



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
Área de Concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente**

Leandro Dóro Tagliari

**PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA
EMPRESA METAL-MECÂNICA**

Orientador: Adalberto Pandolfo, Dr.

Passo Fundo

2012

Leandro Dóro Tagliari

**PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA
EMPRESA METAL-MECÂNICA**

Orientador: Adalberto Pandolfo, Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia, na área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Passo Fundo

2012

Leandro Dóro Tagliari

**PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA
EMPRESA METAL-MECÂNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia, na área de concentração Infraestrutura e Meio Ambiente.

Data de aprovação: Passo Fundo, 18 de dezembro de 2012.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam a Dissertação.

Adalberto Pandolfo, Dr.

Orientador

Vandré Barbosa Brião, Dr.

Universidade de Passo Fundo

Rodrigo Panosso Zeimann, Dr.

Universidade de Caxias do Sul

Professora Luciana Londero Brandli, Dra.

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2012

Agradecimentos

Agradeço, em especial forma, ao professor e orientador Adalberto Pandolfo pela dedicação, incentivo, esforço, amizade e ensinamentos disseminados durante todo o curso e na realização deste trabalho.

Ao professor Vandr  barbosa Brião, pelas contribui es dadas na execu o deste trabalho.

  empresa que disponibilizou as informa es e dados fundamentais para realiza o deste trabalho.

  Patrícia Dal Moro e a Naira Barbacovi pela ajuda na revisão dos termos técnicos da área ambiental para a realiza o desta pesquisa.

  professora Edimara Hoffmann Lima pela ajuda na revisão da gramática da Língua Portuguesa.

  professora Luciana Londero Brandli por ter me propiciado visita técnica em evento na área ambiental que foi de primordial importância para o levantamento das informa es junto a fabricantes de equipamentos da área ambiental.

Aos demais professores e colegas do mestrado pelo companheirismo.

A toda minha família, em especial a minha esposa M rcia Simone da Silva Tagliari, pelo apoio e companheirismo incondicional em todos os momentos deste desafio.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realiza o deste trabalho, agradeço o apoio, estímulo e aten o.

A Deus, que me concedeu sabedoria, oportunidade e b n os com a realiza o desta conquista.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa aborda as questões ambientais em uma empresa do ramo metal-mecânico e como esta empresa pode tornar o seu processo de fabricação adequado à metodologia da produção mais limpa, que é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente. É uma metodologia a ser aplicada em empresas, buscando soluções para os impactos ambientais, gerando vantagens econômicas em todos os estágios das atividades de produção. A produção mais limpa, aplicada na empresa em estudo, objetiva identificar as etapas do processo de fabricação, caracterizando os principais aspectos e impactos ambientais decorrentes da fabricação de caçambas basculantes, a fim de obter-se um diagnóstico ambiental para a empresa. Para a implementação deste processo são necessários vários conceitos, como produção mais limpa, fabricação de caçambas basculantes, análise econômica e leiaute. Os resultados obtidos na pesquisa identificaram que a empresa em estudo não está adequada à metodologia da produção mais limpa e foram elaboradas propostas de atividades para os problemas de resíduos sólidos, tais como: resíduo de aço, resíduo de pano e de lixas, efluentes, resíduos líquidos, como tintas e solventes, efluentes atmosféricos, como o fumo metálico; através de análises econômicas foi possível demonstrar aos proprietários da empresa ganhos futuros de minimização e redução de custos de fabricação, bem como os benefícios ambientais, evidenciando na empresa uma futura cultura ambiental e, na vida cotidiana dos colaboradores, a adoção de condutas mais racionais, visando à gestão integrada, pensando no planeta e nos seres que aqui vivem.

Palavras-chaves: Produção mais Limpa; Viabilidade Econômica; Gestão Ambiental.

ABSTRACT

The present research addresses environmental issues in a metal-working company and how this can make your manufacturing process appropriate to the methodology of cleaner production, which is the continuous application of an integrated preventive environmental strategy to processes, products and services, to reduce the risks that are relevant to humans and the environment. It is a methodology to be applied in companies, seeking solutions to environmental impacts, generating economic benefits at all stages of production activities. The cleaner production, applied in the company in study, aims to identify the stages of the manufacturing process, characterizing the main aspects and environmental impacts arising from the production of tipper buckets in order, to obtain an environmental diagnosis for the company. The cleaner production, applied in the enterprise, aims to identify the stages of the manufacturing process, characterizing the main aspects and environmental impacts arising from the production of tipper buckets in order to obtain an environmental assessment for the company. For the implementation of this process make sure required several concepts, such as cleaner production, manufacture of tipper bucket, economic analysis and layout. The results obtained in the research identified that the company under study is not adequate to the methodology of cleaner production and activity proposals have been drawn up for the solid waste problems, such as: steel residue, cloth and sandpaper residue, effluents, waste liquids such as paints and solvents, atmospheric effluents, as the metallic smoke; through economic analysis it was possible to demonstrate to business owners future earnings to the owners of minimization and reduction of manufacturing costs, as well as the environmental benefits, evidencing the company a future environmental and culture in everyday life, the adoption of more rational conduct, aiming at integrated management thinking on the planet and the beings that live here.

Key-words: Cleaner production; Economic Viability; Environmental management.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	5
1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Considerações iniciais	8
1.2 Problemas da pesquisa.....	9
1.3 Justificativa	10
1.4 Objetivos.....	11
1.4.1 Objetivos gerais	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5 Estrutura da dissertação	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Indústria Metal mecânica.....	13
2.1.1 Aspectos históricos e teóricos da indústria Metal mecânica.....	13
2.1.2 A indústria Metal mecânico no Rio Grande do Sul	14
2.1.3 O leiaute na fabricação de caçambas basculantes.....	15
2.2 Produção mais Limpa	16
2.2.1 Histórico da Produção mais Limpa.....	16
2.2.2 Aspectos teóricos da Produção mais Limpa	17
2.2.3 Benefícios da Produção mais Limpa.....	19
2.2.4 Análise da viabilidade econômica	25
2.2.4.1 Custos de Soldagem	28
2.2.5 Aspectos metodológicos da Produção mais Limpa	29
2.2.6 Procedimentos relativos à Etapa 1	31
2.2.7 Procedimentos relativos à Etapa 2	33
2.2.8 Procedimentos relativos à Etapa 3	37
2.2.9 Procedimentos relativos à Etapa 4	42
2.2.10 Procedimentos relativos à Etapa 5	43
3 MÉTODO DA PESQUISA	46
3.1 Caracterização da Empresa em Estudo.....	46
3.2 Classificação da Pesquisa	48
3.3 Procedimento Metodológico.....	49
3.3.1 Caracterização das etapas do processo de fabricação de caçambas basculantes	51
3.3.1.1 Caracterização da fabricação de caçambas basculantes.....	51
3.3.1.2 Identificação dos procedimentos de planejamento da empresa e dos produtos	51
3.3.1.3 Identificação das formas de fabricação	52
3.3.1.4 Análise do processo de fabricação	53
3.3.2 Aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas basculantes na empresa em estudo.....	53
3.3.2.1 Levantamento de aspectos e impactos ambientais	53
3.3.2.2 Informações Entradas e Saídas de materiais e indicadores ambientais	54
3.3.3 Oportunidades de melhoria no processo de fabricação da empresa em estudo	54
3.3.3.1 Avaliação técnica, econômica e ambiental	54

3.3.3.2 Seleção de oportunidades viáveis de Produção mais Limpa.....	55
3.3.3.3 Implementação das atividades de Produção mais Limpa na empresa em estudo	55
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
4.1 Caracterização das etapas do processo de fabricação de caçambas	56
4.1.1 Caracterização da Fabricação de Caçambas Basculantes	56
4.1.2 Identificação dos procedimentos de planejamento	58
4.1.3 Identificação das formas de fabricação.....	62
4.1.4 Análise do processo de fabricação	68
4.2 Aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas na empresa	69
4.2.1 Levantamento de Aspectos e Impactos ambientais	69
4.2.1.1 Processo matricial de Interação setor de estamparia.....	70
4.2.1.2 Avaliações do processo matricial no setor da estamparia.....	72
4.2.1.3 Processo matricial de Interação setor pintura.....	73
4.2.1.4 Avaliações dos processos matriciais no setor da pintura	76
4.2.1.5 Processo matricial de Interação setor soldagem.....	77
4.2.1.6 Avaliações dos processos matriciais no setor da soldagem	80
4.2.1.7 Processo matricial de Interação setor de montagem instalação	81
4.2.1.8 Avaliações do processo matricial no setor montagem instalação.....	83
4.2.1.9 Processo matricial de Interação setor jato de granalha	85
4.2.1.10 Avaliações dos processos matriciais no setor jato de granalha.....	86
4.2.1.11 Diagnósticos dos aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas.....	87
4.2.2 Entradas, saídas e indicadores.....	88
4.2.2.1 Entrada e Saída – setor estamparia.....	90
4.2.2.2 Entradas e Saídas- setor pintura	95
4.2.2.3 Entradas e saídas - setor soldagem.....	96
4.2.2.4 Entradas e saídas setor de montagem instalação.....	96
4.2.2.5 Entradas e saídas setor de jato de granalha	97
4.2.3 Identificação das causas da geração de resíduos.....	98
4.3 Oportunidades de melhoria no processo de fabricação da empresa	100
4.3.1Elaboração da proposta de atividades de Produção mais Limpa.....	101
4.3.1.1 Atividade 1: Palestras de Produção mais Limpa.....	102
4.3.1.2 Atividade 2: Minimização na fonte do resíduo de aço gerado na estamparia	103
4.3.1.3 Atividade 3: Minimização de resíduo sólido de embalagens eletrodo	108
4.3.1.4 Atividade 4: Minimização de fumo metálico e melhoria de produtividade na soldagem estrutural.	113
4.3.1.5 Atividade 5: Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial	120
4.3.1.6 Atividade 6: Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas.....	124
4.3.1.7 Atividade 7: Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço.....	130
4.3.1.8 Atividade 8: Efetuar a destinação correta do resíduo de óleo.....	135
4.3.1.9 Atividade 9: Tratar e dar destinação correta do efluente da pintura ...	140
4.3.1.10 Atividade 10: Minimização de ruídos no processo de fabricação	147

4.3.1.11 Atividade 11: Efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação	152
4.3.1.12 Atividade 12: Efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes.....	156
4.3.1.13 Atividade 13: Efetuar a destinação correta da embalagem de tintas e solventes	159
4.3.2 Seleção de oportunidades viáveis de Produção mais Limpa	163
4.3.3 Implementação das atividades de Produção mais Limpa na empresa em estudo	164
4.3.3.1 Palestras de conscientização e motivação sobre Produção mais Limpa	166
4.3.3.2 Minimização na fonte do resíduo sólido gerado na estamperia	166
4.3.3.3 Minimização de resíduo sólido embalagem eletrodo.....	166
4.3.3.4 Minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade na soldagem estrutural	167
4.3.3.5 Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial.....	167
4.3.3.6 Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos metálicos na soldagem de subconjuntos das caçambas	167
4.3.3.7 Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço	168
4.3.3.8 Efetuar a destinação correta do resíduo de óleo.....	168
4.3.3.9 Tratar e dar destinação correta do efluente da pintura.....	168
4.3.3.10 Minimização de ruídos no processo de fabricação	169
4.3.3.11 Efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação.....	169
4.3.3.12 Efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes	170
4.3.3.13 Efetuar a destinação correta do resíduo de embalagens de tintas e solventes	170
5 CONCLUSÕES	171
5.1 Conclusões da pesquisa	171
5.2 Recomendações para trabalhos futuros	172
REFERÊNCIAS	174

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Com o passar dos anos a produção em larga escala proposta como uma meta para o segmento industrial mundial direcionou por muito tempo a visão de grandes e médias empresas apenas para a produção em massa com redução de custos, alternando a matéria prima e produzindo em grandes quantidades, sem que houvesse a devida atenção a aspectos que impactam diretamente e indiretamente ao meio ambiente. Durante décadas, a degradação ambiental cresceu, acreditando-se que o crescimento econômico, por si só, proporcionaria melhores condições de vida para a sociedade.

Conforme Severo et al (2011), o uso exagerado dos recursos naturais, a disposição inadequada dos resíduos sólidos, a poluição do ar, das águas e do solo, ocasionam impacto ambiental negativo ao meio ambiente, muitas vezes irreversível.

Para minimizar esse processo de depredação ambiental buscou-se a integração de práticas responsáveis e ambientalmente corretas de acordo com o anseio da sociedade pela redução dos impactos ambientais utilizando soluções tecnológicas do tipo fim-de-tubo remediando os efeitos sem combater as causas que os produziram (CNTL, 2011).

Segundo UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (1995), a Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, produtos e serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente.

O conceito de resíduos tem um duplo significado, podendo ser visto como um desperdício ou um material que foi comprado e pago, mas que não foi transformado em um produto comercializável. Resíduo, neste contexto, é usado como um termo geral de resíduos sólidos, águas residuais e emissões atmosféricas, e assim, compreende o *output* não produto (JASCH, 2001).

Este trabalho foi desenvolvido na linha de pesquisa de Projeto e gerenciamento da infraestrutura e meio ambiente, sendo componente do projeto de pesquisa Gestão de projetos de infraestrutura e inserido no tema Gestão da sustentabilidade nas organizações.

1.2 Problemas da pesquisa

A natureza dos problemas ambientais é parcialmente atribuída à complexidade dos processos industriais utilizados pelo homem. Todo produto desenvolvido, provoca um impacto ao meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, consumo de matérias-primas, ou devido ao uso ou disposição final (CHEHEBE, 1998).

Muitas organizações a nível mundial têm efetuado análises ou auditorias ambientais para avaliar seu desempenho ambiental. Estas análises e auditorias podem não ser suficientes para proporcionar melhorias a uma organização e garantia de desempenho, mas que atenda aos requisitos legais e aos de sua política ambiental. Para que sejam eficazes é necessário que esses procedimentos sejam realizados dentro de um sistema de gestão estruturado e que esteja integrado na organização (ABNT, 2004).

Os resíduos gerados pelas empresas na confecção dos seus produtos, no início do processo, foram adquiridos como matéria prima e após fabricação tem-se como resultado o *output* não produto. Este acaba se tornando desperdício na forma de resíduos para descarte e começa a gerar custos como armazenamento, multas ou danos ambientais que podem ocasionar prejuízo e má reputação da empresa perante a sociedade (JASCH, 2001).

Segundo FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (2012), a indústria metal mecânica do Rio grande do Sul gera aproximadamente 190 mil toneladas/ano de resíduos sólidos industriais perigosos. Em 1993, o Rio Grande do Sul contava com cinco aterros industriais e três centrais de resíduos (recebem resíduos de várias atividades industriais). Dez anos depois, há sessenta e cinco aterros licenciados pela FEPAM e as centrais de resíduos sólidos passaram para trinta e seis. A FEPAM, através do inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e convênio firmado com CONAMA em 2001 e Ministério do Meio Ambiente, incluem dados de 1707 indústrias que geram resíduos perigosos, conforme a resolução 313/02.

O Plano Ambiental Municipal, elaborado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM), caracteriza o Município de forma simplificada, abrangendo os principais aspectos ambientais capazes de credenciar o Município para a realização do licenciamento ambiental e intensificar sua fiscalização, monitorando o uso de seus recursos naturais de forma sustentável, buscando uma melhor qualidade de vida para a população (PMPF, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho buscou contribuir para o bem do Município, reduzindo os impactos ambientais, definindo atividades capazes de reduzir desperdícios. Tem-se, assim, como questão da pesquisa: Como a Empresa do setor Metal mecânico em estudo pode tornar o seu processo de fabricação adequado ao processo de Produção mais Limpa?

1.3 Justificativa

Os mecanismos de desenvolvimento limpo propõem que os países em desenvolvimento adotem tecnologias capazes de reduzir as emissões, ou que os retirem da atmosfera, gerando créditos de carbono que poderão ser comercializados com países desenvolvidos a fim de que estes últimos alcancem as metas a eles atribuídas (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS, 2001).

Segundo Slomp et al (2007), com o aumento das exigências ambientais impostas por uma consciência crescente da população e por uma legislação mais rigorosa, a forma de fabricação de muitos produtos está sendo reconsiderada.

Atualmente, novos conceitos estão sendo difundidos a nível global, como o *eco design* que aborda considerações de forma sistemática do desempenho do projeto, objetivando levar em conta as questões ambientais, de saúde e segurança. O produto é analisado ao longo do seu ciclo de vida, tornando este produto eco eficiente, ou seja, eficiência dos recursos quanto a produtividade, lucratividade e responsabilidade ambiental, atendendo as necessidades do consumidor e que incorpore melhores práticas ambientais (ABNT, 2001).

Muitos fatores fizeram do Brasil candidato a usufruir dos mecanismos de desenvolvimento limpo como meio de desenvolvimento sustentável, recebendo investimento em tecnologias e em pesquisas (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS, 2001).

A implementação de um sistema de Produção mais Limpa no Brasil, tem como intenção o aprimoramento do desempenho ambiental, buscando analisar e avaliar seu sistema de gestão ambiental, para identificar oportunidades de melhoria e implementá-las. A velocidade do processo de melhoria contínua é determinada pela organização, e o dinamismo da indústria brasileira, o qual possibilita avaliar os pontos positivos e negativos e aproveitar ao máximo as tecnologias existentes, adequando os processos, gerando lucro com o mínimo impacto possível (NASCIMENTO, 2008).

A Produção mais Limpa possibilita que a empresa trabalhe de forma social e ambientalmente sustentável, proporcionando, além disso melhoras e influências tanto econômicas quanto tecnológicas. Desta forma, as práticas da Produção mais Limpa trazem consigo uma abordagem preventiva na gestão ambiental da organização (CNTL, 2011). Segundo a UNEP (2011), a produção mais limpa tem como finalidade principal aumentar a eficiência da utilização dos materiais.

Para o desenvolvimento desta pesquisa optou-se pela área Metal mecânica por ser um setor representativo em termos econômicos, que também fosse responsável por agressões ao meio ambiente, com base na realidade brasileira e na região sul do país especificadamente, através do processo da Produção mais Limpa tem-se como meta a redução dos impactos ambientais para a sociedade, atendendo as exigências dos órgãos ambientais.

O foco principal desta pesquisa é a aplicação de uma estratégia ambiental para otimizar o emprego da matéria prima, buscando efetuar tratamento e destinação dos resíduos, prevenindo a poluição, alterando se necessário leiaute, processos de fabricação e agregando benefícios econômicos para a empresa em estudo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos gerais

O objetivo geral desta pesquisa foi propor o uso do processo de Produção mais Limpa em uma empresa do setor Metal mecânico, visando um processo de fabricação com menor impacto ambiental.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa, tendo como foco a empresa em estudo, são definidos como:

- a) identificar e caracterizar as etapas do processo de fabricação;
- b) caracterizar os aspectos ambientais e avaliar os impactos decorrentes do processo de fabricação;
- c) aplicar o uso da técnica de Produção mais Limpa no processo de fabricação;

d) avaliar a viabilidade técnica e econômica para aplicação de um programa de Produção mais Limpa.

1.5 Estrutura da dissertação

Além do presente capítulo, no qual se apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho, esta discussão que se apresenta é composta por mais quatro capítulos.

No capítulo 2 estrutura-se a revisão da literatura, abordando as definições sobre a Produção mais Limpa aplicada na indústria Metal mecânica e trata, ainda, sobre a fabricação de caçambas basculantes, o gerenciamento, o planejamento e custos de produção.

O capítulo 3 caracteriza a região onde foi realizado o estudo, classifica a pesquisa e descreve o procedimento metodológico utilizado, detalhando as atividades realizadas para o desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 4 apresenta, analisa e discute os resultados, divididos em quatro partes, conforme os objetivos específicos.

O capítulo 5, por fim, apresenta as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros, elaboradas a partir dos resultados obtidos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Indústria Metal mecânica

O setor Metal mecânico desempenha universalmente um papel importante no processo de desenvolvimento de uma economia. Peculiaridades quanto ao seu ritmo de crescimento, estrutura e efeitos gerais sobre o sistema econômico social de um país ou região fazem com que lhe caibam importantes funções na tão almejada dinâmica do desenvolvimento (BRUMER, 1977).

A industrialização brasileira passou a dar ênfase, principalmente, a produção de bens de consumo duráveis e bens de capital, apoiada na contratação social de renda. Esse período ficou conhecido como industrialização pesada. Caracteriza-se pela integração num sistema nacional de parques industriais de expressão locais e estaduais. Este crescimento dos setores Metal mecânico surge da segunda metade da década de cinquenta do século XX (BRUMER, 1977).

Neste período a indústria Metal mecânica incorpora todos os segmentos responsáveis pela transformação de metais nos produtos desejados, desde a produção de bens até serviços intermediários, incluindo máquinas, equipamentos, veículos, materiais de transporte e compreende uma grande variedade de atividades relacionadas à transformação dos metais e por isso, é muitas vezes chamado de complexo Metal mecânico (NASCIMENTO, 1997).

De acordo com Ferreira (2004), a indústria Metal mecânico constitui um conjunto amplo e diversificado de setores, cuja característica principal consiste no fato de que o componente principal dos bens e serviços produzidos contempla tecnologias baseadas em conhecimentos e técnicas, relacionados com a produção, processamento e utilização de metais, especialmente o ferro, o alumínio e o aço, dentre outros tipos de ligas metálicas.

Segundo CNI (2010), países que apresentam ritmos expressivos e sustentáveis de crescimento têm a indústria manufatureira como sua maior fonte de dinamismo.

2.1.1 Aspectos históricos e teóricos da indústria Metal mecânica

O setor Metal mecânico é a extensão das ferramentas mais básicas do homem e atualmente, o que existe de maior tecnologia para o benefício do ser humano está agregado a

esta atividade. Este setor deve ser visto como um grande sistema dinâmico aonde suas várias atividades técnicas e administrativas devem funcionar de modo relacionado (ROMM, 1996).

Segundo COREDE (2012), o nível de produção do Metal mecânico, revela cenários de prosperidade ou recessão econômica, a produção industrial durante o primeiro mês de 2012 manteve a tendência de queda iniciada em setembro de 2011, aproximadamente, dois pontos percentuais menores em relação a janeiro de 2011. As regiões brasileiras que sofreram maior queda foram a região norte, sudeste e centro oeste, que em janeiro de 2012 registraram taxas de 69%, 68% e 59% da utilização da sua capacidade instalada. As empresas de médio e grande porte reduziram apenas 1,56% e no mês de janeiro de 2012, as empresas de pequeno porte obterão taxa de utilização de capacidade instalada de 63%.

2.1.2 A indústria Metal mecânico no Rio Grande do Sul

A indústria do Rio Grande do Sul caracteriza-se pela alta participação de empresas de pequeno e médio porte na sua estrutura, a qual representa um fenômeno atípico dos países em desenvolvimento. Esta característica se deve ao fato de que estas empresas geram um forte contingente de mão-de-obra, sem qualificação e acabam contribuindo para um aumento do bem-estar da sociedade (BRUMER, 1977).

O setor Metal mecânico, tende a crescer cada vez mais, a fim de atender as novas demandas, decorrentes da ampliação do parque industrial do estado. Os conceitos de qualidade são cada vez mais expandidos e para que as empresas se mantenham neste mercado global estas terão que atender as exigências normativas e legais. Atualmente, o setor Metal mecânico é responsável por 19% do produto industrial do Rio Grande do Sul, o que torna o estado um dos principais pólos Metal mecânico do país. Entre as empresas deste setor destacam-se as de autopeças, de máquinas e implementos agrícolas, sendo que ambas exportam uma parcela significativa de suas produções (NASCIMENTO, 1997).

A identificação das regiões no RS, considerando seus aspectos econômicos e de concentração de atividades produtivas por setor é obtida através das informações dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDE, 2012).

Segundo COREDE (2012), o número de estabelecimentos dos setores metalúrgico, mecânico e químico, durante os anos de 2001 a 2010 teve um crescimento de 61%, 82% e 33%. No ano de 2010, o número de estabelecimentos metalúrgicos do COREDE Produção do

planalto médio correspondeu a 3,32% do total de estabelecimentos do Rio Grande do Sul, o setor mecânico que apresentou a maior taxa de crescimento de 27% nos últimos cinco anos, representando um crescimento médio anual de 7,28% ao ano. Se a criação de empresas seguir este ritmo, há previsão de que em 2015 a região triplique o número de estabelecimentos.

Segundo Finamore (2008), a busca do desenvolvimento sustentável implica que se conciliem crescimento econômico, justiça social e a manutenção dos recursos naturais de tal forma que se permita que a humanidade conviva, *ad infinitum*, em harmonia com a natureza e com a equidade social. Ao se planejar o desenvolvimento sustentável, vivem-se considerar simultaneamente cinco dimensões de sustentabilidade: a sustentabilidade social, cujo objetivo é construir uma civilização do “ser” e da renda; a sustentabilidade econômica, possibilitada por uma alocação e gestão mais eficiente dos recursos e por um fluxo regular do investimento público e privado; a sustentabilidade ecológica; a sustentabilidade espacial, voltada para uma configuração territorial mais equilibrada; e a sustentabilidade cultural, que respeite as especificidades culturais de cada local. Há uma maior preocupação por parte da sociedade com a manutenção dos recursos naturais e ecossistemas, maior conscientização da população gaúcha referente às questões relacionadas ao meio ambiente.

2.1.3 O leiaute na fabricação de caçambas basculantes

Segundo Favaretto et al. (2011), o arranjo físico das instalações industriais possui grande impacto no desempenho produtivo das empresas. Um projeto de leiaute deve ser conduzido de forma eficaz, desde o posto de trabalho do operador até a montagem final do produto, pois isso reflete diretamente nos resultados do negócio da organização. Deve-se aplicar o layout adequado às características de seus produtos, visando à melhoria no processo produtivo e eliminação de desperdícios. O processo produtivo deve ser um processo contínuo ininterrupto, de melhoria. Isso se torna possível porque, ao dar condições para que o fluxo de valor flua, sempre ocorrerá uma exposição dos desperdícios ocultos, abrindo a possibilidade para se realizar novas melhorias.

Favaretto et al. (2011), define que o arranjo físico por produto é também denominado arranjo físico em linha de produção (ou linha de montagem). Nesse arranjo, os recursos transformadores são alocados de modo a coincidir com a sequência na qual os produtos, clientes ou elementos de informação devem seguir para serem transformados, criando um fluxo unidirecional. Esse tipo de arranjo físico é utilizado em produtos de produção em massa,

nos quais é menor o custo de deslocar o produto do que as máquinas e, ainda, o fluxo é muito claro e previsível, como exemplo: *self-service*, montagem de automóveis e programa de vacinação em massa.

2.2 Produção mais Limpa

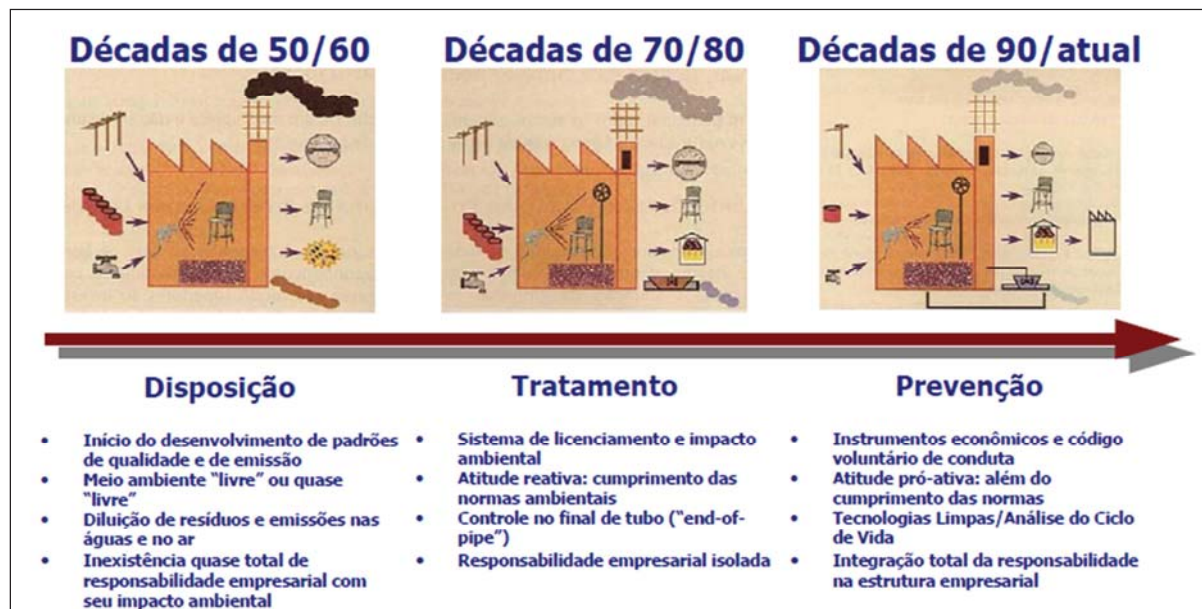
2.2.1 Histórico da Produção mais Limpa

Nos últimos 50 anos, a partir do melhor entendimento da cadeia de geração de resíduos, as políticas de controle da poluição evoluíram dos métodos conhecidos como de “*fim-de-tubo*” para as tendências mais recentes, baseadas no princípio de prevenção, que modificou a abordagem convencional de:

1) o que fazer com os resíduos?

Na Figura 1, observam-se as tendências evolutivas das questões ambientais:

Figura 1: Evolução das questões ambientais



Fonte: SENAI, (2003).

Na Produção mais Limpa o questionamento é: “O que fazer para não gerar resíduos”?

Resíduos industriais segundo o artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais. Constituem-se também de grande quantidade de materiais perigosos, que necessitam de tratamento especial em função

de seu potencial poluidor que gera grande impacto no meio ambiente e para a saúde (BRASIL, 2010).

Sobre o princípio da prevenção fundamenta-se a Produção mais limpa, e esta abordagem levou a uma mudança de paradigma, o resíduo, que antes era visto apenas como um problema a ser resolvido, passou a ser encarado também como uma oportunidade de melhoria. Isto só foi possível após a percepção de que o resíduo não era inerente ao processo, mas é um claro indicativo da ineficiência deste. Portanto, é a identificação e análise do resíduo que dará início à atividade de avaliação de Produção mais Limpa (SENAI, 2003).

2.2.2 Aspectos teóricos da Produção mais Limpa

Reduzir a poluição através do uso racional de matéria-prima, água e energia significam uma opção ambiental e econômica definitiva. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industrial e menores investimentos para a solução de problemas ambientais. A transformação de matérias-primas, água, energia em produtos, e não em resíduos, tornam uma empresa mais competitiva (UNEP, 1995).

O tema “Produção mais Limpa” não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo muitas vezes está diretamente relacionada a problemas de saúde ocupacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver a “Produção mais Limpa” minimiza estes riscos, na medida em que são identificadas matérias-primas e auxiliares menos tóxicas, contribuindo para a melhor qualidade do ambiente de trabalho (UNEP, 1995).

Uma consequência positiva, muitas vezes difícil de mensurar, é o fortalecimento da imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais, chamado de marketing empresarial. Os consumidores atualmente, exigem que as empresas sejam tão responsáveis em relação a qualidade de seus produtos, como responsáveis em relação ao meio ambiente nas suas práticas produtivas. Relacionando esta definição com Produção mais Limpa, pode-se observar que produzir sustentavelmente significa, em palavras simples, transformar recursos naturais em produtos e não em resíduos. Significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Esta abordagem induz inovação

nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo para todas as regiões (SENAI, 2003).

A Produção mais Limpa adota uma abordagem preventiva, em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição. 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 as etapas desse processo as matérias-primas insumos e energia está sendo desperdiçadas, permitindo melhorias e evitando desperdícios (SILVA, 2003).

Segundo Berkel (1994), a Produção mais Limpa é um procedimento sistemático e planejado com o objetivo de identificar formas de reduzir ou eliminar a geração de resíduos e emissões.

Silva (2003), afirma que a Produção mais Limpa é uma ferramenta com característica preventiva, que aplicada à gestão ambiental, possibilita que a empresa funcione de forma ambiental e socialmente correta, além de obter melhorias econômicas e tecnológicas.

Lemos (1998), comenta que a Produção mais Limpa começou a surgir exatamente para combater o desperdício de matérias-primas e de energia, que ocorrem pela intensa geração de resíduos e emissões.

Oliveira (2012), diz que as tecnologias de Produção mais Limpa têm finalidade de reduzir ou eliminar todo tipo de rejeitos antes que eles sejam criados. Faz-se necessárias mudanças nos produtos e ou em seus processos de produção, tanto através da redução da necessidade de insumos para um mesmo nível de produção, quanto pela redução da poluição resultante do processo de produção, distribuição e consumo.

Além da mudança tecnológica, deve haver na empresa a aplicação de *know-how*, melhorando a eficiência, adotando melhores técnicas de gestão e revisando políticas e procedimentos quando necessário. Outra mudança a ser realizada é a de atitudes por parte de todos que trabalham na empresa, encontrando uma nova abordagem de relacionamento entre a indústria e o ambiente, pois repensando um processo industrial ou um produto, em termos de Produção mais Limpa, pode ocorrer a geração de melhores resultados, sem requerer novas tecnologias (UNEP, 2011).

Para Nascimento (2008), a Produção mais Limpa é uma ação econômica, porque se baseia no fato de que qualquer resíduo de qualquer sistema produtivo só pode ser proveniente

das matérias-primas ou insumos de produção utilizados no processo. Todos os resíduos foram comprados e pagos como tal.

As tecnologias ambientais, inicialmente trabalhavam no tratamento de resíduos, efluentes e emissões existentes, tratamentos de águas residuais, tratamento de emissões atmosféricas. Essas técnicas são chamadas de técnicas de fim-de-tubo, ou seja, estuda os resíduos no final do processo de produção. São caracterizadas pelas despesas adicionais para a empresa. O processo de Produção mais Limpa veio para tomar o lugar dessa visão de fim de tubo. Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos (SENAI, 2003). O Quadro 1 diferencia técnica de Fim-de-tubo e Produção mais Limpa.

Quadro 1: Comparação entre técnicas Fim-de-tubo e a Produção mais Limpa.

Técnicas de fim-de-tubo	Produção mais Limpa
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento	Prevenção na geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procurar evitar matérias-primas potencialmente tóxicas.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes	Proteção ambiental é tarefa para todos
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos.	A proteção ambiental atua como uma parte integrante do design do produto e da Engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não têm a preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia.
Levam a custos adicionais	Ajudam a reduzir custos

Fonte: SENAI, 2003.

As diferenças definidas no Quadro 1, contribui de forma muito mais efetiva para a solução do problema ambiental. Apesar de mais complexa, por exigir mudanças no processo produtivo ou a implementação de novas tecnologias, permite uma redução permanente dos custos gerais, incorporando os ganhos ambientais, econômicos e de saúde ocupacional.

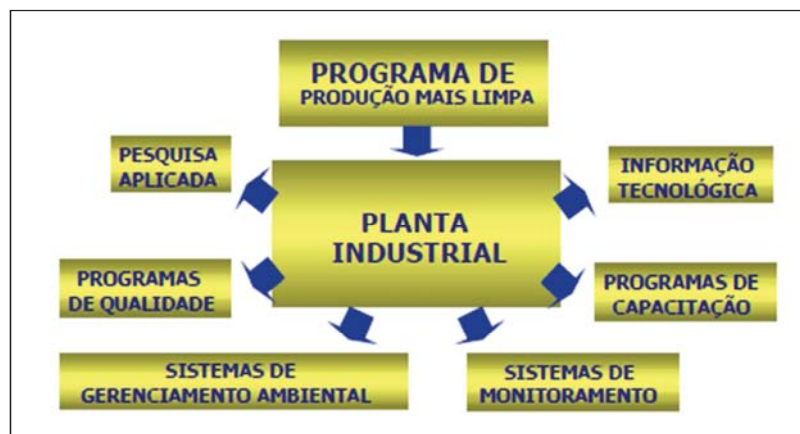
2.2.3 Benefícios da Produção mais Limpa

A Produção mais Limpa, possibilita um melhor conhecimento do seu processo industrial através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema eco eficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processo. Este

monitoramento permitirá à empresa identificar necessidades de: pesquisa aplicada, informação tecnológica e programas de capacitação.

Além disso, a Produção mais Limpa irá integrar-se aos sistemas de qualidade, gestão ambiental e de segurança e saúde ocupacional, proporcionando o completo entendimento do sistema de gerenciamento da empresa (UNEP, 2011). A Figura 2 mostra como o processo de Produção mais Limpa interage com a planta industrial.

Figura 2: Processo de Produção mais Limpa



Fonte: SENAI, (2003).

Segundo Araújo (2002), a utilização da Produção mais Limpa traz benefícios ambientais e econômicos para a empresa. Além disso, com a utilização de técnicas de produção mais limpa a organização elimina os desperdícios, minimiza ou elimina matérias-primas e outros insumos que causam danos ambientais, reduz resíduos, emissões e investimentos com tratamentos de resíduos, minimiza os passivos ambientais, melhora a saúde e segurança no trabalho e melhora sua imagem. Todos estes pontos positivos resultam em um processo produtivo com maior eficiência.

Segundo Markusson (2011), a Produção mais Limpa gera a inovação ambiental para a empresa e a inovação é que reduz o impacto ambiental de um processo de fabricação ou de um produto e esta pode aumentar a competitividade e produtividade da empresa.

Ao contrário da técnica tradicional de tratamento de fim de tubo, que se preocupa com o problema ambiental somente depois que ele acontece, o processo de Produção mais Limpa trabalha com a prevenção, trazendo benefícios ambientais e econômicos à empresa (SENAI, 2003).

