

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

RENAN NOLA SCHMOELLER

AVALIAÇÃO INTEGRADA DE PRODUÇÃO DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

CRICIÚMA

2012

RENAN NOLA SCHMOELLER

AVALIAÇÃO INTEGRADA DE PRODUÇÃO DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Trabalho de conclusão de curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador (a): Prof^o (a) MSc. Rosimeri Venâncio Redivo.

CRICIÚMA

2012

RENAN NOLA SCHMOELLER

AVALIAÇÃO INTEGRADA DE PRODUÇÃO DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção de grau de Engenheiro, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento Ambiental.

Criciúma, 28 de novembro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Rosimeri Venâncio Redivo – Mestre – UNESC – Orientadora

Prof. Michael Peterson – Doutor – UNESC

Prof. Sérgio Luciano Galatto – Mestre – UNESC

**Dedico este trabalho a toda a minha família,
por todo o apoio e amor.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Ademir e Eliane, que sempre deram seu máximo para me criar e educar, sem medir esforços para fazer o que fosse melhor para mim, me dando exemplos de vida, em especial a honestidade.

Aos meus irmãos, Mariana e Rainer, com quem dividi toda minha vida familiar, juntamente com meus pais. Pelas brincadeiras, companheirismo e até pelas brigas.

Aos meus demais familiares por acreditarem em mim e no meu potencial em ser um grande profissional.

A minha orientadora e amiga, Rosimeri Redivo Venâncio, por me auxiliar neste trabalho com todo o seu conhecimento e conselhos, e por estar sempre disponível quando eu precisei.

A todos os colegas de classe e amigos que fiz, por todas as festas, discussões, alegrias e desesperos durante o curso de Engenharia Ambiental. Em especial a minha estimada amiga Lara Possamai Wessler, que me propiciou muitas alegrias durante os últimos anos e sempre esteve comigo em todos os momentos.

A empresa onde desenvolvi este trabalho, pela oportunidade de estágio na área de Engenharia Ambiental e ao Departamento de Engenharia Ambiental, por auxiliar nas partes burocráticas do estágio.

Ao meu supervisor de campo, Thiago Borghezan, à Eng. Ambiental Daiana Teixeira, e ao gerente industrial, Henrique da Silva Ramos, por me ajudarem todas as vezes que precisei na empresa.

A todos os docentes do curso, que compartilharam o seu conhecimento durante as aulas e também fora delas. Em especial aos professores Mário Ricardo Guadagnin, Carlyle Torres Bezerra de Menezes, Sérgio Luciano Galatto, Clóvis Norberto Savi e Nadja Zim Alexandre.

Agradeço aos professores que aceitaram o convite para participar da defesa pública de TCC, Michael Peterson e Sérgio Luciano Galatto.

A todas as pessoas que cruzaram meu caminho durante estes últimos anos e que contribuíram, de alguma forma, para minha formação acadêmica.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, não há sucesso no que não se gerencia.”

Deming

RESUMO

As questões ambientais ganham a atenção, a cada dia mais, das empresas, sociedade e poder público. Entre os setores que mais se relacionam à poluição ambiental está o setor industrial. A gestão ambiental e de processos auxiliam as organizações a melhorarem seu desempenho em relação ao meio ambiente, produtividade e competitividade no mercado consumidor. Desta forma, o presente trabalho busca analisar processos produtivos de implementos rodoviários, através da identificação e hierarquização de oportunidades de melhoria em uma empresa deste ramo. Devido à dinâmica de produção destes implementos, que são bastante variados por questões de especificidades técnicas e de exigências de clientes, a análise de processo produtivo foi realizada para apenas um implemento rodoviário. A escolha deste implemento deu-se de acordo com a disponibilidade de dados técnicos e de quantidades produzidas, visando facilitar a análise. A metodologia baseou-se em analisar cada processo de acordo com o preenchimento de duas matrizes: uma de identificação e outra de hierarquização de oportunidades de melhoria; elaboradas a partir de certas ferramentas de análise, englobando dados gerais, entradas de processo, questões de eficiência de processo, colaboradores envolvidos, condições e organização de ambiente de trabalho, indicadores de desempenho e saídas de processo. Além disto, foram propostas oportunidades de melhoria não apenas ao processo analisado, mas também de forma geral, evidenciados empiricamente ou através de requisitos legais. Os processos foram analisados através de visita *in loco*, fotografias, entrevistas com colaboradores envolvidos, Instruções de Trabalho e dados técnicos de produção e produto, auxiliados por *check-lists* de verificação. Foram identificadas oportunidades de melhoria em todos os processos produtivos. O maior número de deficiências encontradas estava relacionado ao mau aproveitamento de matérias-primas e insumos, gerando uma carga excessiva de resíduos sólidos, que possuía problemas em questão de seu gerenciamento e coleta seletiva e da segregação realizada pelos colaboradores.

