dissertação foram o indutivo e o dedutivo. De acordo com Chalmers (1995, p. 27) o raciocínio indutivo vai do particular para o todo, isto é, “[...] que nos leva de uma lista finita de afirmações singulares para a justificação de uma afirmação universal”. Assim, nessa pesquisa o método indutivo destacou-se em maior parte, partindo-se de peculiaridades e buscando generalizações: no delineamento da pesquisa, a utilização do método indutivo correspondeu aos momentos de proposição e avaliação do modelo, bem como ao de identificação de peculiaridade nos processos de produção contínua, peculiaridades estas que ajudaram a compreender melhor a proposta que se pretendeu generalizar. O raciocínio dedutivo foi utilizado toda vez que se passou a agir no contexto da justificação (CHALMERS, 1995).

A pesquisa bibliográfica foi o meio escolhido para o alcance dos objetivos inicialmente propostos. De acordo com Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica é realizada através de material já publicado em livros, revistas, jornais e meios eletrônicos acessíveis ao público em geral. Cervo, Berviani e Silva (2007) complementam afirmando ser a pesquisa bibliográfica um meio de formação de conhecimento que busca o domínio de um determinado tema.

O problema da pesquisa foi definido como: como melhorar o gerenciamento de processos organizacionais com base nos princípios da PML em uma empresa metalmeccânica na região Noroeste do Estado do RS? Na seqüência, elaborou-se um plano para a coleta dos referenciais teóricos, sendo que foram pesquisados, principalmente, livros e periódicos como fontes capazes de fornecer respostas à solução do problema.

A pesquisa do tipo estudo de caso foi o procedimento adotado também como meio de chegar aos objetivos do trabalho. Um protocolo de coleta de dados desenvolveu-se para facilitar o estudo. Fontes primárias utilizadas foram os gerentes de produção; e as secundárias, as informações qualitativas e quantitativas. Para análise das evidências utilizou-se a estratégia da descrição do estudo de caso, bem como as conclusões e as generalizações analíticas que foram realizadas a partir da pesquisa do tipo estudo de caso (YIN, 2005).

O cruzamento dos dados coletados com as quantidades fabricadas forneceu subsídios para se identificar, ponderar, medir e analisar as melhorias que poderão ser decorrentes da atividade no local estudado.

3.2 Abordagens da pesquisa

Este trabalho foi realizado em uma empresa do setor metalmeccânico da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A empresa tem como atividade principal a fabricação de máquinas agrícolas. Na fabricação de seus produtos há processos de solda, usinagem, pintura, corte a laser, montagem, revisão e expedição, além de processos de suporte como recebimento de componentes e matérias-primas, manutenção, logística e processos administrativos como Recursos Humanos, financeiro e planejamento da produção.

A empresa, desde sua fundação, sempre esteve preocupada com a saúde e segurança de seus colaboradores e com as questões ambientais, já tendo implementado programas envolvendo a aplicação de processos de melhoria contínua. A empresa tem uma política ambiental estabelecida, possui Sistema de Gestão Ambiental e está certificada pelas ISO 9001 e 14001. Porém, mesmo tendo

implementado diversas medidas de proteção ambiental, constataram-se inúmeras oportunidades de melhoria em relação aos seus processos, produtos e serviços.

Devido ao elevado número de processos envolvidos na produção de máquinas agrícolas e sua complexidade, tornou-se necessária a escolha de alguns processos específicos para a pretendida análise. Essa investigação focou, então nos subprocessos de corte e obsolescência,³ os quais exigem a habilidade do operador no ajuste das peças e no controle dos estoques.

A empresa é muito influenciada por políticas agrícolas, que liberam ou não verba para o financiamento da agricultura, conforme o contexto econômico do país. Além disso, fatores ambientais influenciam em uma safra, podendo variar desde altas produtividades e rendimentos econômicos satisfatórios até nenhuma produtividade ou perda total. Esses resultados, geralmente, refletem nas vendas do ano seguinte. Somando-se a estes fatores externos existe a influência do mercado: a concorrência, os segmentos de mercado adequados que a empresa precisa estar centrada para ter um bom desempenho.

3.3 Métodos da pesquisa

Levantamento de dados primários e secundários, onde os primários foram obtidos junto à empresa através de relatórios, contato com gestores e colaboradores da organização. Os dados secundários foram obtidos de publicações científicas, livros, teses e dissertações.

Um protocolo de coleta de dados foi desenvolvido entre janeiro de 2008 e dezembro de 2010 para facilitar o estudo. Os dados e informações complementares foram obtidos respectivamente do sistema de controle da empresa e dos gerentes da unidade. Para análise das evidências utilizou-se a estratégia da descrição do estudo de caso, bem como as conclusões e as generalizações analíticas que foram realizadas a partir da pesquisa do tipo estudo de caso.

³ Obsolescência é a condição que ocorre a um produto ou serviço que deixa de ser útil, mesmo estando em perfeito estado de funcionamento, devido ao surgimento de um produto tecnologicamente mais avançado (Wikipédia, 2011).

Algumas ferramentas da qualidade foram usadas como suporte no processo de identificação e análise (ROSA, 2009). Os dados referentes ao presente estudo foram processados e analisados de forma eletrônica a partir da construção de um banco de dados. O cruzamento dos dados coletados forneceu subsídios para se identificar, ponderar, medir e analisar as melhorias que poderão ser decorrentes da atividade no local estudado.

3.4 Procedimentos da pesquisa

O uso de determinadas ferramentas da qualidade são comprovadamente um poderoso auxílio nos processos de análise de problemas. Muitas contribuições foram obtidas por especialistas em gerenciamento na utilização de programas e métodos de solução de problemas. As ferramentas da qualidade fazem parte de um grupo de métodos estatísticos elementares, usadas para a melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos. Podem também ser de utilidade no monitoramento, ajudando no alcance de um maior padrão de qualidade, redução de custos de produção, maior consistência e previsibilidade. Permitem, além disso, uma distinção entre causas comuns e causas especiais, além de fornecer uma linguagem comum para examinar o desempenho do processo (ROSA, 2009).

Portanto, realizou-se observações diretas, visando aumentar a compreensão da realidade atual na fonte do processo; observar como as atividades são realizadas; identificar de que forma os clientes e fornecedores estão conectados; verificar o fluxo de material, informações e pessoas.

Ressalta-se que, para melhorar um processo de maneira contínua e criar uma mudança duradoura, é fundamental a compreensão do funcionamento atual do processo. Quando se observa e compreende o estado atual, o caminho para o aprimoramento fica mais claro e fica-se mais bem preparado para lidar com algumas questões. Assim, o mapeamento ajudou a compreender o estado atual da empresa estudada oportunizando melhorias.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Considerações iniciais

A empresa onde os dados foram coletados está comprometida em desenvolver, produzir e comercializar produtos destinados a atender as necessidades de mecanização da agroindústria mundial, considerando e implementando as mais adequadas alternativas, visando a Segurança e Saúde do trabalhador e a preservação do Meio Ambiente. Tendo como principais diretrizes obter a rentabilidade necessária ao desenvolvimento das atividades da empresa e a remuneração dos seus acionistas; satisfazer aos clientes através do atendimento de seus requisitos; buscar a satisfação dos funcionários visando a melhoria da performance da organização; desenvolver fornecedores e concessionários para atendimento das necessidades de produção e serviços da organização; respeitar o Meio Ambiente, desenvolvendo nossas atividades, produtos e serviços, visando à redução no consumo de recursos naturais e adotando práticas de prevenção da poluição; prevenir a ocorrência de lesões e doenças ocupacionais, procurando manter a salubridade do ambiente de trabalho; atender aos requisitos legais aplicáveis que se relacionem aos aspectos ambientais e perigos de Segurança e Saúde Ocupacional e outros requisitos subscritos pela organização; assumir compromisso e ser pró-ativa com a comunidade interna e externa, desenvolvendo e fortalecendo ações de responsabilidade social e mantendo canais permanentes de comunicação; gerenciar a organização em busca da melhoria contínua da eficácia do seu Sistema de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde do trabalhador.