Os principais benefícios ambientais, que a Produção mais Limpa tem como meta, são:

- 1) Eliminação ou redução de resíduos: são os diversos tipos de poluentes. Resíduos sólidos, perigosos ou não, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, calor, ruído e todo tipo de perda que ocorra durante o processo de fabricação de um produto ou serviço são exemplos de poluentes que a Produção mais Limpa procura eliminar ou reduzir da natureza.
- 2) Produção sem poluição: o ideal para a Produção mais Limpa é que os processos produtivos ocorram em um circuito fechado, sem contaminar o meio ambiente e utilizando os recursos naturais com a máxima eficiência possível.
- 3) Eficiência energética: é determinada pela maior razão possível entre energia consumida e produto final gerado. O objetivo da Produção mais Limpa é atingir os mais altos níveis de eficiência energética em seu processo de produção.
- 4) Saúde e segurança no trabalho: promove um ambiente de trabalho mais limpo, seguro e saudável. Fatores relacionados à saúde e ao meio ambiente devem ter uma atenção especial no momento de planejar o produto e devem ser lembrados durante todo o ciclo de vida do mesmo.

Segundo o SENAI (2003), pg.11.

“O principal objetivo da Produção mais Limpa é eliminar ou reduzir a emissão de poluentes para o meio ambiente, ao mesmo tempo em que otimiza o uso de matérias-primas, água e energia. Desta forma, além de um efeito de proteção ambiental de curto prazo, a Produção mais Limpa incrementa a eficiência no uso de recursos naturais, gerando melhorias sustentáveis de longo prazo”.

Quando a empresa investe no processo Produção mais Limpa, os custos decrescem com o tempo, isto porque a utilização de matérias-primas, água e energia, assim como a redução de resíduos e emissões, tornam-se mais eficientes. Quando a empresa faz investimentos para adaptações necessárias, há um custo adicional, mas num segundo momento, com os processos otimizados, vem à redução permanente nos custos totais.

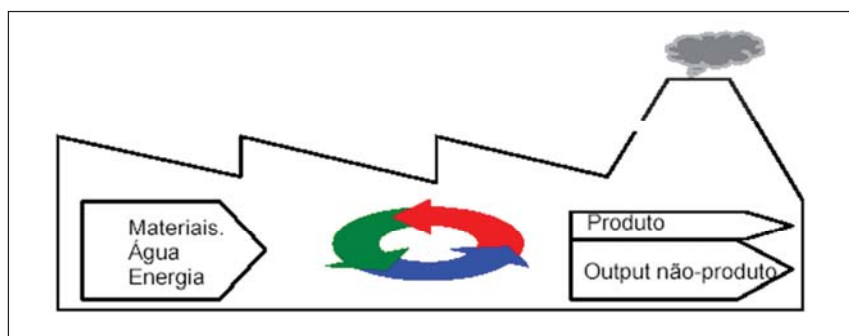
Alguns fatores que podem motivar as empresas a realizarem investimentos ambientais, entre eles investimentos em Produção mais Limpa são: atendimento a legislação, a busca pela melhoria da imagem, o acesso a novos mercados e a busca pela eficiência ambiental. A mudança nos paradigmas ambientais induz as empresas a voltar-se para a origem da geração de seus resíduos sólidos, emissões atmosféricas e seus efluentes líquidos, buscando soluções

nos seus próprios processos produtivos, minimizando o emprego de tratamentos convencionais de fim-de-tubo, muitas vezes onerosos e de resultados não definitivos para os resíduos, minimizar resíduos e emissões também significa aumentar o grau de emprego de insumos e energia usados na produção, isto é, produzir produtos e não resíduos, garantindo processos mais eficientes (SENAI, 2003).

Devido a uma intensa avaliação do processo de produção, a minimização de resíduos e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa. Enquanto a gestão convencional de resíduos pergunta: o que se pode fazer com os resíduos e as emissões existentes? A Figura 3 apresenta os fluxos de materiais que são também fluxos de dinheiro e os resíduos gerados são referentes ao *output* não produto e pode ser mensurado apartir das informações de entrada e saída de massa.

Segundo Jasch (2001), a entrada e saída de massa é uma equação que se baseia no princípio de que “tudo o que entra terá de sair ou ficar armazenado” esta registrada toda a informação sobre materiais utilizados e a quantidade correspondente de produtos, resíduos e emissões. O objetivo é melhorar a eficiência na quantidade dos materiais em termos econômicos e ambientais, ou seja, de eco eficiência.

Figura 3: Fluxos de materiais são fluxos monetários



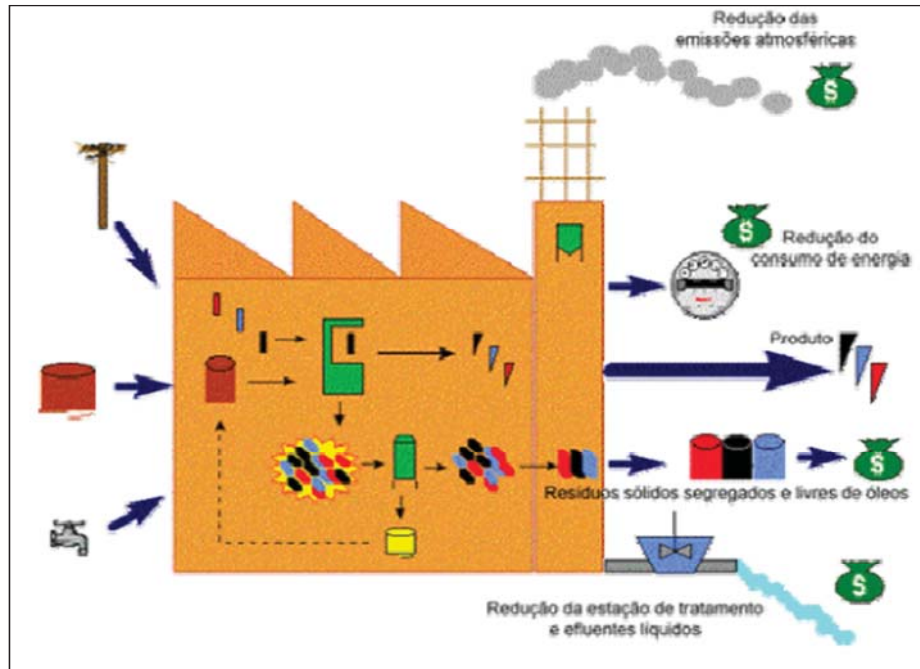
Fonte: Jasch (2001, pg.12).

Segundo o SENAI (2003), o processo de Produção mais Limpa implantado em processos produtivos permitirá a obtenção de soluções que contribuirão para a solução definitiva dos problemas ambientais. Priorizando a identificação de não geração dos resíduos produzidos nos processos produtivos. Na Produção mais Limpa, a proteção ambiental integrada à produção pergunta:

- 1) de onde vêm nossos resíduos e emissões?
- 2) por que afinal se transformaram em resíduos?

A Figura 4 demonstra o processo produtivo com a implementação da Produção mais Limpa.

Figura 4: Produção mais Limpa



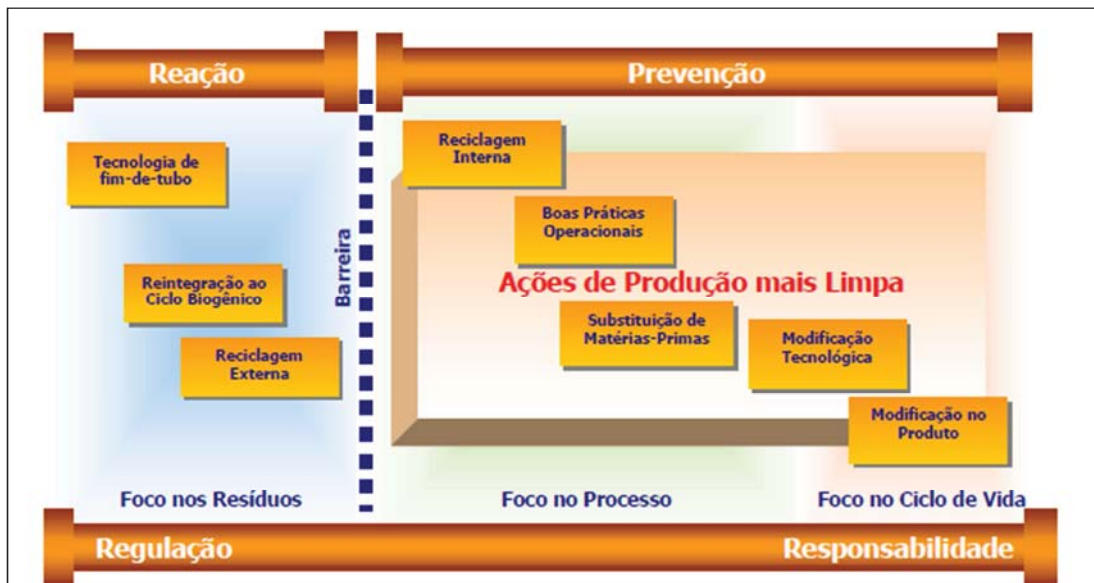
Fonte: SENAI, (2003).

A diferença essencial está no fato de que a Produção mais Limpa não trata simplesmente da identificação, quantificação, tratamento e disposição final de resíduos, e sim promover o questionamento:

- 1) por que o resíduo é gerado?
- 2) como o resíduo é gerado?
- 3) quando o resíduo é gerado?

A Produção mais Limpa zela pela prevenção e minimização, sugerindo que as empresas atuem na fonte geradora, buscando alternativas para o desenvolvimento de um processo eco-eficiente, resultando na não geração dos resíduos, redução ou reciclagem interna e externa. A Figura 5 demonstra a evolução e os benefícios das empresas rumo à Produção mais Limpa.

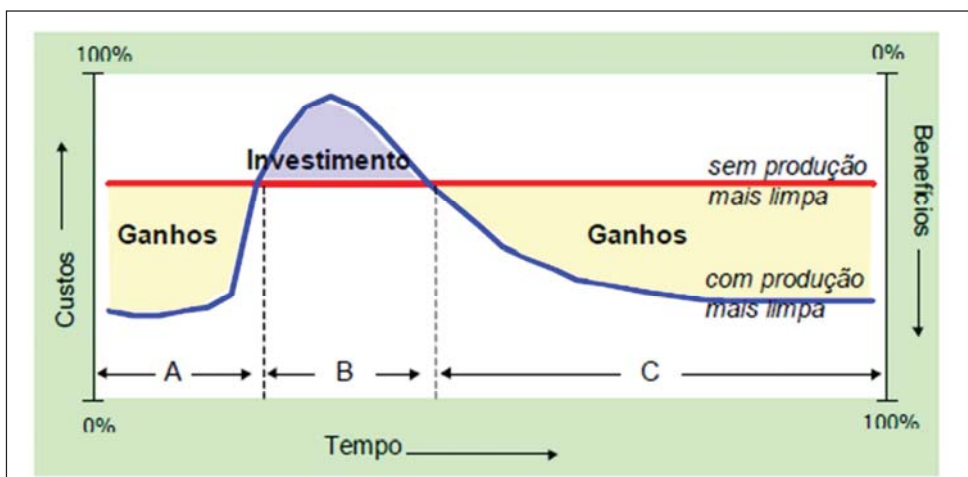
Figura 5: Evolução das Empresas rumo a Produção mais Limpa



Fonte: SENAI, (2003).

Comparando as mudanças que ocorrem na estrutura de custos de uma empresa quando não há e quando há investimento em Produção mais Limpa, verifica-se que, neste último caso, os custos decrescem significativamente com o tempo, resultado dos benefícios gerados a partir do aumento da eficiência dos processos, do uso eficiente de matérias-primas, água e energia, e da redução de resíduos e emissões gerados, conforme a Figura 6.

Figura 6: Custos e benefícios com Produção mais Limpa



Fonte: BKH, (2002).

A Figura 6 ilustra os ganhos com a Produção mais Limpa. Quando não há investimentos, a estrutura de custos totais não apresenta variações substanciais ao longo do

tempo, comportamento que está representado pela linha horizontal (sem Produção mais Limpa). Quando se toma a decisão de implantar processos de Produção mais Limpa, a princípio ocorre uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento, como por exemplo, ações de boas práticas operacionais. Visualmente, isto corresponde ao segmento A do gráfico. Num segundo momento, segmento B ocorre um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para as adaptações necessárias, incluindo a adoção de novas tecnologias e modificações no processo existente.

2.2.4 Análise da viabilidade econômica

Uma das etapas mais importantes na elaboração de um projeto industrial é a análise de sua viabilidade econômica e financeira.

Segundo Pamplona e Montevechi (2003), para o entendimento dos quadros que serão apresentados e para que a classificação dos itens seja adequada, deve-se conhecer a terminologia usual da área de custos conforme descreve-se.

1) Gasto

Conceito amplo que significa sacrifício financeiro de uma maneira geral. O sacrifício é representado por entrega ou promessa de entrega de dinheiro ou outros ativos. Engloba, portanto, investimento, custo, despesa e perda.

2) Investimento

Gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuros períodos. Cita-se como exemplo: Estoques, Aplicações, máquinas e equipamentos, construções civis, marcas e patentes, ações de outras empresas.

3) Custo

Gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. Ex: consumo de matérias primas na produção, salário dos empregados da área de produção, energia elétrica usada na produção, depreciação de máquinas da produção.

4) Despesa

Gasto relativo a bem ou serviço consumidos para obtenção de receitas. Ex: salários da administração geral, depreciação de ativos fora da produção, comissão de vendedores. O custo de produção torna-se despesa quando o produto é vendido, mas costuma-se chamá-lo de custo do produto vendido.

5) Desembolso

Pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço. Pode ser defasado ou não do gasto.

6) Investimento

Podem ser de dois tipos:

a) Investimento fixo

É composto por equipamentos, terrenos, construções civis, instalações industriais, móveis , etc.

b) Investimento em giro

É o capital de giro necessário para por em marcha a empresa, ou seja, disponibilidades, estoques, e os recursos necessários para sustentar as vendas a prazo. Ao final da vida do projeto estima-se o valor residual de venda do investimento fixo e considera-se o desativamento do capital de giro como uma entrada de caixa.

7) Custos de produção

Os custos de produção são aqueles que ocorrem na fabricação do produto e são classificados em Variáveis e Fixos.

Os Custos Variáveis são aqueles que variam de acordo com a quantidade produzida. Os principais custos variáveis de produção são os seguintes:

- a) matérias Primas, embalagens e materiais Auxiliares
- b) fretes
- c) mão-de-obra direta
- d) consumo de energia elétrica (no processo produtivo)
- e) água industrial
- f) combustível
- g) os custos fixos normalmente não variam proporcionalmente à produção. Os principais são os seguintes:
 - h) mão-de-obra indireta
 - i) manutenção
 - j) seguros
 - k) demanda de energia elétrica
 - l) despesas de aluguel relativas à fabricação

Com a aplicação da Produção mais Limpa ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento, ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais. Os valores de fluxo de caixa podem ser definidos a partir da avaliação econômica com os resultados da VPL, TIR, VA e *Payback*.

8) Valor Presente Líquido – VPL

Para o cálculo do valor presente líquido (VPL) na equação, utiliza-se a seguinte Equação (1):

$$VPL = I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde VPL é o valor presente líquido; I é o investimento de capital na data zero, FC_t representa o valor final na data t do fluxo de caixa; n é o prazo de análise do projeto; e, i é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento.

9) Taxa Interna de Retorno – TIR

O cálculo da TIR se faz através da determinação da taxa de juros que anula o Fluxo de Caixa no horizonte de tempo do projeto.

Para se determinar a Taxa Interna de Retorno (TIR) faz-se uso da Equação (2).

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \quad (2)$$

10) Valor Anual – VA

Consiste em achar uma série uniforme anual equivalente (pela TMA) ao fluxo de caixa do investimento. Este valor uniforme anual (VA) determina o quanto este investimento retornaria anualmente a mais que a Taxa Mínima de Atratividade.

11) Período de Recuperação de Capital – *Payback*

O método do *Payback* consiste na determinação do número de períodos necessários para recuperar o capital investido.

O *Payback* pode ser calculado conforme a Equação 3, onde se divide o Valor do Investimento Inicial pela média do Fluxo de caixa anual:

$$PB = \frac{Invest.Inicial}{\sum FC_{Ano}} \quad (3)$$

2.2.4.1 Custos de Soldagem

O levantamento dos custos de soldagem utilizou a terminologia usual da área de soldagem embasada por Marques et al., (2011), e descreve-se a seguir:

a) Custos de energia elétrica

Os valores gastos com energia elétrica estimam os gastos considerando o kw pago, a amperagem do equipamento, a voltagem, o tempo de arco aberto e o rendimento do equipamento em situação de trabalho diário.

$$Custo\ energia = \frac{(10 * kw * Amp * Volt * Arco\ Ab.)}{(\mu * 1000)} \quad (4)$$

b) Custos do Arame de solda

Os custos do arame de soldagem considera os kg de massa de arame gastos para soldar vezes um determinado comprimento de cordão de solda e dividido pelo rendimento da fonte de soldagem.

$$Custo\ Arame = \frac{(Kg * Comp. Solda)}{\mu equip.} \quad (5)$$

c) Custo Anual

O custo anual considera o custo do arame multiplicado pela capacidade produtiva do processo de fabricação multiplicado pelo números de meses produtivos no ano.

$$Custo\ Anual = Custo\ Arame * Cap. Prod. * 12 \quad (6)$$

2.2.5 Aspectos metodológicos da Produção mais Limpa

Schenini (1999), afirma que tecnologias limpas são definidas por qualquer medida tomada para reduzir, ou mesmo eliminar na fonte a produção de qualquer incômodo, poluição ou resíduo e que ajude a economizar matérias-primas, recursos naturais e energia. Na tentativa

de colocar em prática um desenvolvimento industrial sustentado, as empresas vêm se adequando às exigências da preservação pela utilização das técnicas que utilizam racionalmente os recursos e evitam a poluição.

Schenini (1999), enfoca dois tipos de tecnologias: as gerenciais que são os processos de gestão e as operacionais que são os processos produtivos.

As tecnologias limpas gerenciais englobam:

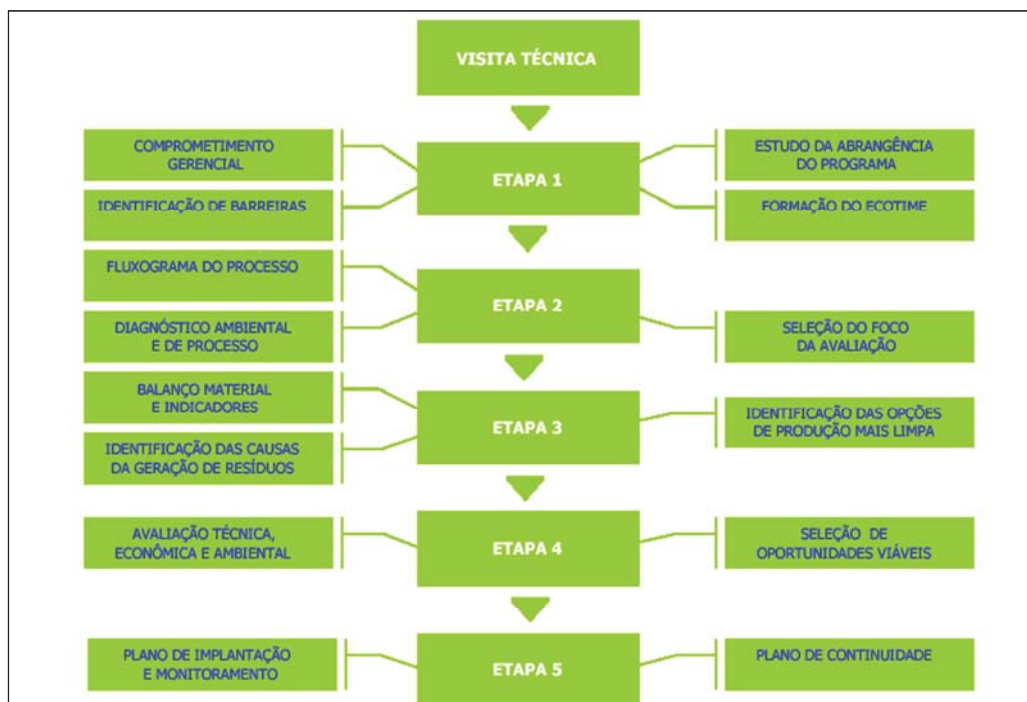
- 1) planejamento estratégico sustentável;
- 2) sistema de gestão ambiental – ISO 14.000;
- 3) auditoria ambiental – ABNT;
- 4) educação e comunicação ambiental;
- 5) imagem e responsabilidade social corporativa (parcerias);
- 6) marketing verde – oportunidades ecológicas;
- 7) contabilidade e finanças ambientais;
- 8) projetos de recuperação e melhoria;
- 9) suprimentos certificados – capacitação de fornecedores;
- 10) riscos e doenças ocupacionais – CIPA;
- 11) qualidade total ambiental;
- 12) qualidade de vida, motivação, saúde ocupacional, entre outras.

Segundo Schenini (1999), as tecnologias do processo de Produção mais Limpa operacionais englobam, necessariamente:

- 1) estratégias básicas e balanços energéticos;
- 2) antecipação e monitoramento;
- 3) controle de poluição nos processos;
- 4) tecnologias de produtos;
- 5) logística de suprimentos;
- 6) tratamento e minimização;
- 7) descarte e disposição.

O SENAI (2003), inicia a implementação através de metodologia própria ou através de instituições que possam apoiá-la nesta tarefa. Um processo de implementação de Produção mais Limpa deverá seguir os seguintes passos conforme a Figura 7 descreve:

Figura 7: Passos para implementação de um programa de Produção mais Limpa



Fonte: SENAI, (2003).

2.2.6 Procedimentos relativos à Etapa 1

1) Visita técnica

O primeiro passo antes da implementação de um programa de Produção mais Limpa é a pré-sensibilização do público alvo, empresários, gerentes, setores administrativos e engenharia, através de visita técnica, fazendo a exposição de casos bem sucedidos, ressaltando seus benefícios econômicos e ambientais (SENAI, 2003).

2) Comprometimento gerencial

Para implantação de um programa de Produção mais Limpa, busca-se o comprometimento primeiramente da direção da empresa, pois será necessário recursos financeiros para a contratação de um profissional da área para dar explicações sobre o

programa de Produção mais Limpa. Para alcançar os objetivos do programa precisa-se também da sensibilização dos funcionários. Com isso sugerem-se cursos de capacitação e sensibilização para os colaboradores da empresa, abordando a metodologia da prática de Produção mais Limpa, que visa à redução na fonte dos resíduos e um consumo sustentável dos recursos. Nesta fase sugere-se, mais incentivo aos colaboradores que se adequem as novas exigências, como por exemplo, uma gratificação. A motivação deve ser constante, essa consciência servirá para superar barreiras comportamentais que poderiam comprometer sua evolução. Faz parte da rotina da Produção mais Limpa, reuniões de curto período no intuito de comunicar falhas e defeitos no processo produtivo, buscando melhorias (SENAI, 2003).

3) Identificação das barreiras

Obter o comprometimento geral dos colaboradores, interação entre os setores para a realização das atividades bem como o tempo determinado para a execução. O programa de Produção mais Limpa pode ser realizada independentemente da situação ambiental em que a empresa se encontra (SENAI, 2003).

4) Estudo da abrangência do programa

Para a amplitude do programa de Produção mais Limpa na empresa será necessário definir em conjunto com a empresa a abrangência do programa: incluirá toda a empresa ou iniciará apenas em um setor, o mais crítico (SENAI, 2003).

5) Formação do ECOTIME

O ecotime é um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa incluindo a parte administrativa e colaboradores, que tem como objetivo conduzir o método de Produção mais Limpa. O grupo deve ser formado por funcionários-chave, tendo um coordenador, que mantenha a direção da empresa informada sobre o desenvolvimento das atividades. É importante que sejam feitos treinamentos, para que os integrantes melhorem a capacitação técnica, explicando os principais problemas ambientais relacionados à empresa. A tarefa do ecotime é de repassar a metodologia aos demais funcionários da empresa. Após a identificação do grupo, deve-se estruturar um organograma funcional, que é um diagrama que

serve para identificar claramente quem são as pessoas responsáveis pelas atividades desenvolvidas na empresa. Trata-se de um instrumento muito útil para todos na etapa seguinte, que será a busca de informações (SENAI, 2003).

2.2.7 Procedimentos relativos à Etapa 2

1) Fluxograma do processo

Os integrantes do ecotime devem observar as formas de produção da empresa nas áreas internas e externas a fim de tomar consciência de todos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas que são gerados, bem como a identificação dos impactos ambientais e como esta a disposição e armazenagem dos resíduos sólidos. Identificar a situação de armazenagem de combustíveis, da estação de tratamento de efluentes, o setor de manutenção, almoxarifado e efetuar os caminhos das movimentações internas dos produtos intermediários que são fabricados em cada etapa. Após realizar um fluxograma com objetivo de perceber o caminho realizado pelo produto, resíduos e pessoas dentro da empresa (SENAI, 2003).

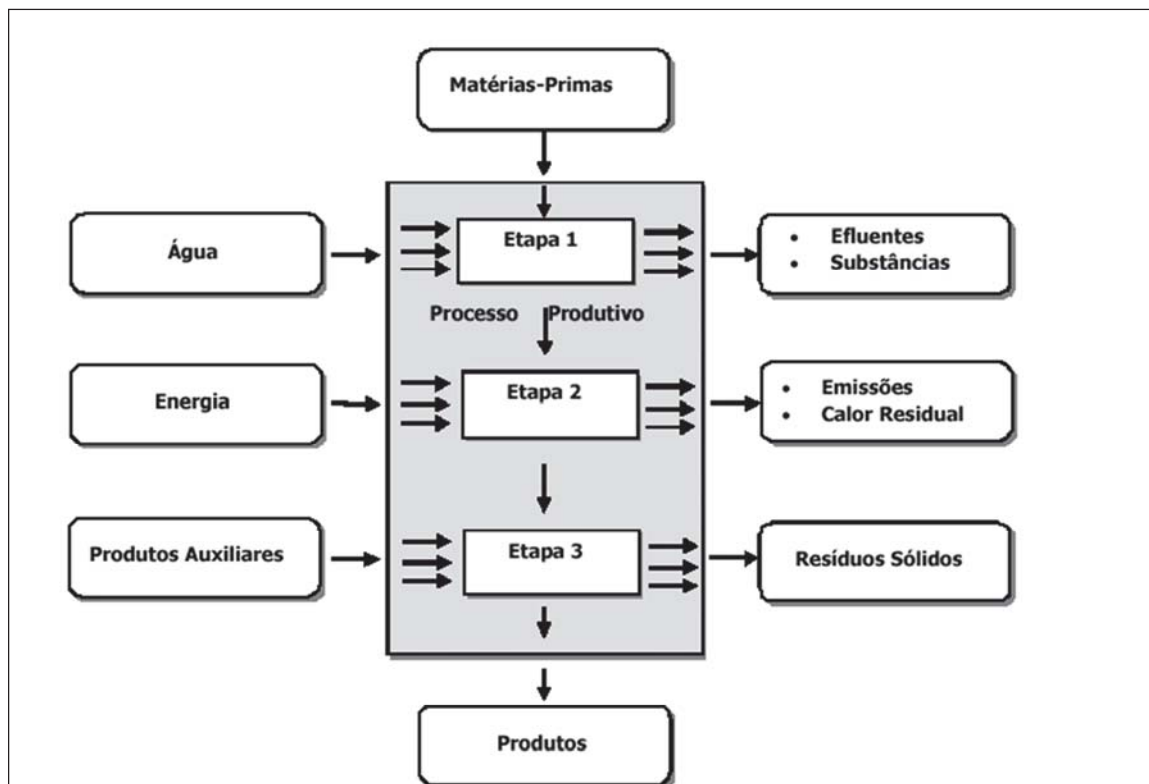
2) Diagnóstico ambiental dados de Entrada e Saída

O diagnóstico ambiental e de processo é parte essencial do trabalho, identificar para cada setor analisado quais as principais matérias-primas consumidas, demais insumos utilizados, que passariam a ser chamados de entradas, e os principais resíduos gerados, chamados de saídas, como exemplo as informações de entradas (matérias-primas, água energia e outros insumos), as informações de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), informações da situação ambiental da empresa, dados de estocagem, armazenamento e acondicionamento, devem ser realmente o que acontece na empresa. Será necessário levantar as informações que estão registrados em notas de compra de matérias-primas, material de escritório, produtos químicos e em contas de água e notas de quantidade de resíduos transportados (SENAI, 2003).

[...] as empresas que incorporam critérios de mensuração da *performance* ambiental no processo têm maior probabilidade de obter incrementos na sua *performance* ambiental do que as empresas que o fazem em menor grau [...] (YIN; SCHMEIDLER, 2009, p. 482).

É interessante termos as informações referentes às quantidades de resíduos gerados e os custos de disposição envolvidos, isto evidenciará noções exatas do que se gasta na empresa em estudo. A Figura 8 ilustra o fluxograma do diagnóstico ambiental e dados de entrada e saída (SENAI, 2003).

Figura 8: Diagnóstico ambiental e de processo



Fonte: SENAI, (2007).

3) Matriz de Leopold adaptado do DNIT (2006)

Não se tem dados concretos na bibliografia para avaliação final dos aspectos ambientais. O valor total para cada aspecto será definido pela administração da empresa em estudo que vai avaliar os principais aspectos e impactos ambientais com maior ou menor significância. Com base na bibliografia classifica-se os aspectos e impactos adotando pesos quantitativos em uma matriz, o que permite visualizar qual aspecto é mais significativo.

Desta forma, é possível identificar as principais atividades que apresentarem os aspectos ambientais mais significativos e direcionar os estudos a elas. Na área ambiental, é muito rara a precisão científica e a existência de dados exatos para comprovação do aspecto ambiental. Mas a partir dos aspectos pode-se determinar os possíveis impactos utilizando o método matricial de Leopold.

A Matriz mais conhecida e utilizada é a de Leopold, a partir dela muitas outras foram formuladas. É um método muito útil no processo de avaliação e descrição, porque possibilita o confronto entre os componentes ambientais e os componentes de projeto (DNIT, 2006).

Estas células matriciais são divididas em quatro campos, destinados à colocação dos valores dos atributos:

Célula matricial:

C	I
M	D

Fonte: DNIT, (2006).

Legenda:

C = caráter;

M = magnitude;

I = importância;

D = duração.

Para cada parâmetro de avaliação dos impactos corresponderá um símbolo, ou seja, um peso a ser lançado no respectivo campo. Geralmente são utilizadas as seguintes classificações para o símbolo representativo dos parâmetros de avaliação de impactos ambientais, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Valores de Caráter, Magnitude, Importância e Duração da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT(2006)

Atributo	Parâmetro de avaliação	Símbolo
Caráter	Benéfico	1
	Adverso	2
Magnitude	Grande	3
	Média	4
	Pequena	5
Importância	Significativa	6
	Moderada	7
	Não significativa	8
Duração	Curta	9
	Intermediária	10
	Longa	11

Fonte: DNIT, (2006).

Para a valoração dos atributos seguem as seguintes formas, segundo DNIT (2006).

a) Caráter:

- 1) Benéfico: para aqueles impactos que representam aspectos positivos na atividade do empreendimento;
- 2) Adverso: para os impactos negativos identificados com a atividade do empreendimento.

b) Magnitude:

- 1) Grande: impactos que abrangerão toda a Área de Influência Indireta;
- 2) Média: impactos identificados em algumas áreas de Influência Indireta;
- 3) Pequena: impactos que abrangerão apenas a Área de Influência Direta do empreendimento.

c) Importância:

- 1) Significativa: quando atinge fortemente os meios (físico, antrópico e biológico);
- 2) Moderada: quando o impacto atinge de forma razoável os meios;

3) Não significativa: quando atinge fracamente os meios.

d) Duração:

1) Longa: para àqueles impactos que continuarão ocorrendo após o término das atividades do empreendimento;

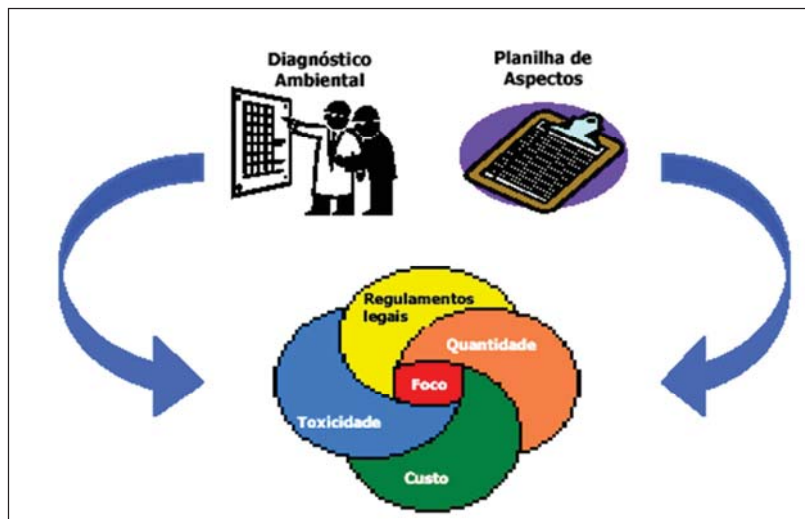
2) Intermediária: impactos que cessarão com o fim do período de atividade do empreendimento;

3) Curta: impactos que ocorrerão apenas em alguma fase da atividade do empreendimento.

4) Seleção do Foco da avaliação

Com as informações dos aspectos e dos impactos ambientais, através do método matricial de Leopold tem-se o diagnóstico ambiental que define o foco de trabalho. Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos. A Figura 9 demonstra as prioridades para seleção do foco de avaliação.

Figura 9: Prioridades para seleção do Foco de avaliação



FONTE: SENAI, (2007).

2.2.8 Procedimentos relativos à Etapa 3

De acordo com o SENAI (2007), a avaliação é realizada através dos dados de entrada e saída de materiais, consiste em identificar oportunidades de melhorias ou diagnosticar problemas no processo produtivo.

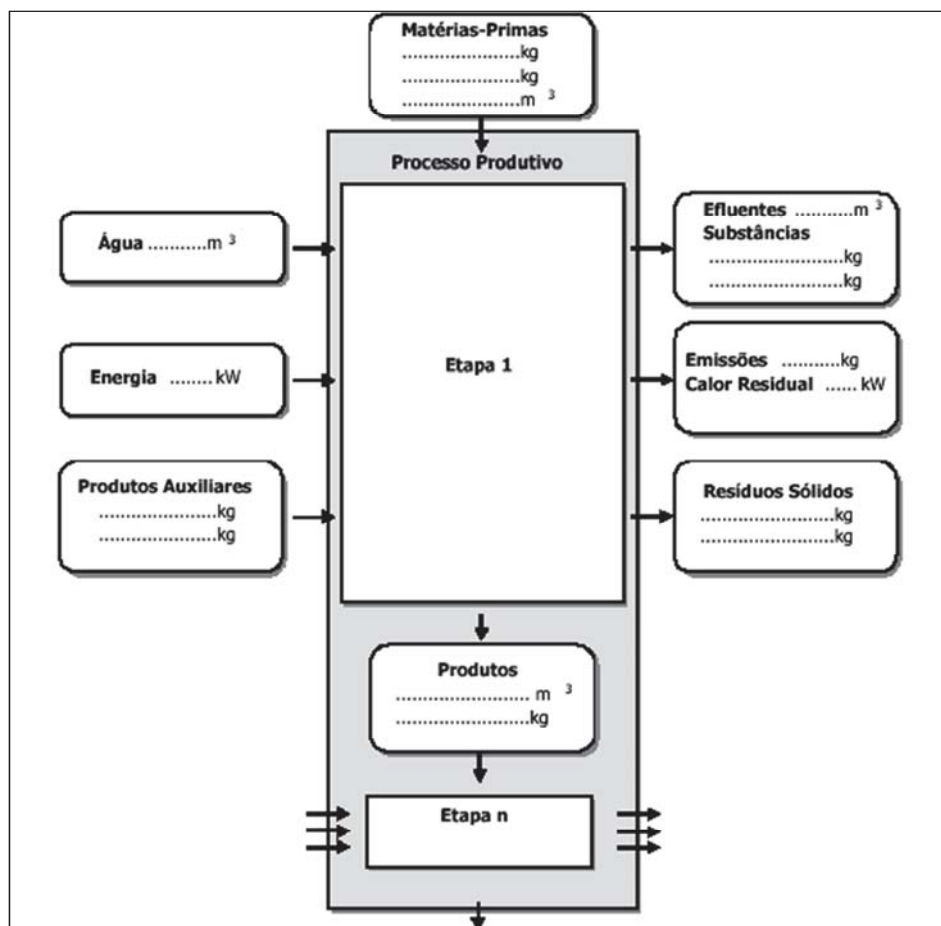
1) Entrada e Saída de materiais e indicadores

Baseado nessas informações, permitem uma análise antecipada dos principais problemas, ou seja, um diagnóstico antecipado, problema esse que pode ser solucionado com o auxílio da Produção mais Limpa.

2) Análise quantitativa de entradas e saídas e indicadores

Serão quantificados as entradas, matérias-primas, água, energia e outros insumos, também serão quantificados as saídas, resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas. A Figura 10 especifica a análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo.

Figura 10: Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo



Fonte: SENAI, (2007).

A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção mais Limpa implantadas. Serão analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção mais Limpa.

Os indicadores, segundo a *European Environment Agency*, (EEA, 2012), é uma medida geralmente quantitativa que pode ser usada para ilustrar e comunicar fenômenos complexos de maneira simples, fornecendo uma pista sobre assuntos significativos ou tornando perceptível uma tendência ou fenômeno que não é imediatamente observável.

Segundo Zobel, et al., (2002), definem desempenho ambiental como a informação analítica oferecida por um conjunto de indicadores que permite comparar vários setores em uma mesma empresa, ou várias empresas de uma indústria, com respeito a certos requisitos ambientais.