Palavras-chave: Oportunidades de melhoria; implementos rodoviários; identificação; hierarquização.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução das Questões Ambientais.....	20
Figura 2 – Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check, Action</i>).....	23
Figura 3 – Elementos essenciais da estratégia P+L.....	30
Figura 4 – Princípios hierárquicos da P+L.....	33
Figura 5 – Passos do <i>Benchmarking</i>	39
Figura 6 – A equação da capacitação.	42
Figura 7 – Limites de intensidade sonora para diversos equipamentos e operações usuais na indústria.	45
Figura 8 – Abordagens para solucionar os problemas com resíduos.....	49
Figura 9 – Processo Básico de Soldagem MIG/MAG.....	53
Figura 10 – Tamanho de partículas de fumos metálicos e outros poluentes atmosféricos.	55
Figura 11 – Produto final (implemento) escolhido para análise (visualização do perfil, frontal e traseira).	68
Figura 12 - Produto final (implemento) escolhido para análise (visualização tridimensional).....	69
Figura 13 – Fotografia do produto final (implemento) instalado em um caminhão... 69	
Figura 14 – Fluxograma básico do processo produtivo da caçamba padrão de cilindro frontal com as respectivas divisões de plantas industriais.	71
Figura 15 – Abertura de entrada/saída de ar – portão (A); Lanternim (B); Telhas translúcidas sem iluminação artificial (C); Telhas translúcidas com iluminação artificial (D).	73
Figura 16 – Equipamento utilizado para varrição (A); Processo de varrição (B).	74
Figura 17 – Armazenamento de matérias-primas da pré-montagem (A) (B).....	75
Figura 18 – Organização/limpeza na pré-montagem de frontais, portas e kits de fominhas (A); Organização/limpeza na pré-montagem de separador e caixa de carga (B); Conjunto de lixeiras na pré-montagem de frontais, portas e kits de fominha (C); Conjunto de lixeiras na pré-montagem de separador e caixa de carga (D).	75
Figura 19 – Correta segregação de sucatas metálicas (A); Alguns resíduos perigosos e metal na lixeira de plástico (B); Correta segregação de papel/papelão (C); Incorreta disposição de espelhos e outros na lixeira de plástico (D); Geração de	

madeira classificada como não reciclável (E); Mal aproveitamento de arames de solda (F).....	77
Figura 20 – Segregação de resíduos completamente equivocada (A); Lixeira de rejeito (B); Ambiente com presença de fumos metálicos (C); Geração dos fumos metálicos (D).....	78
Figura 21 – Trânsito de empilhadeiras no setor de pré-montagem (A); Mau aproveitamento de arame de solda (B).....	78
Figura 22 – Organização/limpeza do local de trabalho de adaptações de caixa de carga e separador.....	82
Figura 23 – Resíduos na lixeira de metais (A); Resíduos na lixeira de papel (B); Resíduos na lixeira de não recicláveis (C); Resíduos na lixeira de recicláveis (D).....	83
Figura 24 – Aberturas na estrutura no ambiente de lavação (A) (B).....	87
Figura 25 – Iluminação, organização e limpeza da cabine de jateamento (A); Lixeiras para resíduos de granalha dispostos no ambiente de preparação de superfície (B) (C); Lixeira para resíduos de papel/papelão (D).....	88
Figura 26 – Resíduos de granalha de bauxita contaminada (Resíduo perigoso).....	89
Figura 27 – Organização e limpeza do ambiente de lavação (A) (B); Lixeiras e segregação de resíduos no ambiente de lavação (C) (D) (E); Estação de tratamento e efluentes (ETE) da lavação (F).....	91
Figura 28 – Sistema de exaustão das cabines de preparação e pintura (A); Sistema de exaustão/filtros na cabine de preparação (B); Iluminação na cabine de Preparação (C); Organização na cabine de preparação (D).....	94
Figura 29 – Sistema de exaustão na cabine de pintura (A); Filtros e lâmpadas na cabine de pintura (B) (C); Sistema de exaustão e lâmpadas na cabine de pintura (D).....	97
Figura 30 – Ambiente de trabalho do processo de pintura (A); Resíduos (fiação elétrica) espalhados (B); Identificação de lixeira no processo de pintura (C); Segregação de resíduos no processo de pintura (D).....	99
Figura 31 – Latas com restos de tinta mal aproveitados (A) (B) (C).....	100
Figura 32 – Latões com armazenamento de solvente usado (A); Latões vazios utilizados para acondicionar o solvente usado (B); Recipientes do solvente de limpeza (C); Canaleta para coleta de vazamentos (D).....	101
Figura 33 – Caminhão com chassi longo de fábrica (A); Caminhão com o chassi cortado e adaptado para um implemento definido (separador já instalado) (B).....	103