A empresa assegura que sua política é comunicada a todos que trabalham na empresa ou que atuam em seu nome, mediante aos programas de integração, intranet, palestras/treinamentos, auditoria interna, quadros distribuídos em pontos estratégicos. Sua política está ainda disponível ao público externo através da sua publicação na internet nos sites. Na figura 5, é mostrado o organograma da empresa estudada.

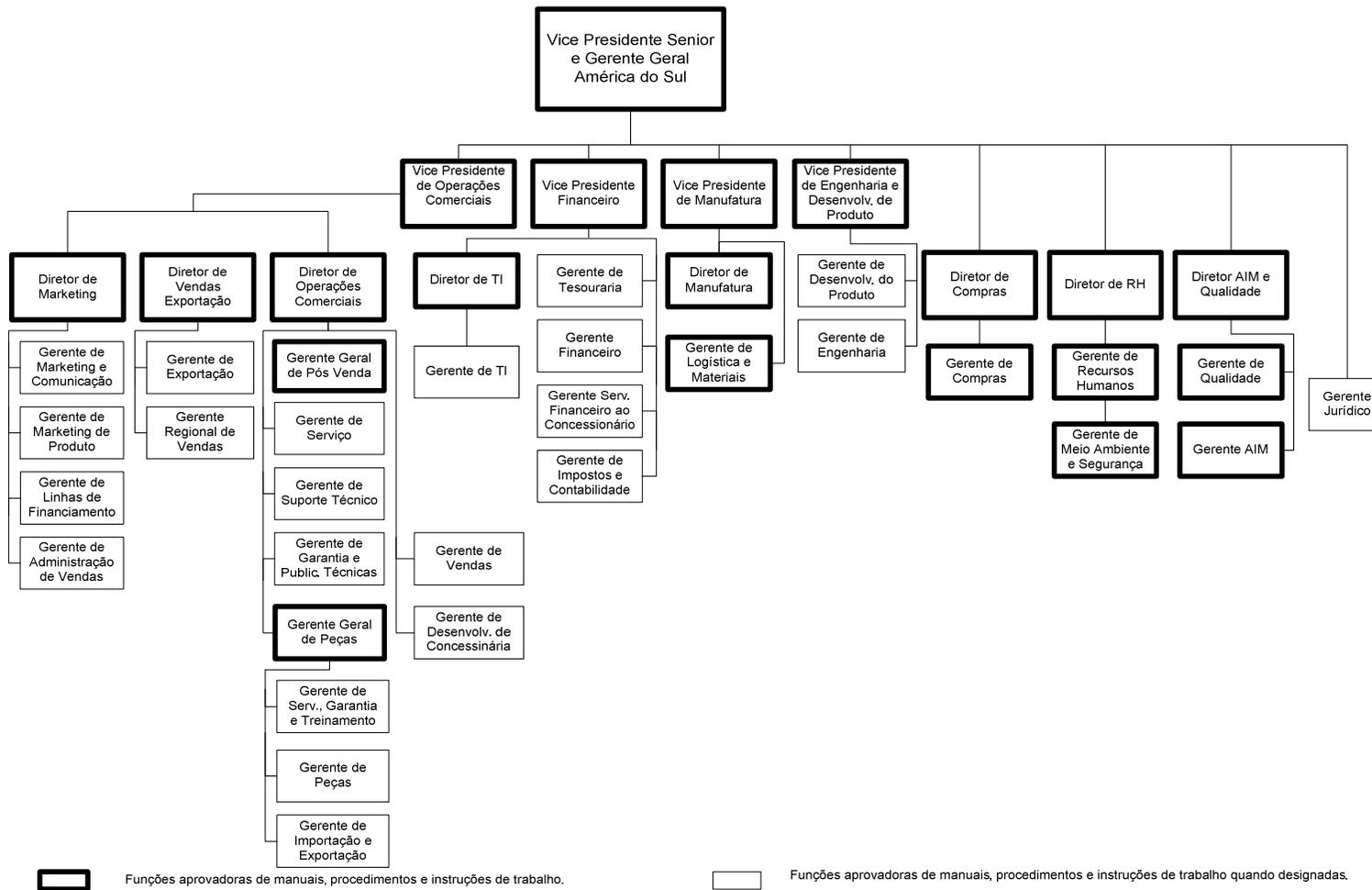


Figura 5 - Organograma da empresa

A empresa implantou na fábrica o sistema *Lean Manufacturing* e os princípios de produção enxuta, dando prioridade para fazer certo pela primeira vez e a eliminação ou redução dos desperdícios. Possui o programa de PML implantada desde 1998, porém constataram-se evidências de melhorias para serem implantadas em seus processos, com este intuito, busca-se evidenciar algumas oportunidades percebidas no decorrer das pesquisas realizadas. Assim, foram descritos sobre forma de estudo de caso situações encontradas na empresa.

A figura 6 ilustra a evolução da produção de máquinas nos anos de 2008 a 2010. As oscilações que ocorreram no período analisado foram causadas por crise econômica mundial, variações climáticas, incentivos governamentais e crise na agricultura.

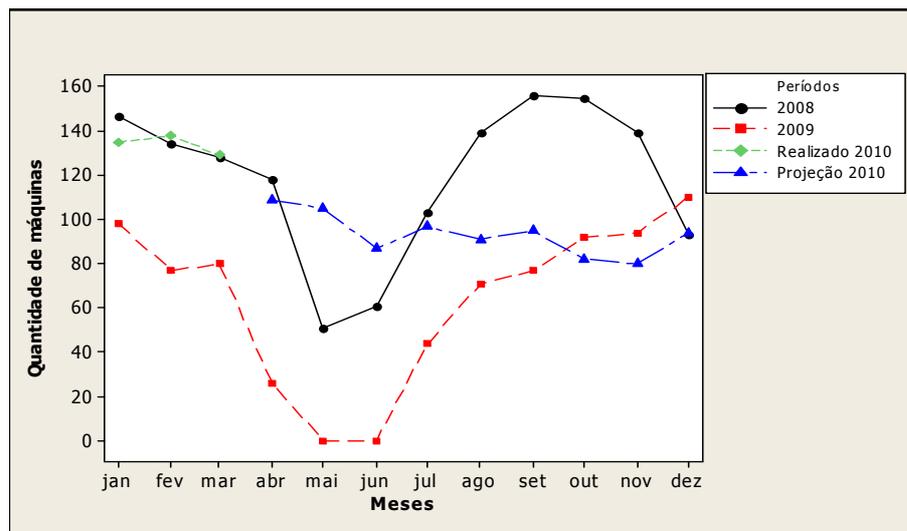


Figura 6 - Produção de máquinas entre 2008 e 2010

A empresa estabeleceu, implementou e mantém procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços sobre os quais exerce controle e influência. Assim, busca identificar os riscos ocupacionais de suas atividades rotineiras e não rotineiras, identificar perigos originados nos locais de trabalho, verificar perigos de origem externa ao local de trabalho capaz de afetar adversamente a saúde e a segurança das pessoas sob controle da empresa nos locais de trabalho, determinar os aspectos ambientais que tenham ou possam ter impactos significativos, reduzir os riscos ocupacionais e estabelecer controles

através da eliminação, substituição, estabelecimento de controles, sinalização de perigos e/ou controles administrativos e equipamento de proteção individual. Além de planejar mudanças no Sistema de Gestão Ambiental e Ocupacional, projetar as áreas de trabalho, processos, instalações, maquinários, equipamentos, elaborar procedimentos operacionais e de organização do trabalho, incluindo as adaptações à capacidade humana.