Segundo a FIESP (2012), para as indústrias a análise do desempenho ambiental se faz importante para que as mesmas busquem uma relação harmônica com o meio ambiente, essa relação contribui significativamente para a melhorias para as industrias, trazendo benefícios para a empresa, setor produtivo e produtos.

Em relação aos benefícios para as empresas, destaca-se a melhoria da imagem da empresa; minimização de riscos e desastres ambientais e geração de resíduos. No que diz respeito ao setor produtivo, este teria benefícios através de economias de matéria-prima e insumos, resultantes do processamento mais eficiente e da sua substituição, reutilização ou reciclagem; melhor utilização dos subprodutos.

3) Identificação das causas da geração de resíduos

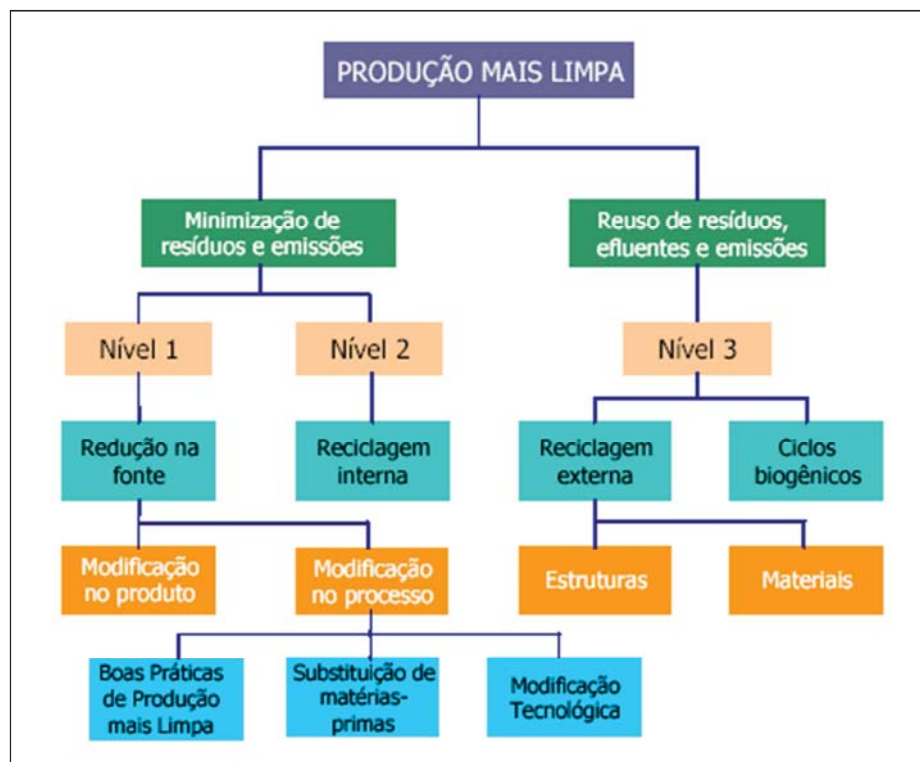
Com as informações levantados de entrada e saída de material (quantificação) serão avaliadas pelo ecotime as causas de geração dos resíduos na empresa e os principais fatores na origem dos resíduos e emissões.

4) Identificação do fluxograma da metodologia da produção mais Limpa

Segundo Johannes Fresner (1994), as principais prioridades da Produção mais limpa são a redução e a gestão dos resíduos industriais, evitar o desperdício, a reciclagem dentro e fora da empresa e finalmente tratar e eliminar estes resíduos.

Com base nas causas de geração de resíduos é possível aplicar estratégias visando atividades de Produção mais Limpa, a Figura 11 identifica essas opções.

Figura 11: Fluxograma da metodologia da Produção mais Limpa



Fonte: Adaptado de Johannes Fresner (1994, pg.1).

Deve ser dada prioridade a medidas que eliminem ou minimizem resíduos, efluentes e emissões no processo produtivo onde são gerados. O objetivo é encontrar medidas que evitem a geração de resíduos na fonte (nível 1). Estas podem incluir modificações tanto no processo de produção quanto no próprio produto. Sob o ponto de vista de resíduos, efluentes e emissões e levando-se em consideração os níveis e as estratégias de aplicação, a abordagem de Produção mais Limpa acontece de duas maneiras: através da minimização de resíduos (redução na fonte), efluentes e emissões ou através da reutilização de resíduos (reciclagem interna e externa), efluentes e emissões.

4.1) Modificações no processo

Conforme Araújo (2002), a alteração em um processo envolve várias técnicas que analisam o conjunto total de formas distintas e que poderão a ser implementadas na empresa em estudo.

1) *Housekeeping*: é uma técnica que ataca os pontos negativos e elimina as não conformidades, é uma reorganização, com baixo investimento e muita criatividade e será implementada na empresa em estudo conforme for detectada a necessidade.

2) Substituição de matérias-primas: essa análise baseia-se na busca pela melhoria continua consiste na identificação de materiais mais resistentes, atóxicas e com menor custo, será realizado um estudo e avaliada as possibilidades de adequação.

3) Mudanças tecnológicas: com os aumentos de demanda, faz-se necessário informatizar processos para minimizar os problemas na produção, serão avaliadas as necessidades para a empresa em estudo bem como, definidas as prioridades pela gestão.

4.2) Modificações no produto

Considerando uma alteração no produto, buscando a Produção mais Limpa para auxiliar na redução dos resíduos gerados analisamos as opções a seguir, conforme (ARAÚJO, 2002).

1) Substituição do produto: serão avaliados os produtos fabricados pela empresa e se for constatada a necessidade de substituição, esta será realizada. Com esta ação busca-se uma melhoria no processo ou redução de riscos ambientais, acidentais ou de custo.

2) Alteração do desenho: serão analisados os produtos da empresa em estudo e serão propostas alterações quando necessárias, no intuito de ter-se uma Produção mais Limpa e que não haja má utilização dos insumos.

3) Reciclagem interna “nível 2”: será realizado estudo de reaproveitamento de resíduos, que não podem ser eliminados da produção, será necessário a criação de processos auxiliares na empresa em estudo, minimizando custos com eliminação e destinação necessária.

4) Reciclagem externa “nível 3”: analisadas as possibilidades de modificação no processo e modificação no produto (nível 1) e reciclagem interna (nível 2), será realizada uma análise da reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, ou

seja, através da reciclagem externa (nível 3). Adotaremos medidas internas que viabilize uma reciclagem externa dos resíduos, como a segregação de resíduos na fonte. Entende-se que se um resíduo não tem valor “para mim”, pode ter valor “para outro”.

5) É importante ressaltar que a priorização deve ser feita em conjunto com a alta gerência, pois são eles que determinam o planejamento estratégico da empresa, assim como a sua disponibilidade financeira e tecnológica para mudanças nos processos produtivos e/ou produtos (ARAÚJO, 2002).

2.2.9 Procedimentos relativos à Etapa 4

1) Avaliação técnica, ambiental e econômica

A avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de Produção mais Limpa levantadas visa o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos através da não geração, minimização, reciclagem interna e externa (SENAI, 2007).

Na avaliação técnica é importante considerar:

- a) impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;
- b) testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;
- c) experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;
- d) todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;
- e) necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.

Na avaliação ambiental é importante considerar:

- a) a quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- b) a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados e verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;
- c) a redução na utilização de recursos naturais.

Na avaliação econômica é importante considerar:

- a) os investimentos necessários;

- b) os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- c) a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

2) Seleção de oportunidades viáveis

Os resultados encontrados durante a atividade de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo grupo de trabalho.

Baseado em Schenini (1999), serão abordadas as tecnologias de Produção mais Limpa sob o aspecto operacional, as quais compreendem: estratégias básicas e entradas e saídas; controle de poluição nos processos; tecnologias de produtos; logística de suprimentos; tratamento e minimização; descarte e disposição. Durante o desenvolvimento deste trabalho se verificará quais destes aspectos operacionais será viável abordar.

2.2.10 Procedimentos relativos à Etapa 5

1) Plano de implementação e monitoramento

Segundo SENAI (2007), é importante considerar:

- a) as especificações técnicas detalhadas;
- b) o plano adequado para reduzir tempo de instalação;
- c) itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- d) a instalação cuidadosa de equipamentos;
- e) a realização do controle adequado sobre a instalação;
- f) a preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Deve ser planejado o sistema de monitoramento das medidas a serem implantadas. Nesta etapa é essencial:

- a) quando devem acontecer as atividades determinadas;
- b) quem é o responsável por estas atividades;

- c) quando são esperados os resultados;
- d) quando e por quanto tempo monitorar as mudanças;
- e) quando avaliar o progresso;
- f) quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- g) quando a gerência deve tomar uma decisão;
- h) quando a opção deve ser implantada;
- i) quanto tempo deve durar o período de testes;
- j) qual é a data de conclusão da implementação.

Se dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados. Conforme descreve a Figura 12:

Figura 12: Estágio da implementação do plano de monitoramento



Fonte: SENAI, (2007).

Esses estágios precisam ser descritos em uma proposta que apresente os objetivos, recursos, instalações, material, funcionários qualificados, logística, escala de horários, duração e custo geral.

2) Plano de continuidade

Após a aplicação das etapas o processo de Produção mais Limpa pode ser considerado como implementado. Neste momento é importante não somente avaliar os resultados obtidos,

mas, sobretudo, criar condições para que o processo tenha sua continuidade assegurada através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

Conforme Araújo (2002), os indicadores implantados na produção permitem uma análise mais consistente e precisa, do que os indicadores ambientais que podem ser absolutos como o consumo dos insumos energia e água. Os indicadores nos processos identificarão os pontos críticos e determinarão alterações no desempenho, desperdícios e perdas de produção que causam danos na operação como um todo. Os indicadores financeiros serão desenvolvidos através de uma linguagem técnica, será associada a valores em moeda corrente, essa análise permitirá que a empresa em estudo verifique os benefícios econômicos que a implantação da Produção mais Limpa agrega para a organização.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo está descrito o processo metodológico para a realização deste estudo, abordando a descrição do local escolhido e a classificação da pesquisa.

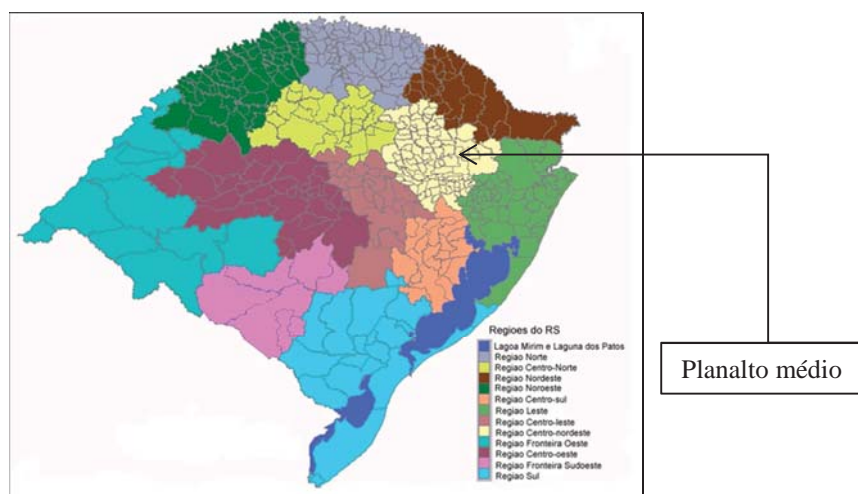
A localização do objeto de pesquisa expõe a área de ação para o estudo de caso específico, fornecendo uma ideia geral quanto à localização, a empresa envolvida, sendo que o numero de colaboradores entrevistados foram 10 envolvendo os setores administrativos, de fabricação e vendas, durante todo o desenvolvimento da pesquisa conforme foram surgindo duvidas no desenvolvimento das atividades de Produção mais Limpa.

O processo metodológico foi desenvolvido através de etapas, estas de acordo com a complexidade e quando necessárias, divididas em fases. O desenvolvimento foi definido por meio de procedimentos para atingir cada objetivos propostos.

3.1 Caracterização da Empresa em Estudo

A empresa em estudo iniciou suas atividades em 2003 e tem como atividade principal a fabricação de caçambas basculante de aço carbono, como atividade secundária faz a reforma e executa manutenções em caçambas já instaladas, sua capacidade produtiva é de 21 caçambas por mês. Está situada e localizada no Planalto médio do estado do Rio Grande do Sul conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 - Empresa em estudo do Planalto médio



Fonte: Adaptado de: NUTEP/UFRGS, (2012).

Em 2010, houve um aumento na demanda por caçambas basculantes de aço carbono em função das vantagens operacionais apresentadas por este modelo quando comparada as carrocerias de madeira, com isso a empresa necessitava expandir sua linha de montagem. Em buscas de novas alternativas para o processo produtivo, buscando instalações adequadas surgiu o projeto da atual unidade de fabricação. Em 2011 início desta pesquisa, foi realizado o diagnóstico na empresa para as duas plantas designadas, a antiga fabrica possui área construída de 499 m² e área total de 1200 m² e as novas instalações possuem área construída de 2110 m² e área total de 6000 m². As Figuras 14 e 15 apresentam a vista aérea da empresa em estudo na fabrica antiga e nas novas instalações.

Figura 14 - Foto antiga da empresa em estudo



Fonte: Empresa em estudo,(2012).

Figura 15 - Foto atual da empresa em estudo



Fonte: Empresa em estudo, (2012).

Na fabrica antiga bem como nas novas instalações o quadro funcional é composto por aproximadamente quarenta funcionários exercendo funções técnicas, administrativas e operacionais.

A empresa enquadra-se, como uma empresa de médio porte, de acordo com a classificação da portaria nº 065/2008, de 18 de dezembro de 2008 da FEPAM. Tem capacidade produtiva para atender uma demanda mensal de fabricação de vinte e uma caçambas de aço carbono. A Figura 16 apresenta os dois tipos de caçambas que são os principais produtos da empresa.

Figura 16 - Modelos de caçamba basculante

(a) Caçamba basculante agrícola

(b) Caçamba basculante terraplenagem



Fonte: Próprio autor,(2012).

3.2 Classificação da Pesquisa

Uma das preocupações básicas dos pesquisadores está relacionada com as questões metodológicas de suas pesquisas, e a explicação sobre as características específicas dos procedimentos adequados para a realização da pesquisa proposta.

Gil (1999) apresenta uma classificação da pesquisa, porém adota o seguinte referencial: classificação das pesquisas com base em seus objetivos e classificação com base nos procedimentos técnicos adotados.

1) classificação com base nos objetivos - três grandes grupos: pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas;

2) classificação com base nos procedimentos técnicos adotados (pois, para analisar os fatos do ponto de vista empírico, para confrontar a visão teórica com os dados da realidade, é necessário traçar o modelo conceitual e também o operatório): pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa ex-pos-facto, levantamento, estudo de caso e pesquisa-ação.

Utiliza-se para este trabalho a classificação proposta por Silva e Menezes (2005), que é baseada na estrutura de classificação proposta por Gil (1999), e classifica-se como:

a) Pesquisa aplicada: tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e envolve interesses locais. Neste trabalho foi levantado e analisados dados relacionados ao processo de fabricação na empresa em estudo para a elaboração de propostas de melhorias de implementação do processo de produção mais limpa.

b) Pesquisa qualitativa: do ponto de vista da forma de abordagem do problema, pois os dados deste trabalho não foram todos traduzidos em números, mas analisados indutivamente. A coleta e análise de dados referente à implementação do processo de produção mais limpa na fabricação de caçambas basculantes, foram elaboradas propostas de atividades sustentáveis para a gestão destes impactos para a empresa em estudo.

c) Pesquisa explicativa: sob o ponto de vista dos seus objetivos, este trabalho busca proporcionar maior familiaridade com o assunto relativo a produção mais limpa. Envolve pesquisa bibliográfica, entrevistas com pessoas relacionadas ao problema pesquisado e a análise de exemplos que auxiliam na sua compreensão. Esta classificação também está de acordo com Köche (1997), que afirma que o objetivo fundamental de uma pesquisa explicativa é o de descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer.

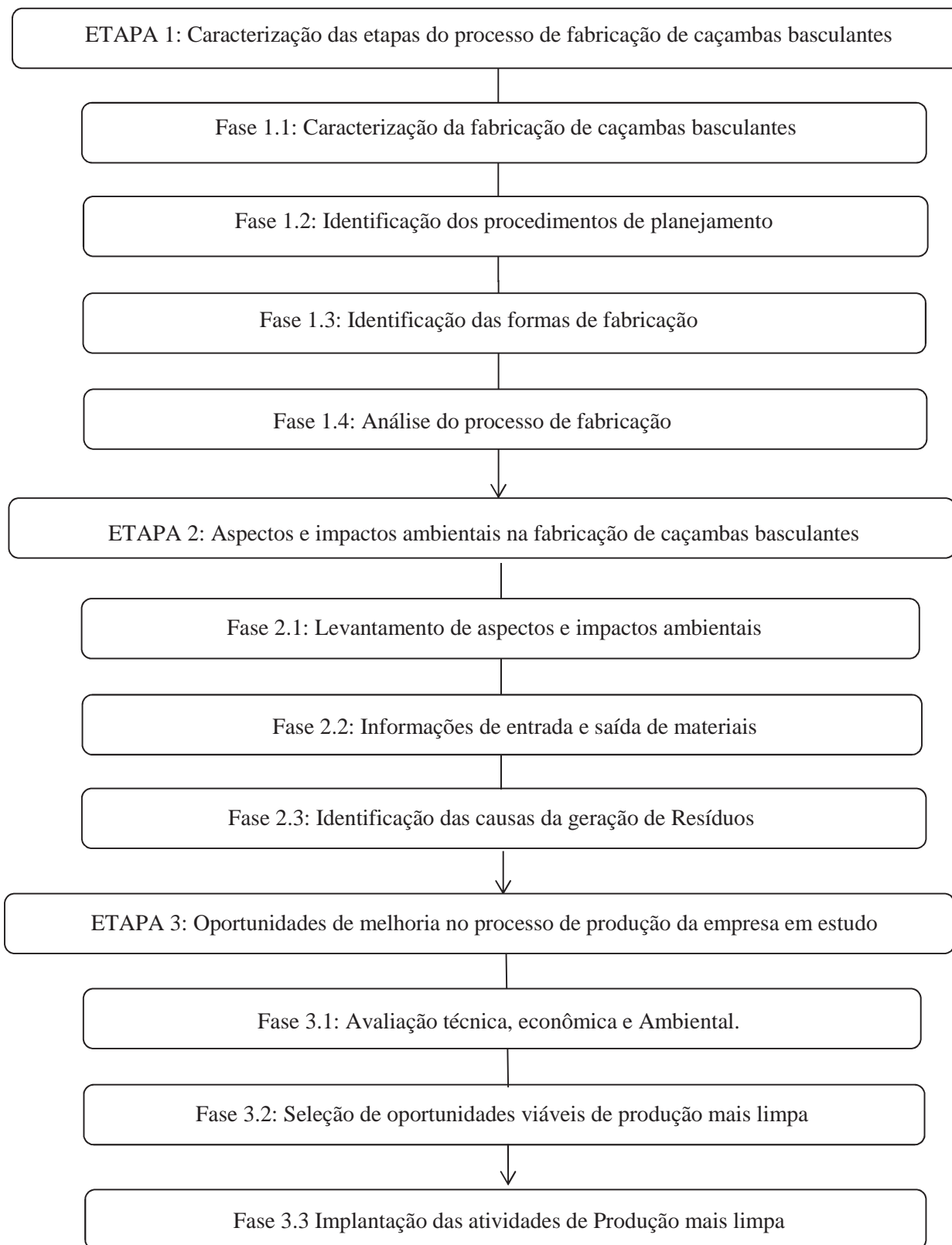
d) Pesquisa estudo de caso: envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1999). O estudo de caso pode abranger análise de exame de registros, observação de acontecimentos, entrevistas estruturadas e não-estruturadas ou qualquer outra técnica de pesquisa. Seu objetivo pode ser um indivíduo, um grupo, uma organização, um conjunto de organizações, ou até mesmo uma situação. A maior utilidade do estudo de caso é verificada nas pesquisas explicativas. A coleta de dados geralmente é feita por mais de um procedimento, entre os mais usados estão: a observação, análise de documentos, a entrevista e a história da vida (GIL, 1999). Este trabalho se utilizou desta metodologia, para obter características específicas e técnicas que são adaptadas para as condições da empresa em estudo, os quais foram consideradas no andamento da pesquisa.

3.3 Procedimento Metodológico

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento da pesquisa seguem a estrutura do

fluxograma da Figura 17, os quais foram utilizados para obter-se os resultados que atenderão aos objetivos específicos propostos.

Figura 17 - Procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Próprio Autor, (2012).

A seguir apresenta-se o procedimento metodológico no qual para cada fase da pesquisa detalha-se conforme a estrutura do fluxograma da Figura 17.

3.3.1 Caracterização das etapas do processo de fabricação de caçambas basculantes

3.3.1.1 Caracterização da fabricação de caçambas basculantes

Nesta fase inicial, foram coletadas informações da empresa em estudo onde avaliou-se os principais modelos de produtos fabricados pela empresa. A identificação foi através de visitas e entrevistas junto a gerência e a área técnica da empresa, a coleta de informações foi realizada objetivando identificar quais modelos de produtos representam a maior demanda de pedidos para a fabricação de caçambas basculantes.

A identificação dos procedimentos foi descrita na forma de texto, figuras e seguiu os seguintes passos:

- 1) visitas à empresa;
- 2) entrevista com à gerência;
- 3) entrevista com à área técnica;
- 4) coleta de relatórios e informações sobre os produtos fabricados pela empresa.

3.3.1.2 Identificação dos procedimentos de planejamento da empresa e dos produtos

Foram coletadas informações com o objetivo de verificar a forma como é realizado o planejamento e a fabricação das caçambas. A identificação foi realizada através de visitas e entrevistas junto à gerência e a área técnica da empresa, através de coletas de informações e relatórios, que teve como objetivo, identificar os procedimentos adotados para o planejamento da fabricação de caçambas basculantes.

A identificação dos procedimentos foi descrita na forma de texto, fluxogramas e figuras e seguirá os seguintes passos:

- 1) visitas à empresa;
- 2) entrevista com à gerência;
- 3) entrevista com à área técnica;
- 4) coleta de relatórios e informações sobre produção.

As informações referentes aos procedimentos de planejamento seguiu o seguinte roteiro:

- a) histórico de atuação da empresa;
- b) qual o setor que realiza o planejamento?
- c) quando o planejamento é realizado?
- d) como o planejamento é realizado?
- e) como é realizada a comunicação no planejamento?
- f) como são gerados os documentos no planejamento?
- g) quais documentos são gerados no planejamento?
- h) como são coletados os relatórios e documentos no planejamento?

3.3.1.3 Identificação das formas de fabricação

Para identificar as formas de fabricação das caçambas, foram realizadas visitas à empresa com objetivo de entrevistar a gerência, o corpo técnico e os colaboradores envolvidos diretamente nas tarefas de fabricação. Também, foram realizadas coletas de informações, através de relatórios, e registros fotográficos.

A identificação dos procedimentos foi descrita na forma de texto, fluxograma e figuras, e compreendeu os seguintes passos:

- a) visita à empresa;
- b) entrevista com a gerência;
- c) entrevista com a área técnica;
- d) entrevista com colaboradores da fábrica;
- e) coleta de relatórios e dados;
- f) registros fotográficos.

As informações identificadas referente aos procedimentos de fabricação realizados pela empresa em estudo seguem o roteiro:

- a) quais são os setores do processo de fabricação?
- b) como é realizada a comunicação no processo de fabricação?
- c) como são gerados os documentos?
- d) quais documentos são gerados?
- e) são realizados registros fotográficos do processo de fabricação?

3.3.1.4 Análise do processo de fabricação

Foi realizado a análise do atual processo de planejamento e fabricação das caçambas basculantes. A análise foi realizada através das informações coletadas, de documentos fornecidos pela empresa e também através de pesquisas de trabalhos já publicados sobre este assunto.

As informações foram descritas através de texto, fluxograma, figuras, entre outras formas gráficas, para que possam elucidar os processos de fabricação, onde serão identificados os casos que poderão ser adequados e servir para este estudo.

As informações analisadas referentes ao processo de planejamento e fabricação de caçambas foi baseado na análise das informações contidas em relatórios, documentos, registros fotográficos, análise à normas técnicas, em trabalhos já publicados.

3.3.2 Aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas basculantes na empresa em estudo

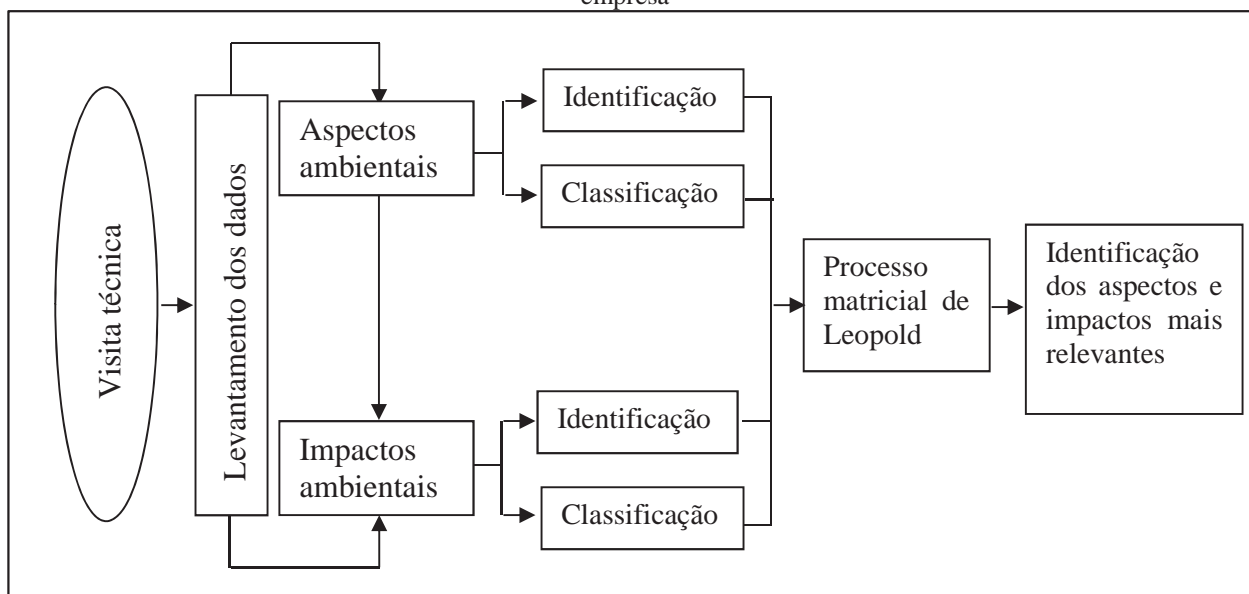
3.3.2.1 Levantamento de aspectos e impactos ambientais

Para a avaliação dos aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas basculantes da empresa em estudo foi utilizado textos e fluxogramas. Para a identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais utilizou-se o método matricial de Leopold. Segundo a metodologia adotada e adaptada pelo DNIT (2006), a qual busca calcular um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, dando origem a um somatório para cada aspecto ambiental nos setores da empresa. Estas informações foram mensuradas e quantificadas pelo próprio autor da pesquisa por nota de prioridade, para que pudessem ser definidas em função dos custos de mitigação pela gerência da empresa em estudo.

A avaliação dos impactos foi realizada através da análise dos fluxogramas do processo com isso, foram levantados indicadores ambientais, estes dados possibilitaram a avaliação dos impactos ambientais do processo produtivo da empresa. O referido estudo definiu quais as prioridades para implementar-se um programa de produção mais limpa na empresa em estudo.

A Figura 18 apresenta o fluxograma da estrutura metodológica utilizado para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais na empresa em estudo.

Figura 18 - Fluxograma da estrutura metodológica para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais na empresa



Fonte: Próprio autor, (2012).

3.3.2.2 Informações Entradas e Saídas de materiais e indicadores ambientais

As informações de entrada e saída de material e indicadores foram realizados com base na análise de informações de entrada e saída e mensuradas com o auxílio de uma balança de pesagem de caminhões para medição de massa. Também se utilizou uma balança de precisão de menor capacidade até 40 kg para se efetuar as medições nos componentes de forma individual.

As informações foram realizadas a partir das visitas in loco na empresa. Estas foram utilizadas no levantamento de desperdício gerado pelos setores e que passam despercebidos pela gestão.

3.3.3 Oportunidades de melhoria no processo de fabricação da empresa em estudo

3.3.3.1 Avaliação técnica, econômica e ambiental

Nesta etapa da pesquisa realizou-se uma avaliação técnica, econômica e ambiental dos processos de fabricação da empresa em estudo. Para tanto se utiliza das informações de entrada e saída e a partir destas foi possível determinar os custos dos resíduos gerados, o tempo necessário para pagar a implementação de atividades de Produção mais Limpa no

processo de fabricação, para reduzir os índices de desperdício e a baixa eficiência de alguns processos de fabricação na utilização dos recursos naturais. Esta avaliação seguiu o seguinte roteiro:

- a) levantamento do custo dos resíduos, custos ambientais;
- b) levantamento dos custos para implementação das atividades de produção mais limpa;
- c) ganhos estimados com a implementação das atividades de produção mais limpa;
- d) tempo necessário para retornar o investimento com a implementação das atividades de produção mais limpa.

3.3.3.2 Seleção de oportunidades viáveis de Produção mais Limpa

A seleção de oportunidades de Produção mais Limpa foi analisada considerando-se os custos, ganhos econômicos e ambientais. Foram formulados quadros, tabelas contendo o custo específico para oportunizar a atividade de produção mais limpa chegando a um resultado que expresse a redução de custos, com isso, reduzir os desperdícios.

A gestão definirá a prioridade conforme o roteiro:

- a) seleção de atividades de Produção mais Limpa em curto prazo com pouco investimento;
- b) seleção de atividades de Produção mais Limpa em médio prazo com retorno em até 1 ano;
- c) Seleção de atividades de Produção mais Limpa em longo prazo com retorno em até 5 anos;

Através destes procedimentos a empresa em estudo poderá desenvolver as atividades de Produção mais Limpa na fabricação de caçambas basculantes, buscando resultados que expressem a redução de impactos ambientais, desperdícios no processo de fabricação e a conscientização ambiental, por parte da empresa em estudo.

3.3.3.3 Implementação das atividades de Produção mais Limpa na empresa em estudo

Nesta fase apresentou-se para a empresa as atividades de Produção mais Limpa sugeridas para minimizar os impactos ambientais no processo de fabricação de caçambas, a partir da avaliação da gestão, a empresa definiu prioridades para a implementação das atividades de Produção mais Limpa nos setores da empresa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

São apresentados os resultados obtidos da pesquisa realizada com o embasamento no processo metodológico adotado.

Os resultados apresentados e analisados seguem a sequência e as definições do procedimento metodológico, no qual para cada etapa e fase da pesquisa detalham-se os itens quantificando com o propósito em alcançar os objetivos específicos da pesquisa.

4.1 Caracterização das etapas do processo de fabricação de caçambas

A empresa em estudo é fabricante de caçambas basculante de aço carbono. Os principais modelos produzidos são a caçamba basculante agrícola e a caçamba basculante para terraplenagem.

Caçamba Basculante Agrícola: é um equipamento desenvolvido para transporte de grãos tipo milho, trigo, arroz, construído em aço carbono, possibilita alta capacidade de transporte e com grande resistência mecânica.

Caçamba basculante para Terraplenagem: é um equipamento desenvolvido para transporte de terra, pedras, também fabricadas em aço carbono, mas em função da sua aplicação possibilitam menor capacidade de transporte quando comparada com a agrícola, se faz necessário um equipamento de menor tamanho, mais ágil, que possibilite a realização de trabalhos em locais de difícil acesso.

Esta etapa esta dividida em quatro fases como segue:

4.1.1 Caracterização da Fabricação de Caçambas Basculantes

Para um melhor entendimento da pesquisa fez-se necessário buscar informações referentes ao planejamento da fabricação de caçambas basculantes nos anos anteriores ao atual de 2012. Estas informações relatam que a cada ano a produção de caçambas basculantes aumenta e este aumento de produção é definido pelas demandas mercadológicas, facilidade de financiamentos e linhas de crédito que a atual política agrícola vem desenvolvendo em nosso país. Outro fator importante e que pode ser considerado é a substituição da frota de carrocerias de madeira pelas caçambas basculantes de aço. Esta substituição envolve questões

ambientais, devido à escassez da madeira por ser um recurso natural e também por questões tecnológicas. As atuais caçambas basculantes de aço carbono possibilitam uma maior eficiência no descarregamento, enquanto nas carrocerias de madeira se faz necessário remover o ângulo de acomodação de grãos, conhecido como talude natural, com o auxílio de operadores. Já as caçambas basculantes confeccionadas em aço carbono possuem um sistema de levantamento hidráulico que possibilita que este equipamento se incline a um ângulo correspondente de 80°, não permanecendo resíduos de material sobre a caçamba em situação de trabalho, possibilitando um ganho em tempo de operação. A Figura 19 (a) ilustra uma caçamba basculante de madeira e a Figura 19 (b) uma caçamba basculante de aço carbono.

Figura 19 - Tipos de caçamba fabricadas.

(a) Caçamba de madeira



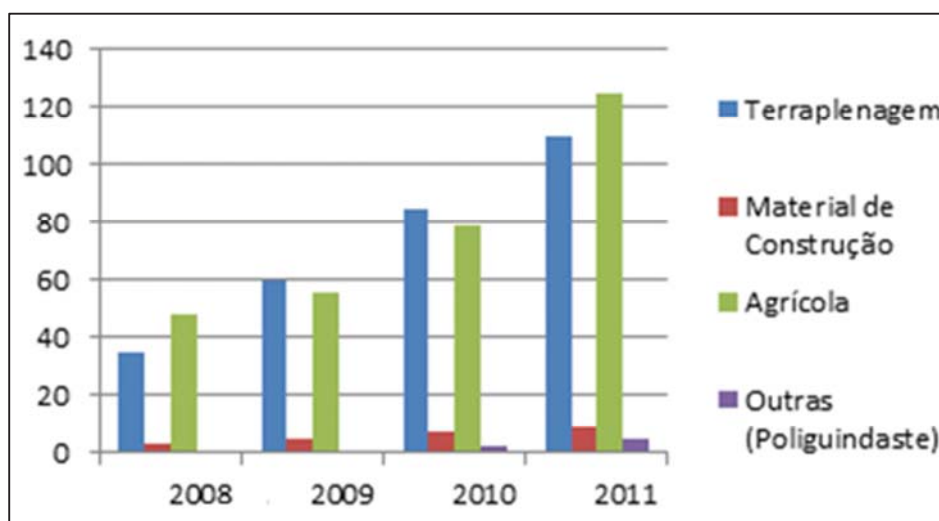
(b): Caçamba basculante de aço carbono



Fonte: Próprio autor, (2012).

As demandas de fabricação dos anos de 2008 a 2011 são ilustradas na Figura 20.

Figura 20- Quantidade de caçambas basculantes fabricadas pela empresa em estudo 2008 a 2011

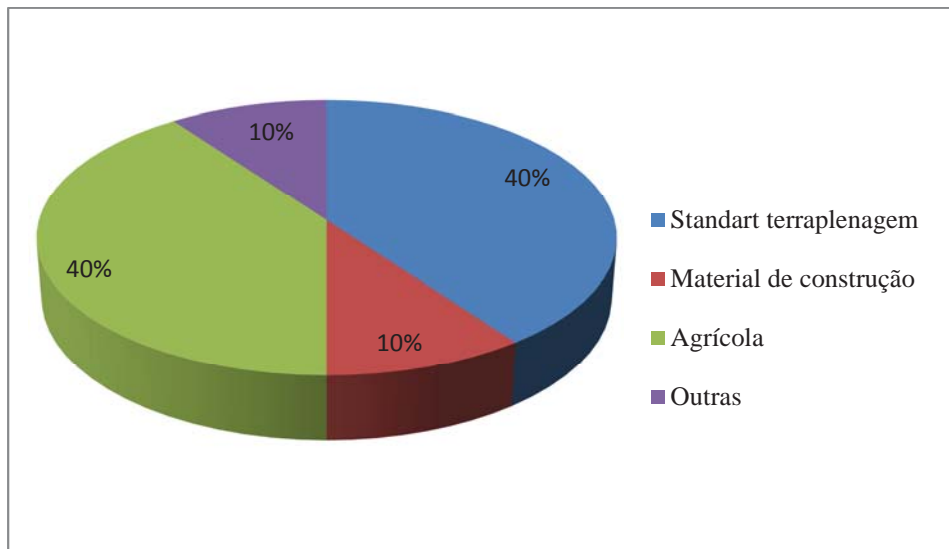


Fonte: Próprio autor, (2012).

Observa-se na Figura 20, crescimento ano a ano da capacidade produtiva, fazendo-se necessários mais infraestrutura, mais recursos humanos e maior tecnologia agregada no produto para atender as demandas mercadológicas.

A empresa tem uma capacidade instalada de produzir uma caçamba por dia. Os principais modelos produzidos são descritos conforme figura 21.

Figura 21 - Percentual de caçambas basculantes fabricadas pela empresa em estudo em 2012.



Fonte: Próprio autor, (2012).

A basculante agrícola representa (40% dos pedidos), a standart para terraplenagem (também 40%) e a basculante de material de construção, bem como, outros modelos (poliguindaste) representam (10%) dos pedidos.

4.1.2 Identificação dos procedimentos de planejamento

Os procedimentos adotados para o planejamento do processo de fabricação da empresa atual foram definidos historicamente pela metodologia da fabrica antiga. Estes procedimentos são utilizados e definem o planejamento em curto prazo, médio e longo prazo.