Figura 34 – Abertura de entrada/saída na etapa de adaptações do caminhão e montagem final, hidráulica e acabamento (A); Lanternim e lâmpadas na etapa de adaptações do caminhão e montagem final, hidráulica e acabamento (B); Organização do ambiente de trabalho (C); Lixeiras no setor (D).	104
Figura 35 – Resíduos de madeira provenientes de caixas de kits hidráulicos (A); Resíduos de madeira que servem de apoio para peças (B); Resíduos encontrados no processo, evidenciados nas lixeiras (C) (D).	105
Figura 36 – Movimentação de empilhadeiras em frente ao setor de adaptações da caixa de carga.	107
Figura 37 – Recipiente de Óleo Hidráulico.	110
Figura 38 – Local de permanência das Instruções de Trabalho (exemplo para o setor de pré-montagem de frontais, portas traseiras e acessórios) (A) (B).	112
Figura 39 – Disposição de resíduos com potencial de reciclagem juntamente com resíduos não recicláveis (A); Disposição de resíduos com potencial de reciclagem juntamente com resíduos perigosos (B).	113
Figura 40 – Caixa de rolos de arame de solda MIG	114
Figura 41 – Estoque de peças pré-montadas e pintadas (A) (B); Ações de intemperes ambientais sobre os implementos estocados (C) (D).	116
Figura 42 – Almojarifado de frontais (A) (B); Portas traseiras (C); Suportes de estepe e para-lamas (D).	117
Figura 43 – Fluxo de produção da caçamba padrão cilindro frontal.	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Benefícios esperados e atingidos dos SGAs.....	24
Quadro 2 – Benefícios esperados e parcialmente atingidos dos SGAs.	25
Quadro 3 – Relação de Normas da Série ISO 14000.	27
Quadro 4 – Estrutura da matriz-base para análise de processo e identificação de oportunidades de melhoria.....	62
Quadro 5 – Pontuação da Matriz GUT.....	64
Quadro 6 – Oportunidades de melhoria no processo de pré-montagem de peças e montagem.	80
Quadro 7 – Oportunidades de melhoria no processo de adaptações do caminhão do cliente.....	85
Quadro 8 – Oportunidades de melhoria no processo de jateamento e lavação	92
Quadro 9 – Oportunidades de melhoria no processo de preparação de superfície.	96
Quadro 10 – Oportunidades de melhoria no processo de aplicação de pintura.	102
Quadro 11 – Oportunidades de melhoria no processo de adaptações do caminhão do cliente.....	107
Quadro 12 – Oportunidades de melhoria no processo de montagem final, hidráulica e acabamento.....	111
Quadro 13 – Oportunidades de melhoria gerais à organização.	119
Quadro 14 – Matriz GUT.....	121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACGIH – *American Conference Of Governmental Industrial Hygienists* (Conferência Americana Governamental de Higiene Industrial)

ADA – Avaliação de Desempenho Ambiental

AMP – Análise e Melhoria de Processos

AWI – *Approved Work Item* (Item de Trabalho Aprovado)

BS – *British Standard* (Padronização Britânica)

CO₂ – Dióxido de Carbono

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

IDA – Indicadores de Desempenho Ambiental

IDO – Indicadores de Desempenho Operacional

ISO – *International Standard Organization* (Organização Internacional de Padronização)

IT – Instrução de Trabalho

LAO – Licença Ambiental de Operação

MIG – *Metal Inert Gas* (Gás de Metal inerte)

MAG – *Metal Active Gas* (Gás de Metal Ativo)

MP – Material Particulado

NB – Norma Brasileira

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NR – Norma Regulamentadora

ONG – Organização Não-Governamental

P+L – Produção Mais Limpa

P2 – Prevenção da Poluição

PDCA - *Plan-Do-Check-Act* (Planejamento, Execução, Checagem, Ações)

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

PTS – Partículas Totais em Suspensão

SC – Santa Catarina

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

TR – *Technical Report* (Relatório Técnico)

UNEP – *United Nations Environmental Program* (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA)

UNIDO – *United Nations Industrial Development Organization* (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial)

WD – *Working Draft* (Versão de Trabalho)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 QUESTÕES AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA.....	19
3.2 GESTÃO AMBIENTAL	20
3.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA	29
3.4 GESTÃO DE PROCESSOS.....	34
3.5 AMBIENTE DE TRABALHO.....	43
3.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	47
3.7 PROCESSO DE SOLDAGEM E FUMOS METÁLICOS	53
3.8 PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES A SEREM OBSERVADAS	57
4 METODOLOGIA	60
4.1 MÉTODO DE PESQUISA	60
4.1.1 Levantamento de Dados	60
4.1.2 Análise de Licença Ambiental de Operação (LAO)	60
4.1.3 Análise do Processo Produtivo	60
4.1.3.1 Definição da linha de Implemento Rodoviário a ser analisado	61
4.1.3.2 Fluxograma	61
4.1.3.3 Método de Análise de Processo	61
4.1.3.2.1 <i>Identificação de Oportunidades de Melhoria</i>	62
4.2.3.3 Priorização de Oportunidades de Melhoria	63
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	65
5.1 ANÁLISE DE LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO (LAO).....	65
5.2 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO	66

5.2.1 Implemento rodoviário escolhido para análise	67
5.2.2 Oportunidade de melhoria no processo produtivo	70
5.2.2.1 Fluxograma	70
5.2.2.2 Pré-montagem de peças e montagem	72
5.2.2.3 Adaptações da caixa de carga e do separador	80
5.2.2.4 Jateamento/Lavação	85
5.2.2.5 Preparação de superfície	92
5.2.2.6 Aplicação de pintura	96
5.2.2.7 Adaptações do caminhão do cliente.....	102
5.2.2.8 Montagem final, hidráulica e acabamento	107
5.2.3 Oportunidades gerais de melhoria	111
5.2.4 Hierarquização das oportunidades de melhoria.....	119
6 CONCLUSÃO	134
REFERÊNCIAS.....	137
APÊNDICES	142
APÊNDICE A – PLANILHA-BASE PARA ANÁLISE DE PROCESSO	143
APÊNDICE B – PLANILHA-BASE DE PRIORIZAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA (MATRIZ GUT).....	144
APÊNDICE C – CHECK-LIST DE AVALIAÇÃO DE AMBIENTE DE TRABALHO	145
APÊNDICE D – CHECK-LIST DE ENTREVISTA COM COLABORADORES ENVOLVIDOS EM CADA PROCESSO	146

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial tem proporcionado ao ser humano melhor qualidade de vida, sobrevivência e conforto, porém precisamos estar conscientes de que o progresso tem suas vantagens e desvantagens (BRASIL, SANTOS, 2007).