A empresa documenta essas informações e as mantém atualizadas. Assegura que seus aspectos ambientais e sociais significativos e perigos ocupacionais são levados em consideração no estabelecimento, implementação e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental e Ocupacional. A empresa também estabelece, implementa e mantém procedimentos para identificar e ter acesso a requisitos legais aplicáveis e a outros requisitos subscritos, relacionados aos seus aspectos ambientais e perigos ocupacionais e mantém as informações sobre os requisitos legais atualizada.

Os objetivos e metas são medidos através dos indicadores estabelecidos pela empresa e coerentes com a Política do Sistema de Gestão Ambiental e Ocupacional. Estes objetivos incluem as metas relativas à: prevenção da poluição e de lesões pessoais ou danos à saúde, atendimento aos requisitos legais e outros requisitos subscritos, melhoria contínua.

A empresa estabelece e mantém um Sistema de Gestão de Meio Ambiente, Segurança e Saúde Ocupacional, cujos elementos centrais encontram-se descritos em manual, sendo que este sistema inclui:

- procedimentos e instruções documentados do sistema de acordo com as exigências da norma ISO 14001 e OHSAS 18001;
- a efetiva implementação dos procedimentos e instruções do sistema;
- o atendimento à legislação ambiental aplicável e legislação de segurança e saúde ocupacional.

4.1.1 O desenvolvimento da PML na empresa

Todos os estágios de desenvolvimento de um produto, construção de protótipos, fontes de abastecimento, sistema de distribuição, são avaliados e aprovados em conjunto, o que significa à prática de análises de valor que possibilitam definir até que ponto as soluções em forma de produtos resultam na satisfação das necessidades dos clientes os quais serão atendidos com impacto mínimo ao meio ambiente.

Os custos sociais e ambientais tendem, assim, a se tornar mais relevantes na economia do futuro. É o custo incorrido que deve ser pago hoje, para assegurar às gerações futuras um meio ambiente ainda melhor do que aquele que foi recebido pela geração atual. O planejamento dos processos de transformação e de produção realizado nos últimos anos contempla um conjunto de pesquisas e estudos sobre os fatores relativos ao meio ambiente, às tecnologias limpas que serão incorporadas, à logística do transporte e armazenamento, os trabalhadores que serão envolvidos, o plano de reingresso dos produtos quando forem descartados pelos consumidores e as medidas de registro, gerenciamento e controle do meio ambiente.

A empresa volta-se para o uso de tecnologias chamadas de ecocompatíveis com o meio ambiente, aplicadas em um *design* voltado para a percepção de todo o ciclo de vida dos produtos, sendo ele planejado desde a concepção dos insumos até as questões de destinação final, destacando a valorização ambiental aliada ao treinamento e conscientização de todos os funcionários envolvidos no processo.

A empresa está envolvida com o propósito evidente de oferecer ao mercado soluções, por meio de produtos, que contenham conjunto de fatores agregados que sejam percebidos e valorizados pelos clientes. Esta abordagem empresarial é o resultado da mudança de paradigmas que há muito tempo eram considerados aceitos pelas sociedades. Novas tecnologias têm se destacado pelas soluções em forma de processos de reduzidos índices de geração de poluentes a custos razoáveis, o que se constitui numa vantagem no curto e longo prazo.

4.2 Oportunidades encontradas para melhoria de processos com base nos princípios da PML

Para alcançar os propósitos nas intervenções do programa, a empresa deve concentrar os esforços, na gerência e funcionários, utilizando procedimentos solucionadores de problemas de ordem técnica e ambiental sem aumento de custos para a empresa. Investimentos que visam utilização de matérias-primas ou tecnológicas menos poluentes, redução de utilização dos recursos naturais e reaproveitamento de alguns resíduos gerados pelo processo produtivo trazem retorno, tanto para o ambiente, como para o equilíbrio econômico da empresa.

A empresa, além de realizar a montagem de seus produtos também fabrica grande parte das peças usadas na montagem, possuindo processos de recebimento, armazenagem, corte, estamparia, conformação, solda, pintura, e montagem. Três estudos de caso: itens obsoletos, processo de compra de chapas e corte de chapas para produção de uma peça, foram tratados nesta pesquisa, sendo descritos a seguir. A escolha pelos três casos citados se deu em razão da possibilidade dos mesmos responderem ao objetivo proposto neste estudo.

4.2.1 Caso 1 - Itens obsoletos

A empresa possui um processo contínuo de inventário de estoques visando à confiabilidade das informações (contábil e física). O sistema gera um relatório dos itens que não possuem demanda para os próximos 24 meses, identificando itens e quantidades. Os itens que não puderem ser absorvidos pela reposição são sucateados.

Nesta pesquisa,⁴ a variável estudada corresponde à quantidade de quilogramas de peças obsoletas geradas no período de janeiro de 2008 a março de 2010, tendo como base 27 observações mensais. A figura 7 representa os

⁴ Estudo de caso apresentado no CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, Ponta Grossa, PR. (BOHM; SILVA; ROSA, 2010).

quilogramas de resíduos gerados neste período. Ocorreu no ano de 2009 uma melhora em relação ao ano anterior, porém os dados referentes aos três primeiros meses de 2010 voltam aos patamares de 2008.

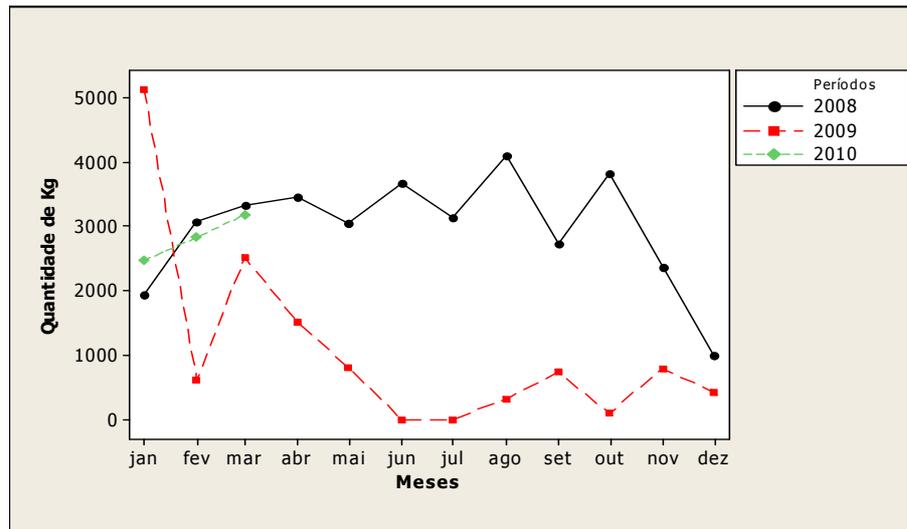


Figura 7 - Quantidade de quilogramas de resíduos gerados - 2008 a março de 2010

A figura 8 representa o custo em reais dos resíduos gerados por peças obsoletas entre janeiro de 2008 a março de 2010. Pode-se verificar que houve oscilações a nível mensal, o que é ocasionado devido ao volume de produção da fábrica.