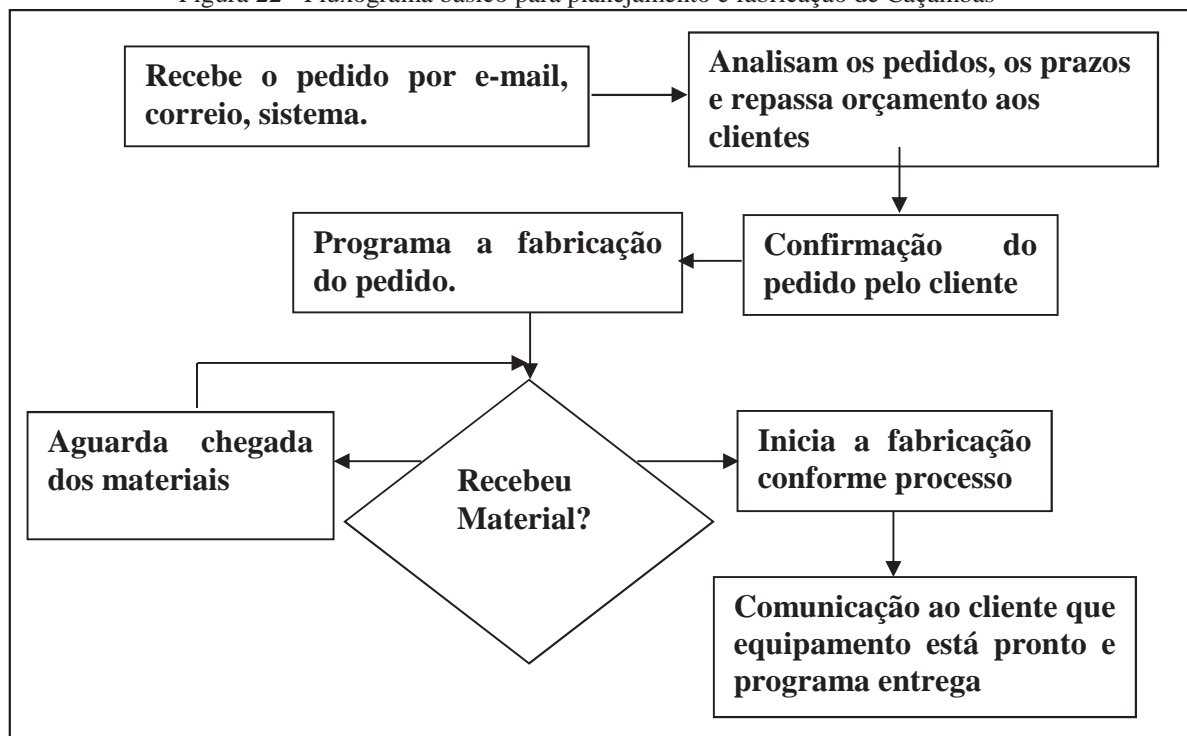
1) Curto Prazo: são as manutenções que a empresa realiza em equipamentos já fabricados e possíveis reformas conforme necessidades dos clientes. Geralmente são executadas numa linha de montagem auxiliar do processo de fabricação denominada na empresa em estudo, de mecânica, de manutenção.

2) Médio Prazo: são equipamentos vendidos a clientes, com mais de 80% dos componentes do produto em estoque, ou componentes terceirizados e entregues pelos fornecedores em tempo menor de 15 dias úteis.

3) Longo Prazo: são caçambas basculantes produzidas num período de sessenta dias, onde necessitam de quarenta e cinco dias úteis para programação de todos os componentes.

A área técnica da empresa é quem elabora o planejamento para a fabricação das caçambas basculantes, é composta por três colaboradores, sendo que dois destes atuam diretamente e indiretamente no processo de fabricação das caçambas basculantes, de acordo com o fluxograma da figura 22.

Figura 22 - Fluxograma básico para planejamento e fabricação de Caçambas



Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 23 (a) e (b) apresentam o local de trabalho na fábrica antiga e nas novas instalações da área técnica da empresa, onde é realizado o planejamento, os romaneios de fabricação, compra de materiais e as especificações técnicas de projeto.

Figura 23 - Local de trabalho da sala de planejamento

(a) fabrica antiga

(b) novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

Ao receber uma solicitação de compra de uma caçamba basculante a área técnica analisa a solicitação e a viabilidade da mesma. Após é realizado um pré-projeto que define o orçamento e este é repassado para o cliente. A Figura 24 ilustra uma parte da planilha de orçamentos de pedidos para a fabricação de caçambas basculantes.

Figura 24: Cabeçalho da planilha de orçamentos

CLIENTE			N.º O. S.		LOJA
					OFICINA
N.º PEÇA	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNITÁRIO	TOTAL	

Fonte: Próprio autor, (2012).

Após a confirmação do pedido pelo cliente, é avaliado seu cadastro junto ao Serasa. E após esta confirmação de crédito é definido o projeto técnico e confirmado o valor do orçamento conforme as especificações técnicas caracterizadas no projeto mecânico.

A partir da confirmação da venda o orçamento passa a ser um pedido onde são geradas as listas de peças, também chamadas de romaneio para compra de itens adquiridos. São geradas as listas de peças fabricadas na empresa para atender a demanda de pedidos

designadas no processo produtivo com o nome de ordens de serviço conforme ilustrado na Figura 25.

Figura 25 - Planilha da ordem de serviço da empresa em estudo

ORDEM DE SERVIÇO	
Cliente: _____	CEP: _____
Endereço: _____	Fax: _____
Cidade: _____	Telefone: _____
Condição: _____	Data Abert.: _____
CNPJ/CPF: _____	
Produto: _____	Peça: _____
Ano: _____	Chassis: _____
Marca: _____	Motorista: _____
SERVIÇO A SER EXECUTADO	

Fonte: Próprio autor, (2012).

A lista de peças ou romaneio de processo de fabricação para os itens produzidos esta apresentado conforme figura 26.

Figura 26 - Planilha de lista de peças ou romaneio da empresa em estudo

CACAMBA AGRICOLA PISINIO PROMIAL 7000x1400x2600	
TRAVESSA DO CHAVIS $\begin{matrix} 45 & 45 \\ 105 & 50 \end{matrix}$ TOTAL 525 x 1 Pc C/MPA 8,00	TRAVESSA PEQUENA $\begin{matrix} 40 & 40 \\ 90 & 50 \end{matrix}$ TOTAL 150 x 14 Pc C/MPA 3,75
CHAVIS $\begin{matrix} 62 & 62 \\ 204 & 62 \end{matrix}$ TOTAL 328 x 2 Pc 1200 C/MPA 8,00	MÃO FRANCESA $\begin{matrix} 135 \\ 135 \end{matrix}$ 375 15 Pc CADA LADO C/MPA 3,75
SOBRE CHAVIS $\begin{matrix} 74 & 74 \\ 130 & 64 \end{matrix}$ TOTAL 298 x 2 Pc 550 C/MPA 1,1	ASSALHO $\begin{matrix} 135 \\ 225 \end{matrix}$ 1300 TOTAL 1420 x 2 Pc 1000 C/MPA 3,55
EMBALADO CHAVIS CHAVIS TOTAL 225 x	

Fonte: Próprio autor, (2012).

Após ser gerada a lista de peças é cadastrado o pedido do cliente possibilitando o gerenciamento e o controle do pedido. A Figura 27 apresenta o modelo utilizado pela empresa em estudo.

Figura 27: Planilha do gerenciamento do pedido da empresa em estudo

PEDIDO	
Cliente :	
endereço:	
Condição :	
cnpj/cpf :01354177088	
Produto :CAÇAMBA	cea
Telefone:	data:07-11-2011

DESCRIÇÃO
CAÇAMBA BASCULANTE STANDER 13 CUBICOS COD NIEV 029 CAT N° 0137/08

Fonte: Próprio autor, (2012).

Concluído o processo de fabricação é emitida a nota fiscal pela área técnica da empresa. Para regularização da documentação das caçambas basculantes, faz-se necessário um laudo técnico de um engenheiro mecânico o qual é terceirizado pela empresa. Após a vistoria do equipamento por este profissional, é emitido a anotação de responsabilidade técnica – ART.

Os documentos gerados durante o processo de fabricação tramitam da área técnica para a área de fabricação, retornando no final do processo com a entrega técnica do produto e arquivamento dos documentos.

4.1.3 Identificação das formas de fabricação

A fabricação de caçambas basculantes é baseada em uma linha de fabricação de fluxo contínuo. O processo inicia no corte de materiais conforme especificações técnicas em máquina operatriz do modelo guilhotina e dobra de materiais. A máquina guilhotina efetua o corte dos materiais de aço, através da aplicação de uma força de corte de duas lâminas que atuam simultaneamente contra o material, ocasionando posteriormente o corte do material conforme medida definida no projeto. A dobradeira aplica uma força de compressão contra o

material, definindo características técnicas pré-definidas no projeto. A Figura 28 (a) e (b) ilustram os equipamentos de corte e dobra de materiais.

Figura 28 - Equipamentos de corte e dobra de materiais.

(a) Guilhotina



(b) Dobradeira



Fonte: Próprio autor, (2012).

A montagem do chassi, assoalho e laterais das caçambas basculantes são unidas pelo processo de solda MAG, sigla utilizada para o processo GMAW, (abreviatura do inglês por *gás metal arc welding*), que é a designação normatizada pela AWS, (*American Welding Society*), para a soldagem de aços carbono e baixa liga. O processo GMAW- MAG especifica a proteção gasosa é feita por um gás ativo, que interagem com a poça de fusão, normalmente CO₂, dióxido de carbono. Utiliza-se gases compatíveis e arames na mesma composição da matéria-prima que garantem a união e a resistência mecânica solicitada. A soldagem pontear é a primeira etapa da soldagem utilizado para unir os componentes e estes formarão os conjuntos com a utilização de gabaritos para garantir o dimensional desejado, mas esta primeira etapa não garante para a caçamba a resistência final solicitada em trabalho. A soldagem estrutural é a segunda etapa do processo de soldagem. Nesta, a solda é realizada conforme as especificações técnicas garantindo ao equipamento resistência mecânica a aplicação definida pela área de engenharia da empresa. A limpeza da solda é realizada manualmente com picaretas e é realizada uma pré-avaliação pelo coordenador do setor no intuito de corrigir possíveis falhas na soldagem. A Figura 29 ilustra o processo de soldagem GMAW - MAG da empresa em estudo.

Figura 29 - Soldagem GMAW-MAG da empresa em estudo



Fonte: Próprio autor, (2012).

O processo por jato de granalha é um processo mecânico no qual a superfície metálica é submetida ao impacto de um jato de microesferas de aço com dimensional aproximado de 1mm a alta velocidade. Este processo é utilizado para limpar o material metálico da caçamba e eliminar possíveis corrosões superficiais que o aço possa conter devida a exposição do material a umidade relativa do ar.

Este processo combina a remoção de contaminantes e à produção de rugosidade provinda de melhoria de aderência para a tinta em uma única operação. A Figura 30 ilustra o processo de jato de granalha da empresa.

Figura 30 - Jato de granalha da empresa em estudo.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Na etapa da pintura é aplicada a primeira camada de tinta designada como fundo anticorrosivo ou primer, esta deve ser aplicada logo após o jato de granalha e serve como camada protetora para o aço. Após aplica-se a pintura esmalte, com cor definida pelo cliente e

pré-especificada na ordem de serviço. São necessárias duas aplicações de tinta na caçamba, garantindo a aderência e qualidade, conforme especificações. A secagem é realizada ao ar ambiente, não se tem estufas de secagem na empresa. A caçamba é deslocada para a área de expedição e retoques, aonde são montados os adesivos reflexivos, placa de identificação e numeração conforme legislação vigente. A Figura 31 (a) e (b) ilustra o setor de pintura da empresa.

Figura 31 – Setor de pintura da empresa.

(a) Pintura primer



(b) Pintura esmalte

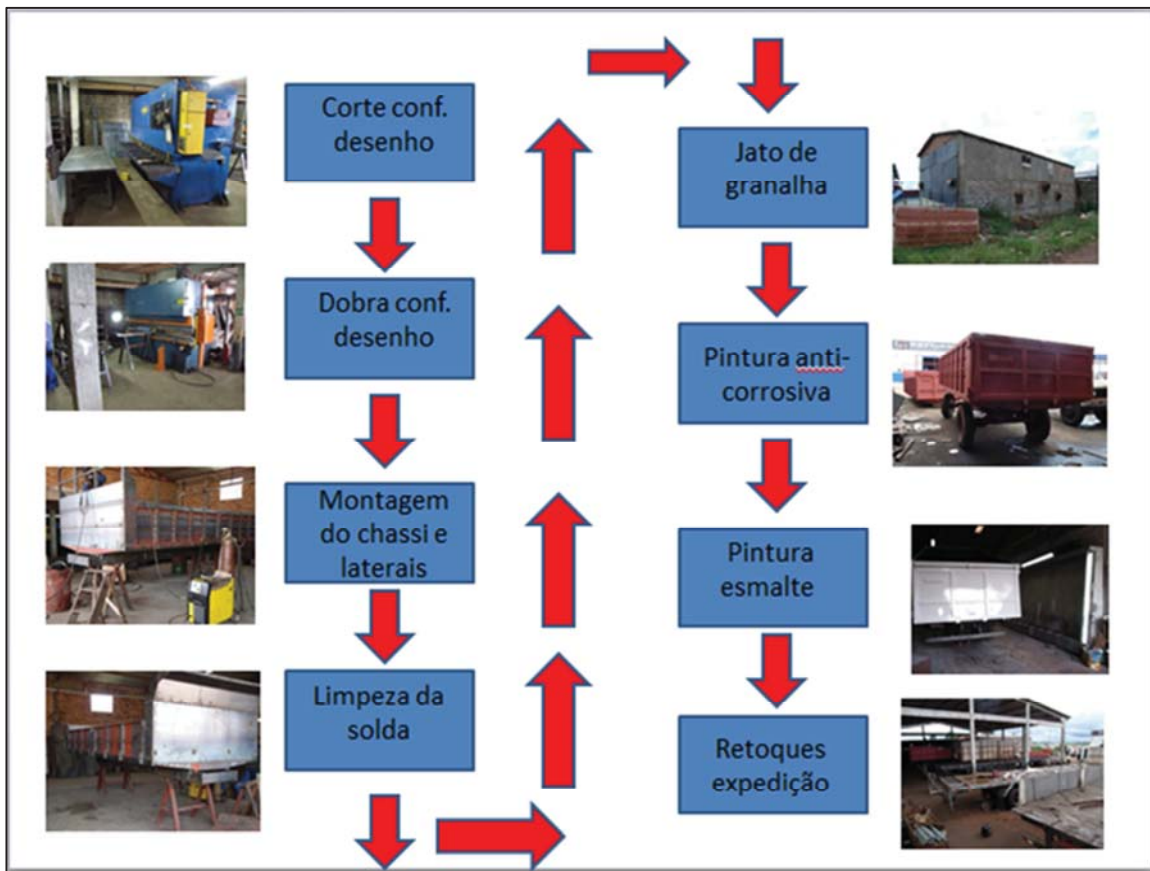


Fonte: Próprio autor, (2012).

A área técnica efetua a vistoria visual e a vistoria funcional juntamente com o cliente. É agendada a vistoria técnica junto ao INMETRO. Emite-se a nota fiscal conforme numeração pré-definida no pedido, efetua-se a Anotação de Responsabilidade Técnica ART e de posse dos documentos o cliente é encaminhado com o equipamento para o órgão credenciado do INMETRO, para a vistoria e ensaios rodoviários.

Durante o processo de fabricação, a comunicação é realizada na forma verbal e escrita, através das instruções dos coordenadores e dos diretores que tramitam na linha de fabricação coordenando as tarefas. A Figura 32 descreve as formas de fabricação de uma caçamba basculante na fabrica antiga para a empresa em estudo.

Figura 32 - Formas de fabricação de caçambas basculantes na fabrica antiga da empresa em estudo

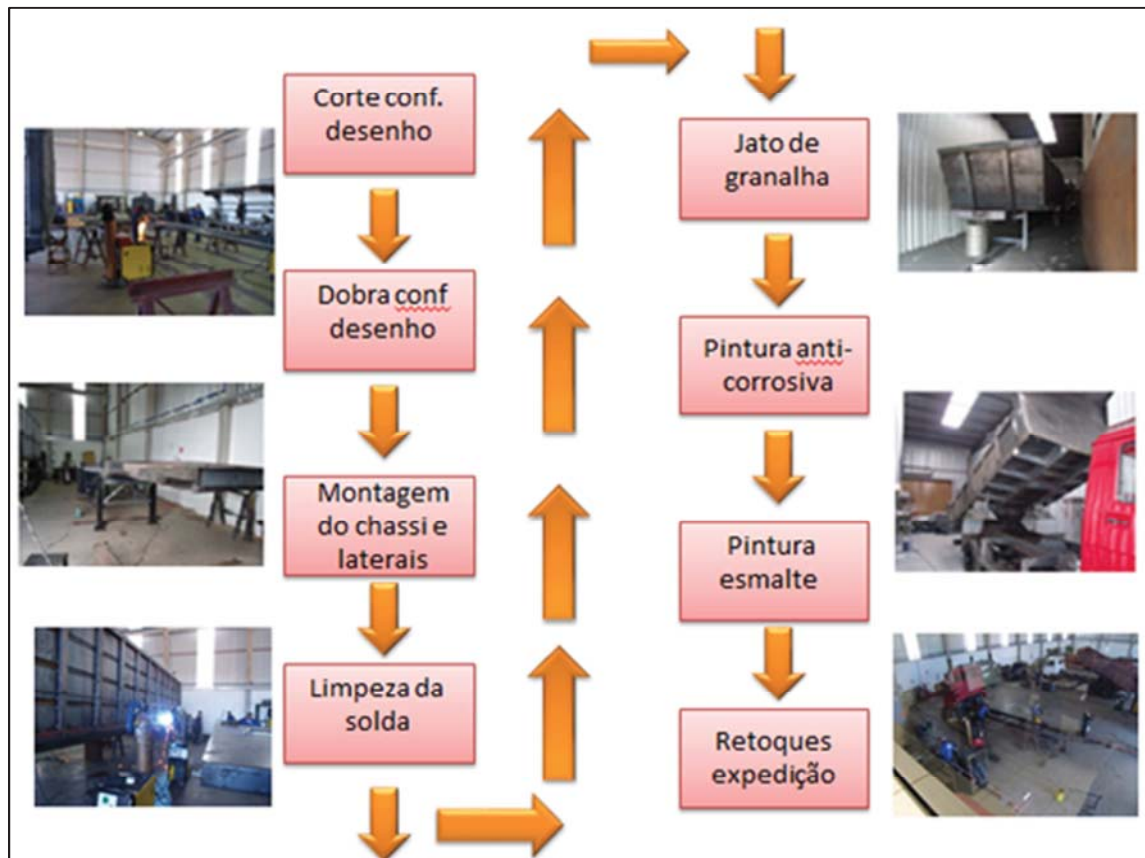


Fonte: Próprio autor, (2012).

Todos os documentos gerados partem da área técnica e da área de planejamento conforme as necessidades do cliente. Os documentos geralmente são: uma cópia da ordem de serviço que discrimina as tarefas a serem executadas em cada caçamba, uma lista de peças fabricada ou romaneio, e uma lista adquirida de terceiros que será montada em cada equipamento conforme a especificação do pedido. São utilizados registros fotográficos durante o processo de fabricação para serem utilizados na confecção de manuais técnicos que acompanham o produto e orientam o cliente com relação às manutenções dos equipamentos.

A Figura 33 descreve as formas de fabricação de uma caçamba basculante nas novas instalações da fabrica para a empresa.

Figura 33 -Formas de fabricação de caçambas basculantes nas novas instalações da empresa em estudo



Fonte: Próprio autor, (2012).

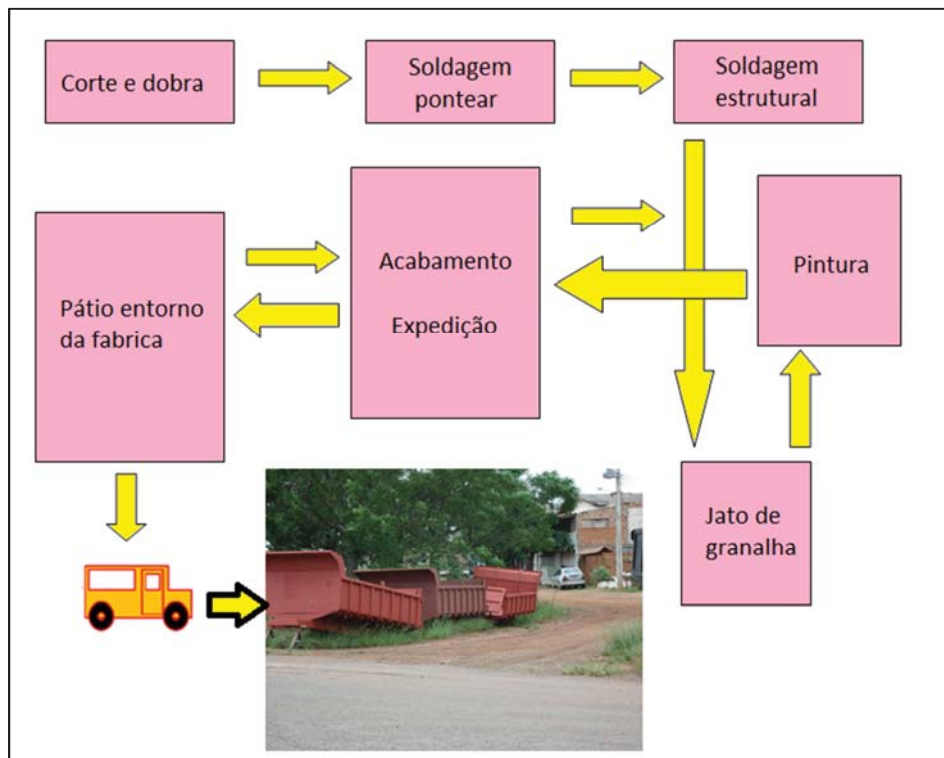
Os procedimentos de fabricação nas novas instalações são os mesmos da fabrica antiga, nota-se que como as áreas internas são maiores possibilitam uma melhor adequação dos processos de fabricação. Os documentos gerados na fabrica antiga e nas novas instalações também partem da área técnica e da área de planejamento, conforme as necessidades do cliente. Os documentos geralmente são: uma cópia da ordem de serviço que descreve as tarefas a serem executadas em cada caçamba, uma lista de peças fabricadas ou romaneio e uma lista adquirida de terceiros que será montada em cada equipamento conforme a especificação do pedido. São utilizados registros fotográficos durante o processo de fabricação com utilidade na confecção de manuais técnicos que acompanham o produto e orientam o cliente com relação às manutenções dos equipamentos.

4.1.4 Análise do processo de fabricação

No planejamento e na fabricação de caçambas basculantes, os procedimentos de planejamento ainda são confeccionados de forma manual, constatando a existência de perda de tempo durante a programação dos componentes.

O processo de fabricação na fabrica antiga, gerava perdas, devido à inadequação do leiaute. As caçambas basculantes não têm um fluxo contínuo na linha de montagem e onera perdas por movimentação. Observando o diagrama da Figura 35, verifica-se que a caçamba sai da área de soldagem e é movimentada até a área de jato de granalha, deslocando-se aproximadamente noventa metros em linha reta e depois retorna para dentro da linha de fabricação distante 45 metros até a cabine de pintura primer, gerando gargalos produtivos e interrompendo o fluxo. Em função deste procedimento inadequado gera um maior tempo de movimentação com isso os fluxos das caçambas tem perdas e não é contínuo. Isto também ocorre na secagem e na pintura esmalte, tornando estes setores também gargalos produtivos. A Figura 34 descreve estes procedimentos decorrentes do layout do processo de fabricação da fabrica antiga.

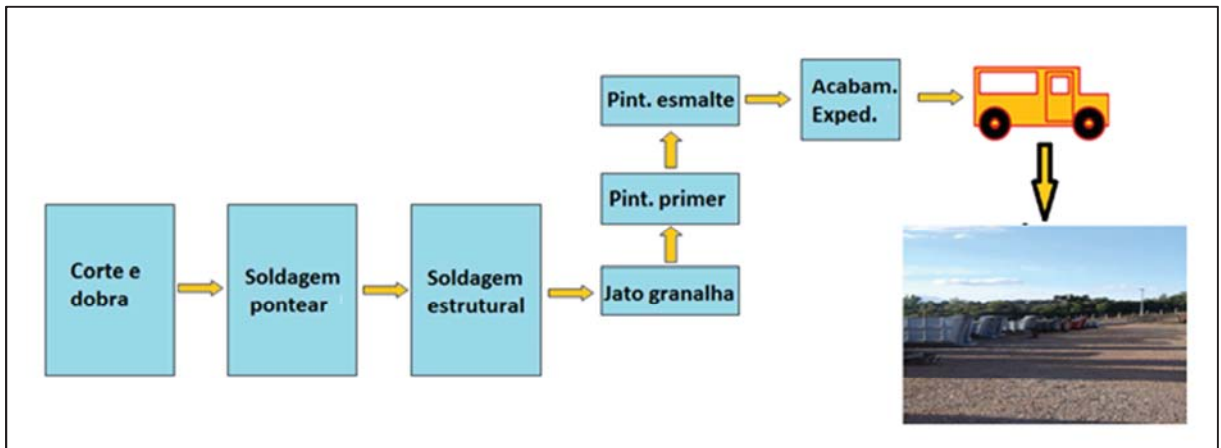
Figura 34 - Fluxo do processo de fabricação da fabrica antiga da empresa



Fonte: Próprio autor, (2012).

A fabricação de caçambas basculantes nas novas instalações apresenta um layout em linha de produção, podendo ser observado conforme Fluxograma da Figura 35. A nova linha de fabricação apresenta menor tempo de produção devido à movimentação ser mais contínua ao longo do percurso.

Figura 35 - Fluxo do processo de produção nas novas instalações da empresa



Fonte: Próprio autor,(2012).

4.2 Aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas na empresa

4.2.1 Levantamento de Aspectos e Impactos ambientais

A partir da aplicação do método matricial de Leopold, são apresentados os resultados obtidos no processo de fabricação de caçambas basculantes. Os setores industriais desenvolvem as seguintes atividades, conforme descreve o Quadro 3.

Quadro 3: Setores Industriais e atividades na empresa em estudo

Estamparia	Corte e dobra
Soldagem	Ponteamto e estrutural
Pintura	Primer e esmalte
jateamento	Jato de granalha
Montagem	Instalação

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.2.1.1 Processo matricial de Interação setor de estamparia

O método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), aplicado na empresa classificou os impactos ambientais de acordo com Quadro 4. Definindo um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, gerando um somatório para cada aspecto ambiental no setor da empresa. A pontuação total levantada no setor da estamparia teve um valor significativo de 2.922 pontos.

Quadro 4: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006) estamparia

PROCESSO MATRICIAL DE LEOPOLD ADAPTADO PELO DNIT (2006)																					
Setor industrial – Estamparia atividade industrial – Corte e dobra																					
Legenda da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006):																					
Benéfico 1		Adverso 2		Grande 3		Médio 4		Pequeno 5		Significativo 6		Moderado 7		Não significativo 8		Curto 9		Intermediário 10		Longo 11	
Carater		Importância		Magnitude		Duração															
ASPECTO IMPACTO	Contaminação do Solo		Contaminação da água		Ocupação do aterro		Poluição atmosférica		Aumento dos índices de ruídos		Incômodo para vizinhança		Desvalorização do entorno		Alteração dos recursos naturais		SOMATÓRIO		TOTAL		
	Energia elétrica	2	7	1	7	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	7	16	61	186	
5		9	5	9	5	9	5	9	5	9	5	9	5	9	3	9	38	72			
Estopas com óleo	2	6	2	6	2	6	1	8	2	8	2	7	2	6	2	6	16	53	176		
	3	10	3	9	4	10	5	9	5	9	5	10	3	10	3	10	31	77			
Fumo metálico	2	8	2	8	2	8	2	6	2	8	2	7	2	7	2	8	16	60	184		
	5	9	5	9	5	9	3	10	5	9	4	9	4	9	4	9	35	73			
Graxa	2	7	2	7	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	7	16	61	185		
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	5	9	5	9	4	10	34	74			
Limalha de ferro	2	7	2	8	2	7	2	6	2	7	2	8	2	8	2	8	16	59	183		
	4	10	4	9	5	9	4	10	3	10	5	9	4	9	4	9	33	75			

Continua...

Continuação dos quadros....

Lixas usadas	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73	
Luvas com óleo	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	55	176
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	4	9	3	10	3	10	30	75	
Madeira	2	7	2	7	2	7	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	58	184
	5	9	5	9	3	10	5	9	5	9	5	9	4	10	3	10	35	75	
Óleo SAE 68	2	7	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	7	16	62	188
	4	9	4	9	5	9	5	9	5	9	5	9	5	9	5	9	38	72	
Panos mecânicos	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	6	16	54	178
	3	10	3	10	3	10	5	9	5	9	5	10	3	10	3	10	30	78	
Papelaço	2	7	2	8	2	7	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	59	184
	4	9	4	9	3	10	5	9	5	9	4	10	4	10	4	10	33	76	
Plástico (filmes)	2	7	2	8	2	7	2	8	2	8	2	8	2	8	2	7	16	61	187
	5	9	5	9	5	10	5	9	5	9	4	9	4	9	4	9	37	73	
Resíduo de aço	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	6	2	6	2	6	16	53	177
	3	10	3	10	5	9	5	9	4	10	3	10	3	10	4	10	30	78	
Ruídos	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	6	2	7	2	8	16	57	181
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74	
Solvente	2	7	2	7	2	8	2	7	2	8	2	8	2	8	2	8	16	61	188
	5	9	5	9	5	9	4	9	5	9	5	9	5	9	5	9	39	72	
Vibrações	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	8	2	8	2	8	16	60	187
	5	9	5	9	5	9	4	10	4	10	4	9	5	9	5	9	37	74	
Valor total do setor industrial - Estamparia																		2922	

Fonte: Próprio autor, (2012).

Na Tabela 1, nota-se que a diferença do aspecto ambiental mais significativo (lixas usadas) pelo menos significativo (solvente) é de 12 pontos.

O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração. Pelo somatório de cada aspecto ambiental pode-se classificar o valor total exibido na Tabela 1, ou seja, os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 176 são classificados como significativos e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 188 são classificados como não significativos. O somatório desses aspectos para o setor industrial de estamparia pode ser comparada com outras atividades da empresa em estudo. Com o somatório final pode-se comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos para adotar procedimento de minimização.

Tabela 1: Classificação dos aspectos ambientais no setor de estamparia pelo método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

Setor Industrial – Estamparia		
Atividade industrial – Corte e dobra		
Descrição do Aspecto	Valor Total	Classificação
Lixas usadas	176	Significativo
Luvas com óleo	176	Significativo
Estopas com óleo	176	Significativo
Resíduos de aço	177	Significativo
Panos mecânicos com óleo	178	Significativo
Ruídos	181	Significativo
Limalha de ferro	183	Significativo
Fumo metálico	184	Não Significativo
Madeira	184	Não Significativo
Papelão	184	Não Significativo
Graxa	185	Não Significativo
Consumo de energia elétrica	187	Não Significativo
Plástico (filmes)	187	Não Significativo
Vibrações	187	Não Significativo
Óleo lubrificante (SAE 68)	188	Não Significativo
Solvente	188	Não Significativo
Valor total	2922	

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Tabela 1 descreve a classificação das atividades industriais da empresa, no setor da estamparia relacionado a cada aspecto ambiental, foi encontrado um valor total no final da classificação, representando o somatório dos quadrículos de cada aspecto e impacto ambiental exibido no processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006).

É possível direcionar os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Os resultados obtidos são válidos para a fábrica antiga como para as novas instalações, pois a planta de fabricação teve alteração mas os processos permanecem os mesmos.

4.2.1.2 Avaliações do processo matricial no setor da estamparia

Através de avaliação realizada na empresa observou-se que tanto para a fábrica antiga como para as novas instalações o setor de estamparia apresenta grande quantidade de resíduos sólidos, estes resíduos são decorrentes de um processo de fabricação artesanal, que apresenta gargalos produtivos e acaba comprometendo a organização da empresa em estudo.

A Figura 36 (a) e (b) ilustram a área da estamparia da empresa em estudo na fábrica antiga e nas novas instalações.

Figura 36- Setor de estamparia

(a) Fabrica antiga



(b) novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

Como resultado do método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), aplicado no setor da estamparia, tem-se a valoração dos impactos para o setor da estamparia a critério do procedimento metodológico quais impactos devem ser estudados:

- 1 - resíduo de aço;
- 2 - panos com óleo;
- 3 - estopa com óleo;
- 4 - limalha de ferro;
- 5 - lixas usadas;
- 6 – ruído.

Através do 5s a empresa em estudo pretende armazenar temporariamente os resíduos sólidos gerados no processo de fabricação.

4.2.1.3 Processo matricial de Interação setor pintura

O Quadro 5 classifica os impactos ambientais para o setor de pintura de acordo com o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), tendo em vista, um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, gerando um somatório para cada aspecto ambiental para o setor. A pontuação total levantada no setor de pintura teve um valor significativo de 1.974 pontos.

Quadro 5: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais do setor de pintura matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

PROCESSO MATRICIAL DE LEOPOLD ADAPTADO PELO DNIT (2006)																			
Setor industrial – Pintura Atividade industrial – pintura primer e pintura esmalte																			
Legenda da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006):																			
ASPECTO / IMPACTO	Contaminação do Solo		Contaminação da água		Ocupação do aterro		Poluição atmosférica		Aumento dos índices de ruídos		Incômodo para vizinhança		Desvalorização das áreas do entorno		Alteração dos recursos naturais		SOMATÓRIO	TOTAL	
Consumo de energia elétrica	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	6	2	7	2	8	16	57	181
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74	
Ruídos	2	8	2	8	2	8	2	6	2	8	2	7	2	7	2	8	16	60	184
	5	9	5	9	5	9	3	10	5	9	4	9	4	9	4	9	35	73	
Vibrações	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	8	2	8	2	8	16	60	187
	5	9	5	9	5	9	4	10	4	10	4	9	5	9	5	9	37	74	
Tinta	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	177
	3	10	3	10	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	74	
Solvente	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	177
	3	10	3	10	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	74	
Retalhos de lixas	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	6	16	54	178
	3	10	3	10	3	10	5	9	5	9	5	10	3	10	3	10	30	78	
Fundo Anti-corrosivo	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	177
	3	10	3	10	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	74	
Panos mecânico	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	6	16	54	178
	3	10	3	10	3	10	5	9	5	9	5	10	3	10	3	10	30	78	
Embalagem Tinta	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	6	16	54	178
	3	10	3	10	3	10	5	9	5	9	5	10	3	10	3	10	30	78	
EPI's	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	6	2	7	2	8	16	57	181
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74	
Fumo metálico	2	7	2	7	2	7	2	7	2	7	2	7	2	8	2	8	16	58	176
	3	10	3	9	4	9	4	10	3	9	3	9	4	9	4	9	28	74	
Valor total do setor industrial - Pintura																		1974	

Fonte: Próprio autor, (2012).

Na tabela 2, nota-se que a diferença do aspecto ambiental mais significativo (fumo metálico) pelo menos significativo (vibrações) é de 11 pontos.

O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração. Pelo somatório de cada aspecto ambiental classificou-se o valor total exibido na Tabela 2. Os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 176 são classificados como significativos e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 187 são classificados como não significativos. O somatório desses aspectos para o setor de pintura pode ser comparada com outras atividades da empresa. Com o somatório final pode-se comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos para adotar procedimentos de minimização, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos aspectos ambientais para setor de pintura pelo método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

Setor industrial – Pintura		
Atividade industrial – Pintura primer e esmalte		
Descrição do aspecto	Valor total	Classificação
Fumo metálico	176	Significativo
Tinta	177	Significativo
Solvente	177	Significativo
Fundo Anti-corrosivo	177	Significativo
Retalho de lixas	178	Significativo
Panos mecânicos	178	Significativo
Embalagem de Tinta	178	Significativo
EPIs	181	Significativo
Consumo de Energia	181	Significativo
Ruídos	184	Não Signif.
Vibrações	187	Não Signif.
Valor total	1974	

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Tabela 2 descreve a classificação das atividades industriais da empresa, relacionando a cada aspecto ambiental, encontrou-se um valor total no final da classificação, representando o somatório dos quadrículos de cada aspecto e impacto ambiental exibido no processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006). É possível direcionar os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Os resultados obtidos são válidos para a fábrica antiga como para as novas instalações, pois a planta de fabricação teve alteração mas os processos permanecem os mesmos.

4.2.1.4 Avaliações dos processos matriciais no setor da pintura

Através da avaliação que se realizou na empresa, observa-se que tanto para a fábrica antiga como para as novas instalações o setor de pintura apresenta efluente líquidos e resíduos sólidos. O setor de pintura da empresa utiliza a cabine de pintura para efetuar a pintura com fundo anticorrosivo ou primer e a pintura final com tinta esmalte. A Figura 37 ilustra o setor de pintura da fábrica antiga da empresa.

Figura 37 - Pintura primer, esmalte e resíduos de tinta fabrica antiga
(a) Pintura Primer (b) Pintura esmalte



Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 38 ilustra o setor de pintura da empresa nas novas instalações.

Figura 38 - Cabine primer e esmalte novas instalações
(a) Pintura primer novas instalações (b) Pintura esmalte novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

O método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), aplicado no setor de pintura ranqueia os impactos a critério do procedimento metodológico de quais impactos devem ser estudados:

- 1 – fumo metálico;
- 2 – tinta;
- 3 – solvente;
- 4 – fundo anti-corrosivo;
- 5 – lixas e panos mecânicos;
- 6 – embalagens de tinta.