É evidente que o desenvolvimento industrial que mantém nossa sobrevivência, nos leva cada vez mais a um aumento no patamar de conhecimento, conforto e desenvolvimento. Mas também é evidente a grande degradação ambiental proveniente deste, sendo também necessária a sobrevivência do planeta.

A indústria, de modo geral, é essencial ao desenvolvimento de produtos para suprir as necessidades modernas, porém são atividades degradantes ao meio ambiente e à sociedade, através de seus processos de transformação da matéria-prima. Com o crescente número da população, a demanda por produtos cresce, tornando necessário aumento de produção ou instalação de novas indústrias.

Vimos de um crescimento exponencial populacional que é fruto do aumento da qualidade de vida adquirida com o passar dos anos, gerada principalmente pelo conhecimento e desenvolvimento industrial. Já o crescimento industrial é impulsionado pelo incremento da demanda de bens e serviços, estimulado pela necessidade de sobrevivência e comodidade da população. Com isso, surgem novas plantas industriais e/ou aceleram-se os processos produtivos, justificado no aumento populacional e nos níveis de qualidade de vida. Assim, surge um círculo vicioso que deve ser gerido.

Essa crescente é observada desde a 1ª Revolução Industrial, observada no século XVIII até final do século XIX, em que surgiram as máquinas a vapor e a utilização de carvão como combustível, passando pela 2ª Revolução Industrial, observada entre o final do século XIX até meados da década de 1970, com os aperfeiçoamentos de processos conhecidos como Fordismo e Taylorismo, surgimento de energia elétrica, uso de petróleo como principal combustível e mão-de-obra especializada, chegando à 3ª Revolução Industrial, evidenciada na década de 70 até os dias de hoje, com técnicas de trabalho conhecidas como pós-fordismo e toyotismo, através do desenvolvimento da informática e sistemas de informação, robótica, química refinada, microeletrônica e biotecnologia (CANÊDO, 2009).

Com o refino da produção cada vez mais específico, a cada dia surgem novos ramos de indústrias e novos métodos de produção que utilizam uma gama

extremamente grande de produtos químicos desenvolvidos pelo homem. Assim, a quantidade diversificada de substâncias utilizadas pela indústria e o surgimento a cada ano de novas destas substâncias, faz com que a poluição gerada pelas indústrias seja um dos principais problemas ambientais da atualidade e com maior dificuldade de gerenciamento.

Com o necessário desenvolvimento industrial, econômico e social juntamente com a necessária preservação ambiental, o objetivo a ser alcançado é a união equilibrada entre desenvolvimento e qualidade ambiental, através de práticas enfocadas em um desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável visa à manutenção dos bens comuns para uso das gerações atuais e futuras e é embasada legalmente através da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

Essas mudanças de pensamento quanto às questões ambientais veem mudando ao longo dos anos e com tendência de continuar mudando. É a busca contínua da perfeita união pela qualidade de vida, que deve ser alcançada com padrões de consumo conscientes e medidas de proteção ambiental das indústrias, com técnicas menos degradantes (BRASIL, SANTOS, 2007).

O desenvolvimento da qualidade de vida e dos direitos humanos faz com que as indústrias busquem uma melhoria ambiental e de ambiente de trabalho, pressionadas pelo poder público e pela população e amparadas legalmente, através da manutenção ambiental e prevenção de riscos, que também trazem melhorias significativas na organização.

Dessa forma, surgem legislações, ao longo do tempo, que servem para garantir a qualidade ambiental e o bem-estar da sociedade, através de controles ambientais e minimização de impactos significativos, para que se tenha um desenvolvimento sustentável: produzir o necessário agredindo o mínimo possível o meio ambiente.

Para isso a empresa deve estar comprometida com a questão ambiental, através de uma Política Ambiental, estabelecendo como principais pilares o atendimento a legislação, prevenção da poluição e melhoria contínua, embasado na Norma ISO 14001:2004. Outras ações que subsidiam a Gestão Ambiental em uma organização estão presentes nas demais normas da Série ISO 14000.

A demanda de bens e serviços atuais também faz com que existam diversas indústrias de ramos iguais, com produtos semelhantes, o que gera

competitividade de clientes, que são cada vez mais exigentes. O objetivo é voltar a empresa totalmente ao cliente, e atender suas expectativas. Assim, para se manter competitiva, uma organização deve buscar diferenciais, através da otimização de processos e melhoria na qualidade de produtos, uso de novas tecnologias, desenvolvimento de novos produtos, investimento em seus funcionários além, é claro, do atendimento à legislação, alcançando cada vez mais a excelência gerencial, ou seja, a busca por produções mais limpas. A imagem ambiental da empresa perante as comunidades, ONGs e poder público também são fatores essenciais, que podem ser diferenciais competitivos.