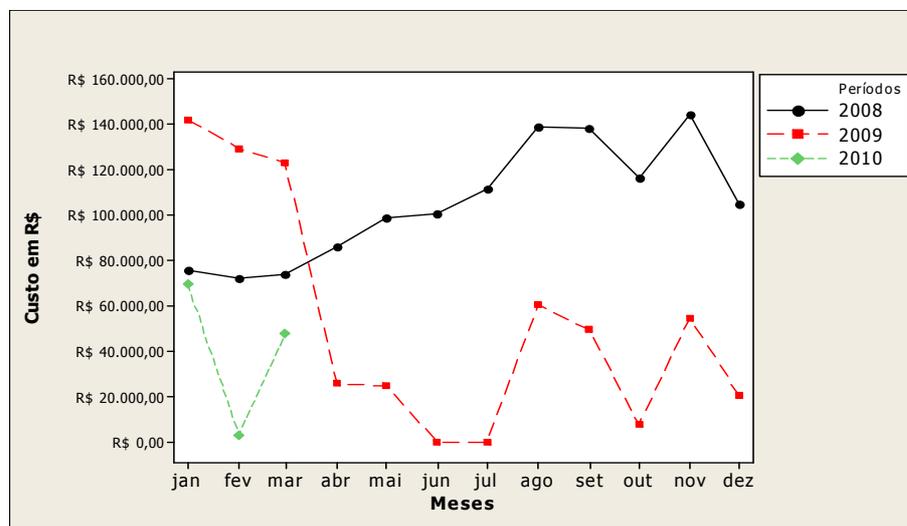


Figura 8 - Custo dos resíduos gerados por peças obsoletas

A figura 9 mostra a correlação entre a quantidade de máquinas produzidas e a produção de peças obsoletas (quantidade e custo), obtendo-se os coeficientes de correlação respectivamente 0,194 e 0,193.

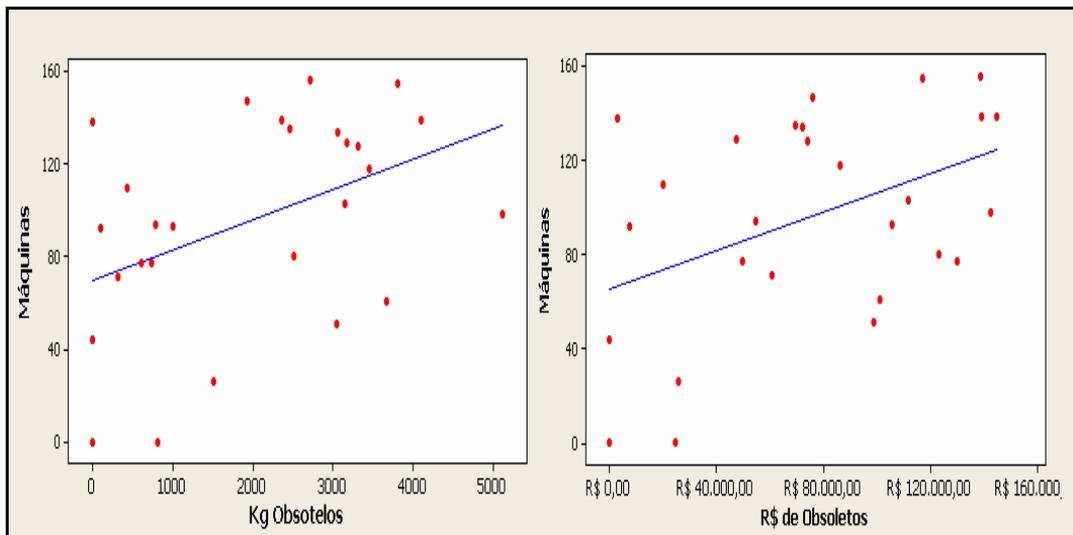


Figura 9 - Correlação entre a produção de máquinas e a produção de itens que tornam-se obsoletos (quantidade e custo) no período analisado

Portanto, aqui é visível a constatação de que quanto maior o número de máquinas produzidas, maior é a quantidade de peças obsoletas e, conseqüentemente, essas peças obsoletas influenciam nos custos da empresa, podendo vir a causar prejuízos financeiros de grande monta caso situações como essa perdure por um período prolongado de tempo.

Para analisar as causas potenciais da geração de resíduos devido a itens obsoletos, utilizou-se do diagrama de causa e efeito (Figura 10), para facilitar a determinação das causas do problema.

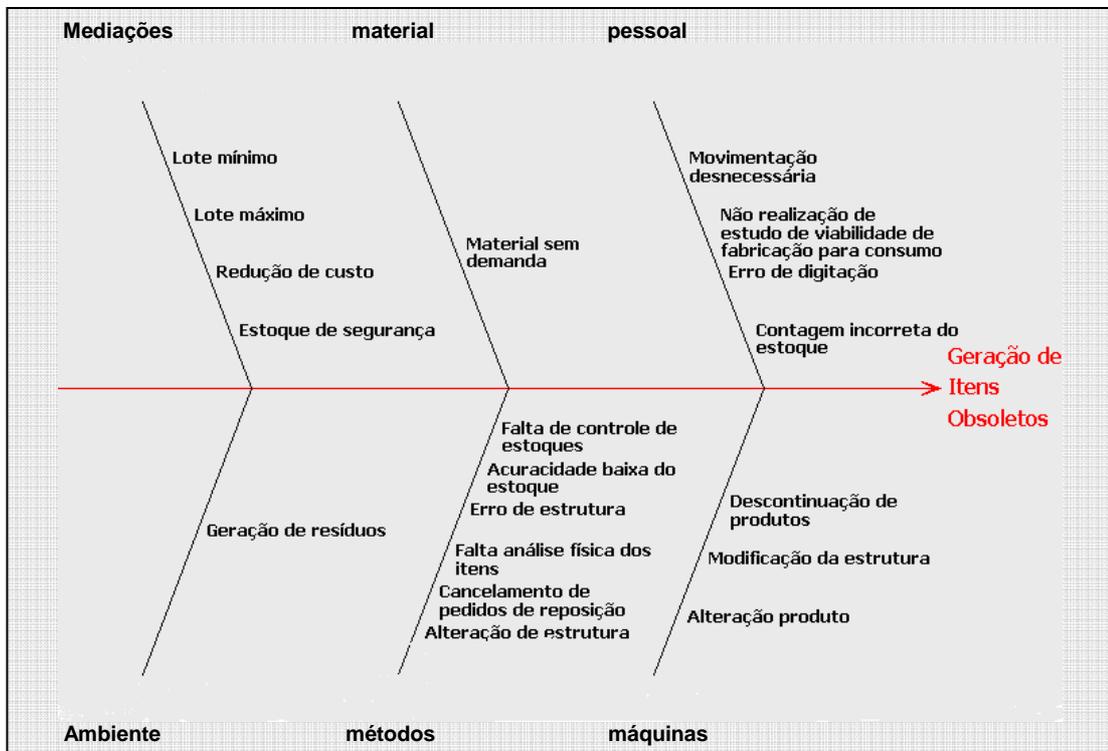


Figura 10 - Diagrama de causa e efeito

Diversos fatores influenciaram no problema. Através do controle interno existente na empresa, onde as principais causas detectadas são computadas, elaborou-se um diagrama de Pareto (Figura 11) a fim de evidenciarem-se as mais representativas.

As três causas principais - modificação de estrutura, modificação de produto e descontinuação de produto - correspondem a 82,5% das causas identificadas.

Modificação de estrutura refere-se a alterações que ocorrem devido a problemas com o produto no cliente final (chamado pela empresa de problema de campo). Neste caso, a empresa envolve vendas, projetistas e produção num processo de análise para realizar as adaptações e melhorias necessárias no seu produto, as quais podem ser de material, alterações de dimensões de partes do equipamento para atender necessidades especiais, dentre outras. Estas alterações, uma vez definidas, são implementadas imediatamente, desconsiderando o estoque

existente e pedidos feitos dos itens que eventualmente estejam saindo de estrutura atual.