4.2.1.5 Processo matricial de Interação setor soldagem

O Quadro 6 classifica os impactos ambientais para o setor industrial de soldagem de acordo com o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), tendo em vista, um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, gerando um somatório para cada aspecto ambiental no setor. A pontuação total levantada no setor de soldagem teve um valor significativo de 1.242 pontos.

Quadro 6: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais do setor de soldagem pela matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

PROCESSO MATRICIAL DE LEOPOLD ADAPTADO PELO DNIT (2006)																																													
Setor industrial – Soldagem																																													
Atividade industrial – Soldagem ponteameto e estrutural																																													
Legenda da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006):																																													
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td>Benéfico</td><td>1</td></tr> <tr><td>Adverso</td><td>2</td></tr> </table> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td>Significativo</td><td>6</td></tr> <tr><td>Moderado</td><td>7</td></tr> <tr><td>Não significativo</td><td>8</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td>Carater</td><td>Importância</td></tr> <tr><td>Magnitude</td><td>Duração</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td>Grande</td><td>3</td></tr> <tr><td>Médio</td><td>4</td></tr> <tr><td>Pequeno</td><td>5</td></tr> </table> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td>Curto</td><td>9</td></tr> <tr><td>Intermediário</td><td>10</td></tr> <tr><td>Longo</td><td>11</td></tr> </table> </div>																				Benéfico	1	Adverso	2	Significativo	6	Moderado	7	Não significativo	8	Carater	Importância	Magnitude	Duração	Grande	3	Médio	4	Pequeno	5	Curto	9	Intermediário	10	Longo	11
Benéfico	1																																												
Adverso	2																																												
Significativo	6																																												
Moderado	7																																												
Não significativo	8																																												
Carater	Importância																																												
Magnitude	Duração																																												
Grande	3																																												
Médio	4																																												
Pequeno	5																																												
Curto	9																																												
Intermediário	10																																												
Longo	11																																												
ASPECTO IMPACTO	Contaminação do Solo		Contaminação da água		Ocupação do aterro		Poluição atmosférica		Aumento dos índices de ruídos		Incômodo para vizinhança		Desvalorização das áreas do entorno		Alteração dos recursos naturais		SOMATÓRIO		TOTAL																										
	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59																											
Consumo de energia elétrica	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73	176																										
Ruídos	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	6	2	7	2	8	16	57	181																										
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74																											
Vibrações	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	8	2	8	2	8	16	60	187																										
	5	9	5	9	5	9	4	10	4	10	4	9	5	9	5	9	37	74																											
Resíduo Eletrodo	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176																										
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73																											
Embalagem eletrodo	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176																										
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73																											
EPI's	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	55	176																										
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	4	9	3	10	3	10	30	75																											
Fumo metálico	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	7	2	7	16	50	170																										
	3	10	3	9	4	9	3	11	4	9	4	9	3	10	3	10	27	77																											
Valor total do setor industrial - Soldagem																			1242																										

Fonte: Próprio autor, (2012).

Na Tabela 3 nota-se que a diferença do aspecto ambiental mais significativo (fumo metálico) pelo menos significativo (vibrações) é de 17 pontos. O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração. Pelo somatório de cada aspecto ambiental podemos classificar o valor total exibido na Tabela 3. Os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 170 são classificados como significativos e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 187 são classificados como não significativos. O somatório desses aspectos para o setor industrial da soldagem pode ser comparada com outras atividades da empresa em estudo. Com o somatório final pode-se comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos para adotar procedimentos de minimização conforme podemos observar na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação dos aspectos ambientais na empresa em estudo pelo método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

Setor industrial – Soldagem		
Atividade industrial – Soldagem ponteamto e estrutural		
Descrição do Aspecto	Valor Total	Classificação
Fumo metálico	170	Significativo
EPIs	176	Significativo
Embalagem de eletrodo	176	Significativo
Resíduo de Eletrodo	176	Significativo
Consumo de energia elétrica	176	Significativo
Ruídos	181	Não Signif.
Vibrações	187	Não Signif.
Valor total	1242	

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Tabela 3 descreve a classificação das atividades industriais da empresa, no setor da soldagem relacionando a cada aspecto ambiental encontrado um valor total no final da classificação, representando o somatório dos quadrículos de cada aspecto e impacto ambiental exibido no processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006). É possível direcionar os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Os resultados obtidos são validos para a fabrica antiga como para as novas instalações, pois a planta de fabricação teve alteração mas os processos permanecem os mesmos.

4.2.1.6 Avaliações dos processos matriciais no setor da soldagem

Através da avaliação realizada na empresa, observou-se que tanto para a fabrica antiga como para as novas instalações o setor de soldagem apresenta fumos metálicos e resíduos sólidos. No setor de soldagem da empresa, tem-se a atividade industrial de soldagem por ponteamto e soldagem estrutural utilizando-se o processo GMAW – MAG, recomendado para produção seriada de componentes fabricados em aço carbono. A Figura 39 ilustra o setor de soldagem da fabrica antiga da empresa:

Figura 39 – Processo de soldagem ponto e estrutural da fabrica antiga.

(a) Soldagem ponto



(b) Soldagem estrutural



Fonte: Próprio autor, (2012).

As figuras 40 (a) e (b) ilustram o setor de soldagem da empresa nas novas instalações.

Figura 40 – Processo de soldagem ponto e estrutural das novas instalações.

(a) Solda ponto



(b) Solda estrutural



Fonte: Próprio autor, (2012).

O método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), aplicado no setor de soldagem ranqueia os impactos a critério do procedimento metodológico quais impactos devem ser estudados:

- 1 – fumo metálico;
- 2 – EPI'S;
- 3 – resíduo eletrodo;
- 4 – embalagens consumíveis;
- 5 – energia elétrica;
- 6 – ruídos.

4.2.1.7 Processo matricial de Interação setor de montagem instalação

O Quadro 7 classifica os impactos ambientais para o setor de montagem instalação de acordo com o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), tendo em vista, um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, gerando um somatório para cada aspecto ambiental no setor da empresa. A pontuação total levantada no setor de montagem instalação teve um valor significativo de 1.063 pontos.

Quadro 7: Identificação e classificação dos aspectos e impactos ambientais do setor de montagem matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

PROCESSO MATRICIAL DE LEOPOLD ADAPTADO PELO DNIT (2006)																																																												
Setor industrial – Montagem instalação																																																												
Atividade industrial – Montagem manual																																																												
Legenda da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006):																																																												
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Benéfico</td><td>1</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">+</td> <td>Significativo</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>Adverso</td><td>2</td> <td>Moderado</td><td>7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">×</td> <td>Não significativo</td><td>8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Carater</td><td>Importância</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Magnitude</td><td>Duração</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Grande</td><td>3</td> <td colspan="2"></td> <td>Curto</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>Médio</td><td>4</td> <td colspan="2"></td> <td>Intermediário</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>Pequeno</td><td>5</td> <td colspan="2"></td> <td>Longo</td><td>11</td> </tr> </table>																			Benéfico	1	+	Significativo	6	Adverso	2	Moderado	7			×	Não significativo	8			Carater	Importância			Magnitude	Duração			Grande	3			Curto	9	Médio	4			Intermediário	10	Pequeno	5			Longo	11
Benéfico	1	+	Significativo	6																																																								
Adverso	2		Moderado	7																																																								
		×	Não significativo	8																																																								
			Carater	Importância																																																								
		Magnitude	Duração																																																									
Grande	3			Curto	9																																																							
Médio	4			Intermediário	10																																																							
Pequeno	5			Longo	11																																																							
ASPECTO	Contaminação do Solo		Contaminação da água		Ocupação do aterro		Poluição atmosférica		Aumento dos índices de ruídos		Incômodo para vizinhança		Desvalorização das áreas do entorno		Alteração dos recursos naturais		SOMATÓRIO		TOTAL																																									
	IMPACTO																																																											
Consumo de energia elétrica	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176																																									
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73																																										
Ruídos	2	6	2	6	2	6	2	8	2	6	2	6	2	7	2	7	16	52	172																																									
	3	10	3	9	4	9	5	9	4	9	4	9	3	10	3	10	29	75																																										
Resíduo de Óleo hidráulico	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176																																									
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73																																										
Embalagem Plástica	2	7	2	7	2	7	2	8	2	7	2	7	2	8	2	8	16	59	176																																									
	3	10	3	9	4	9	4	9	3	9	3	9	4	9	4	9	28	73																																										
EPI's	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	55	176																																									
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	4	9	3	10	3	10	30	75																																										
Vibrações	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	8	2	8	2	8	16	60	187																																									
	5	9	5	9	5	9	4	10	4	10	4	9	5	9	5	9	37	74																																										
Valor total do setor industrial - Montagem																			1063																																									

Fonte: Próprio autor, (2012).

Na Tabela 4, a diferença do aspecto ambiental mais significativo (ruídos) pelo menos significativo (vibrações) é de 15 pontos. O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração. Pelo somatório de cada aspecto ambiental classificou-se o valor total exibido na Tabela 4. Os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 172 são

classificados como significativos e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 187 são classificados como não significativos. O somatório desses aspectos para o setor de montagem instalação pode ser comparada com outras atividades da empresa em estudo. Com o somatório final pode-se comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos para adotar procedimento de minimização, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Classificação dos aspectos ambientais no setor de montagem instalação pelo processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

Setor industrial – Montagem		
Atividade industrial – Montagem instalação		
Descrição do Aspecto	Valor Total	Classificação
Vibrações	187	Não Significativo
EPIs	176	Significativo
Embalagem plástica	176	Significativo
Resíduo de óleo hidráulico	176	Significativo
Consumo de energia elétrica	176	Significativo
Ruidos	172	Significativo
Valor total	1063	

Fonte: Próprio autor, 2012.

A Tabela 4 descreve a classificação das atividades industriais da empresa, no setor da montagem instalação relacionado a cada aspecto ambiental encontrado um valor total no final da classificação, representando o somatório dos quadrículos de cada aspecto e impacto ambiental exibido no processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006). É possível direcionar os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Os resultados obtidos são válidos para a fábrica antiga como para as novas instalações, pois a planta de fabricação teve alteração mas os processos permanecem os mesmos.

4.2.1.8 Avaliações do processo matricial no setor montagem instalação

Através da avaliação que se realizou na empresa, observou-se que tanto para a fábrica antiga como para as novas instalações o setor de montagem instalação apresenta ruídos e resíduos de óleo hidráulico. A montagem das caçambas é realizada através da utilização do equipamento de elevação e transporte hidráulico e cavaletes metálicos. A Figura 41 ilustra o setor de montagem instalação da fábrica antiga da empresa.

Figura 41 - Montagem instalação da fabrica antiga.

(a) Montagem instalação fabrica antiga



(b) Montagem instalação fabrica antiga



Fonte: Próprio autor,(2012).

A Figura 42 ilustra o setor de montagem da empresa nas novas instalações:

Figura 42 - Montagem com ponte rolante novas instalações.



Fonte: Próprio autor,(2012).

Aplicou-se o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), no setor de montagem e instalação este valora os impactos a critério do procedimento metodológico e quais impactos devem ser estudados:

- 1 – ruído;
- 2 – energia elétrica;
- 3 – óleo hidráulico;
- 4 – embalagem plástica;
- 5 – EPI's;
- 6 – vibrações.

4.2.1.9 Processo matricial de Interação setor jato de granalha

O Quadro 8 classifica os impactos ambientais para o setor industrial de jato de granalha, de acordo com o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), tendo em vista, um valor total para caráter, importância, magnitude e duração, gerando um somatório para cada aspecto ambiental no setor da empresa. A pontuação total levantada no setor de Jato de granalha teve um valor significativo de 883 pontos.

Quadro 8: Aspectos e impactos ambientais matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006) no setor de jato de granalha

PROCESSO MATRICIAL DE LEOPOLD ADAPTADO PELO DNIT (2006)																					
Setor acabamento – Jato de granalha Atividade industrial – Jateamento																					
Legenda da matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006):																					
Benéfico 1		Adverso 2		Grande 3		Médio 4		Pequeno 5		Significativo 6		Moderado 7		Não significativo 8		Curto 9		Intermediário 10		Longo 11	
Carater		Importância		Magnitude		Duração															
ASPECTO / IMPACTO	Contaminação do Solo		Contaminação da água		Ocupação do aterro		Poluição atmosférica		Aumento dos índices de ruídos		Incômodo para vizinhança		Desvalorização das áreas do entorno		Alteração dos recursos naturais		SOMATÓRIO		TOTAL		
Energia elétrica	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	6	2	7	2	8	16	57	181		
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74			
Ruídos	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	4	2	7	2	8	16	57	179		
	5	9	5	9	5	9	3	10	3	10	3	9	5	9	5	9	34	74			
Gralnha	2	6	2	6	2	6	2	8	2	8	2	7	2	7	2	7	16	55	176		
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	4	9	3	10	3	10	30	75			
EPI's	2	6	2	6	2	6	2	8	2	9	2	7	2	7	2	7	16	55	177		
	3	10	3	9	4	9	5	9	5	9	4	9	3	10	3	10	30	75			
Fumo granalha de aço	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	7	2	7	16	50	170		
	3	10	3	9	4	9	4	10	4	9	4	9	3	10	3	10	28	76			
Valor total do setor industrial – Jato de granalha																			883		

Fonte: Próprio autor, (2012).

Na Tabela 5, nota-se que a diferença do aspecto ambiental mais significativo poeira metálica pelo menos significativo energia elétrica é de 11 pontos. O somatório dos quadrículos se deu pelo caráter, magnitude, importância e duração. Pelo somatório de cada aspecto ambiental podemos classificar o valor total exibido na Tabela 5. Os aspectos que tiverem um valor mais próximo de 170 são classificados como significativos e os aspectos que tiverem valores mais próximos de 181 são classificados como não significativos. O somatório final é possível comparar qual atividade tem mais aspectos/impactos significativos para adotar procedimentos de minimização destes, conforme Tabela 5.

Tabela 5: Classificação dos aspectos ambientais na empresa em estudo pelo método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006)

Setor industrial – Jato de granalha		
Atividade industrial – Jateamento		
Descrição do aspecto	Valor total	Classificação
Fumo granalha de aço	170	Significativo
Granalha	176	Significativo
EPI's	177	Significativo
Ruído	179	Não Significativo
Consumo de energia elétrica	181	Não Significativo
Valor total	883	

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Tabela 5 descreve a classificação das atividades industriais da empresa, relacionado a cada aspecto ambiental encontrado dentro do setor de jato de granalha tem um valor total no final da classificação, isso representa o somatório dos quadrículos de cada aspecto e impacto ambiental exibido no processo matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006) . É possível direcionar os esforços da empresa para as atividades que apresentam os impactos ambientais mais significativos. Os resultados obtidos são validos para a fabrica antiga como para as novas instalações, pois a planta de fabricação teve alteração mas os processos permanecem os mesmos.

4.2.1.10 Avaliações dos processos matriciais no setor jato de granalha

Através da avaliação realizada na empresa, observou-se que tanto para a fabrica antiga como para as novas instalações o setor de jato de granalha apresenta poeira metálica e resíduos sólidos. O jato de granalha é um processo de limpeza da superfície do metal e é realizado antes do processo de pintura. A Figura 43 (a) ilustra o setor de jato de granalha da

fabrca antiga da empresa e a Figura 43 (b) ilustra o setor de jato de granalha das novas instalaões.

Figura 43 - Processo de Jato de granalha

(a) Fabrca antiga



(b) Novas instalaões



Fonte: Próprio autor, (2012).

Aplicou-se o método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), no setor de jato de granalha este valora os impactos a critério do procedimento metodológico e quais impactos devem ser estudados:

- 1 – Fumo granalha de aço;
- 2 – granalha;
- 3 – EPI's;
- 4 – ruído;
- 5 – energia elétrica.

4.2.1.11 Diagnósticos dos aspectos e impactos ambientais na fabricação de caçambas

O comparativo dos impactos ambientais definidos pela matriz de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), em cada setor da empresa em estudo caracteriza um diagnóstico para o processo de fabricação de caçambas basculantes da empresa em estudo e avaliação conforme esta descrito o Quadro 9.

Quadro 9: Importância dos impactos para os setores da empresa

Impactos ambientais				
Estamparia	Pintura	Soldagem	Montagem	Jato granalha
Resíduo de aço	Fumo metálico	Fumo metálico	Ruído	Fumo granalha
Pano com óleo	Tinta	EPI's	Energia elétrica	Granalha
Estopa com óleo	Solvente	Resíduo eletrodo	Óleo hidráulico	EPI's
Limalha de ferro	Fundo anti-corrosivo	Embalagem consumível	Embalagem plástica	Ruído
Lixas usadas	Lixas e panos mecânicos	Energia elétrica	EPI's	Energia elétrica
Ruído	Embalagem tinta	Ruído	Vibrações	

Fonte: Próprio autor, (2012).

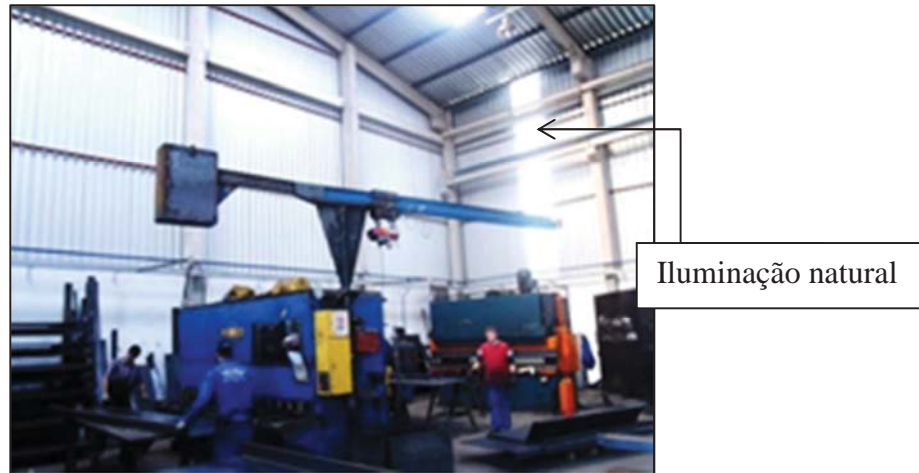
A partir deste diagnóstico, com visita in loco na empresa, com o auxílio dos gestores e com base nos resultados dos impactos obtidos do método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), definiu-se quais os setores mais críticos e quais os impactos deverão ser mitigados.

- 1 – fumo metálico;
- 2 – resíduo de aço;
- 3 – óleo hidráulico;
- 4 – ruído;
- 5 – embalagem consumível;
- 6 – panos mecânicos;
- 7 – lixas;
- 8 – tinta / solvente - fundo anticorrosivo e tinta esmalte;
- 9 – energia elétrica;
- 10 – embalagem de tinta.

4.2.2 Entradas, saídas e indicadores

Os dados de consumo de energia elétrica para a fábrica antiga no período de 12 meses era de 9800 kw e para as novas instalações o consumo médio de energia elétrica foi de 10.860 kw, não houve incremento de equipamento e máquinas e constata-se que o aumento do consumos se justifica em virtude do aumento da área de fabricação a fábrica antiga possuía 400 m² de área útil e as novas instalações 2000 m² de área útil. Nas novas instalações os ambientes são maiores e as luminárias instaladas são de maior potência. Constata-se que nas novas instalações da empresa a edificação foi projetada visando reduzir consumos de energia para iluminação. Instalou-se telhas transparentes possibilitando a entrada da iluminação natural durante o período diurno no interior da fabricação. Conforme mostra a Figura 44.

Figura 44 - Iluminação natural reduz consumo de energia no pavimento de fabricação



Fonte: Próprio autor,(2012).

Os dados de Entrada e saída de água potável consumida para a fabrica antiga e para as novas instalações não representa incremento de consumo, fabrica antiga 65 m³ e novas instalações 55m³. Esta diminuição de consumo é ocasionada porque nas novas instalações é realizada a coleta da água da chuva e esta água é utilizada nos banheiros e para limpeza geral da indústria, conforme apresenta a Figura 45.

Figura 45: Reaproveitamento da água da chuva



Fonte: Próprio autor,(2012).

4.2.2.1 Entrada e Saída – setor estamparia

No início dos levantamentos realizou-se uma análise para se conhecer as entradas e saídas dos produtos da empresa, onde monitorou-se o consumo de aço carbono no setor industrial de estamparia, estas informações seguiram procedimento, onde todo o material adquirido de chapas de aço durante os meses de janeiro a outubro de 2012 foi monitorado antes do descarregamento do caminhão e foi mensurada a massa comprada de chapa de aço. No processo de fabricação, próximo ao setor da estamparia, foi instalado um container, conforme ilustra a Figura 46, onde foi acondicionado todo o resíduo de aço gerado no mês.

Figura 46 - Container com *output* não produto gerado como resíduo estamparia.



Fonte: Próprio autor, (2012).

A partir destas informações, monitorou-se o *output* gerado como resíduo na estamparia nos meses de janeiro a outubro de 2012 e estas informações podem ser observadas no Quadro 10.

Quadro 10: *Output* não produto gerado como resíduo sólido estamparia

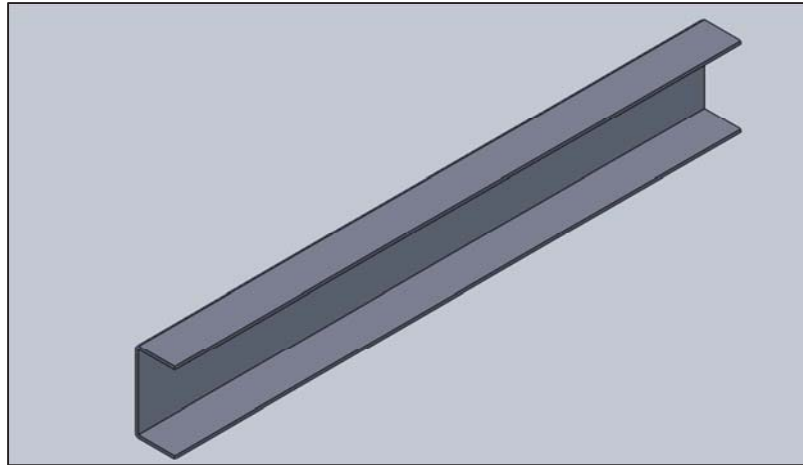
Demonstrativo dos Resíduos sólidos no período												
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	σ	Total
Chapa	35.000	30.000	20.500	38.000	57.000	42.000	54.000	47.000	44.000	47.000	11.858,34	51.812,50
Resíduo	700	550	320	400	385	450	700	430	680	750	139,70	670,63
Indicador	20,0%	18,33%	15,61%	10,53%	6,75%	10,71%	12,96%	9,15%	15,45%	15,96%	1,178%	12,94%

Fonte: Próprio autor, (2012).

A média gerada durante os meses de janeiro a agosto de 2012 demonstra que a média do *output* não produto gerado como resíduo é 12,94% e o desvio é $\sigma= 1,178\%$.

Avaliou-se o processo de fabricação e foram realizados os desenhos em software 3D dos componentes de caçambas agrícolas e terraplenagem, com a intenção de mensurar as informações de entrada e saída de materiais por equipamento da empresa em estudo. Conforme descreve a figura 47.

Figura 47 - Projeto 3D de componente de caçamba basculante



Fonte: Próprio autor, (2012).

Através do projeto técnico foi mensurado a massa em (kg) dos componentes e a massa em (kg) do resíduo gerado por componente conforme figura 48 (a) e (b).

Figura 48 - Massa de resíduo gerado por componente de caçambas basculantes

(a) Resíduo gerado em chapa de aço



(b) Resíduo gerado em Limalha de aço



Fonte: Próprio autor, (2012).

Estas análises foram realizadas para todos os componentes das caçambas agrícolas e terraplenagem e representam os principais produtos da empresa em estudo conforme descreve a Tabela 6.

Tabela 6: Informações de entrada, saída caçamba basculante agrícola e terraplenagem na estamparia

Caçamba basculante agrícola				Caçamba basculante terraplenagem			
Quantidade máquina	Código	Massa (Kg)		Quantidade máquina	Código	Massa (Kg)	
		Peça	Resíduo			Peça	Resíduo
11	58.00.00.22	25,19	16,96	02	58.00.00.01	130,07	0,094
11	58.00.00.23	30,25	15,46	02	58.00.00.02	85,01	0,118
01	58.00.00.24	16,26	0,91	03	58.00.00.03	205,62	0,120
02	58.00.00.25	15,07	1,51	03	58.00.00.04	179,45	0,064
02	58.00.00.26	5,65	3,06	01	58.00.00.05	43,61	0,124
04	58.00.00.27	10,92	0,75	10	58.00.00.06	150,13	-----
01	58.00.00.28	13,13	1,58	07	58.00.00.07	130,49	-----
02	58.00.00.29	11,08	-----	18	58.00.00.08	102,67	-----
02	58.00.00.30	11,74	1,13	02	58.00.00.10	13,81	-----
01	58.00.00.31	11,58	0,57	02	58.00.00.11	225,58	-----
03	58.00.00.32	48,53	2,26	01	58.00.00.12	4,39	2,19
01	58.00.00.33	5,09	0,76	01	58.00.00.13	16,30	0,16
01	58.00.00.34	15,95	0,59	02	58.00.00.14	13,28	0,05
02	58.00.00.35	194,0	3,10	02	58.00.00.15	13,28	0,06
11	58.00.00.36	118,51	9,59	02	58.00.00.16	7,83	0,10
14	58.00.00.37	461,58	11,31	01	58.00.00.17	4,43	0,07
02	58.00.00.38	66,92	2,37		58.00.00.18		0,14
01	58.00.00.39	231,22	0,52	01	58.00.00.19	105,10	-----
01	58.00.00.40	57,39	0,59	06	58.00.00.20	307,62	-----
01	58.00.00.41	50,62	1,01	02	58.00.00.21	131,25	-----
02	58.00.00.42	46,15	2,66				
02	58.00.00.43	120,57	2,04				
02	58.00.00.44	49,58	2,17				
02	58.00.00.45	16,34	4,99				
01	58.00.00.46	17,58	2,25				
06	58.00.00.47	322,83	3,93				
01	58.00.00.48	13,01	0,56				
02	58.00.00.49	13,49	3,20				
01	58.00.00.50	230,79	-----				
02	58.00.00.51	49,43	1,29				
01	58.00.00.52	15,63	-----				
01	58.00.00.53	16,70	1,01				
30	58.00.00.54	336,27	2,154				
01	58.00.00.55	30,762	1,17				
01	58.00.00.56	27,17	0,23				
01	58.00.00.57	7,17	0,69				
06	58.00.00.58	244,48	6,55				
01	58.00.00.59	7,17	0,50				
01	58.00.00.60	60,75	0,60				
01	58.00.00.61	53,67	0,61				
01	58.00.00.62	14,17	0,36				
TOTAL:		3094,49	122,21	TOTAL:		2130,86	3,32

Fonte: Próprio autor, (2012).

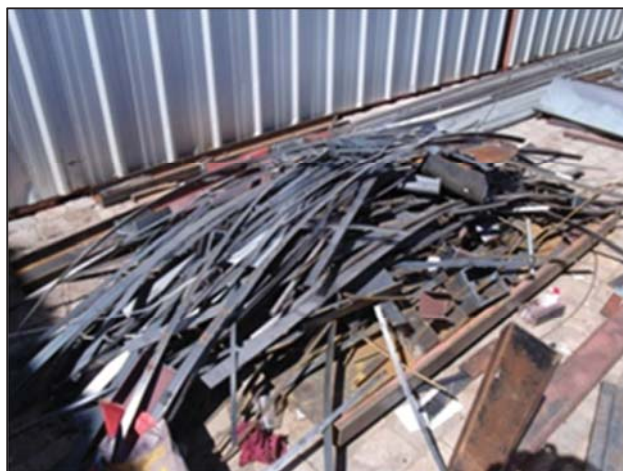
No processo de fabricação do modelo de caçamba basculante de terraplenagem, constatou-se que o resíduo gerado por cada componente devido ao processo produtivo, conforme o Quadro 2, de 3,32 kg e corresponde a 0,15% da massa.

Ao final do processo produtivo, observou-se 257,38 kg de *output* gerado como resíduo o qual é devido a falta de aproveitamento do corte do processo produtivo para este modelo de caçamba basculante.

O valor de 260,70 kg equivale ao resíduo gerado no final do processo mais o resíduo gerado na transformação, devido as operações de furação e chanfros para eliminar cantos vivos.

A Figura 49 ilustra o percentual de Resíduo por caçamba de 12,23% do produto o material gerado ao final do processo produtivo, representando perdas na empresa.

Figura 49 - Resíduo do aço da caçamba basculante de terraplenagem da empresa.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Com estas informações, constatou-se que o percentual de resíduo gerado é 12,23% do produto fabricado e transforma-se em *output* não produzido. O qual equivale a perdas decorrentes no processo produtivo.

Na fabricação da caçamba basculante agrícola, constatou-se que o resíduo gerado por cada componente é devido ao processo produtivo conforme Quadro 12 que é de 122,21 Kg e corresponde a 3,94% da massa.

Ao final do processo produtivo, observou-se 348,47 Kg gerado como resíduo e este resíduo de material é devido a falta de aproveitamento do corte do processo produtivo para este modelo de caçamba basculante.

O valor de 470,78 kg equivale ao resíduo gerado no final do processo mais o resíduo gerado na transformação, devido as operações de furação, chanfros para eliminar cantos vivos e a chapas que são cortadas em tamanho maior e gera perdas quando faz-se um modelo menor. A figura 50 ilustra o material gerado ao final do processo produtivo, representando perdas na empresa.

Figura 50 - Resíduo do aço da caçamba basculante agrícola na empresa



Fonte: Próprio autor, (2012).

Com estas informações, constatou-se que o percentual de resíduo gerado é 15,21% do produto fabricado e transforma em *output* gerado como resíduo. O qual equivale a perdas decorrentes do processo produtivo.

Observou-se que as novas instalações da empresa tem-se uma grande área com resíduos sólidos e sem destinação, conforme Figura 51.

Figura 51 - Depósito de resíduo sólido novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

4.2.2.2 Entradas e Saídas- setor pintura

No setor de pintura coletou-se os dados de entrada e saída dos componentes utilizados para fabricar uma caçamba basculante. As informações foram obtidas através de entrevista com os colaboradores do setor, conforme descreve o Quadro 11.

Quadro 11 – Entrada e saída setor pintura.

Etapa – pintura		
Material	Quantidade por mês	Quantidade por caçamba
Água	21 litros	1 litro
EPI luva pano	2 unidades	0,09 unidades
EPI luva acrílico	5 unidades	0,23 unidades
Tinta	100 litros	4,76 litros
Fundo Anti-corrosivo	100 litros	4,76 litros
Solvente	10 litros	0,47 litros
Energia elétrica	Em comum	KWh
Pano mecânico	7 kg	0,333 kg
Lixa	30 unidades	1,42 unidades
Tinta emborrachada	42 litros	2 litros
Massa plástica	21 kg	1kg
Fita Crepe	21 rolo	1 rolo
Lona leve preta	60 m ²	30 m ²
Silicone poliuretano	21 bisnaga	1 bisnaga
EPI máscara	21 unidades	1 unidade

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 52 ilustra o setor de pintura da empresa.

Figura 52 - Setor de pintura da empresa.



Fonte: Próprio autor, (2012).

4.2.2.3 Entradas e saídas - setor soldagem

No setor de soldagem coletou-se os dados de entrada e saída de todos os componentes utilizados para fabricar uma caçamba basculante. As informações foram obtidas através de entrevista com os colaboradores do setor, conforme descreve o Quadro 12.

Quadro 12: Entradas e saídas setor soldagem.

Etapa - soldagem		
Material	Quantidade por mês	Quantidade por caçamba
Eletrodo	84 rolos	4 rolos
EPI vidro máscara	3 unidades	0,14 unidades
EPI aventais e luvas	2 unidades	0,09 unidades
Bicos de cobre	2 unidades	0,09 unidades
Gases de solda	42 unidades	2 unidades

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 53 ilustra o setor de soldagem na fabrica antiga e nas novas instalações.

Figura 53 - Setor de soldagem da empresa.

(a) Setor de soldagem fabrica antiga

(b) Setor de soldagem novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

4.2.2.4 Entradas e saídas setor de montagem instalação

No setor de montagem instalação coletou-se os dados de entrada e saída informada pelos colaboradores do setor, de todos os componentes utilizados para fabricar uma caçamba basculante, conforme descreve o Quadro 13.

Quadro 13: Entradas e saídas setor montagem instalação

Etapa – montagem - Instalação		
Material	Quantidade por mês	Quantidade por caçamba
Pano mecânico	7 kg	0,333 Kg
Óleo hidráulico	420 litros	20 litros
Kit mangueiras	21 unidades	1 unidade
Kit hidráulico	21 unidades	1 unidade

Fonte: Próprio autor, 2012.

A figura 54 ilustra o setor de montagem instalação na fabrica antiga e nas novas instalações.

Figura 54 - Setor de montagem fabrica antiga e novas instalações.

(a) Setor de montagem fabrica antiga



(b) Setor de montagem novas instalações



Fonte: Próprio autor, (2012).

4.2.2.5 Entradas e saídas setor de jato de granalha

No setor de jato de granalha coletou-se os dados de entrada e saídas informado pelos colaboradores do setor, de todos os componentes utilizados para fabricar uma caçamba basculante conforme descreve o Quadro 14.

Quadro 14: Entradas e saídas setor jato de granalha.

Etapa – jato de granalha		
Material	Quantidade por mês	Quantidade por caçamba
Granalha	500 kg	23,8 kg
Bicos Cerâmicos	2 unidades	0,09 unidades
EPI máscara	21 unidades	1 unidades
EPI macacão	2 unidades	0,09 unidades

Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 55 ilustra o setor de jato de granalha na fabrica antiga e nas novas instalações.

Figura 55 - Setor de jato de granalha fabrica antiga e novas instalações.

(a) Setor de jato de granalha fabrica antiga



(b) Setor de jato de granalha novas instalações



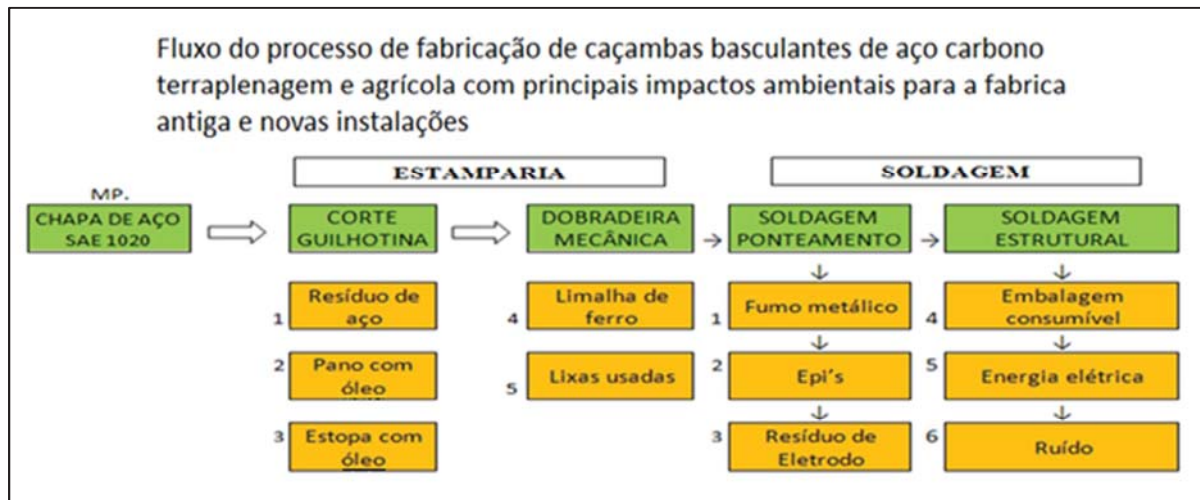
Fonte: Próprio autor,(2012).

4.2.3 Identificação das causas da geração de resíduos

Com o diagnóstico da empresa em estudo finalizado, a partir do levantamento de aspectos e impactos ambientais e da realização das entradas e saídas de materiais para os setores industriais da empresa, observou-se que os resíduos gerados representam perdas significativas no processo de fabricação.

Com base no leiaute da fabrica antiga e das novas instalações, não houve minimização na geração de resíduos, nem redução dos impactos decorrentes do processo produtivo. A Figura 56 descreve os principais impactos em função dos processos de fabricação na estamperia e na soldagem tanto para a fabrica antiga como para as novas instalações.

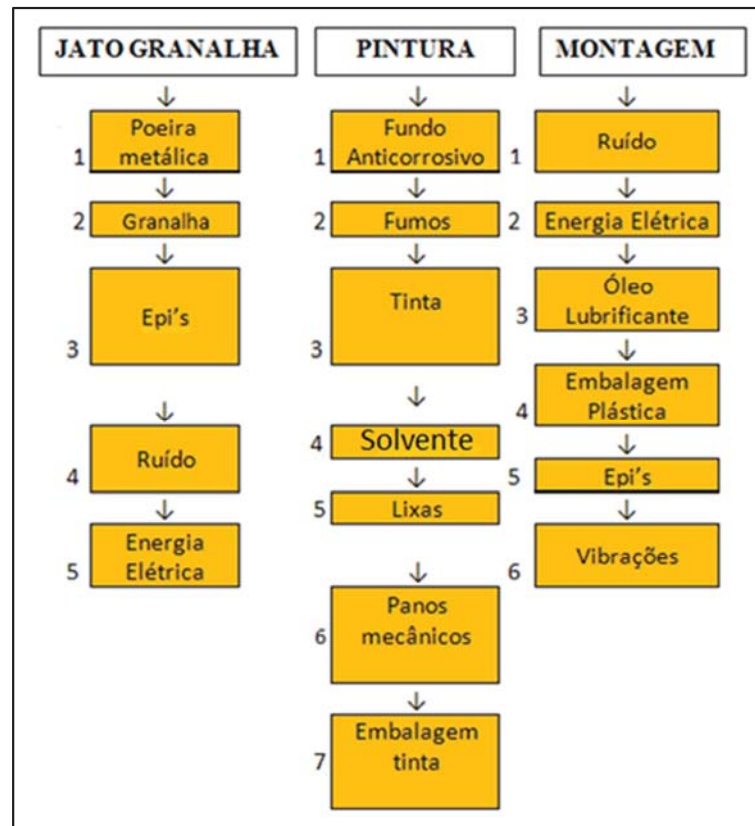
Figura 56 - Impactos ambientais em função do processo de fabricação na estamparia e soldagem.