Para que essa minimização de impactos ocorra, é necessário que cada organização busque, a todo tempo, aperfeiçoar seus processos e controles ambientais e organizacionais, buscando a melhoria contínua. Essa melhoria ocorre através da distinção de objetivos e metas a serem atingidas em determinado prazo. Dessa forma, este trabalho justifica-se através da implantação e análise de indicadores que evidenciem a situação ambiental da organização e que possam mostrar progresso ou tendências de evolução ao longo do tempo.

O presente trabalho busca realizar uma análise bastante abrangente do processo produtivo em uma indústria metalúrgica, no ramo de implementos rodoviários, identificando oportunidades de melhoria para os processos, ambientes de trabalho, gestão ambiental e segurança.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar oportunidades de melhoria em uma empresa de implementos rodoviários.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar diagnóstico do processo produtivo de um tipo de implemento rodoviário;
- Avaliar a conformidade ambiental da empresa quanto à Licença Ambiental de Operação (LAO);
- Avaliar o processo produtivo, quanto aos critérios de produtividade, meio ambiente, condições de trabalho e segurança;
- Indicar oportunidades de melhoria em cada processo produtivo de implementos rodoviário – linha leve;
- Hierarquizar oportunidades de melhoria.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 QUESTÕES AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA

Evidencia-se, nos últimos 50 anos, uma grande modificação no modo de se ver a poluição gerada pelas indústrias, com a evolução dos métodos conhecidos como “fim-de-tubo” para uma abordagem mais proativa, planejada e mais eficiente. A abordagem convencional de “O que fazer com os resíduos?” está em processo de mudança para “O que fazer para não gerar resíduos?”. Este é o princípio em que se baseia a Produção mais limpa (P+L) (SENAI, 2003).

Em meados de 1970 os poluentes gerados nas indústrias eram simplesmente descartados no ambiente, sem qualquer tipo de controle ambiental, ou prevenção de geração. Nessa década surgiram os primeiros órgãos de controle ambiental, legislações ambientais e atividades de monitoramento de qualidade ambiental, fiscalização de indústrias e licenciamento. As ações iniciais foram voltadas para as ações *end-of-pipe* (fim-de-tubo), realizando o tratamento de poluentes atmosféricos, efluentes líquidos e resíduos sólidos, reduzindo o aporte de rejeitos e, conseqüentemente, melhorando a qualidade ambiental (GASI, FERREIRA, 2006; EPELBAUM, 2006).

A utilização dos sistemas fim-de-tubo como controle ambiental surgiu a partir do enfoque de tratar rejeitos resultantes do processo em um modelo em que em uma extremidade – *input* – entram insumos, matérias-primas, água e energia, e na outra extremidade do processo – *output* – saem os produtos, bens, serviços e rejeitos, levando-se em consideração que este sistema é aberto e sem limitações nas entradas e saídas e/ou com produção estacionária (GASI, FERREIRA, 2006).

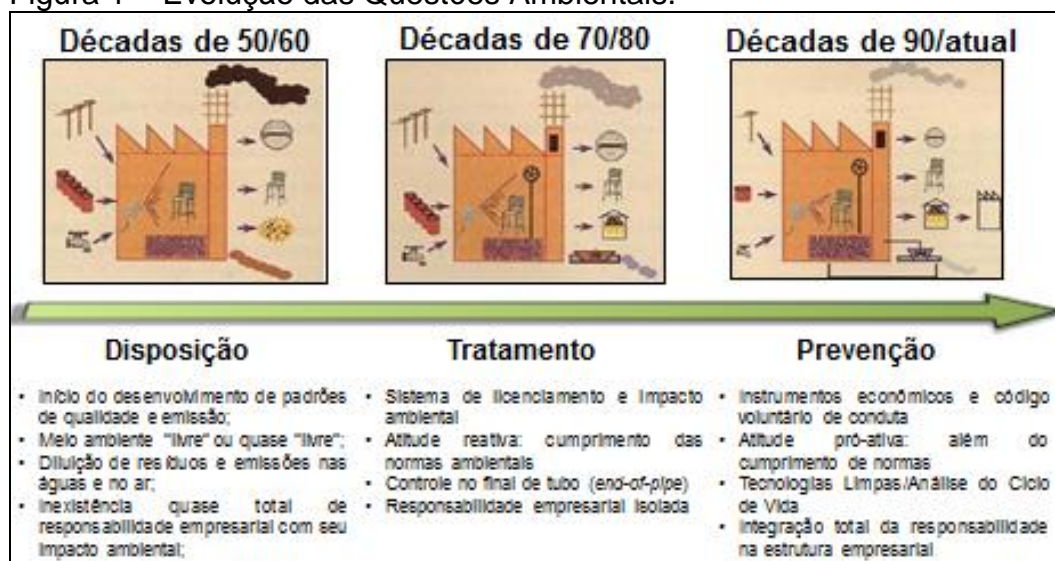
A partir da década de 90, houve um significativo aumento da preocupação ambiental alcançadas através das diversas conferências e encontros internacionais realizados até então e com a realização da Rio-92 e seus resultados, principalmente no que tange a Agenda 21 para a indústria (DIAS, 2007).