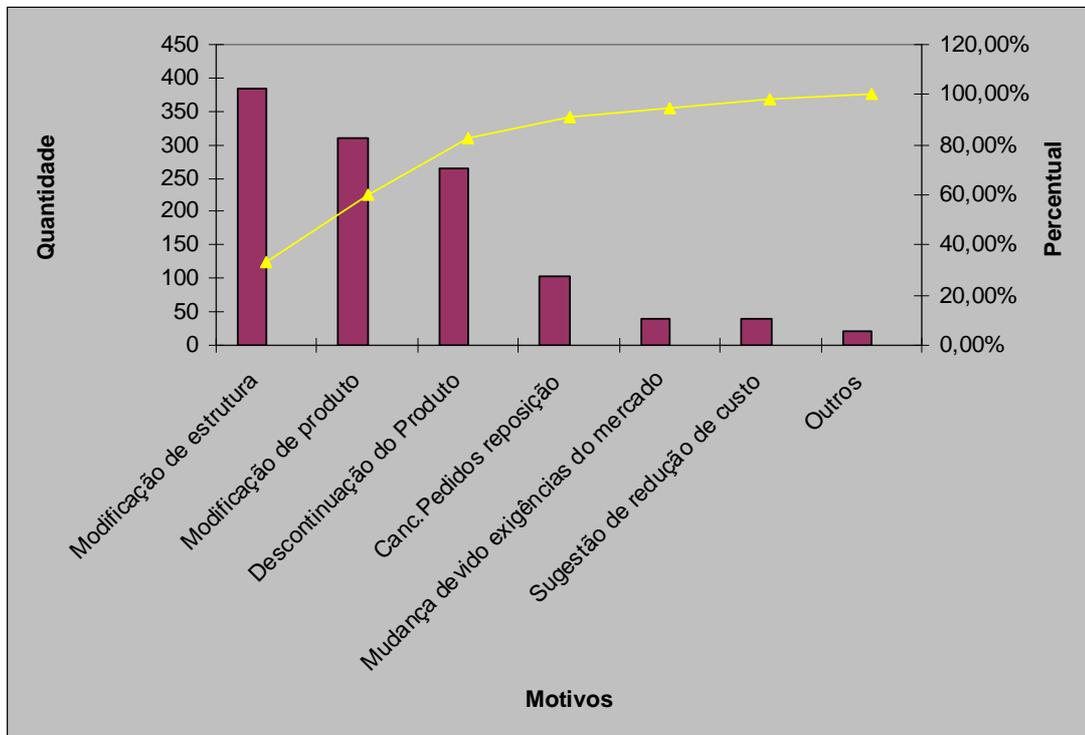


Figura 11 - Causas mais representativas na geração de itens obsoletos

Modificação de produto caracteriza-se por mudanças que impactam no *design* do produto. Pode-se citar como exemplo, a troca de modelo de cabine. Neste caso será conduzida uma análise do conjunto, porém este é composto por inúmeros componentes que possuem estoque de segurança e lotes mínimos diferentes. Na maioria das vezes estas modificações devem-se ao surgimento de novas tecnologias que, quando acompanhadas pelo produto ou pesquisas realizadas em relação ao nível de satisfação dos clientes, por exemplo, a agricultura de precisão com apoio de informações obtidas via satélite, uso de sensores digitais de perdas por hectare, dentre outras.

A quantidade de itens que se tornam obsoletos depois de comprados ou produzidos pode ser reduzida através de uma estratégia que considere:

- Análise de lotes mínimos e máximos para itens comprados;

- Acompanhamento do processo de inovação de produtos, avaliando estoques de itens que possam tornar-se obsoletos;
- Estabelecimento de um procedimento a ser seguido no fornecimento de peças de reposição às empresas concessionárias, pois em muitas ocasiões pedidos são cancelados gerando prejuízos financeiros.
- Controle mais rigoroso do processo de alterações nos produtos existentes com a substituição de itens que podem tornar-se obsoletos ainda em estoque.

4.2.2 Caso 2 - Melhoria do processo de compra chapas

A sequência de etapas que ocorrem na fábrica com as chapas de aço usadas na produção de peças, da aquisição à montagem é mostrada na figura 12.

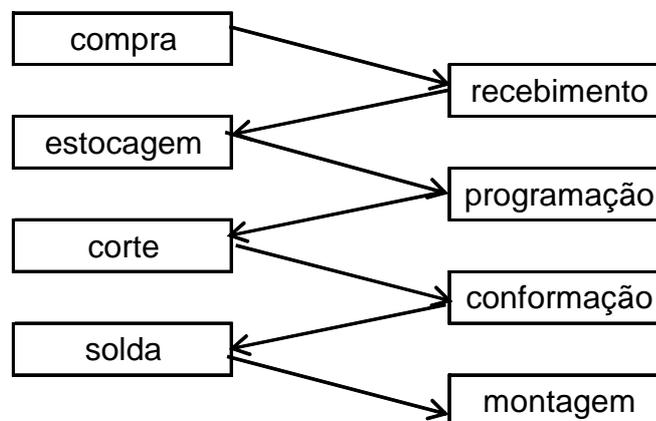


Figura 12 - Chapas de aço - sequência de etapas na fabricação

Os fatores considerados em cada etapa que ocorre com chapas de aço usadas na produção de peças são:

- Compra: dimensões, composição química do aço, superfície da chapa, cotações de fornecedores, previsão de vendas;
- Recebimento: documentação do material, conformidade com o pedido, especificação do material, condições da carga, acabamento da chapa e dimensões;

- Estocagem: tipo de material, dimensões, volumes em estoque, aplicação da chapa, necessidade de material, sequenciamento de produção, disponibilidade de materiais;
- Programação do corte das chapas: quantidade de peças, conformidade da peça, dimensões, tipo de aço, acabamento superficial;
- Corte: programação de produção, tolerâncias, requisitos do projeto, procedimento operacional padrão, alinhamento da chapa, geometria da peça, tipo de marca de dobramento, geometria do corte;
- Conformação: quantidade de peças, conformidade da peça (acabamento da solda, dimensões da peça, acabamento da peça);
- Soldagem: resistência do cordão de solda, quantidade de peças, conformidade da peça (acabamento da solda, dimensões da peça, acabamento da peça);
- Montagem: disponibilidade de peças, encaixe das peças, peças produzidas conforme especificado no projeto, quantidade de máquinas produzidas, conformidade do produto, atendimento aos requisitos do produto.

Inúmeros fatores influenciam nos altos custos das chapas (Figura 13), fatores estes que a empresa pode otimizar através de implantação e manutenção da PML na empresa.



Figura 13 - Fatores que influenciam no alto custo das chapas

Outra melhoria que pode ser constatada é no momento da aquisição das chapas (Figura 14). No processo de fabricação de plataformas usa-se uma chapa de aço inox, fornecida na dimensão 426 x 1600mm. O custo desta chapa é de R\$ 15,30/kg e seu peso é 5,35 kg/chapa. No processo atual se perde 500mm numa das dimensões da chapa, gerando 1,67 kg de resíduos.



Figura 14 - Chapa de inox utilizada para montagem de plataformas

Propôs-se à organização a utilização da mesma chapa, porém, comprando-a na dimensão 426 x 1100 mm com peso unitário de 3,68 kg. Assim, pode-se alcançar um ganho de redução de kg por ano de 1,336 kg, com ganho total anual - R\$ 20.451,65. Representando redução de custo e de impacto ambiental.

4.2.3 Caso 3 - Melhoria do processo de corte para a produção da peça XP-1⁵

Realizou-se um acompanhamento do processo de corte da peça, aqui denominada XP-1, através de relatórios com dados quantitativos e qualitativos e registros fotográficos onde se destacou a prioridade para a empresa pesquisada, devido a grande quantidade de resíduos gerados pelo processo.

A peça XP-1 (Figura 15) é produzida a partir de chapa de aço plana com espessura 9,53 mm, sendo usada em alguns modelos de máquinas agrícolas, na quantidade de duas unidades por máquina. O desenho da peça XP-1 com as respectivas dimensões consta no Anexo A.



Figura 15 - Peça XP-1

O custo da matéria-prima é R\$ 3,25/kg. O preço pago pelo mesmo material vendido como sucata (sobras do corte - resíduo do processo) é R\$ 0,24/kg. O peso da chapa corresponde a 269,31/kg, sendo o peso da peça de 1,678/kg. O custo final da peça corresponde a R\$ 5,53/peça (matéria-prima, mão-de-obra, energia, depreciação e demais custos de produção). No processo atual, cortam-se tiras de

⁵ Estudo de caso apresentado no CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, Ponta Grossa, PR. (BOHM; SILVA; ROSA, 2010).