Fonte: Próprio autor, (2012).

A Figura 57 ilustra os principais impactos em função do processo de fabricação no jato de granalha, pintura e montagem.

Figura 57 - Impactos ambientais em função do processo de fabricação no jato de granalha, pintura e montagem.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Os impactos ambientais decorrentes do processo produtivo poderão ser mitigados conforme descreve o Quadro 15 de avaliação dos impactos no processo produtivo da empresa.

Quadro 15: Avaliação dos impactos do processo produtivo da empresa.

Impactos	Ação	Causa / efeito	Área	Tempo	Duração	Reversibilidade
Resíduo de aço	Negativa	Direto	Local	Imediato	Permanente	Reversível
Resíduo sólido (panos, estopas, lixas, embalagens, eletrodos)	Negativa	Direto	Local	Imediato	Permanente	Reversível
Pressão sonora (Ruído)	Negativo	Direto	Local	Imediato/ médio/ longo prazo	Permanente	Irreversível
Efluente atmosférico (fumos de tinta, solda e fumo granalha)	Negativo	Direto	Local	Imediato/ médio/ longo prazo	Permanente	Irreversível
Efluente líquido (resíduo de tinta, solventes e óleos)	Negativo	Direto	Local	Imediato/ médio/ longo prazo	Permanente	Irreversível

Fonte: Próprio autor, (2012).

A inexistência de técnicas como reorganização, substituição de matérias-primas, mudanças tecnológicas, substituições de produtos, alterações do desenho. Reciclagens interna e externa são formas de se implementar a Produção mais Limpa, o conhecimento destas técnicas traz aos gestores da empresa desafios a serem vencidos. A conscientização dos colaboradores é um dos primeiro passos para obter-se a Produção mais Limpa na empresa em estudo.

4.3 Oportunidades de melhoria no processo de fabricação da empresa

A partir das análises realizadas com a aplicação do método matricial de Leopold adaptado de (DNIT, 2006) e da metodologia da produção mais limpa (CNTL, 2003), foram elaboradas atividades de Produção mais Limpa direcionadas ao processo de fabricação da empresa em estudo, as quais foram propostas para a empresa.

As atividades propostas no plano de ação tem o objetivo de mapear e auxiliar a organização da empresa, agilizando os trabalhos a serem desenvolvidos pelos colaboradores,

eliminando defeitos nos processo de fabricação as quais possam acarretar prejuízos para a empresa.

4.3.1Elaboração da proposta de atividades de Produção mais Limpa

Segundo Fresner (2004), estudos realizados analisando experiências de Produção mais Limpa em empresas de menor porte têm evidenciado que o ponto central de qualquer metodologia para implantação consiste em identificar boas opções para aumentar a eficiência no uso de materiais, água e energia.

As atividades de produção mais limpa tomaram por base dados de entrada e saída de materiais e custos de resíduos gerados. A avaliação dos impactos do processo produtivo, descrita na etapa 2 foi muito importante e definiu quais os setores, e onde era preciso implantar melhorias com atividades de produção mais limpa. A partir destas análises utilizou-se a ferramenta 5W2H. Uma técnica de auxílio na solução de problemas com efeitos corretivos e preventivos que funciona como uma lista de verificação, onde para cada pergunta é destinada uma atividade de produção mais limpa. Levou-se em conta as questões quem deve fazer, o que deve ser feito, por que deve ser feito, quando será feito, onde deve ser feito, como deve ser feito e quanto deve custar (WERKEMA, 1995).

O quando será feito não foi utilizado, pois depende do planejamento e de definições de prioridades pela gestão da empresa em estudo. O Quadro16 ilustra um modelo de ferramenta 5W2H adotado para a empresa em estudo.

Quadro 16: Modelo de plano de ação de produção mais limpa proposto para a empresa em estudo.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?)	Quanto deve Custar?	Quando será feito?

Fonte: Com base em fonte dos 5W2H, (2012).

Apresentam-se a seguir as atividades propostas, voltadas para a prevenção e minimização de resíduos, sugerindo que a empresa em estudo atue na fonte geradora, buscando alternativas para o desenvolvimento de processos eco eficientes, resultando na não geração de resíduos, redução ou reciclagem interna e externa dos resíduos (CNTL, 2003).

- 1 – palestras de conscientização e motivação sobre produção mais limpa;
- 2 - minimização na fonte do resíduo de aço gerado na estamparia;
- 3 - minimização de resíduo sólido de embalagens eletrodo;
- 4 - minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade na soldagem estrutural;
- 5 - substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial;
- 6 - tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas;
- 7- tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço;
- 8 - efetuar a destinação correta do resíduo de óleo;
- 9 - tratar e dar destinação correta do efluente da pintura;
- 10 - minimização de ruídos no processo de fabricação;
- 11- efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação;
- 12 - efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes;
- 13 - efetuar a destinação correta do resíduo de embalagem de tintas e solventes.

As atividades que impactam o meio ambiente estão embasadas na Lei federal nº 9605 e na portaria nº 065/2008, de 18 de dezembro de 2008, conferida pelo inciso VI, do art. 14 do Decreto nº 33.765, de 28 de dezembro de 1990 que aprovou o Estatuto da FEPAM, instituída pela lei nº 9.077, de 4 de junho de 1990.

A análise de sanções e infrações considerou que a empresa nas novas instalações possui área útil em metros quadrados acima de 2000,01 m², considerada uma empresa de médio porte. Segundo o decreto nº 6686/2008 que define esta atividade no art. 66 a portaria nº 065/2008 anexo II define esta atividade no grupo I. As considerações são informações pertinentes ao cálculo da multa que pode variar de R\$ 500,00 (Quinhentos reais) a R\$ 10.000.000,00 (Dez milhões de reais).

4.3.1.1 Atividade 1: Palestras de Produção mais Limpa

A realização de palestras de conscientização e motivação sobre Produção mais Limpa é uma atividade em curto prazo e com custo inicial de aproximadamente R\$ 1.500,00, onde a empresa contratará um palestrante para apresentar seminários sobre produção mais limpa.

Estima-se um custo anual de R\$ 1.000,00 para dar continuidade a este programa de conscientização sobre Produção mais limpa.

É importante o envolvimento dos funcionários nesta atividade para que se obtenham resultados de Produção mais Limpa na empresa através da conscientização dos colaboradores.

O local onde se realizará as palestras será no refeitório da empresa, neste local têm-se condições de acomodar a todos os colaboradores de forma adequada.

No quadro 17 são apresentados os itens da atividade de Produção mais Limpa propostos para conscientizar e motivar os setores administrativos e de fabricação da empresa em estudo.

Quadro 17: Atividades de Produção mais Limpa proposta para motivar e conscientizar área técnica e de fabricação

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?)	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Palestras Produção mais Limpa	Conscientizar colaboradores	Palestras expositivas e atividades prático/teóricas	Palestrante contratado	Refeitório da empresa	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Imediato

Fonte: Próprio autor, (2012).

A partir destas palestras serão formados ecotime de Produção mais Limpa com colaboradores de diversos setores da empresa, este ecotime analisará os processos buscando alternativas de produção e soluções para mitigar os impactos ambientais e reduzir consumo.

4.3.1.2 Atividade 2: Minimização na fonte do resíduo de aço gerado na estamparia

1) Porque deve ser feito

Para minimizar os resíduos de aço na fonte, sugere-se a criação dos planos de processo de corte de chapas de aço, reduzindo com esta ação o desperdício no corte e programando o aproveitamento da matéria-prima.

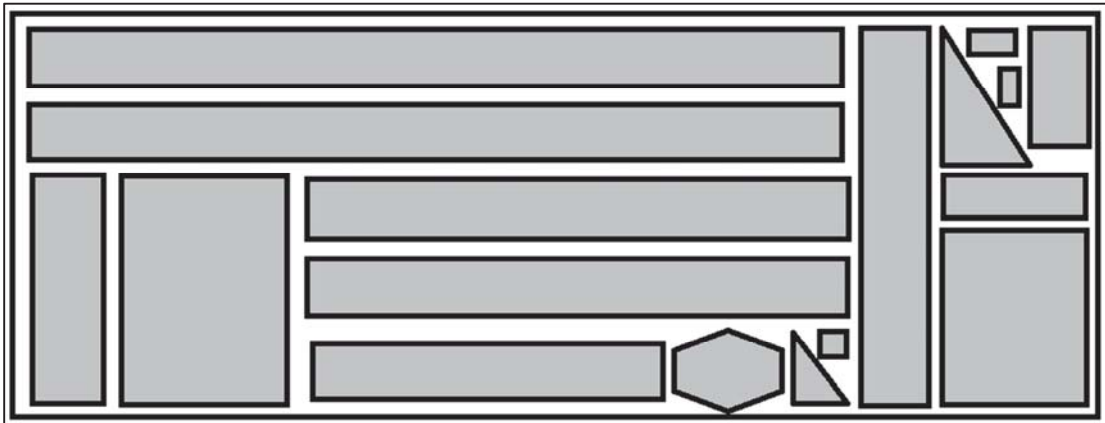
Com o plano de processo planeja-se o corte das peças, através de programações pré-definidas conforme a necessidade definida pelo setor de vendas de caçambas.

2) Como deve ser feito

Com esta atividade busca-se obter o máximo aproveitamento do material de chapa de aço para esta situação de fabricação.

A Figura 58 ilustra um modelo de plano de processo de corte, onde o contorno em negro ilustra a dimensão do material, as partes cinza ilustradas são as peças geradas sob medida e a área branca de fundo é o resíduo.

Figura 58 - Ilustração de um plano de processo de corte gerado para setor estamperia



Fonte: Próprio autor,(2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada com a contratação de um colaborador e deve ser realizada na área de fabricação da empresa com a criação do posto de trabalho.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

O investimento inicial é composto por gastos com utensílios, máquinas e equipamentos utilizados para a implantação do plano de processo de corte. Faz-se necessário para a implantação desta atividade:

- 1) estação de trabalho com computador e impressora;
- 2) software Auto Cad.

O investimento inicial para a implantação do plano de processo de corte está estimado em R\$ 5.000,00, sendo R\$ 2.550,00 em equipamentos e R\$ 2.450,00 na construção do posto de trabalho. O posto de trabalho é um setor na área de fabricação destinado a instalação dos

periféricos computacionais. Este será um centro de distribuição dos planos de processo de corte e o investimento para a atividade está descrito conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Investimento da atividade plano de processo de corte.

Setor industrial – Estamparia	
Atividade industrial – Engenharia de processo	
Descrição	Investimento (R\$)
Computador	1.700,00
Impressora	350,00
Software	500,00
Posto de trabalho	2.450,00
Total:	5.000,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

b) Custos variáveis de Produção

Os custos variáveis de produção nesta atividade podem ser desconsiderados porque estes não variam com a quantidade de planos de corte a serem executados, tomando por base a produção atual da empresa.

c) Custos Fixos de Produção

O plano de processo de corte tem custos fixos de produção, compreendidos por salário de funcionário e encargos, manutenção de equipamentos, tinta para impressão dos planos de processo de corte e energia elétrica. Os custos fixos independem da quantidade produzida. Estes custos de produção totalizam R\$ 29.460,00 e estão apresentados na Tabela 8, e se repetem anualmente.

Tabela 8: Custo mensal de operação plano de processo de corte.

Setor industrial – Estamparia	
Atividade industrial – Engenharia de processo	
Descrição	Custo anual (R\$)
Salário de funcionário e encargos	26.400,00
Manutenção dos equipamentos	2.400,00
Tinta para impressão	600,00
Energia elétrica	480,00
Total:	29.880,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

d) Análise econômica da Implantação

A análise da viabilidade econômica tomou por base o fluxo de caixa previsto, considerando os custos e os investimentos.

Para a atividade de minimizar os resíduos de aço gerados no setor de estamparia os valores referentes ao investimento inicial, custos operacionais e receitas foram coletados na etapa 2 do desenvolvimento desta pesquisa e estão apresentadas conforme Tabela 9.

Tabela 9: *Output* não produto gerado como resíduo no setor de estamparia da empresa.

Setor industrial – Estamparia			
Atividade industrial – Corte e dobra			
Descrição	Massa do resíduo por caçamba (Kg)	Custo da chapa (R\$/Kg)	Custo Anual (R\$)
Caçamba terraplenagem	260,7	2,20	68.824,80
Caçamba agrícola	470,78	2,20	136.714,51
Total:			205.539,31

Fonte: Próprio autor, (2012).

O *Output* não produto gerado como resíduo tendo por base os custos de matéria-prima apresentam perdas de R\$ 205.539,31 por ano. A atividade de Produção mais Limpa para a melhoria de produtividade da empresa requer gastos na redução de resíduos de aço como se descreve.

Definiu-se cenários que possibilitaram avaliar se a atividade proposta apresenta rentabilidade. Através dos dados de entrada e saída tem-se uma estimativa do *output* não produto gerado como resíduo nos meses de janeiro a outubro de 2012, que é de 12,94% de perdas com relação ao total produzido. Este índice de perdas representa R\$ 205.539,31 por ano o qual foi determinado cenários com redução de 1%, 5%, 10% e 15,1% da perda de R\$ 205.539,31 .

A Taxa mínima de atratividade TMA foi definida em 6% a.a que é atualmente a rentabilidade líquida esperada dos fundo de renda fixa, os quais estão próximos com a rentabilidade da caderneta de poupança.

Estimou-se uma vida útil para a atividade de 5 anos pois este processo poderá ter adequações após este período com a substituição de equipamento e software.

Os cenários 1%, 5% e 10% não apresentam viabilidade econômica, inviabilizando a atividade econômica de Produção mais Limpa, mas a redução de 15,2% do resíduo é viável economicamente.

e) Cenário 1 – Índice mínimo de redução do resíduo de aço para viabilizar a implantação

O cenário 1 representa redução de 15,1% do custo anual, essa simulação possibilita que a empresa analise o retorno do investimento com redução do custo anual de 15,1% de R\$ 205.539,31, obtendo-se uma redução de custo de R\$ 31.067,00. A Figura 59 apresenta uma simulação com o software Excel.

Figura 59: Quadro do fluxo financeiro com redução de 15,1% do custo anual

Quadro do Fluxo Financeiro						
Descrição	0	1	2	3	4	5
Redução no custo anual		31067,00	31067,00	31067,00	31067,00	31067,00
(-) Custo variável de produção		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Custo fixo de produção		29880,00	29880,00	29880,00	29880,00	29880,00
lucro		1187	1187	1187	1187	1187
(-) Investimentos totais	5.000,00					
(=) Fluxo de Caixa	-5.000,00	1187	1187	1187	1187	1187
Valor Presente Líquido (VPL) =	0,08					
Taxa Interna de Retorno (TIR) =	6,00%	TMA= 6,00%				
Valor Anual Uniforme (VA) =	R\$ 0,02					
pay back	5,00					

Fonte: Próprio autor, (2012).

Com base nesta análise é possível verificar uma redução do custo anual em 15,1% de R\$ 205.539,31, obtendo-se uma redução de custo de R\$ 31.067,00. Esta situação representa apenas ganhos ambientais.

5) Quadro resumo

A inserção do plano de processo, possibilita um melhor acompanhamento do corte dos materiais que se transformam em produto no final do processo de fabricação, minimizando os resíduos gerados sem roteiros de fabricação, por um plano de fabricação que segue um procedimento definido antes da efetividade do corte. Esta atividade resulta em ganhos de tempo de corte e reduz desperdícios devido à minimização dos resíduos.

No Quadro 18 é apresentada a atividade de Produção mais Limpa para a minimização dos resíduos de aço.

Quadro 18: Atividade de Produção mais Limpa proposta para a minimização dos resíduos de aço

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Minimização resíduo sólido estamparia	Reduzir os índices de desperdício e o impacto ambiental	Desenvolvimento de planos de processo de corte	Setor estamparia e Engenharia de processo	Engenharia de processo e estamparia	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	3,7 anos

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.3 Atividade 3: Minimização de resíduo sólido de embalagens eletrodo

1) Porque deve ser feito

Utiliza-se na empresa rolos de arame para soldagem GMAW-MAG, com gás ativo e eletrodo sólido, este processo caracteriza-se pela aplicação em aços de baixo e médio teor de carbono este consumo gera ao final do processo, embalagens de papelão e embalagens plásticas que necessitam de destinação final. A Figura 60 ilustra estas embalagens que a empresa está destinando para aterro sanitário, sendo que o procedimento correto é a reciclagem.

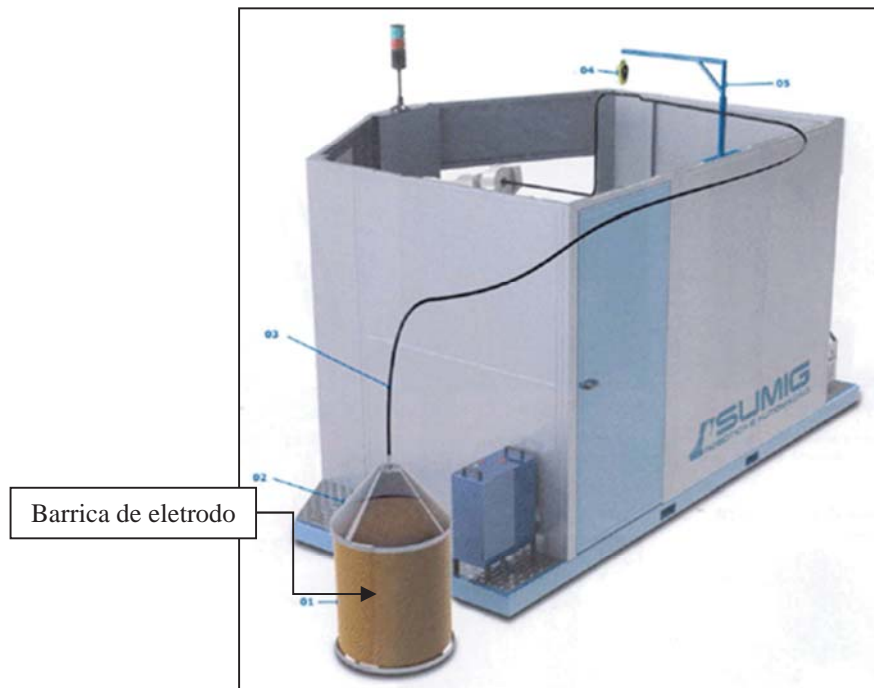
Figura 60: Embalagem de Papelão e plástico de arame para soldagem GMAW-MAG.



Fonte: Sumig, (2012).

A atividade de produção mais Limpa sugerida é a substituição do atual rolo de arame de eletrodo por barricas de arame de eletrodo. A Figura 61 ilustra uma barrica de arame de eletrodo utilizada em célula de soldagem.

Figura 61 - Barrica de eletrodo em célula de soldagem.



Fonte: Sumig, (2012).

A barrica de arame de eletrodo possui maior capacidade produtiva, menor custo, fabricada em escala de produção seriada e a principal vantagem é a destinação correta da embalagem com reaproveitamento. Ao final da utilização do eletrodo, é realizada a logística reversa, onde, envia-se a embalagem para o distribuidor que é a fabricante do produto, e este realiza o reaproveitamento da mesma.

2) Como deve ser feito

Substituição na compra do rolo de arame pela barrica de arame, e implantação na área de fabricação em 40% dos equipamentos produtivos. Mantendo os equipamentos de baixa produtividade nos setores de manutenção e equipamentos móveis de soldagem do processo de fabricação continuarão com alimentação por rolo de arame.

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Para minimizar os resíduos sólidos de embalagem de eletrodo, os valores referentes ao investimento inicial, custos operacionais e receitas foram coletados com empresas fornecedoras de arame para solda e apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Custo de aquisição da barrica de eletrodo

Setor industrial – Soldagem	
Atividade industrial – ponteamento e estrutural	
Descrição	Custo Anual (R\$)
Custo cone de acrílico	369,33
Resultado:	369,33

Adaptado de: Sumig, (2012).

Para a substituição do rolo de arame de eletrodo pela barrica de arame de eletrodo utiliza-se o mesmo equipamento de soldagem, apenas faz-se necessário o investimento de R\$ 369,33 na aquisição do cone de acrílico para acoplamento da barrica à fonte de soldagem.

b) Custos variáveis de Produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de substituição do rolo de arame de eletrodo pela barrica e o gasto com os materiais envolvidos no processo, este consumo seria alterado conforme a fabricação. Esta atividade minimiza o tempo de troca do rolo de arame porque com o aumento da capacidade da bobina faz-se menos interrupções para substituição e tem-se um ganho de produtividade.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de substituição do rolo de arame de eletrodo pela barrica de arame de eletrodo permanecem iguais. O profissional que executa as tarefas de soldagem é o mesmo em ambos procedimentos de soldagem.

d) Análise econômica de implantação

Esta atividade de produção mais limpa se caracteriza pela substituição de um modelo de rolo de arame de solda, que gera um *output* não produto como resíduo sólido e que não tem reaproveitamento, o modelo de bobina de arame de solda que também gera um *output* não produto como resíduo sólido, é reaproveitado pelo fabricante.

A Tabela 11 apresenta os custos da atividade de substituição do rolo de arame de eletrodo pela barrica de arame de eletrodo para a soldagem GMAW-MAG.

Tabela 11: Substituição do rolo de arame pela barrica de consumível soldagem GMAW-MAG.

Setor industrial – Soldagem	
Atividade industrial – ponteamento e estrutural	
Descrição	Custo anual (R\$)
Rolo de arame 1.2 mm (20 kg)	44.352,00
Barrica de arame 1.2 mm (250 Kg)	43.932,00
Resultado: +420,00	

Fonte: Próprio autor,(2012).

A alteração da quantidade da massa do arame do eletrodo de solda é uma atividade a ser executada em curto prazo, além de mitigar os resíduos das embalagens e gera redução de custos. Adquirindo a barrica de arame em maior quantidade, os ganhos para a empresa são de R\$ 420,00,00 por ano com investimento de R\$ 369,33 por estação de trabalho. Através desta atividade consegue-se efetuar a destinação correta das embalagens das bobinas de arame e reduzindo-se o impacto ambiental tendo ganho de produtividade com a redução dos tempos de trocas.

Esta atividade não pode ser aplicada em todos os postos de trabalho de soldagem, estima-se a aplicação em 40% porque alguns postos de soldagem necessitam de movimentação contínua da fonte de soldagem.

O transporte da embalagem até o fabricante da barrica é realizado pela empresa em estudo. Como o fabricante da barrica esta localizada no município de Caxias do Sul-RS, a empresa transporta equipamentos para laudos rodoviários quinzenalmente para este município, com isso não se tem despesas extras com fretes.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM e caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

A substituição da barrica de eletrodo pelos rolos, possibilita ganhos de produtividade no menor número de paradas do equipamento de soldagem e minimizando os resíduos gerados.

No Quadro 19 é apresentada a atividade de produção mais limpa para a minimização dos resíduos sólidos de embalagem de eletrodo.

Quadro 19: Atividade de produção mais limpa proposta de minimização de resíduo sólido embalagem eletrodo*

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Minimização de resíduo sólido embalagem eletrodo	Reduzir custos e o impacto ambiental	Substituição dos rolos de arame pela barrica de arame.	Setor soldagem	Setor soldagem ponteamto e estrutural	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	0,9 anos

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.4 Atividade 4: Minimização de fumo metálico e melhoria de produtividade na soldagem estrutural.

1) Porque deve ser feito

Na soldagem estrutural o fumo metálico gerado fica na área de fabricação e acaba sendo dissipado no meio ambiente. Para mitigar este poluente acarretará na alteração no processo de soldagem das vigas das caçambas basculantes. Este procedimento atualmente é realizado pelos colaboradores, que montam as vigas sobre cavaletes, executam o posicionamento utilizando ferramentas como trenas, esquadros e régua como ferramentas de trabalho. A Figura 62 ilustra a montagem das vigas das caçambas basculantes soldadas pelo processo GMAW- MAG.

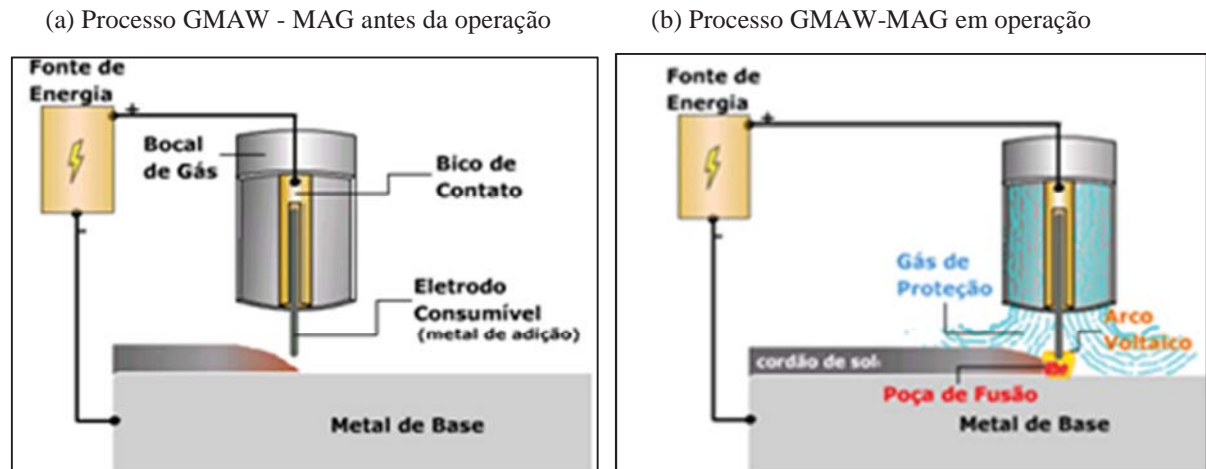
Figura 62 - Vigas das caçambas basculantes processo GMAW-MAG.



Fonte: Próprio autor, (2012).

As vigas são soldadas através do processo GMAW - MAG, com gás ativo e eletrodo sólido, este processo caracteriza-se pela aplicação em aços de baixo e médio teor de carbono, o gás protege a poça de fusão e o arco voltagem funde o eletrodo que se une ao metal base gerando a emissão de fumos metálicos para a atmosfera. A Figura 63 ilustra o processo GMAW - MAG.

Figura 63 - Processo de soldagem GMAW-MAG.



Fonte: Sumig, (2012).

2) Como deve ser feito

A Figura 64 ilustra o perfil das vigas soldadas no setor de soldagem estrutural da empresa. O processo caracteriza-se como soldagem plana horizontal, esta condição justifica a atividade de produção mais limpa sugerida para a empresa, sendo a aplicação do processo a arco submerso.

Figura 64 - Perfil das vigas das caçambas.



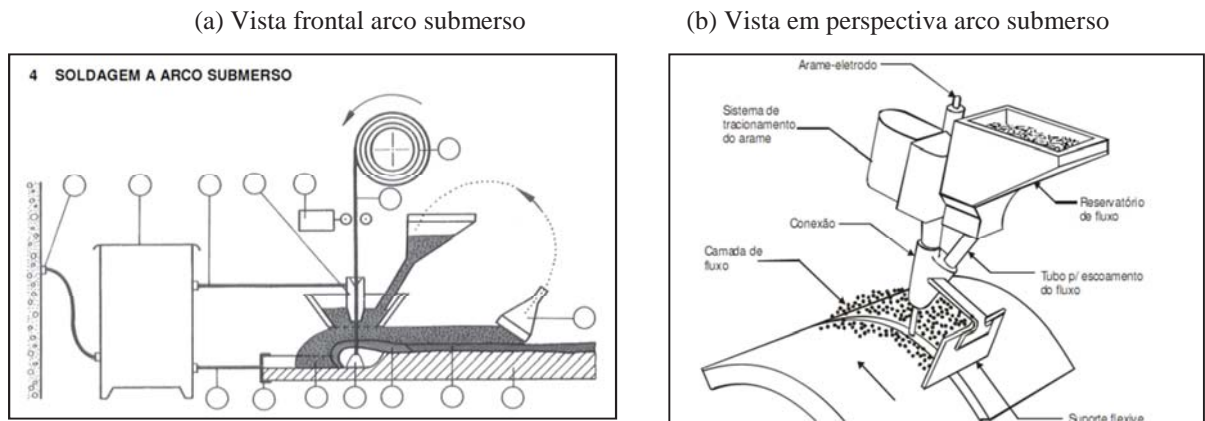
Fonte: Próprio autor, (2012).

O processo de soldagem a arco submerso ou SAW (*Welding Arc Submerged*) o calor para a soldagem é fornecido por um arco desenvolvido entre um eletrodo de arame e a peça. O arco ficará protegido por uma camada de fluxo granular fundido que protegerá, o metal fundido e a poça de fusão da contaminação atmosférica, garantindo baixa emissão de fumos metálicos quando comparado aos outros processos, porque o fluxo contínuo protege a poça de fusão.

Segundo Marques et al. (2011), a soldagem SAW é um processo mecanizado em soldagem de produção, apresenta boa tenacidade e boa resistência ao impacto. A norma regulamentadora deste processo é a AWS e todos os cálculos de custos de soldagem que serão

apresentados estão embasados nesta metodologia. A Figura 65 ilustra o processo a arco submerso.

Figura 65 - Detalhamento da soldagem arco submerso



Fonte: Sumig, (2012).

(c) Processo de soldagem por arco submerso SAW.



Fonte: Sumig, (2012).

Para minimizar a atividade de fumos metálicos da soldagem estrutural e buscar melhoria de produtividade, a empresa em estudo deve adquirir o equipamento de soldagem por arco submerso.

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade deverá ser implementada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

O investimento inicial é composto por gastos com utensílios, máquinas e equipamentos que serão utilizados para a implantação do processo mecanizado de arco submerso, em substituição ao atual processo manual MAG de soldagem das vigas das caçambas, conforme apresentado no Quadro 20.

Quadro 20: Orçamento do arco submerso.

Unid.	Descrição do item	Custo total (R\$)
Pç	Equipamento Arco submerso MZ 1000 Sumig	R\$ 29.450,00

Adaptado de: Sumig, (2012).

b) Custos variáveis de produção

1) Horas de soldagem GMAW - MAG e a arco submerso

Para o levantamento dos custos foi considerado o tempo de soldagem pelo processo MAG de sessenta minutos por caçamba para soldar um conjunto de vigas, totalizando 15.120 minutos /por ano e 252 horas de soldagem por ano.

O custo do processo por arco submerso considerou o mesmo procedimento adotado no processo GMAW - MAG e tem-se um tempo de 126 horas de soldagem por ano.

2) Salário de funcionário

O salário do funcionário para o processo GMAW - MAG foi estimado em R\$2.000,00 por mês com encargos sociais, considerou-se 220 horas trabalhadas/mês, definindo o valor da hora de soldagem em R\$ 9,09.

No processo de soldagem por arco submerso estimou-se um salário do funcionário de R\$ 2.800,00 sendo que, o colaborador deve ser mais qualificado para efetuar a operação do equipamento, utilizou-se o mesmo procedimento e a hora de soldagem será R\$ 12,73.

3) Vigas padrões GMAW - MAG e arco submerso SAW

Utilizou-se vigas padrões de 6000 mm para efeito de cálculo do custo da soldagem no processo GMAW – MAG e o custo é de R\$ 2.290,91. O custo da soldagem no processo por arco submerso SAW é de R\$ 1.603,64.

4) Energia elétrica

Para os custos referentes a energia elétrica gasta na produção adotou-se o valor do Kw/h praticado pela concessionária local que é de R\$ 0,54 o Kw/h. Para o processo de soldagem GMAW - MAG adotou-se um rendimento de 0,95%. Para o processo de arco submerso SAW adotou-se o mesmo procedimento, e obteve-se um rendimento também de 0,95%.

5) Consumo de Arame GMAW - MAG e arco submerso SAW

O custo dos materiais depositados na fusão considerou para ambos os processos, um consumo de arame sólido de 3,84 Kg de massa de arame para soldar duas vigas.

O custo do arame sólido para o processo GMAW - MAG é de R\$ 6,11.

O custo do arame sólido para o processo a arco submerso SAW é de R\$ 6,50.

6) Gás utilizado no processo GMAW - MAG

O gás ativo utilizado no processo GMAW - MAG (95% CO₂ + 5% Argônio) e estimou-se um consumo de 4m³ obtendo-se um custo de R\$ 26,66 para soldar duas vigas.

7) Fluxo para arco submerso SAW

O Fluxo para o processo a arco submerso custa R\$ 16,54 / Kg, estimou-se um consumo de 26,71 Kg de massa de fluxo para efetuar a soldagem das duas vigas.

Na Tabela 12, observa-se os custos por ano comparando os processos de soldagem manual GMAW - MAG, com o processo de soldagem mecanizada por arco submerso na soldagem das vigas das caçambas para a empresa em estudo.

Tabela 12: Comparativo do processo de soldagem GMAW - MAG manual com soldagem mecanizada por arco submerso SAW soldagem das vigas das caçambas.

Setor industrial – Soldagem	
Atividade industrial – Estrutural	
Descrição	Custo anual (R\$)
Tempo de soldagem manual GMAW - MAG	2.290,91
Custo da energia elétrica GMAW - MAG	10.743,16
Custo dos consumíveis GMAW - MAG (Arame + gás)	12.942,03
Total:	25.976,10
Tempo de soldagem mecanizada por Arco submerso SAW	1.603,64
Custo da energia elétrica Arco submerso SAW	10.743,16
Custo consumíveis Arco submerso SAW (Arame + fluxo)	7.062,78
Total:	19.409,58
Resultado:	+6.566,52

Fonte: Próprio autor, (2012).

A redução de custos comparando o processo GMAW - MAG ao processo por arco submerso SAW obtém-se um resultado de R\$ 6.566,52 por ano que representa uma redução de 25,27% nos custos do processo.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade, processo mecanizado de arco submerso em substituição ao atual processo manual GMAW - MAG de soldagem das vigas das caçambas compreende salários e encargos de funcionário capacitado. Com o processo mecanizado a arco submerso SAW obtém-se um ganho de qualidade com relação ao aspecto visual no produto e redução de um operador no processo produtivo. Os custos de produção são embasados nas horas laborais anuais e nos tempos de soldagem para realização de soldagem das vigas utilizando equipamento manual GMAW - MAG e equipamento por arco submerso SAW, estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Lucro no processo de soldagem mecanizada por arco submerso.

Setor industrial – Soldagem	
Atividade industrial – Estrutural	
Descrição	Custo anual (R\$)
Soldagem manual GMAW - MAG (2 operadores)	48.000,00
Soldagem por Arco submerso (1 operador)	33.600,00
Resultado:	+14.400,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

A redução de custos devido a redução de 2 operadores para 1 operador, comparando o processo GMAW - MAG ao processo por arco submerso SAW obtém-se um ganho de R\$ 14.400,00 por ano.

d) Análise econômica da implantação

A análise da viabilidade econômica tomou por base o fluxo de caixa previsto, considerando os custos fixos e variáveis e os investimentos.

Com base nas informações dos custos fixo e variáveis de produção tem-se uma redução de custos de 25,27% nos custos do processo.

A Taxa mínima de atratividade TMA foi definida como de 6% a.a que é atualmente a rentabilidade líquida esperada de fundo de renda fixa, os quais estão próximos com a rentabilidade da caderneta de poupança.

O quadro do fluxo financeiro gerado com base a uma redução de custos de 25,27% de R\$ 73.976,10 obtendo-se uma redução de custo de R\$ 20.966,52. A figura 66 apresenta o quadro do fluxo financeiro onde estima-se uma vida útil para o equipamento de 5 anos e que após este período a empresa deverá atualizar a tecnologia existente por um equipamento mais moderno.

Figura 66: Quadro do fluxo financeiro com redução de 25,27% do custo anual

Quadro do Fluxo Financeiro						
Descrição	0	1	2	3	4	5
Redução no custo anual		73976,10	73976,10	73976,10	73976,10	73976,10
(-) Custo variável de produção		19409,58	19409,58	19409,58	19409,58	19409,58
(-) Custo fixo de produção		33600,00	33600,00	33600,00	33600,00	33600,00
lucro		20966,52	20966,52	20966,52	20966,52	20966,52
(-) Investimentos totais	29.450,00					
(=) Fluxo de Caixa	-29.450,00	20966,52	20966,52	20966,52	20966,52	20966,52
Valor Presente Líquido (VPL) =	58.868,61					
Taxa Interna de Retorno (TIR) =	65,45%	TMA= 6,00%				
Valor Anual Uniforme (VA) =	R\$ 13.975,20					
pay back	1,4					

Fonte: Próprio autor, (2012).

O valor presente líquido (VPL) para um horizonte de cinco anos de vida útil é de R\$ 58.868,61 e o valor anual uniforme (VA) é de R\$ 13.975,20/ano. A taxa interna de retorno de 65,45% evidencia que o investimento nesta condição é atrativo pois a $VPL \geq 0$ e $VA \geq 0$ e a $TIR \geq TMA$. (PAMPLONA E MONTEVECHI,2003).

O período de recuperação de capital (*payback*) é 1,4 anos, isto representa recuperação do investimento com menos da metade da vida útil estimada para o equipamento.