O capítulo 30 da Agenda 21, dedicado ao comércio e indústria, estabelece que estes devam realizar a promoção da produção mais limpa, aumentando a eficiência da utilização de recursos, aumentando a reutilização e reciclagem de resíduos e reduzindo a quantidade de rejeitos descartados por unidade produzida. Este capítulo da Agenda 21 recomenda que as indústrias e o

comércio busquem a colaboração de instituições de ensino e pesquisa, através de tecnologias ambientalmente saudáveis e de sistemas de manejo ambiental, com responsabilidade ética sobre processos, no que tange a saúde, segurança e meio ambiente (BARBIERI, 2000).

A evolução das questões ambientais voltadas às indústrias pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Evolução das Questões Ambientais.



Fonte: SENAI, 2003 (modificado pelo autor).

Para Dias (2007), a evolução da preocupação ambiental, com o aparecimento de normas e regulamentos cada vez mais restritivos, concomitante à organização da sociedade civil e sua pressão exercida sobre o poder público e privado, através de Organizações Não-Governamentais (ONGs), atuantes sobre assuntos relacionados ao meio ambiente, fez com que houvesse uma radical mudança de comportamento das organizações. Estas cada vez mais devem levar em consideração a opinião pública e restrições legais impostas, mudando, de certa forma, sua visão de meio ambiente, alcançando assim uma mudança de abordagem preventiva para proativa.

3.2 GESTÃO AMBIENTAL

A ABNT NBR ISO 14001:2004 define gestão ambiental como a parte do sistema de uma organização que inclui sua estrutura, atividades de planejamento práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar,

atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental e o gerenciamento de seus aspectos ambientais.

Segundo Braga *et.al.* (2002) os procedimentos para o gerenciamento do paradigma entre desenvolvimento econômico e meio ambiente foram aperfeiçoados, surgidos de uma maior preocupação entre os setores industriais.

Epelbaum (2006) descreve que as respostas empresariais, através da gestão ambiental, surgiram das pressões por um ambiente mais limpo, provenientes das comunidades locais, organizações não-governamentais (ONGs) e órgãos fiscalizadores, somadas a requisitos legais cada vez mais rigorosos.

Segundo Epelbaum (2006) a Norma ISO 14001, surgida em 1996, foi baseada na Norma Britânica BS 7750:1992, primeiro modelo de SGA baseado na abordagem de sistemas da qualidade, sendo considerado o modelo de sistema mais consagrado na atualidade.

Tibor e Feldman (1996) descrevem que o Sistema de Gestão Ambiental necessita da criação de uma política ambiental, com objetivos e metas e, conseqüentemente, um programa para alcançar estes objetivos, o monitoramento e medição de sua eficácia, correção de problemas e análise crítica do sistema, a fim de aperfeiçoá-lo, melhorando o desempenho ambiental e alcançando a melhoria contínua.

Entende-se por “sistema de gestão”, segundo ISO (1996) *apud* Epelbaum (2006):

“(...) um conjunto de elementos inter-relacionados e que agem de forma integrada, incluindo estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos, utilizados para cumprir uma missão, política e objetivos” (ISO, 1996 *apud* EPELBAUM, 2006, p. 118).

O sistema de gestão ambiental proposto pela Norma ISO 14001 assume, como premissas básicas, o cumprimento da legislação ambiental, a melhoria contínua e a prevenção da poluição. Dessa forma, não se faz necessário excelentes padrões de qualidade ambiental, mas sim, o comprometimento em manter-se organizada quanto à sua gestão ambiental, na busca de resultados através de seus indicadores, de acordo com sua política, seus objetivos e metas ambientais (EPELBAUM, 2006).

A norma ABNT NBR ISO 14001:2004 define melhoria contínua como um “processo de aprimoramento do sistema de gestão ambiental, visando atingir melhorias no desempenho ambiental global, de acordo com a política ambiental da

organização.” (ABNT NBR ISO 14001:2004, pg. 2).

Já a conceituação de prevenção à poluição é dada por Duncan (1994 *apud* BRAGA *et.al.*, 2002):

“Qualquer prática que reduz a quantidade ou impacto ambiental e na saúde de qualquer poluente antes da sua reciclagem, tratamento ou disposição final, incluindo modificação de equipamentos e tecnologia, reformulação ou *redesign* de produtos, substituição de matérias-primas e melhoria organizacional (*housekeeping*), treinamento ou controle de inventário” (DUNCAN, 1994 *apud* BRAGA *et.al.*, 2002, pg. 296).

Segundo Epelbaum (2006), a Norma ISO 14001 busca o controle de processos industriais, através da metodologia conhecida como PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), sendo assim constituída:

“Planejamento (P): identificação e avaliação dos aspectos ambientais; identificação dos requisitos legais e outros pertinentes; e definição de objetivos, metas e programas para melhoria ambiental.