190 mm de largura, sendo o comprimento de 3000 mm, assim, obtendo-se 15 tiras por chapa. Em cada tira são cortadas 9 peças, totalizando 135 peças por chapa. Ao final do processo tem-se 42,78 kg de sobras (sucata), representando R\$ 139,03 de sobras de matéria-prima (Quadro 1). Na figura 16, pode-se verificar os resíduos de uma chapa no processo atual de corte.



Figura 16 - Tira de chapa antes e após o corte das peças (processo atual)

Propôs-se aos responsáveis pelo processo estudado, que as tiras sejam cortadas com largura de 187,5 mm, mantendo-se o mesmo comprimento, resultando em 16 tiras cortadas de cada chapa. Propôs-se, também, ajustes na máquina de corte, o que possibilita o corte de uma peça a mais em cada tira, sem qualquer prejuízo no acabamento das peças, conforme demonstraram os testes realizados. Com as alterações propostas, passa-se a produzir 160 peças por chapa de matéria-prima. A nova disposição do corte das peças em cada tira, resulta na sobra mostrada na figura 17, e o aproveitamento da matéria-prima no processo atual e proposto está descrita no Quadro 1.

	Processo atual	Processo proposto	Ganho
Número de tiras/chapa	15	16	1
Número de peças/tira	9	10	1
Número de peças/chapa	135	160	25
Sobras (sucata) chapa (kg)	87,2	53,47	33,72

Quadro 1 - Aproveitamento da matéria-prima na produção da peça XP-1



Figura 17 - Tira da chapa após o corte das peças no processo proposto

Para uma análise do ganho para a organização, utilizou-se a demanda anual da empresa, que corresponde a 26.540 peças/ano, resultando numa redução de aproximadamente 8272 kg de matéria-prima usada na produção da peça estudada.

Através da análise do processo proposto para a organização, constatou-se que as modificações propostas não afetam a qualidade das peças fabricadas. Observou-se também que a alteração do processo não incide em investimentos financeiros, implicando apenas em uso de melhores práticas de produção, através de ajustes em medidas, regulagem de máquinas e usando o mesmo ferramental. Adotando as medidas propostas, a empresa obterá significativos ganhos em produtividade e redução de impactos ambientais. Através deste estudo constatou-se que a empresa pesquisada possui outras peças semelhantes, cujo projeto ou processo de fabricação poderão ser melhorados.

4.3 Modelo para implantação e manutenção da PML

O modelo proposto para implantação e manutenção da PML em empresas, descrito a seguir, combina os princípios contidos na estrutura da PML (CNTL, 2003) com a dinâmica imposta pelo ciclo TPS (RAMPERSAD, 2004) e com as

recomendações apresentadas para o gerenciamento de rotinas (CAMPOS, 2001). O modelo é apresentado na figura 18.

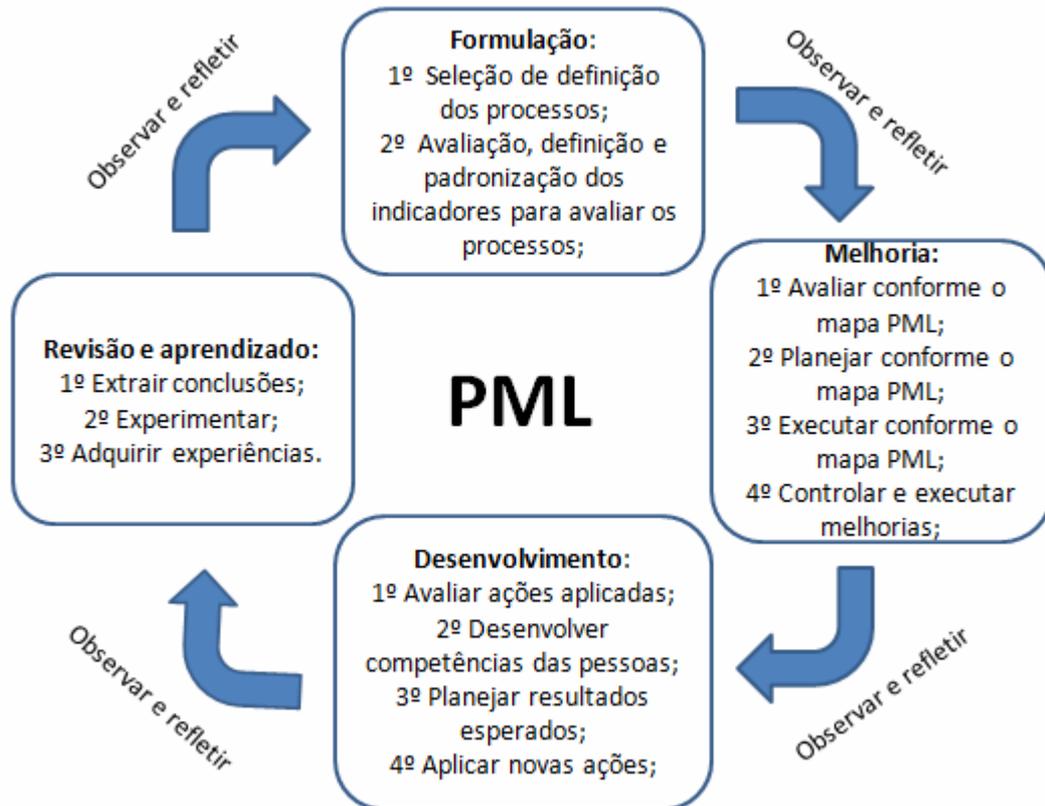


Figura 18 - Modelo para implantação e manutenção da PML

Algumas considerações são apresentadas seguidas da descrição das quatro etapas contidas no modelo.

A aplicação do modelo proposto deve levar em consideração: recursos físicos necessários ao processo, (infraestrutura - “com o quê?”); dono/gestor do processo (recursos humanos envolvidos - “com quem?”); metodologia seguida e subprocessos (documentação, método, sequência, procedimentos, - “como?”); controle do processo (monitoramento, indicadores - “com quais critérios de medição?”).

Cada problema é visto como uma oportunidade para melhorar de maneira contínua, de modo a melhor atender os clientes e aumentar a eficiência e qualidade. Um processo de resolução de problemas estruturado e padronizado é utilizado para ir mais fundo e identificar suas causas. As medições são indispensáveis para que as

decisões sejam tomadas com base em fatos e dados e não em opiniões e percepções individuais.

As medições são essenciais para a implementação de melhorias sustentáveis no processo. As medições fornecem um medidor de progresso, que informa objetivamente de que forma as melhorias podem afetar o processo com o passar do tempo. Além disso, as medições podem transformar objetivamente as melhorias em reduções de custo quantificáveis.

Para que seja preenchido o vazio entre onde a empresa está e onde quer estar, é necessário identificar e superar as barreiras existentes e relacionadas ao método atual. As barreiras podem ser divididas em três categorias:

- Cultural: a barreira mais difícil de superar porque envolve atitudes, e quando superada, pode oferecer a melhoria mais substancial. Como exemplos se podem citar, falta de crenças, estrutura organizacional inadequada, responsabilidades, controles e incentivos, falta de conhecimento, incorreta alocação de recursos, falta de um senso equilibrado de urgência, integridade de dados, falta de liderança, problemas de comunicação dentre outras.
- Processo: as barreiras mais óbvias inerentes ao processo. Como exemplos: gestão interna, capacidades do processo, inspeção, retrabalho, manutenção, fluxo assíncrono, programação/transição, estoques mal dimensionados, cronograma, variações de projeto e problemas com fornecedores.
- Técnica: a barreira mais fácil de remover, pois envolve questões como ajustes de máquinas, capacidades dentre outras.