O Quadro 21 resume os resultados da avaliação econômica com redução de 25,27% do custo anual.

Quadro 21: Resumo dos resultados da Avaliação econômica com redução de 28,34% do custo anual

TMA	VPL	TIR	VA	Payback
6,00%	R\$ 58.868,61	65,45%	R\$ 13.975,20	1,4 anos

Fonte: Próprio autor, (2012).

5) Quadro Resumo

O investimento no equipamento de arco submerso possibilita ganhos de produtividade e também ambientais, porque não gera gases poluentes para o meio ambiente.

No Quadro 22 é apresentada a atividade de Produção mais Limpa para a minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade da soldagem estrutural.

Quadro 22: Atividade de Produção mais Limpa proposta de minimização de fumos de solda e melhoria de produtividade

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade da soldagem estrutural	Reduzir custo e impacto ambiental	Investimento em equipamento de arco submerso	Engenharia de processo	Setor de soldagem estrutural	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	1,4 anos

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.5 Atividade 5: Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial

1) Porque deve ser feito

A substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial é uma atividade de curto prazo; a empresa substituirá o produto pano mecânico e estopa mecânica e contratará uma empresa terceirizada que fornecerá as toalhas industriais e efetuará a reciclagem das mesmas. A toalha industrial pode ser reaproveitada, após processo de lavagem industrial.

A portaria n. 16 da FEPAM (Rio Grande do Sul, 2009) define que os resíduos de pano mecânico e estopa não serão mais aceitos em aterros sanitários, mas sim terão que ser coprocessados. Na área de fabricação da empresa é utilizado o pano mecânico de retalhos e estopa mecânica como ilustra a Figura 67.

Figura 67 - Pano e estopa mecânica.

(a) Pano mecânico



(b) Estopa mecânica



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

A atividade sugerida é a substituição destes dois produtos pela toalha industrial conforme demonstra a Figura 68.

Figura 68: Toalha industrial reciclada.



Fonte: Renova, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Com base no consumo estimado na etapa inicial do desenvolvimento desta pesquisa e informações de entrada e saída de materiais e entrevistas na área de fabricação tem-se no Quadro 23 o orçamento de consumo de toalhas industriais por ano; sendo que a empresa fornecedora disponibiliza um número de toalhas mensais e a cada período mensal realiza a substituição das mesmas, realizando a reciclagem através do processo de lavagem das usadas.

Quadro 23: Orçamento de toalha industrial por ano

Unid.	Descrição do item	Custo (R\$/Ano)
Pç	Orçamento de toalha industrial 35x 40 Azul	6.504,00

Adaptado de: Renova, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade substituição da toalha industrial pelo pano mecânico e estopa mecânica é o gasto com os materiais envolvidos no processo e este consumo altera conforme a fabricação.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de substituição da toalha industrial pelo pano mecânico e estopa mecânica permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica da implantação

Para a atividade de substituição do pano mecânico e da estopa pela toalha industrial, visualiza-se na Tabela 14 os gastos com pano mecânico e estopa mecânica por ano.

Tabela 14: Gastos com pano mecânico e estopa mecânica.

Setor Industrial		
Atividade industrial - Fabricação		
Descrição	Custo unitário (R\$/Kg)	Custo (R\$) Anual
Pano mecânico	4,40	4.752,00
Estopa mecânica	8,75	1.050,00
		Total: 5.802,00

Fonte: Próprio autor, 2012.

O custo anual estimado com a implantação da toalha industrial é de R\$ 6.504,00. Os custos anuais da empresa pela utilização do pano mecânico e estopa mecânica são de R\$ 5.802,00. A substituição do pano mecânico e estopa mecânica pela toalha industrial representa um incremento de custo de 12% ao ano conforme observa-se na Tabela 15.

Tabela 15: Incremento de gastos toalha industrial comparada com pano mecânico e estopa mecânica.

Setor industrial – Soldagem	
Atividade industrial – Estrutural	
Descrição	Custo (R\$)
Toalha Industrial	6.504,00
Pano e estopa mecânica	5.802,00
Resultado: Incremento de 12% ao ano	702,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM e caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55, estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que, no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente. Esta atividade reduz o impacto ambiental da destinação final do pano e da estopa mecânica.

5) Quadro Resumo

Esta atividade de produção mais limpa é uma melhoria ambiental para a empresa em estudo, pois reduz resíduos na fonte, faz reaproveitamento, e destinação correta do resíduo gerado no processo de fabricação.

No Quadro 24 são apresentados os itens da atividade de produção mais limpa proposto de substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial.

Quadro 24: Atividade de Produção mais Limpa substituição pano mecânico e estopa pela toalha industrial na empresa

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial	Impacto ambiental	Investimento das toalhas industriais	Engenharia de processo	Setores de fabricação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.6 Atividade 6: Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas

1) Porque deve ser feito

Na solda GMAW - MAG utilizada na empresa, encontra-se na composição do metal fios de solda a base de Carbono (C), Fósforo (P), Enxofre (S), Cobre (Cu), Silício (Si) e

Manganês (Mn). O Quadro 25 ilustra a composição do arame de solda utilizado, estas informações são pertinentes para a análise da atividade ambiental de minimização do fumo gerado na soldagem de subconjuntos.

Quadro 25: Composição química arame sólido para solda.

Composição química arame sólido para solda					
Modelo: AWS – A 5.18 ER 70 S – 6 Bitola do arame 1,0 mm					
C	Mn	Si	P	S	Cu
0,06~0,15	1,40~1,85	0,80~1,15	<0,025	<0,035	<0,15

Fonte: Priwell,(2012).

O setor de soldagem de subconjuntos da empresa é onde se tem grande quantidade de gases presentes no ar. A Figura 69 ilustra o setor.

Figura 69 - Área de bancada de soldagem.

(a) Bancada de soldagem 1



(b) Bancada de soldagem 2



Fonte: Próprio autor, (2012).

A atividade de minimização dos fumos metálicos inicia com o monitoramento destes gases, que atualmente tem destino o meio ambiente. A Figura 70 ilustra este monitoramento que foi realizado por empresa especializada que quantificou este agente.

Figura 70 - Colaborador em monitoramento ambiental na soldagem.

(a) Monitoramento colaborador 1

(b) Monitoramento colaborador 2



Fonte: Próprio autor, (2012).

Monitoramento de fumos

Implantou-se no processo de fabricação sugadores artificiais de fumos a Figura 71 ilustra um recorte do laudo de monitoramento de fumos no setor de soldagem.

Figura 71 - Laudo de monitoramento ambiental de fumos da soldagem.

		CERTIFICADO DE ANÁLISE				Pag. 2/2 12.10.10565	
Método: Espectrofotometria de Absorção Atômica- OSHA ID 121 Agente Químico: COBRE							
ACGIH 2011						Resultados	
TWA - Fumos		TWA - Poeiras /		NR 15-Anexo 11			
mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
0,2	-	1,0	-	-	-	0,0040	
Limite de detecção: 0,98 microgramas							
CONCLUSÃO: A QUANTIFICAÇÃO DE FERRO, MANGANÊS E COBRE ENCONTRAM-SE DENTRO DOS LIMITES DE TOLERÂNCIA ESTABELECIDOS PELA ACGIH / TWA E NR 15 ANEXO 12. A1 = Carcinogênico Humano confirmado. A2 = Carcinogênico Humano suspeito. A3 = Carcinogênico animal confirmado com desconhecida relevância para seres humanos. A4 = Não classificável como carcinogênico humano A5 = Não suspeito como carcinogênico humano							

Fonte: Toximed, (2012).

Com base nos laudos técnicos de fumos na soldagem, define-se que o setor de soldagem é um ambiente insalubre e faz-se necessário a utilização de equipamentos de proteção individual. Com relação a questão ambiental, Contaminações estão sendo lançadas para o meio ambiente e conforme a legislação ambiental faz-se necessários a instalação de filtros capazes de restringir estes óxidos metálicos do meio ambiente.

2) Como deve ser feito

Sugere-se a instalação de um captador de fumos com filtros para atenuar estes gases poluentes.

Um sugador de alta potência e rendimento que retira os gases antes que estes entrem em contato com o ar ambiente. A Figura 72 ilustra o projeto do sistema de captação de fumos sugerido para a empresa.

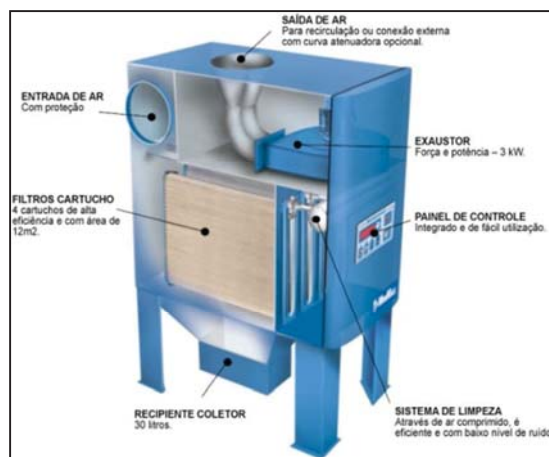
Figura 72 - Captador de fumos em soldagem.



Fonte: Euronema,(2012).

A Figura 73 ilustra o sistema de filtragem de fumos, onde as partículas de metais pesados ficam retidas em barreiras no filtro cartucho, após são depositadas no recipiente coletor.

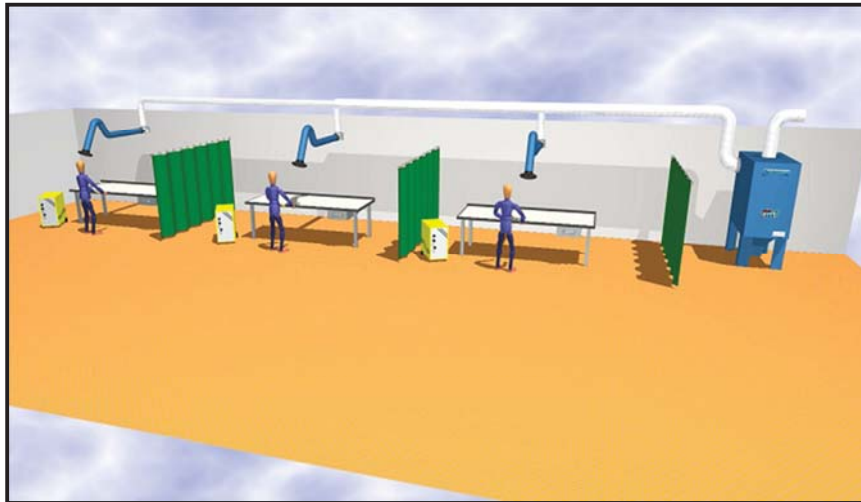
Figura 73 - Sistema de filtro para atenuação de fumos de soldagem



Fonte: Euronema,(2012).

Conforme o pré-projeto realizado o setor ficará com o seguinte leiaute conforme descreve a Figura 74.

Figura 74 - Pré-projeto da atividade captação de fumos de solda



Fonte: Euronema, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

O Quadro 26 ilustra o orçamento do equipamento captador de fumos de solda.

Quadro 26: Orçamento de captador de fumos para soldagem

Unid.	Descrição do item	Quantidade	Custo (R\$)
Pç	Captador de fumos para soldagem	1	76.800,00

Adaptado de: Euronema, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de minimização de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas é o gasto com os materiais envolvidos no processo e nesta atividade não se tem alterações.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de minimização de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica da implantação

Para a atividade de minimização de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas tem-se um custo ambiental de R\$ 76.800,00

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que, no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves, a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação

gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente esta atividade reduz o impacto ambiental da destinação final do fumo metálico.

5) Quadro Resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa, atenua o fumo metálico que não podem ser evitados no processo de fabricação.

No Quadro 27 são apresentados os itens da atividade de Produção mais Limpa proposto para tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico na soldagem de subconjuntos.

Quadro 27: Atividade de Produção mais Limpa de tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico soldagem de subconjuntos.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico soldagem de subconjuntos	Impacto ambiental	Aquisição do captador de fumos e instalação do sistema	Responsável dentro da empresa	Setor de soldagem ponteamto e soldagem tampas	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor,(2012).

4.3.1.7 Atividade 7: Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço

1) Porque deve ser feito

O setor do jato de granalha apresenta fumos de granalha de aço, estes fumos são microesferas de aço utilizadas no processo de limpeza das caçambas e o fumo de granalha de aço é lançado no meio ambiente porque o sistema não possui filtros captadores. O equipamento utilizado na fabrica antiga e também nas novas instalações pode ser visualizado conforme Figura 75.

Figura 75 - Equipamento do jato de granalha.

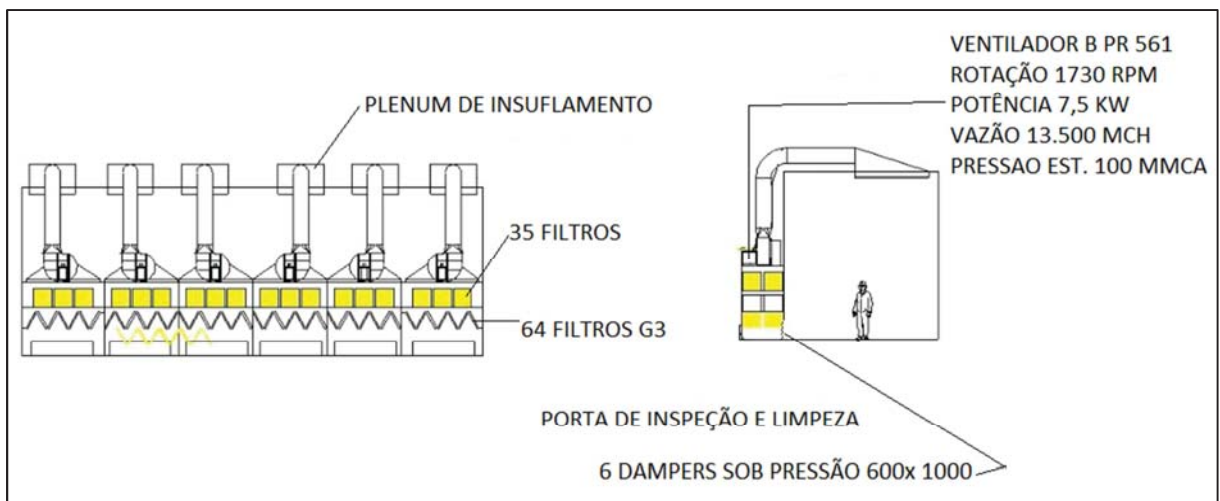


Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

Deve-se substituir o sistema atual por uma cabine de captação de fumos de granalha de aço, conforme Figura 76, que possibilita a redução de poluentes que são lançados no meio ambiente.

Figura 76 - Cabine de captação de fumo de granalha



Fonte: Euronema, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

O Quadro 28 ilustra o orçamento do equipamento captador de fumos de granalha de aço com sistema de filtros.

Quadro 28: Orçamento de cabine de captação de fumo de granalha de aço.

Unid	Descrição do item	Quantidade	Custo (R\$)
Pç	Orçamento de cabine de captação de fumos de granalha de aço	1	326.200,59

Adaptado de: Euronema, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de minimização de fumos de granalha de aço é o gasto com os materiais envolvidos no processo nesta atividade não se tem alterações.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de minimização de fumos de granalha de aço permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica da implantação

O fumo de granalha de aço armazenado no filtro pode ser comercializado na região servindo como matéria-prima na fabricação de contrapeso para portões de garagem em outras empresas.

Realizou-se a medição da massa do fumo de granalha de aço que é de 9,30 Kg para uma garrafa pet de 2 litros, como pode-se observar nas Figuras 77 (a) e (b).

Figura 77 - Medição de massa de fumo de granalha de aço.

(a) Balança mensurando a massa

(b) Massa de aço/granalha



Fonte: Próprio autor, 2012.

A comercialização da massa de fumo de granalha é estimada no valor pago pela garrafa pet de 2 litros que é de R\$ 1,00. Na empresa a perda de fumo de granalha, conforme informações de entrada e saída é de 500 Kg por mês, considera-se que cada garrafa acondiciona 9,5 Kg de massa de fumos, em 1 mês tem-se 52,6 garrafas pet ao custo de R\$ 1,00 gera-se R\$ 52,60 por mês, anualmente R\$ 631,57. Como pode ser observado no Quadro 29.

Quadro 29: Receita com venda massa de fumo de granalha.

Resíduo	R\$	Kg/garrafa	Lucro (R\$ /Ano)
Fumo de granalha de aço	R\$ 1,00	9,5	631,57

Fonte: Próprio autor, (2012).

Esta é uma atividade onde a venda do fumo de granalha não viabiliza a implantação da atividade ambiental de captação de fumos de granalha, mas atenua o impacto causado ao meio ambiente através da destinação correta do resíduo fumo de granalha para uma aplicação que gera receita e observa-se na Tabela 16.

Tabela 16: Venda de resíduo de fumo de granalha

Setor industrial – Jato de Granalha Atividade industrial – Jateamento	
Descrição	Custo (R\$)
Custo Captador de fumos de granalha de aço	326.200,59
Receita com venda do fumo de granalha aço	631,57
Resultado:	325.569,02

Fonte: Próprio autor, (2012).

Segundo FEPAM (2012), embasada na Lei Estadual nº 9921/93 que regulamenta os resíduos sólidos, a empresa poluidora pode comercializar o resíduo desde que declare nas planilhas de licenciamento a comercialização deste resíduo e a empresa que consome este resíduo também declare a utilização deste resíduo, sendo ambas licenciadas e acordadas comercialmente.

A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente. Esta atividade reduz o impacto ambiental da destinação final dos fumos de granalha de aço.

5) Quadro Resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e atenua os resíduos que não podem ser evitados no processo produtivo.

O Quadro 30 apresenta os itens da atividade de Produção mais Limpa de tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço.

Quadro 30: Atividade de Produção mais Limpa de tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo de granalha de aço.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço	Impacto ambiental	Desenvolver cabine de captação de fumos de granalha de aço com sistema de filtros e destinação dos resíduos	Engenharia de processos	Setor de jato de granalha	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

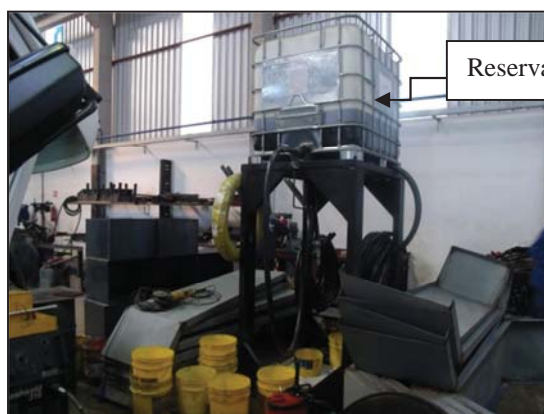
4.3.1.8 Atividade 8: Efetuar a destinação correta do resíduo de óleo

1) Porque deve ser feito

Na montagem da caçamba basculante podem ocorrer vazamentos de óleo no conjunto hidráulico. Muitas vezes tem-se ar dentro das câmaras dos cilindros hidráulicos este ar permanece na câmara no momento do abastecimento do óleo no teste da bomba hidráulica do veículo. O ar não permite que o fluido ocupe espaço, causando perda de eficiência para o sistema. Faz-se necessário um procedimento de remoção deste ar existente no interior da câmara, este procedimento é o afrouxamento da conexão e esta técnica pode ocasionar um jato intenso de óleo com pressão no entorno da caçamba onde se está efetuando a montagem. Este resíduo de óleo contaminado muitas vezes é originado deste procedimento e pode ser visualizado nas Figuras 78, 79 e 80.

Figura 78 - Reservatório de óleo

Figura 79 - Recipientes de óleo



Fonte: Próprio autor,(2012).

Fonte: Próprio autor, (2012).

Figura 80 - Contaminação de óleo no solo



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

2.1) Atenuadores de óleo

Técnicas para atenuar o impacto ambiental gerado pelo resíduo de óleo na montagem instalação e o uso de produtos capazes de melhorar a limpeza e atenuar este resíduo de óleo da área de fabricação. Quando este incidente ocorrer deve-se aplicar atenuadores e efetuar a destinação correta. Pode-se visualizar esta técnica na Figura 81.

Figura 81 - Técnica para atenuação de óleos.

(a) atenuador de óleos



(b) Aplicação de atenuador de óleos



Fonte: Ebios, (2012).

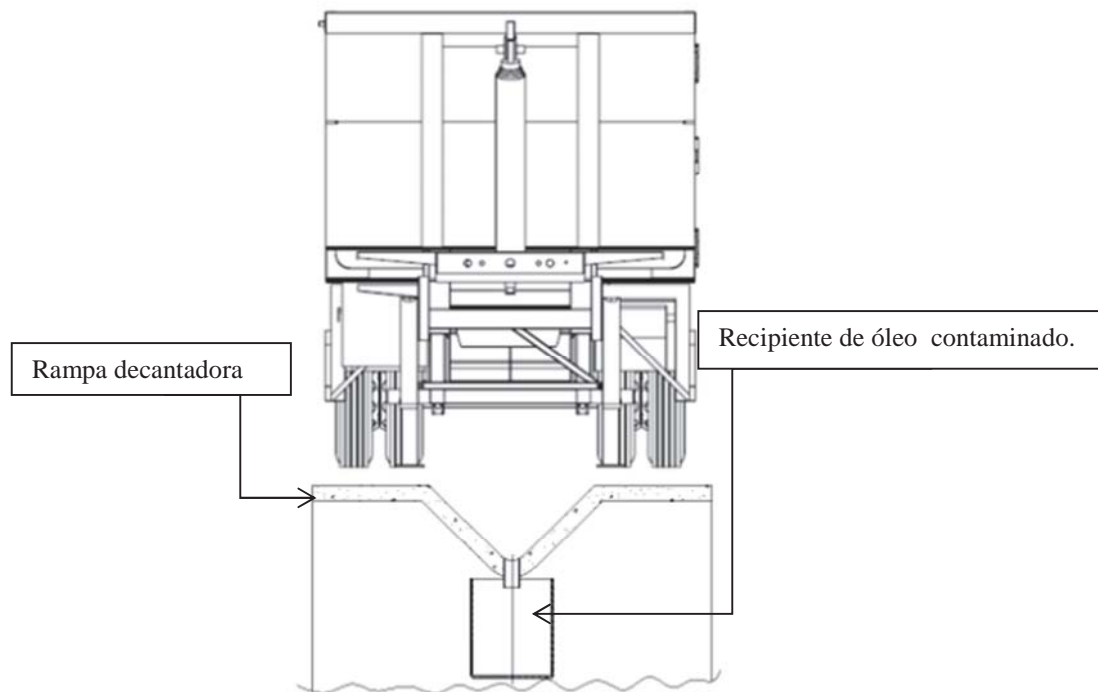
2.2) Rampa decantadora

A solução de projeto que coleta na fonte, reduz o impacto ambiental do óleo no solo na área de fabricação e faz a destinação deste resíduo. É o desenvolvimento de uma rampa em concreto com ângulos de inclinação de 45°. Esta rampa deverá ser instalada no setor de montagem e instalação.

Monta-se os cilindros hidráulicos na caçamba e efetua-se o teste da bomba hidráulica, que é o componente que pode apresentar problemas e ocasionar vazamento de óleo provocando a contaminação no processo de fabricação.

A atividade de construção da rampa possibilitará para a empresa em estudo, efetuar um processo de destinação deste óleo contaminado que escoar sobre a rampa inclinada e se acondiciona no recipiente acumulador. Quando o recipiente estiver completo de óleo, substitui-se a vasilha e pode-se efetuar a destinação correta deste resíduo contaminado. A Figura 82 ilustra o pré-projeto da atividade rampa decantadora de óleo.

Figura 82 - Rampa decantadora para óleo.



Fonte: Próprio autor,(2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade de atenuação será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa, a construção da rampa será terceirizada pela empresa e construída na área de fabricação.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

O orçamento de aquisição do atenuador de óleo e construção da rampa para decantar o resíduo de óleo, pode ser observado conforme a Tabela 17.

Tabela 17: Orçamento de técnicas para mitigar o óleo.

Descrição	Custo unitário (R\$)	Anual	Custo Total (R\$)
Ferramentas atenuação de óleo	1.750,00	1 (m ³)	1.570,00
Rampa de alvenaria	20.000,00	1 (cj.)	20.000,00
Total:			21.570,00

Adaptado de: Ebios, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Firmou-se uma parceria com a empresa IPSUL, a empresa em estudo disponibiliza o resíduo de óleo solúvel e a IPSUL coleta e dá a destinação final, fornecendo laudo técnico de reaproveitamento e destinação, sem custo para a empresa em estudo.

O resíduo sólido de óleo gerado deve ser enviado para destinação final e o tratamento deste resíduo é de responsabilidade da empresa coletora. Este também deve ser acondicionado em bombonas conforme ilustra a Figura 83.

Figura 83 - Bombona para acondicionamento de resíduos sólidos de óleo



Fonte: Próprio autor, (2012).

O orçamento de destinação de resíduos sólidos de óleo está descrito na Tabela 18.

Tabela 18: Orçamento de destinação de resíduo sólido óleos

Descrição	Custo unitário (R\$)	Anual	Custo Total (R\$)
Resíduo sólido de óleo	350,00	3 (m ³)	1.050,00
Bombonas	20,00	3	60,00
			Total: 1.110,00

Adaptado de: Proamb, (2012).

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de destinação de resíduo de óleo permanecem iguais. O profissional que executa as tarefas de montagem e teste de bomba e cilindros é o mesmo e será responsável pela atividade.

d) Análise econômica de implantação

Esta é uma atividade onde a destinação adequada do resíduo de óleo não viabiliza sob o ponto de vista econômico a implantação da atividade, mas atenua o impacto causado ao meio ambiente com a destinação correta do resíduo de óleo.

Para implantar e operar esta atividade tem-se:

- 1) Investimento Inicial: R\$ 21.570,00
- 2) Custo anual: R\$ 1.110,00

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria n° 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2° multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que, no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves, a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

O Quadro 31 apresenta os itens da atividade de produção mais limpa de destinação do resíduo de óleo. As atividades propostas são melhorias para reduzir os impactos ambientais decorrentes do processo produtivo. A destinação do resíduo de óleo faz-se necessária para que a empresa atenda as normas ambientais.

Quadro 31: Atividade de Produção mais Limpa de destinação de resíduos de óleo.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Efetuar a destinação de resíduo de óleo	Impacto ambiental	Investimento em ferramentas de absorção e construção da rampa decantadora	Engenharia de processo	Setor de montagem instalação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.9 Atividade 9: Tratar e dar destinação correta do efluente da pintura

1) Porque deve ser feito

Atualmente, o efluente gerado na cortina de água das duas cabines fica armazenado no tanque do equipamento, este efluente é repostado semanalmente, pois com a utilização parte do efluente se evapora.

No setor de pintura, executa-se a pintura base com fundo anticorrosivo e também a pintura esmalte. A Figura 84 ilustra o setor.

Figura 84 - Cabine de pintura anticorrosivo e esmalte da empresa.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Após aproximadamente noventa dias de utilização este efluente é lançado na fossa séptica da empresa e a destinação final é realizada como água cinza. A Figura 85 ilustra o dispositivo de cortina d'água para as duas cabines de pintura.

Figura 85 - Dispositivo cortina de água



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

A atividade de produção mais limpa proposta é a instalação de um recipiente decantador, capaz de separar o efluente líquido do resíduo sólido da cortina d'água. Esta atividade de armazenagem propõem o envio destes efluentes para empresas especializadas que possam tratar, reaproveitar e dar destinação final. A Figura 86 ilustra um modelo de recipiente decantador de efluente.

Figura 86 - Recipiente decantador.



Fonte: Plaspipas, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Realizou-se orçamento para aquisição do recipiente decantador para separação do efluente do resíduo sólido conforme descreve o Quadro 32.

Quadro 32: Orçamento de tanque decantador

Unid.	Descrição do item	Quantidade	Custo (R\$)
Pç	Orçamento de recipiente decantador	1	450,00

Adaptado de: Plaspipas, (2012).

b) Custos variáveis de produção

1) O efluente gerado deve ser enviado para tratamento e destinação final. Este também deve ser acondicionado em bombonas conforme ilustra a Figura 87.

Figura 87 - Bombona para acondicionamento de efluentes.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Encaminhou-se amostras de efluente gerado na cabine de pintura para uma empresa terceirizada para tratar e reaproveitar o efluente. A Figura 88 ilustra este procedimento de análise técnica.

Figura 88 - Efluente contaminado da pintura



Fonte: Próprio autor, (2012).

Esta amostra do efluente juntamente com o formulário de informações sobre o processo de fabricação utilizado, faz-se necessário para definir o reaproveitamento do efluente e a destinação do mesmo. A Figura 89 ilustra o formulário.

Figura 89 - Formulário sobre efluentes líquidos

	FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES	RGI-54
INFORMAÇÕES SOBRE EFLUENTES LÍQUIDOS		
<p>Este formulário deve ser preenchido pelo gerador do efluente ou representante capacitado, fornecendo informações consistentes e detalhadas, especialmente quanto ao processo gerador e às matérias-primas envolvidas. Informações parciais ou inconsistentes podem resultar em classificações equivocadas, sendo estas, de responsabilidade exclusiva do gerador. Solicita-se comunicar a CETTRALIQ sempre que houver alteração no processo, produto ou matéria prima.</p>		
Razão Social da Empresa: _____		
Endereço: _____	Bairro: _____	Cep.: _____
Município: _____	Estado: _____	Telefone / Fax: _____
C.N.P.J.: _____	Insc. Est.: _____	
Denominação do Efluente: _____		
Descrição Detalhada do Processo de Geração do Efluente, incluindo todas as variantes: _____ _____		

Fonte: Cettraliq,(2012).

2) O resíduo sólido gerado na pintura deve ser enviado para tratamento, reaproveitamento e destinação final. Este também deve ser acondicionado em bombonas conforme ilustra a Figura 90.

Figura 90 - Bombona para acondicionamento de resíduos sólidos de pintura.



Fonte: Próprio autor, (2012).

Após a análise do efluente e do resíduo sólido pelas empresa que efetuarão o reaproveitamento, tem-se o orçamento conforme a Tabela 19.

Tabela 19: Orçamento de reaproveitamento de efluente.

Descrição	Custo unitário (R\$)	Quantidade (m ³)	Custo Total (R\$)
Reaproveitamento efluente	270,00	4	1.080,00
Compra de Bombonas	20,00	4	100,00
Total:			1.150,00
Destinação do resíduo sólido	350,00	1	350,00
Compra de bombonas	20,00	1	20,00
Total:			370,00

Adaptado de: Cettraliq e Proamb (2012).

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de tratamento e destinação do efluente líquido e do resíduo sólido da pintura permanecem iguais. O profissional que executa as tarefas de eliminar este efluente e resíduo sólido através da fossa é o mesmo que fará o acondicionamento nas bombonas e será responsável pela atividade.

d) Análise econômica de implantação

Esta atividade faz a destinação adequada do efluente e do resíduo sólido da cabine de pintura, o orçamento pode ser observado conforme Tabela 20.

Tabela 20: Custo com resíduos da pintura

Setor industrial – Montagem	
Atividade industrial – Montagem instalação	
Descrição	Custo anual (R\$)
Recipiente decantador	450,00
Custo com efluente pintura	1.150,00
Custo com resíduo sólido pintura	370,00
Resultado:	1.970,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que, no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves, a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e realiza a destinação correta do efluente e do resíduo sólido que não podem ser evitados no processo de fabricação.

O Quadro 33 apresenta os itens da atividade de produção mais limpa de tratamento e destinação do efluente e resíduo sólido de pintura.

Quadro 33: Atividade de Produção mais Limpa de tratamento e destinação do efluente e resíduo sólido de pintura.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar?	Quando será feito?	Pay Back
Tratamento e destinação do efluente e resíduo sólido da pintura	Problema ambiental	Investimento de tanque e destinação do efluente e resíduo sólido	Engenharia de processo	Setor de pintura	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

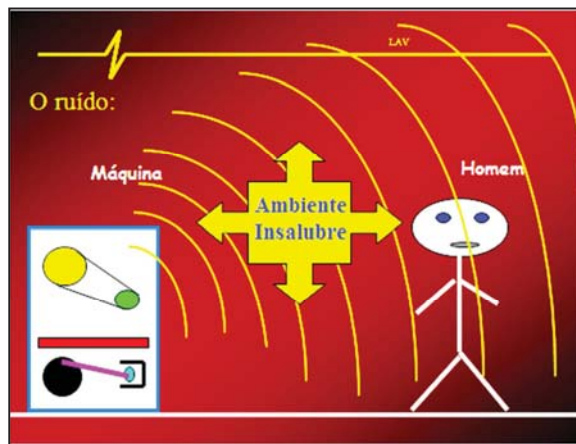
Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.10 Atividade 10: Minimização de ruídos no processo de fabricação

1) Porque deve ser feito

O Controle do ruído reflete diretamente sobre as pessoas que trabalham e que vivem no entorno da empresa e com o tempo pode gerar danos à saúde dos colaboradores. A Figura 91 ilustra a propagação do ruído.

Figura 91 - Propagação do ruído



Fonte: PPRA da empresa, (2012).

O controle de ruído é de responsabilidade do setor de Medicina e Segurança do Trabalho e do setor de Engenharia de Segurança do Trabalho. No intuito de quantificar os valores atuais, realizamos medições com decibelímetro na área de fabricação e os resultados são apresentados na Figura 92.

Figura 92 - Medições com decibelímetro DB(A) na área de fabricação.

(a) Medição mínima 85.4 DB (A)



(b) Medição máxima 100 DB (A)



Fonte: Próprio autor, 2012.

Os valores mensurados no estudo são na média 85,4 dB variando até 100 dB nos setores de fabricação da empresa. O Quadro 34 avalia o ruído por setores.

Quadro 34: Ruído por setores conforme PPRA

Nº	Setor Trabalho	Posto Trabalho	Ruído medido DB (A)	Tempo exposição (H/dia) NR 15	Índices de proteção para atingir a proteção necessária e permissível pela NR 15 anexo 01 85 DB (A)
1	Montagem	Parafusadeira/martelo	93 a 98	2:40 a 1:15 horas	14 dB (A)
2	Soldagem	Policorte/martelo	98	1h e 15 min	14 dB (A)
3	Soldagem	Esmeril	96	1h e 30 min	12 dB (A)
4	Estamparia	Empilhadeira	88	5 horas	5 dB (A)

Fonte: PPRA da empresa, (2012).

Com base na avaliação do ruído descrita no Quadro 37 é utilizada para definir os índices de proteção para adequar os setores de fabricação conforme NR 15 Anexo 01, define-se que os setores de fabricação é um ambiente salubre mas não dispensa o uso dos equipamentos de proteção individual.

Com relação a questão ambiental, o poluente sonoro está sendo lançado para o meio ambiente, e conforme a legislação ambiental faz-se necessários a instalação de filtros capazes de restringir este poluente do meio ambiente.

2) Como deve ser feito

A atenuação do ruído pode ser realizada com a alteração de processo mecânico. A principal causa de ruído é devido à golpes de martelos no processo de alinhamento de chapas e perfis, a Figura 93 ilustra os martelo de ajustagem utilizado e sugerido neste procedimento.

Figura 93 - Martelos para ajustagem.

(a) Martelo utilizado atualmente



(b) Martelo proposto de poliuretano

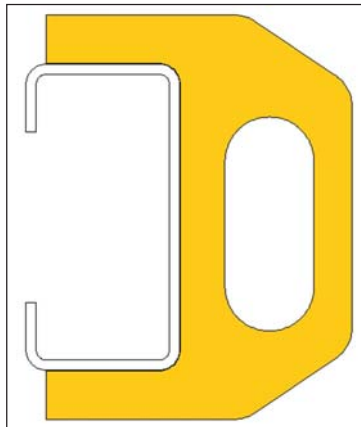


Fonte: Ferramentas Gerais, (2012).

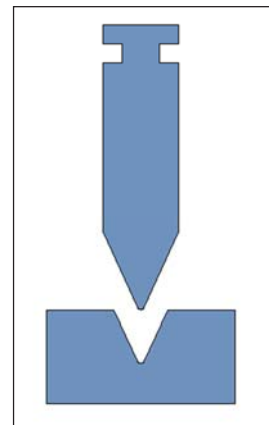
O desenvolvimento de gabaritos passa não passa e melhoria nas dobras específicas de perfis na estamparia através da confecção de cunhos de dobra é a forma mais adequada de eliminar a utilização de martelos de ajustagem, com isso atenua-se na fonte o ruído gerado na fabricação. A figura 94 ilustra esboço dos gabaritos.

Figura 94 - Esboço de gabaritos

(a) Esboço de gabarito passa não passa



(b) Esboço de cunho de dobra



Fonte: Próprio autor, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de Processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Efetuamos a contagem das ferramentas no setor de fabricação e faz-se necessário 20 martelos de poliuretano para substituição dos atuais martelos de aço. A Tabela 21 descreve o orçamento do martelo e de confecção de ferramentas que atenuam o ruído na fonte.

Tabela 21: Orçamento para atenuar o ruído.

Descrição	Custo unitário (R\$)	Anual	Custo Total (R\$)
Martelo de poliuretano	180,00	20 (pçs)	3.600,00
Cunhos de dobra e passa não passa	8.130,00	1 (cj.)	8.130,00
Total:			11.730,00

Adaptado de: Comersul, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de minimização de ruídos no processo de fabricação, são o gasto com os materiais envolvidos no processo. Nesta atividade estima-se R\$ 1.000,00 por ano com martelos e conserto de ferramentas desgastados.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de minimização de ruídos no processo de fabricação permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica de implantação

Esta atividade realiza a atenuação do ruído no processo de fabricação e o orçamento pode ser observado na Tabela 22.

Tabela 22: Orçamento de atenuação do ruído no processo de fabricação.

Setor industrial – Montagem	
Atividade industrial – Montagem instalação	
Descrição	Custo anual (R\$)
Acessórios para atenuar o ruído	11.730,00
Manutenção dos acessórios para atenuar o ruído	1.000,00
Resultado:	12.730,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

Esta é uma atividade necessária para resolver um problema ambiental, reduzindo o ruído na área de fabricação da empresa. A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM e caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55, estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves, a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e atenua o ruído utilizando equipamentos de proteção coletiva na forma de acessórios de fabricação, reduzindo um impacto ambiental decorrente do processo de fabricação.

O Quadro 35 apresenta os itens da atividade de produção mais limpa de minimização de ruído no processo de fabricação.

Quadro 35: Atividade de produção mais limpa de minimização de ruído no processo de fabricação

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	<i>Pay Back</i>
Minimização de ruídos no processo de fabricação	Problema ambiental	Martelos de aço por martelos de poliuretano e desenvolvimento de gabaritos e cunhos de dobra especiais	Engenharia de processo	Setores de fabricação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.11 Atividade 11: Efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação

1) Porque deve ser feito

O resíduo sólido de esmeris, esmerilhadoras, lixas e discos de corte são gerados na fabricação e tem como destinação o aterro sanitário. A adequação do sistema de fabricação exigem normas par a encaminhar este resíduo a empresas prestadoras de serviço que fazem, a destinação correta . A Figura 95 ilustra os modelos utilizados no processo produtivo.

Figura 95 - Resíduos de lixa, discos de corte.



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

Estes resíduos devem ser acondicionados em bombonas próprias para destinação, conforme ilustra a Figura 96.

Figura 96 - Bombona para acondicionamento de resíduos sólidos.



Fonte: Próprio autor, (2012)

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Os resíduos gerados deverão ser destinados para empresa terceirizada que efetua o tratamento e a destinação correta. O orçamento de custos para destinação desta atividade dos resíduos sólidos segue conforme Tabela 23.

Tabela 23: Orçamento de destinação do resíduo sólido de lixas.

Descrição	Custo unitário (R\$)	Anual	Custo Total (R\$)
Resíduo sólido de lixas	350,00	1.050,00	1.050,00
Compra de Bombonas	20,00	100,00	100,00
			Total: 1.150,00

Adaptado de: Proamb, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de destinação do resíduos sólidos de lixas no processo de fabricação é o gasto com os materiais envolvidos no processo e nesta atividade estima-se variações de R\$ 100,00 de gasto por ano com as bombonas para acondicionamento do resíduo.

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de destinação do resíduo no processo de fabricação permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica de implantação

Esta é uma atividade necessária para resolver um problema ambiental. O investimento necessário é de R\$ 1.150,00. Efetuando o destino adequado ao resíduo de lixas e esmeris na área de fabricação da empresa. A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e efetua a destinação correta do resíduo sólido que não pode ser evitado no processo produtivo.

O Quadro 36 apresenta os itens da atividade de Produção mais Limpa de destinação do resíduo sólido de lixas na montagem instalação.

Quadro 36: Atividade de Produção mais Limpa de destinação do resíduo sólido de lixas na montagem instalação.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Efetuar destinação do resíduo sólido de lixas	Impacto ambiental	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Setor de montagem instalação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.12 Atividade 12: Efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes

1) Porque deve ser feito

O resíduo de tintas e solvente são gerados na fabricação e a empresa manda para aterro sanitário. A adequação do sistema de fabricação as normas, exige encaminhar este resíduo a empresas terceirizadas que possam realizar a destinação correta. A Figura 97 ilustra o resíduo no processo produtivo.

Figura 97 - Resíduo de tinta e solventes



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

O efluente gerado deve ser enviado para tratamento e destinação final. Este também deve ser acondicionado em bombonas, no caso de resíduos líquidos, estes devem ser colocados dois sacos plásticos, por medida de segurança evitando assim o contato do resíduo com a superfície do tambor, impedindo vazamentos e ações químicas caso o tambor seja metálico conforme ilustra a Figura 98.

Figura 98 - Bombona para acondicionamento de resíduo de tintas e solventes.



Fonte: Próprio autor, (2012).

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de Processo na área de fabricação da empresa, destinando área seletiva para acomodar o resíduo líquido classe I, de acordo com a norma NBR 12. 235 – Armazenamento de resíduos líquidos perigosos, que especifica que as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos classe I , são área isolada, com telhado e piso de concreto impermeabilizado, canaletas e tanque de contenção.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Os resíduos gerados deverão ser destinados para empresa que efetue o tratamento e a destinação correta. Faz-se necessário a confecção de um setor específico na área de fabricação para acondicionamento deste resíduo líquido. O gasto com tratamento e destinação pode ser observado no Quadro 37.

Quadro 37: Orçamento de tratamento e destinação resíduo de tinta e solventes.

Unid.	Descrição do item	Quantidade	Custo (R\$)
Pç	Instalação de depósito de aproximadamente 6m ²	1	5.000,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de destinação de resíduos líquidos de tinta e solventes no processo de fabricação podem ser observados na Tabela 24.

Tabela 24: Orçamento de tratamento e destinação de resíduo de tinta e solventes

Descrição	Custo unitário (R\$)	Quantidade (m ³)	Custo Total (R\$)
Tratamento e destinação do resíduo líquido	650,00	3	1.950,00
Compra de Bombonas	20,00	3	60,00
Saco plástico	5,00	10 (pçs)	5,00
			2.010,00

Fonte: Adaptado de Proamb, (2012).

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de destinação de resíduo de tintas e solventes no processo de fabricação permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica de implantação

Esta é uma atividade necessária para resolver um problema ambiental, efetuando-se a destinação correta para os resíduo de tintas e solventes na área de fabricação da empresa. O investimento necessário é de R\$ 5.000,00 e os gastos para manter a atividade são de R\$ 2.010,00. Totalizando R\$ 7.010,00. A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2º multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que, no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este

prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e efetua a destinação do resíduo líquido que não pode ser evitado no processo produtivo.

O Quadro 38 apresenta os itens da atividade de produção mais limpa de destinação do resíduo líquido de tintas e solventes.

Quadro 38: Atividade de produção mais limpa de destinação do resíduo líquido de tinta e solventes

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Efetuar destinação de resíduo de tinta e solventes	Risco de contaminação e multas	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Entorno da fabrica	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, (2012).

4.3.1.13 Atividade 13: Efetuar a destinação correta da embalagem de tintas e solventes

1) Porque deve ser feito

As embalagens de tintas e solventes gerados na fabricação tem como destinação o aterro sanitário. Para adequação do sistema de fabricação as normas ambientais, exigem encaminhar

estes resíduos a empresas que possam dar a destinação correta. A Figura 99 ilustra o resíduo no processo produtivo.

Figura 99 - Resíduo de embalagem de tintas e solventes



Fonte: Próprio autor, (2012).

2) Como deve ser feito

Estes resíduos devem ser enviado para destinação final em empresa terceirizada que realiza esta atividade.

3) Quem e Onde deve ser feito

A atividade será implantada pelo setor de Engenharia de processo na área de fabricação da empresa, destinando área seletiva para acomodar o resíduo classe I, de acordo com a norma NBR 12. 235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, que especifica que as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos classe I, são área isolada, com telhado e piso de concreto impermeabilizado, canaletas e tanque de contenção.

4) Quanto deve custar

a) Gastos para implantação

Os resíduos gerados deverão ser destinados para empresa terceirizada que realiza a destinação correta. Faz-se necessário a confecção de um setor específico na área de fabricação para acondicionamento deste resíduo de embalagens de tinta e solventes. O gasto pode ser observado no quadro 39.

Quadro 39: Orçamento de confecção de almoxarifado resíduo embalagens de tinta e solventes

Unid	Descrição do item	Quantidade	Custo (R\$)
Pç	Instalação de depósito de aproximadamente 6m ²	1	5.000,00

Fonte: Próprio autor, (2012).

b) Custos variáveis de produção

Os custos variáveis de produção referente à atividade de destinação de resíduos de embalagens de tinta e solventes no processo de fabricação podem ser observados na Tabela 25.

Tabela 25: Orçamento de tratamento e destinação de resíduo de tinta e solventes.

Descrição	Custo unitário (R\$)	Quantidade (m ³)	Custo Total (R\$)
Destinação de embalagens de tinta e solventes	450,00	3	1.350,00
Total:			1.350,00

Fonte: Adaptado de Proamb, (2012).

c) Custos fixos de produção

Os custos fixos de produção referente à atividade de destinação dos resíduo de embalagens de tintas e solventes no processo de fabricação permanecem iguais. O profissional é o mesmo em ambos procedimentos.

d) Análise econômica de implantação

Esta é uma atividade necessária para resolver um problema ambiental, efetuando-se a destinação correta das embalagens de tinta e solvente na área de fabricação da empresa. O custo para implantação da atividade é de R\$ 6.350,00.

A não implantação desta atividade pode gerar sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

e) Sanções e infrações aplicáveis

Estima-se uma multa de R\$ 1.778,85, conforme cálculo de multas definido pela portaria nº 65/2008 da FEPAM, caso esta atividade não seja implantada na empresa o valor da reincidência da 2ª multa é de R\$ 5.336,55 e estas apresentam progressividade no cálculo.

Cabe ressaltar que no momento da aplicação da multa o fiscal entrega a multa e a advertência escrita que define o prazo de trinta dias para regularização da atividade. Caso este prazo não seja cumprido pela empresa autuada, o processo vai a julgamento em decisão administrativa no departamento jurídico da FEPAM.

A regularização da atividade através de conciliação no departamento jurídico da FEPAM, em situações onde a empresa é autuada, a mesma deve regularizar a atividade poluidora e pagar as multas.

Caso a empresa poluidora não cumpra a atividade exigida na advertência e nem pague as multas, a FEPAM estipula a pena de suspensão das atividades da empresa poluidora com o lacre dos equipamentos produtivos. Em casos mais graves a FEPAM busca auxílio da Delegacia do Meio Ambiente e do Ministério Público. A não observância da regulamentação gera consequências para a população em geral e para o meio ambiente.

5) Quadro resumo

Esta atividade é uma melhoria ambiental para a empresa e faz-se a destinação das embalagens de tintas e solventes que não pode ser evitados no processo produtivo.

O Quadro 40 apresenta os itens da atividade de produção mais limpa de destinação do resíduo de embalagens de tintas e solventes.

Quadro 40: Atividade de Produção mais Limpa de destinação das embalagens de tinta e solventes.

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay Back
Efetuar a destinação das embalagens de tintas e solventes	Risco de contaminação e multas	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Entorno da fabrica	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor, 2012.

4.3.2 Seleção de oportunidades viáveis de Produção mais Limpa

As oportunidades viáveis de Produção mais Limpa sugeridas para a empresa em estudo, considerou as informações obtidas na etapa 2 da pesquisa considerando a análise ambiental sob aspectos e impactos. A partir deste estudo proporcionou-se atividades de Produção mais Limpa que possibilitaram melhora significativa de produtividade e redução dos impactos ambientais decorrentes dos processos de fabricação.

Destaca-se algumas atividades como oportunidades viáveis de Produção mais Limpa.

a) Oportunidades com ganhos de produtividade

- 2 - minimização na fonte do resíduo de aço gerado na estamparia;
- 3 - minimização de resíduos sólidos embalagens de eletrodo;

b) Oportunidades com ganhos ambientais

- 5 - substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial;
- 6 - tratar e dar destinação correta a dispersão de fumo metálico na soldagem de subconjuntos das caçambas;
- 7 - tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço;
- 8 - efetuar a destinação correta do resíduo de óleo;
- 9 - tratar e dar destinação correta do efluente da pintura;
- 10 - minimização de ruídos no processo de fabricação;
- 11 - efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação;
- 12 - efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes;

13 - efetuar a destinação correta do resíduo de embalagem de tintas e solventes.

c) Oportunidades com ganhos de produtividade e ambiental

1 - palestras de conscientização e motivação sobre produção mais limpa;

4 - minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade na soldagem estrutural;

Diante deste, considera-se a implementação das atividades propostas na pesquisa viáveis sob o ponto de vista econômico e ambiental no processo de fabricação da empresa em estudo.

4.3.3 Implementação das atividades de Produção mais Limpa na empresa em estudo

Estas propostas de atividades de Produção mais Limpa foram apresentadas para a empresa em estudo no mês de outubro de 2012. Foram sugeridas treze atividades, que são as principais resultantes do método matricial de Leopold adaptado pelo DNIT (2006), aplicado na etapa 2 da pesquisa. São apresentadas as sugestões para implementação de cada atividade e descreve-se o posicionamento da gestão da empresa sobre cada uma das atividades.

As atividades propostas de Produção mais Limpa análise de custos e investimento e a análise de viabilidade econômica foram detalhadas em cada atividade, analisada e esboçadas no Quadro 41.

Quadro 41: Plano de atividades de Produção mais Limpa da empresa em estudo

O que deve ser feito?	Por que deve ser feito?	Como deve ser feito?	Quem deve fazer?	Onde deve ser feito?	Quanto deve Custar	Quando será feito?	Pay back
Palestras de conscientização e motivação sobre Produção mais Limpa	Impacto ambiental	Palestras expositivas atividades práticas/teóricas	Palestrante contratado	Refeitório da empresa	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Imediato
Minimização na fonte do resíduo sólido gerado na estamparia	Reduzir os índices de desperdício	Desenvolvimento de planos de processo de corte	Setor estamparia e engenharia de processo	Engenharia de processo e estamparia	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	3,7 anos
Minimização de resíduo sólido embalagem eletrodo	Reduzir custo e problema ambiental	Substituição dos rolos de arame pela barrica de arame.	Setor soldagem ponteamento e estrutural	Setor soldagem ponteamento e estrutural	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	0,9 anos
Minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade na soldagem estrutural	Reduzir custo e problema ambiental	Investimento em equipamento de arco submerso	Engenharia de Processo	Setor de soldagem estrutural	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	1,4 anos
Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial	Impacto ambiental	Compra das toalhas industriais	Engenharia de processo	Setores de fabricação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos metálicos na soldagem de subconjuntos das caçambas	Impacto ambiental	Desenvolver captador de fumos e instalar o sistema	Responsável dentro da empresa	Setor de soldagem de tampas	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço	Impacto ambiental	Desenvolver cabine de captação de fumos com sistema de filtros e destinação dos resíduos	Engenharia de processo	Setor de jato de granalha	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Efetuar a destinação correta do resíduo de óleo	Impacto ambiental	Investimento em ferramentas de absorção e construção da rampa decantadora	Engenharia de processo	Setor de montagem instalação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Tratar e dar destinação correta do efluente da pintura	Impacto ambiental	Investimento de tanque e destinação do efluente	Engenharia de processo	Setor de pintura	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Minimização de ruídos no processo de fabricação	Impacto ambiental	Martelos de aço por martelos de poliuretano e desenvolvimento de gabaritos e cunhos de dobra	Engenharia de processo	Setores de fabricação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem	Impacto ambiental	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Setor de montagem instalação	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes	Risco de contaminação e multas	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Entorno da fabrica	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais
Efetuar a destinação correta das embalagens de tintas e solventes	Risco de contaminação e multas	Acondicionamento e destinação final	Engenharia de processo	Entorno da fabrica	Apresentado no item 4	A definir pela direção da empresa	Ganhos ambientais

Fonte: Próprio autor (2012).

O item “ Quanto deve custar ” foi desenvolvido na análise de viabilidade econômica com a apresentação dos gastos envolvidos.

O item “ Quando será feito ” está detalhado e apresentado a seguir.

4.3.3.1 Palestras de conscientização e motivação sobre Produção mais Limpa

Palestras de Produção mais Limpa são necessárias para disseminar entre os colaboradores da empresa a metodologia, integrar os setores e obter o comprometimento para a execução das atividades.

Realizar mudanças culturais e a capacitação dos colaboradores através de treinamentos de produção mais limpa é a maneira coerente de reduzir os impactos ambientais gerados no processo de fabricação.

A gestão da empresa juntamente com o setor de recursos humanos esta avaliando a contratação das palestras sobre Produção mais Limpa.

4.3.3.2 Minimização na fonte do resíduo sólido gerado na estamparia

Realizar atividades que minimizem a geração de resíduos no processo produtivo através dos planos de processo de corte, requer investimento baixo, sendo também viável economicamente.

A gestão de empresa irá implementar o setor, e designou técnico que está desenvolvendo os planos de processo em caráter experimental.

4.3.3.3 Minimização de resíduo sólido embalagem eletrodo

Promover a oportunidade de redução de custos e ainda gerar um benefício ambiental, precavendo a empresa em estudo de penalidades.

Solicitar à visita do fornecedor do equipamento para que seja realizado teste em um equipamento de soldagem. Pretende-se avaliar o desempenho de trabalhar com a nova tecnologia substituindo o rolo de arame pela bobina de arame.

4.3.3.4 Minimização de fumos metálicos e melhoria de produtividade na soldagem estrutural

Esta atividade reduz o impacto ambiental, previne sanções ambientais com menores índices de emissões de gases, em virtude do processo por arco submerso SAW realizar a soldagem em ambiente submerso e não utilizar gases para proteção da solda, obtendo-se ganhos de produtividade, qualidade no cordão soldado e redução de colaboradores no desenvolvimento do processo, quando comparado ao processo GMAW - MAG.

A gestão da empresa realizará orçamentos com fornecedores de equipamentos de arco submerso, considerando potência do equipamento, cursos de trabalho, formas de financiamento, taxas de juro para financiamento. Também serão realizadas visitas técnicas a empresas que utilizam este modelo de equipamento, obtendo-se antes da implantação conhecimento técnico sobre o processo de soldagem a arco submerso SAW.

4.3.3.5 Substituição do pano mecânico e estopas pela toalha industrial

A portaria 16 da FEPAM define: Os resíduos de pano mecânico e estopa não serão mais aceitos em aterros sanitários, mas sim terão que ser coprocessados e caso esta atividade não seja implantada a empresa pode sofrer sanções ambientais na forma de multas e o que se propõe nesta atividade é a substituição da toalha industrial pelo pano e estopa mecânica.

Segundo a empresa, já foi realizado testes na linha de fabricação substituindo o atual pano mecânico e a estopa mecânica pela toalha industrial, A aceitação da toalha industrial pelos colaboradores foi boa e a atividade será implantada após a efetivação do contrato de fornecimento com empresa terceirizada.

A implantação desta atividade deve ser inserida com tema nos treinamentos de produção mais limpa, substituindo o pano mecânico e a estopa pela toalha industrial, como forma de conscientização e educação para os colaboradores.

4.3.3.6 Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos metálicos na soldagem de subconjuntos das caçambas

Com base nos indicadores de fumos da soldagem realizados através dos laudos técnicos, definiu-se que o setor de soldagem é um ambiente salubre mas não dispensa o uso dos equipamentos de proteção individual, com relação a questão ambiental, índices de

contaminação estão sendo lançados para o meio ambiente e conforme a legislação ambiental Lei 9605/98 deve-se realizar a instalação de filtros capazes de restringir estes metais pesados do meio ambiente. A não instalação destes filtros pode causar sanções ambientais para a empresa.

A implementação do equipamento será realizada com custos menores do que os estimados na pesquisa, fabricando o captador de fumos de solda internamente e obtendo o proposto na atividade de tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos metálicos na soldagem de subconjuntos das caçambas.

4.3.3.7 Tratar e dar destinação correta a dispersão de fumos de granalha de aço

A presença na atmosfera, de substâncias que causam prejuízos ao homem, aos animais, aos vegetais e à vida microbiológica, que provoquem danos interferindo na vida devem ser coibidos nas indústrias através de sanções ambientais..

A sugestão da empresa é modificar o equipamento existente adequando este para atender a legislação ambiental.

4.3.3.8 Efetuar a destinação correta do resíduo de óleo

A construção de uma rampa decantadora e coletora possibilita a destinação correta deste resíduo contaminado para empresa credenciada, conforme a legislação ambiental recomenda. Caso haja contaminações do entorno, recomenda-se que a empresa utilize as ferramentas de atenuação de óleo.

A empresa concorda com a atividade proposta e construirá a médio prazo o setor de decantação de óleos bem como, efetuará a compra das ferramentas de atenuação reduzindo o impacto ambiental decorrente do processo produtivo.

4.3.3.9 Tratar e dar destinação correta do efluente da pintura

De acordo com a Norma Brasileira NBR 9800/1987, “Efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluída, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico”.

Os gestores da empresa irão implantar esta atividade de Produção mais Limpa em curto prazo, tratando e dando o destino ao efluente da pintura resultante da atividade produtiva conforme a legislação ambiental recomenda, e encaminhando este efluente para empresas credenciadas e que possam recuperar e dar destinação correta.

4.3.3.10 Minimização de ruídos no processo de fabricação

Verificou-se que a atividade está dentro de parâmetros permitidos por Lei e por normas técnicas. A atividade proporcionou para a empresa análises com relação as condições técnicas de trabalho, formas de minimização deste impacto, na área de fabricação e no entorno da empresa.

A redução deste impacto faz-se necessária porque a não mitigação pode onerar sanções ambientais para a empresa.

A atividade de atenuação proposta que é a substituição dos martelos de aço por martelos de poliuretano teve teste prático e a durabilidade da ferramenta inviabiliza a sua aplicação.

A empresa optou por desenvolver gabaritos e ferramentas que possam mitigar na fonte este impacto. Algumas atividades corretivas já foram realizadas com a criação de gabaritos “passa não passa”. Outros gabaritos necessários para melhorar esta atividade serão terceirizadas. Esta tomada de decisão de atenuação da poluição sonora será realizada em médio prazo em função do grau de tecnologia exigido para a confecção dos gabaritos e custo dos mesmos.

4.3.3.11 Efetuar a destinação correta do resíduo sólido de lixas na montagem instalação

A destinação final do resíduo, com reciclagem externa em empresa devidamente habilitada para este tipo de resíduo classe II designado como não perigosos. Deve ser realizada com procedimento de mitigação.

A gestão da empresa realizará melhorias no sistema atual de descarte deste resíduo, para que esta atividade não gere sanções ambientais. Esta melhoria é através da destinação correta deste resíduo para empresas que realizam o reaproveitamento e destinação final do resíduo e é uma atividade com implantação em curto prazo pela empresa.

4.3.3.12 Efetuar a destinação correta do resíduo de tintas e solventes

Os resíduos de tinta e solventes, são classificados como perigosos e com características de inflamabilidade, são resíduos que podem causar risco à saúde pública, ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente.

Realizar a destinação final deste resíduo, com reciclagem externa em empresa devidamente habilitada para este tipo de resíduo classe I, efetuando a destinação correta desta atividade e não gerando sanções ambientais para a empresa.

A empresa está consciente da necessidade de destinação deste resíduo, também considera uma atividade com implantação em curto prazo.

4.3.3.13 Efetuar a destinação correta do resíduo de embalagens de tintas e solventes

A embalagem de tinta e solventes, também é um resíduo classe I designado como perigoso, e deve-se utilizar da mesma estratégia definida na atividade 12. Será realizada a destinação final do resíduo com a respectiva reciclagem externa em empresa devidamente habilitada para este tipo de resíduo classe I e não gerando sanções ambientais para a empresa.

5 CONCLUSÕES

Neste item são apresentadas as conclusões de pesquisa com base nos resultados encontrados. As conclusões estão agrupadas em função dos objetivos específicos definidos neste trabalho. São descritas também recomendações, com propostas de continuidade, para trabalhos de pesquisa.

5.1 Conclusões da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa apresentou o processo de Produção mais Limpa aplicado na indústria Metal mecânica. As atividades propostas de minimização, tratamento e disposição final encontram-se diretamente relacionadas às questões ambientais e socioeconômicas. A interação destes elementos agrega aperfeiçoamento aos processos de fabricação e previne a empresa de possíveis sanções ambientais.

A Produção mais Limpa aplicada numa indústria Metal mecânica que produz caçambas basculantes interage com vários técnicos, projetistas, engenheiros, administradores, supervisores de processos produtivos, vendedores e colaboradores da fabricação. Isto está relacionado do início do projeto até a fase final com a entrega ao cliente da caçamba basculante.

O estudo possibilitou apresentar, analisar e discutir as características das caçambas, o processo de planejamento, o processo de fabricação, as características técnicas, identificar o sistema de gestão da empresa propor atividades de melhoria e iniciar o processo de implantação utilizando as técnicas de Produção mais Limpa aplicando-as na empresa em estudo.

Em relação ao primeiro objetivo específico – identificar e caracterizar as etapas do processo de fabricação – conclui-se que, o processo de programação das caçambas basculantes, segue padrões definidos, com atividades executadas pela área técnica e pela equipe de fabricação da empresa, para que no final do processo de fabricação das caçambas sejam alcançados os padrões esperados e após entregues ao cliente. O processo de planejamento é realizado na forma manual e apresenta resultados satisfatórios. Se este sistema fosse automatizado o retorno na qualidade e velocidade das informações seria mais adequado para a tomada de decisão.

Referente ao segundo objetivo específico – caracterizar os aspectos ambientais e avaliar os impactos decorrentes do processo de fabricação – observou-se que a empresa não monitora

os seus processos de fabricação, ou seja, não há na empresa informações na forma de indicadores de desempenho que poderia auxiliar a gestão nas tomadas de decisão. Os impactos identificados na matriz de Leopold adaptado do DNIT, (2006) demonstraram a falta de eficiência em alguns dos processos de fabricação da empresa na utilização dos recursos naturais. Foi possível identificar a falta de procedimentos, gerando desperdícios na forma de *output* gerado como resíduo.

Quanto ao terceiro objetivo específico – aplicar o uso da técnica de Produção mais Limpa no processo de fabricação – observou-se que os resíduos gerados necessitavam de classificação conforme as técnicas de Produção mais Limpa, considerando informações de entrada e saída de materiais e avaliações econômicas. Estas análises sobre os impactos ocorridos foram importantes para definir as propostas de atividades capazes de mitigar os impactos decorrentes do processo produtivo da empresa.

Quanto ao quarto objetivo específico – avaliar técnica e economicamente a viabilidade de aplicação da Produção mais Limpa sugerida – apresentar uma proposta com atividades para a implantação da Produção mais Limpa – observou-se que, as atividades que envolvem produtividade e que são viáveis economicamente foram aprovadas pela empresa com implantação em curto prazo. As atividades com enfoque em reduzir o impacto ambiental a empresa definirá prazos objetivando sanar estes impactos ambientais decorrentes do processo de fabricação.

É possível concluir que, as medidas de minimização, tratamento e disposição final propostas na pesquisa propiciam, com base na legislação vigente, condições aceitáveis de disposição dos resíduos e efluentes, de forma a minimizar os impactos ambientais provocados pela atividade de fabricação.

Contudo, após a apresentação das propostas de atividades e algumas indicações de aplicabilidade pela empresa, observou-se que este trabalho necessita de continuidade.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Após a finalização deste estudo identificou-se a necessidade de complementá-lo, visto que a pesquisa não esgota o assunto.

Podem ser citadas as seguintes indicações para trabalhos futuros:

1. Analisar a viabilidade de implementar todas as atividades propostas (5W2H) junto a outras empresas do mesmo ramo de atividade de fabricação de caçambas basculantes.
2. Identificar e avaliar os impactos ambientais decorrentes da etapa de fabricação e a possibilidade de propor atividades com foco no ciclo de vida das caçambas.
3. Mensurar o desempenho das atividades propostas e medir a eficiência destas no decorrer do tempo.
4. Avaliar a eficiência do processo de Produção mais Limpa de mitigação dos resíduos na empresas em estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: **Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso - Requisitos**. Rio de Janeiro: 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: **Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura - Requisitos**. Rio de Janeiro: 2001.

ARAÚJO, A. F. A. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: Estudo em uma empresa do setor de construção civil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

BERKEL, C.W.M Van. **Comparative evaluation of cleaner production working methods** Journal of Cleaner Production. V2, n. 3-4, pp.139-152,1994

BKH Consulting Engineers – Policies and policy instruments to promote cleaner production. Recommendations for Colombia. Delft, 1996. In: **Política Nacional de Producción más Limpia**(1997) apud Nascimento Lemos e Mello (CD-ROM de Produção Mais Limpa), 2002.

Boletim Polimetal RS. CEPEAC/FEAC – UPF Corede Produção. Disponível em: http://www.polimetalrs.upf.br/publicações/Artigo_Corede_Produção/Ago-set.2011. Acesso em: 11/07/2012. 20:20.

Boletim Polimetal RS. CEPEAC/FEAC – UPF Corede Produção. Disponível em: http://www.polimetalrs.upf.br/publicações/Artigo_Corede_Produção_Alto_jacuí_Mar-Abr.2012. Acesso em: 11/07/2012. 20:20.

BRUMER, Sara. **Estrutura, conduta e desempenho de mercado da indústria metal mecânica gaúcha, 1977**. Porto Alegre: FEE, 1981. 147 p.

CHEHEBE, J.R. 1998. **Análise do ciclo de vida dos produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 104 p.

Cettraliq Central de Tratamento de Efluentes Líquidos. Disponível em: <http://www.cettraliq.com.br/>. Acesso em 24 de jul. 2012. 16:30

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA: **A indústria e o Brasil, Uma agenda para crescer mais e melhor/Confederação Nacional da Indústria. – Brasília, 2010**. 235 p.: il. ISBN 978-85-7957-025-4

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas – [HTTP://www.rs.senai.br/ctl](http://www.rs.senai.br/ctl) - visitado em 01/10/2011.

CONAMA - Código Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº313/02**, de 19 de dezembro de 1986. “Dispõe sobre o inventário Nacional de resíduos sólidos industriais”. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em 20 de jul. 2012 15:15

Commersul Parafusos Máquinas e Ferramentas. Disponível em: <<http://www.commersul.com.br/>>. Acesso em 02 ago. 2012. 15:15

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro, RJ; Brasil. **Agenda 21**. 3. ed. Brasília: Senado Federal, 2001.

DNIT, **Manual para atividades Ambientais Rodoviárias**, Publicação IPR-730, 2006

Ebios Tecnologia Sustentavel. Disponível em: <<http://www.ebiostecnologia.com.br/>>. Acesso em 20 jul. 2012. 14:30

EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/pt>>. Acesso em: 11/11/2012. 17:35.

ELKINGTON, J. 2009. **Um sustentável – e possível – mundo novo**. Disponível em: <http://www.ideiasustentavel.com.br/revista_conteudo.php?codConteudoRevista=226>. Acesso em 06/04/2010. 14:28.

Euronema Ambiental Ltda. Disponível em: <<http://www.euronema.com.br/>>. Acesso em 07 jul. 2012. 10:05

FAVARETTO, P.; KUREK, J.; GOMES, A.; CAIBRE D.; PANDOLFO, A. **Projeto de Layout Industrial para uma Empresa do Ramo Metal-Mecânico com Base nos Princípios da produção Enxuta**. Ciências Exatas e naturais, Paraná, v.13, n.1, p. 45-71, jan/jun. 2011.

Ferramentas Gerais. Disponível em: <<http://www.fg.com.br/>>. Acesso em 10 de jul. 2012. 9:22

FERREIRA, S.N.M. **Como Introduzir e Implementar Práticas de Produção Mais Limpa em obras de Eletrificação Ruual**. Dissertação (Mestrado profissional em gerenciamento e tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2004.

FEPAM – **Fundação Estadual de proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>- visitado em 03/03/2012.

FIESP – **Federação das indústrias do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/indicadores-de-desempenho-ambiental-da-industria-2004/>>. Acesso em 11/11/2012. 17:56.

FINAMORE, Eduardo B. **Planejamento estratégico da região da produção: do diagnóstico ao mapa estratégico 2008/2028**. Passo Fundo: Ed.UPF,2008.

FRESNER, J. **Avoiding wastes and emissions in industry: experiences from Austria** Journal of Cleaner Production. V2, n. 1, p. 43-50, 1994.

FRESNER, J. **Small and medium sized enterprises and experiences with environmental management**. Journal of Cleaner Production, v. 12, p. 545-547, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

JASCH, **Contabilidade da gestão Ambiental procedimentos e Princípios**. Nações Unidas, Nova Iorque, 2001. 126p.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e prática da pesquisa**. 14. ed. rev. e ampl. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 180p.

LEMOS, A. D. C. **A Produção mais Limpa como geradora de Inovação e competitividade: o caso da fazenda Cerro do Tigre**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

___ **Lei nº 9605** de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em 16 out. 2012.

___ **Lei nº 9921** de 27 de Julho de 1993. Dispõe sobre gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Disponível em:<http://www.geocities.ws/ambientche/lei_9921.html>. Acesso em 15 jul. 2012.

___ **Lei nº 12305** de 02 de Agosto de 2010. Dispõe e Institui sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-de-residuos-solidos-lei-12305-10>. Acesso em 20 set. 2012.

MARKUSSON NILS, **Unpacking the black box of cleaner technology** Journal of Cleaner Production. V19, p. 294-302, 2011

MARQUES, PAULO VILLANI; MODENESI, PAULO JOSÉ; BRACARENSE, ALEXANDRE QUEIROZ. **Soldagem Fundamentos e Tecnologia**. 3 ed.at. e 1ºreimp. Belo Horizonte, MG.2011.

NASCIMENTO, L. F.; Lemos, A. D.C; HIWATASHI, E. **O perfil ambiental das empresas do setor metal-mecânico e seus desafios competitivos**. Revista Produto e Produções Porto Alegre: UFRGS, 1997.

NUTEP – EA/UFRGS. Disponível em: <<http://nutep.ea.ufrgs.br/principal.asp/>>. Acesso em 20 de out. 2012. 8:55

OLIVEIRA, M. A. M.; OLIVEIRA, H. A. M.; CARRASCO, PABLO GARCIA. **Programas de Rotulagem Ambiental e proposta de selo de apoio a projetos socioambientais para empresas**. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves-RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.

PAMPLONA, E. O.; MONTEVECHI, José Arnaldo B. **Engenharia Econômica I**. Apostila, 2003, disponível em: <http://www.iem.efei.br/edson/download/Apostee1.pdf>. Acesso em: 20 de Outubro de 2010.

____. **Plano Ambiental Municipal de Passo Fundo** de 2005.

Pláspipas Ltda. Disponível em:< <http://www.plaspipas.com.br/>>. Acesso em 25 de jul. 2012. 8:00

____ **Portaria n° 016/2010**, De 20 de abril de 2010. Dispõe sobre o controle da disposição final de resíduos classe I com características de inflamabilidade no solo, em sistemas de destinação final de resíduos denominados “aterro de resíduos classe I” e “central de recebimento e destinação de resíduos classe I”, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acesso em 10 jul. 2012.

____ **Portaria n° 065/2008**, De 18 de dezembro de 2008. Disciplina a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e seu procedimento administrativo no âmbito da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acesso em 18 out. 2012.

Proamb Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/>>. Acesso em 08 jul. 2012. 18:20

Renova: Lavanderia e Talheiro, Lavanderia Industrial. Disponível em: <<http://www.renova.com.br/>>. Acesso em 07 de ago. 2012. 13:10

ROMM, J. J. **Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica**. São Paulo: Futura, 1996.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual N° 10.283, de 17 de outubro de 1994**. Dispõe sobre a criação, estruturação e funcionamento dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) e dá outras providências. Diário Oficial (do Estado do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, V. n° LIII, n°. 215, 14 de novembro de 1994. Lei 10.283 de 17 de outubro de 1994.

SCHENINI, P. C. **Avaliação dos padrões de competitividade à luz do desenvolvimento sustentável**: o caso da Indústria Trombini Papel e Embalagens S/A em Santa Catarina – Brasil, 1999. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção e Sistemas), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SENAI-RS, **Implementação de Programas de Produção mais limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI-RS/ UNIDO/ UNEP, 2003. 42 p.

SENAI-RS, **Produção mais Limpa em Edificações**. Porto Alegre, 2007.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Ver. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005, 138 p.

SEVERO E. A.; GUIMARÃES J.C.F.; H. R. DA CRUZ; E. DORION. **Produção mais limpa, Inovação em Processo e Benefício Ambiental: Um Estudo de Caso em uma Indústria do Polo Metal-Mecânico da Serra Gaúcha.** In: 3rd International Workshop Advances in cleaner production. São Paulo – Brasil – May 18th 20th 2011.

SILVA, J. G. F. da et al. **Produção mais Limpa: Uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais.** XXIII ENEGEP – Ouro Preto, MG, 2003.

SLOMP, JULIANA; ZEILMANN RODRIGO. **Furação com mínimas quantidades de fluido lubri-refrigerantes.** Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/57451> - Visitado em 25/11/2012.

Sumig **O mundo da Soldagem.** Disponível em:< <http://www.sumig.com.br/>>. Acesso em 13 ago.2012. 19:55

Toximed **Análises Toxicológicas.** Disponível em:< <http://www.toximed.com.br/>>. Acesso em 10 de out. 2012. 14:50

UNEP – United Nations Environmental program. <http://www.unep.org/> - Visitado em 10/10/2011.

United Nations Industrial Development Organization/ United States Environment Programme – UNIDO/ ENEP, **Manual de avaliação de P+L**, traduzido por CNTL/SENAI. Porto Alegre, 1995.

YIN, H.; SCHMEIDLER, P. J. **Why do standardized ISO 14001 environmental management systems lead to heterogeneous environmental outcomes?.** *Business Strategy and the Environment Business Stratategy Environment*, v. 18, n. 4, p. 469-486, 2009. <http://dx.doi.org/10.1002/bse.629> [Links]

ZOBEL, T.; ALMROTH, C.; BRESKY, J.; BURMAN, J. **Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology** *Journal of Cleaner Production*. V10, n. 4, p. 381-396, 2002.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** 2.ed. Belo Horizonte: Ed. Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. 108 p.