As quatro etapas contidas no modelo proposto (Figura 18) são detalhadas a seguir. Os quadros 2 a 5 complementam a descrição das etapas.

- Formulação: corresponde à seleção e definição dos processos a serem abordados, avaliação dos mesmos, definição e padronização de indicadores para avaliar os processos (Quadro 2). O problema é o resultado indesejável de um trabalho (deve-se estar certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados), por exemplo: perda de produção por parada de equipamento, pagamento em atraso, porcentagem de peças defeituosas, etc.

Qual a frequência do problema? Como ocorre? O que se está perdendo? O que é possível ganhar? Qual o melhor indicador para representar a variável?

Formulação	
Fase	Tarefa
1º Seleção e definição dos processos	Escolha do problema
2º Avaliação, definição e padronização de indicadores para avaliar os processos	Histórico do problema
	Mostre perdas atuais e ganhos viáveis
	Defina indicadores

Quadro 2 - Etapa formulação

- Melhoria: composta pela avaliação, planejamento, execução conforme o mapa da PML. Em seguida, o controle, ou seja, verificações das ações de melhorias. Nesta etapa (Quadro 3), a formação do grupo de trabalho deve envolver todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas. As ações serão direcionadas às causas fundamentais e não sobre seus efeitos. As ações propostas não deverão produzir efeitos colaterais, e se ocorrerem deve-se adotar ações contra eles. Serão propostas diferentes soluções e sua análise considerando prioridades.

Melhoria	
Fase	Tarefa
Avaliar conforme mapa PML	Definição das causas influentes
Planejar conforme mapa PML	Elaboração da estratégia de ação
Executar conforme mapa PML	Execução da estratégia de ação
Controlar-verificar ações de melhorias	Controle e verificação da estratégia de ação

Quadro 3 - Etapa melhoria

- **Desenvolvimento:** compreende a avaliação das ações aplicadas, o desenvolvimento de competências das pessoas, o planejamento dos resultados esperados e a aplicação das novas ações. Nesta etapa (Quadro 4) deve-se utilizar os dados utilizados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis. Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação. Converter e comparar o efeito também em termos monetários. Verificar quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Apresentar claramente as tarefas e a razão delas. Certificar-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas. Monitorar a execução com as alterações implementadas. Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados.

Desenvolvimento	
Fase	Tarefa
Avaliar ações aplicadas	Comparação dos resultados
Desenvolver competências das pessoas	Treinamento
Planejar resultados esperados	Plano e cronograma
Aplicar novas ações	Elaboração ou alteração do padrão

Quadro 4 - Etapa desenvolvimento

- **Revisão e aprendizado:** conclusões a partir dos resultados obtidos, os experimentos e o adquirir conhecimentos são fatores integrantes da revisão e aprendizado. Nesta etapa (Quadro 5), deve-se considerar que situação ideal é difícil de ser atingida, portanto. Relacionar o quê e quando não foi realizado. Mostrar os resultados acima do esperado, pois são indicadores importantes para aumentar a eficiência em futuros trabalhos. Reavaliar os itens pendentes, organizando-os para uma futura aplicação do método de solução de problemas. Se houver problemas ligados à própria forma que a solução de problemas foi tratada, isso pode transformar-se em tema para projetos futuros. Analisar as etapas executadas do método de solução de problemas nos aspectos:

cronograma, participação dos membros, distribuição de tarefas, ampliação de conhecimentos e melhorias.

Revisão e aprendizagem	
Fase	Tarefa
Extrair conclusões	Análise dos resultados
	Demonstrações gráficas
Experimentar	Aplicação do método de solução de problemas nos que forem importantes
Adquirir experiências	Reflexão cuidadosa sobre as próprias atividades da solução de problemas

Quadro 5 - Etapa revisão e aprendizado

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa, nas condições em que a mesma foi conduzida, permite as conclusões a seguir.

Considerando os objetivos propostos, o trabalho teve o mérito de desenvolver e propor uma estratégia para o gerenciamento de processos com base nos princípios da produção mais limpa.

A pesquisa foi desenvolvida em uma indústria mecânica fabricante de máquinas agrícolas e os estudos de caso comprovam que organizações devem realizar contínuas revisões dos seus processos, tendo como foco questões ambientais, o que geralmente pode levar a uma redução de custos de produção e custos de disposição de resíduos; antes de buscar alternativas para reaproveitamento de resíduos gerados nos processos deve-se pesquisar formas de eliminar ou reduzir esses resíduos; em geral se tem várias alternativas para melhorar processos e produtos quando o foco são questões ambientais; algumas das alternativas podem requerer pequeno ou até nenhum investimento, tornando o uso dos princípios da produção mais limpa uma alternativa viável no melhoramento de processos e produtos; com um pequeno investimento, pode-se obter melhorias em fatores relacionados com os recursos humanos direta ou indiretamente envolvidos no processo.

Dentre as contribuições resultantes desta pesquisa, vale destacar o uso do ciclo *Total Performance Scorecard* como suporte na formulação da rotina sugerida para implementação e manutenção de um programa de melhoramento de processos baseado nos princípios da produção mais limpa.

As contribuições de ordem prática foram obtidas com as alterações sugeridas à empresa a partir dos três estudos de caso, onde se comprovou a possibilidade de redução de custos de produção e disposição de resíduos, o que já motivou a adoção das mudanças sugeridas.

A utilização de mecanismos que estimulem a produção e o consumo sustentável devem ser tarefas assumidas, tanto pelo setor público quanto pelo setor privado, bem como, pelo cidadão comum. Diante disso, principalmente os órgãos públicos devem propor políticas e instrumentos econômicos que contribuam

para implementação e manutenção de programas de melhoramento de processos baseado nos princípios da produção mais limpa.

Os resultados parciais da pesquisa também geraram dois artigos apresentados respectivamente em 2009 e 2010⁶.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa abriram-se alternativas para a continuidade da mesma. Uma alternativa já em fase de planejamento consiste na ampliação do uso da estratégia sugerida, estendendo-a pelos níveis dois e três da estrutura da produção mais limpa envolvendo outros processos da empresa.

5.1 Sugestões para novos trabalhos

Este trabalho não tem a intenção de esgotar o tema pesquisado, uma vez que possui algumas limitações. A partir do estudo desenvolvido e nos resultados alcançados, com a intenção de se abrir perspectivas para ampliar o conhecimento científico, sugere-se, como recomendação para novos trabalhos, ampliar o estudo envolvendo o setor de projetos em indústria mecânica; aprofundar a análise de custos, com a intenção de se determinar oportunidades ainda não identificadas.

⁶ BOHM, S. I. H; ROSA, L. C. O impacto da aplicação de melhoria de processos: Estudo de caso no processo de corte de peças em indústria de máquinas agrícolas. In: SEPROSUL, 9, **Anais**, Piriapólis, Uruguai, 2009.

BOHM, S. I. H; SILVA, J. R.; ROSA, L. C. Análise da obsolescência de itens no processo de produção em indústria mecânica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, **Anais eletrônicos**. Ponta Grossa, PR, 2010.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C.; BRAGHINI JÚNIOR, A. Melhoria de um processo produtivo utilizando como Referência um modelo do processo criativo na solução. **Revista Gestão Industrial**. v. 6, n. 1, p. 178-198, 2010.

ARAUJO, P. R. L. de; ARAUJO, E. T. de; FARIAS FILHO, M. C.; MENDES, S. A. T. Mensuração dos resultados obtidos com ações de responsabilidade sócio-ambiental: Um novo componente na gestão de custos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, **Anais eletrônicos**, Ponta Grossa, PR, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistema de Gestão de Qualidade - Requisitos - **NBR ISO 9001:2008**. Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2008.

ASSUMPÇÃO, L. F. J. **Sistema de Gestão Ambiental** - Manual prático para Implementação de SGA e Certificação ISO 14.001. 2.ed. Curitiba: Juruá, 2004.

BALLOU, R. H. The evolution and future of logistics and supply chain management. **Produção**, v.16, n.3, p.375-386, 2006.

BOHM, S. I. H; ROSA, L, C. O impacto da aplicação de melhoria de processos: Estudo de caso no processo de corte de peças em indústria de máquinas agrícolas. In: SEPROSUL, 9, **Anais**, Piriapólis, Uruguai, 2009.

BOHM, S. I. H; SILVA, J. R.; ROSA, L. C. Análise da obsolescência de itens no processo de produção em indústria mecânica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, **Anais eletrônicos**. Ponta Grossa, PR, 2010.

CALIA, R. C.; GUERRINI, F. M.; CASTRO, M. The impact of Six Sigma in the performance of a Pollution Prevention program. **Journal of Cleaner Production**, v.17, n. 15, p.1303-1310, 2009.

CAMPOS, E. de M.; SILVA, E. C. dos A.; GÓMES, C. R. P. Influência da sustentabilidade na competitividade empresarial: um modelo da relação através da utilização de indicadores. In: ENGEMA - ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9, **Anais**. Curitiba, 19 a 21 de novembro de 2007.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Ed. Desenvolvimento Gerencial, 2001.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P.A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1995.

CNTL. **Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa para Pequena e Microempresa**. Módulo 1, Porto Alegre, CNTL, 2003.

DAKWALA, M.; MOHANTY, B.; BHARGAVA, R. A process integration approach to industrial water conservation: a case study for an Indian starch industry. **Journal of Cleaner Production**, v.17, n. 18, p.1654-1662, 2009.

DAL PIVA, A. R.; PILATTI, L. A.; KOVALESKI, J. L. Gestão Ambiental: melhoria na qualidade de vida nas organizações. ENEGEP, 26, **Anais**. Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

DELAVY, D. L. **Gestão Ambiental e Avaliação da Sustentabilidade por meio das Práticas de P+L**: Baseado nos Indicadores do BSC - Balanced Scorecard. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2009.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais**: Princípios, Conceitos e Gestão. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

DOVI, V.; FRIEDLER, F.; HUISINGH, D.; KLEME, S. Cleaner energy for sustainable future. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n.10, p. 889-895, 2009.

EKVALL, T. Environmental assessments and waste management. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.3, p.209-211, 2005.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da PML. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, **Anais**. Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out. de 2003.

ESPAÑA, L. V. M. E.I. **Total Performance Scorecard (TPS) en la Gestión Financiera de la Asociación de Profesores de La Universidad de Oriente**, Núcleo de Sucre. 2009. 239f. Dissertação (Mestrado em Finanças) - Universidade de Oriente, Cumaná, 2009.

FERREIRA, C. F.; RODRIGUES, A. M.; REBELATO, M. G.; CLETO, M. G. A auditoria de processo como suporte à melhoria contínua: estudo de caso em uma montadora de automóveis. **Produto&Produção**, v. 9, n. 1, p. 76-92, fev. 2008.

GAJDZIK, B. Environmental Aspects, Strategies and Waste Logistic System Based on the Example of Metallurgical Company. **METABK**, v. 48, n.1, p. 63-67, 2009.

GLASBY, G. P. Sustainable development: The need for a new paradigm. Environment, **Development and Sustainability**, v. 4, n. 4, p. 333-345, 2002.

GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n.1, p.6-19, 2000.

JAPPUR, R. F.; CAMPOS, L. M. S.; HOFFMANN, V. E.; SELIG, P. M. A visão de especialistas sobre a sustentabilidade corporativa frente às diversas formações de cadeias produtivas. **Produção Online**, v. 8, n. 3, 2008.

KORONEOS, C.; ROUMBAS, G.; GABARI, Z.; PAPAGIANNIDOU, E.; MOUSSIOPOULOS, N. Life cycle assessment of beer production in Greece. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 4, p. 433-439, 2005.

KYRILLOS, S. L.; SACOMANO, J.; MILREU, F. J. S.; SOUZA, J. B. de; FUSCO, J. P. A. Desenvolvimento sustentável: Interfaces com o planejamento e controle da produção em redes de empresas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, **Anais eletrônicos**, Ponta Grossa, PR, 2010.

LIMA, S. R.; SONZA, I. B.; CERETTA, P. S.; ROCHA, A. M. C. Benefícios da cooperação ambiental inter-organizacional: um estudo exploratório em indústrias metalúrgicas gaúchas. **Revista Produção On Line**, v. 8, n.2, 2008.

MARANHÃO, M.; MACIEIRA, M. E. B. **O processo nosso de cada dia**: modelagem de processos de trabalho. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2004.

MATSUMOTO, M. Business frameworks for sustainable society: a case study on reuse industries in Japan. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.1547-1555, 2009.

MEDEIROS, D. D.; CALABRIA, F. A.; SILVA, G. C. da; SILVA FILHO, J. C. G. Aplicação da PML em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 109-128, jan./abr. 2007.

MELLO, M.C.A. de. **Produção mais Limpa**: Um estudo de caso na AGCO do Brasil. 163f. Dissertação (Mestrado em Produção mais Limpa) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

MELLO, M.C.A. de.; NASCIMENTO, L.F. Produção mais limpa: um impulso para a inovação e a obtenção de vantagens competitivas. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, **Anais Eletrônicos**. Curitiba, PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

MOURA, T. N.; JERÔNIMO, C. E. M.; SANTIAGO JÚNIOR, A. F.; CORTEZ, S.M. Intervenção da PML nas indústrias têxteis do município de Jardim de Piranhas. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005. **Anais**. Campo Grande-MS. ABES, 2005. p.1-12.

NORO, G. de B.; SUPTITZ, C. C.; ABBADE, E. B.; BOLZAN, A. G.; BIANCHI, R. C. Desafios da gestão sustentável: um estudo de caso. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, **Anais Eletrônicos**, Ponta Grossa, PR, 2010.

OLIVEIRA, O. J. (org). **Gestão da qualidade**: tópicos avançados. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PEREDA, L. A. F.; MARQUEZ, L. R. **Estrategias para la coordinación de servicios generales del núcleo de sucre de la Universidad de Oriente, basadas en el Total Performance Scorecard**. Núcleo de Sucre. 2008. 227f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade de Oriente, Cumaná, 2008.

PIGOSSO, D. C.A.; ZANETTE, E. T.; GUELERE FILHO, A.; OMETTO, A. R.; ROZENFELD, H. Ecodesign methods focused on remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.21-31, 2010.

PINEDA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Implementação da PML na indústria de panificação de Natal-RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 27, **Anais**, Foz do Iguaçu, 2007.

PUSAVEC, F.; KRAJNIK, P.; KOPAC, J. Transitioning to sustainable production - Part I: application on machining Technologies. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.174-184, 2010.

RAMPERSAD, H. K. **Scorecard para performance total**: alinhando o capital humano com estratégia e ética empresarial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

RIBEIRO, P. C. C.; SILVA, L. A. F.; BENVENUTO, S. R. S. O uso de tecnologia da informação em serviços de armazenagem. **Produção**, v.16, n.3, p. 526-537, 2006.

ROOS, C. **Modelo de Controle do Desempenho Seis Sigma em Processos de Produção Contínua**. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ROSA, L. C. **Introdução ao controle estatístico de processos**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009.

SIKOS, L.; KLEMES, J. RAMS. Contribution to efficient waste minimisation and management. **Journal of Cleaner Production**, v.17, n.10, p. 932-939, 2009.

SILUK, J. C. M. **Modelo de gestão organizacional com base em um sistema de avaliação de desempenho**. 2007. 176f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção - UFSC. Florianópolis, 2007.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: ISSO 14000**. 4.ed. São Paulo: SENAC, 2002.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO