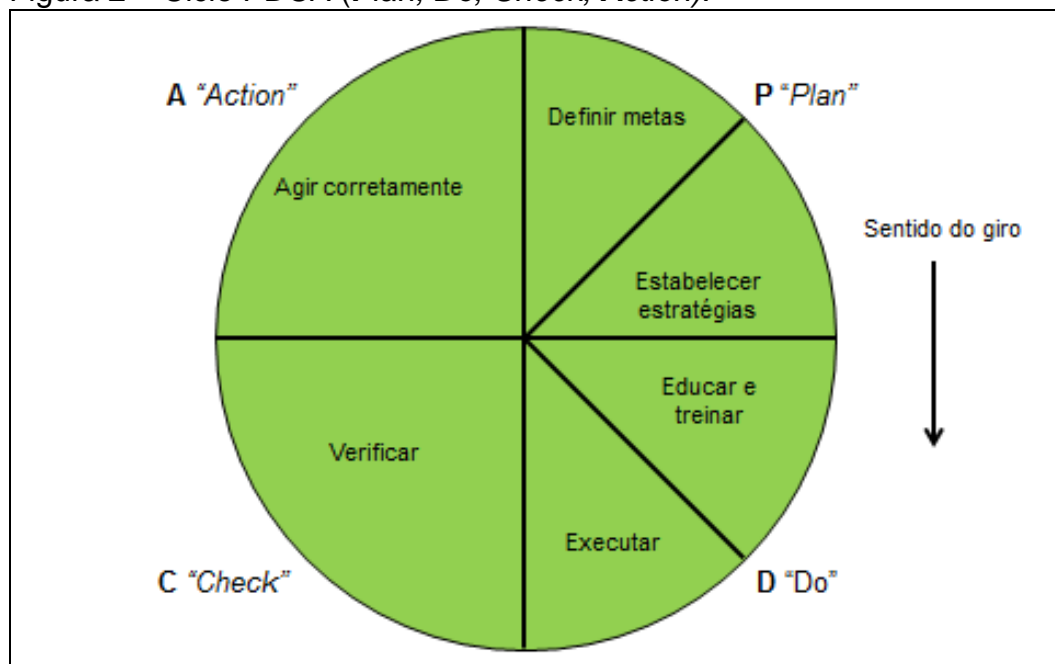
Execução (E): são definidas as responsabilidades e autoridades; recursos e tecnologias devem ser provisionados; o pessoal próprio e o terceiro devem ser treinados e conscientizados, de modo a gerenciar adequadamente os aspectos ambientais, utilizando procedimentos de operação e manutenção, preparados para atuar em situações de emergência.

Checagem (C): monitoramento dos resultados ambientais, avaliando a conformidade com os requisitos legais e outros, e a realização de auditorias internas.

Ações (A): Verifica-se a necessidade de tomada de ações corretivas e/ou preventivas, tanto na média gerência como no âmbito mais amplo de alcance dos resultados definidos pela alta administração” (EPELBAUM, 2006, p. 121-122).

O ciclo PDCA é aplicável a qualquer organização, da mais simples a mais complexa, mudando apenas as técnicas e ferramentas utilizadas em cada processo. Todas as ações devem ter o cumprimento do ciclo como orientação básica, constituindo-se na razão do Sistema de Gerenciamento da Qualidade. Este ciclo é dinâmico, sendo necessária a continuidade entre suas fases (BRASIL, 200-).

A Figura 2 mostra o Ciclo PDCA e seu funcionamento:

Figura 2 – Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

Fonte: BRASIL, 200- (modificado pelo autor).

Segundo Epelbaum (s.d.) *apud* Epelbaum (2006) existem oito benefícios que podem ser considerados atingidos por um sistema de gestão ambiental baseado na ISO 14001 e outros oito atingidos parcialmente, conforme estudos realizados. Os Quadro 1 e Quadro 2 mostram estes benefícios:

Quadro 1 – Benefícios esperados e atingidos dos SGAs.

Benefício esperado	Comentário
1. Atender a critérios de certificação para a venda	Nos casos em que é necessário prover confiança sobre a gestão ambiental, a ISO 14001 é um bom modelo. Particularmente no setor automobilístico, a certificação ISO 14001 é uma exigência dos clientes.
2. Satisfazer critérios dos investidores para aumentar o acesso ao capital	Vários agentes financiadores (por exemplo, BID, BNDES, Bird) solicitam uma contrapartida ambiental para seus investimentos, e em alguns casos essa contrapartida é a ISO 14001. O modelo de SGA (sistema de gestão ambiental) baseado na ISO 14001 é utilizado por ser certificável.
3. Melhorar a organização interna e a gestão global	Esse benefício é imediato na maioria das empresas, porém pode ser maior dependendo da condução do processo de implementação do SGA.
4. Redução da poluição, conservação de materiais e energia	A norma requer ações de prevenção à poluição. Mesmo aceitando as tecnologias de fim-de-linha, várias empresas declararam resultados de redução da poluição e do uso de recursos.
5. Reduzir custos	O SGA auxilia a empresa a visualizar oportunidades de melhoria e redução da poluição, permitindo um gerenciamento mais racional e proativo, o que se espera que permita a redução de custos.
6. Aumentar a conscientização do pessoal	Mesmo considerando as empresas que implementaram o SGA por vontades externas, esse é um dos pontos fortes da ISO 14001, sendo benefício perceptível em grande parte delas.
7. Melhorar o clima e a comunicação interna	Na maioria dos casos, esse é um objetivo a ser atingido, mas acaba advindo como resultado indireto dos trabalhos de implementação.
8. Aumentar o desempenho ambiental de fornecedores	Apesar de a abrangência e a profundidade dos requisitos aos fornecedores serem extremamente variáveis (uma vez que a norma não as especifica), os ganhos nessa área são significativos em todos os casos.

Fonte: Epelbaum, s.d. *apud* Epelbaum, 2006 (modificado pelo autor).

Quadro 2 – Benefícios esperados e parcialmente atingidos dos SGAs.

Benefício esperado	Comentário
1. Demonstrar ao público razoável cuidado ambiental, mantendo boas relações e canais de comunicação	As relações com a comunidade melhoraram com a abertura da comunicação, porém, ainda de forma reativa em grande parte das empresas. A divulgação de informações ainda é pequena.
2. Assegurar aos clientes e consumidores o comprometimento com uma gestão ambiental demonstrável	Pode-se assegurar somente uma melhor gestão ambiental no processo (não é possível assegurar processos limpos já). Pode-se demonstrar um estágio ainda inicial de preocupação ambiental com os produtos, e as auditorias de certificação pouco têm focado esse tema.
3. Melhorar a imagem	A melhoria da imagem advém de sucessivos anos de ações consistentes com resultados, e uma falha pontual pode anular todo o esforço.
4. Melhorar a participação e mercado de vendas	Não há evidências de aumento de participação de mercado. A ISO 14001 parece ter mais um caráter de “requisito qualificador” do que de “requisito ganhador de pedidos”.
5. Reduzir prêmios de seguro	O SGA melhora significativamente o gerenciamento dos riscos ambientais, podendo implicar menores prêmios de seguro. No entanto, há poucas evidências do alcance desse resultado, pois o seguro ambiental ainda é pouco empregado.
6. Melhorar o controle sobre os custos	A norma não requer o controle de custos ambientais. As evidências mostram implementação pontual dos sistemas de custos ambientais nas empresas. No entanto, há grande potencial de sistematização.
7. Reduzir incidentes, riscos, vulnerabilidades e passivos ambientais	Os requisitos relativos a gerenciamento de riscos da norma são pouco prescritivos, porém, há avanços significativos para muitas empresas. Para atividade de maior risco. Requisitos adicionais associados às melhores práticas levariam a resultados mais eficazes.
8. Melhorar as relações entre indústria e governo, e facilitar a obtenção de licenças e autorizações	Em alguns países (por exemplo, Estados Unidos), a doção da ISO 14001 é parte de esquemas voluntários para a obtenção de licenças ambientais. Apesar de prevista em legislação brasileira (por exemplo, Resolução CONAMA nº 237/97 e Decreto Estadual de São Paulo nº 47.400/02), a facilitação na obtenção de licenças para empresas com SGA ainda é bastante limitada, dependendo a obtenção desse benefício também da predisposição dos órgãos ambientais.

Fonte: Epelbaum, s.d. *apud* Epelbaum, 2006.

Moreira (2001) cita alguns benefícios evidenciados com a implantação e manutenção de um SGA sem, necessariamente, obter certificação ambiental:

- Garantia de melhor desempenho ambiental;
- Redução de desperdícios;
- Prevenção de riscos (acidentes ambientais, multas, ações judiciais, etc);
- Disseminação da responsabilidade quanto à problemática ambiental na empresa;
- Padronização de gerenciamento ambiental em toda a empresa, nos

casos de filiais distantes geograficamente;

- Demonstração de consciência ambiental ao mercado;
- Melhora na imagem da empresa junto à ONGs, órgãos ambientais e comunidade;

comunidade;

- Possibilidade de obter financiamentos a taxas reduzidas;
- Possibilidade de reduzir custos de seguro;
- Benefícios intangíveis diversos: melhoria de gerenciamento, padronização de processos, treinamento e capacitação, rastreabilidade de informações, entre outros.

Braga *et.al.* (2002) afirma que as normas da série ISO 14000, além de tratarem de Sistemas de Gestão Ambiental, trazem diretrizes para a auditoria ambiental, rótulos e declarações ambientais, avaliação de desempenho ambiental e análise de ciclo de vida (Quadro 3):

Quadro 3 – Relação de Normas da Série ISO 14000.

Designação	Título
ISO 14001	Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e orientação para uso.
ISO 14004	Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio.
ISO 14010	Diretrizes para Auditoria Ambiental – Princípios gerais (cancelada e substituída pela ISO 19011)
ISO 14011	Diretrizes para Auditoria Ambiental – Procedimentos de auditoria – Auditoria de Sistemas de Gestão Ambiental (cancelada e substituída pela ISO 19011)
ISO 14012	Diretrizes para Auditoria Ambiental – Critérios para a qualificação de auditores ambientais (cancelada e substituída pela ISO 19011)
ISO 14015	Avaliação ambiental de locais e organizações.
ISO 14020	Rótulos e Declarações Ambientais – Princípios gerais.
ISO 14021	Rótulos e Declarações Ambientais – Autodeclaração de alegação ambiental – Rotulagem ambiental Tipo II.
ISO 14024	Rótulos e Declarações Ambientais – Rotulagem ambiental Tipo I: Princípios e procedimentos.
ISO/TR 14025	Rótulos e Declarações Ambientais – Declarações Ambientais Tipo III.
ISO 14031	Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes.
ISO/TR 14032	Gestão Ambiental – Exemplos de avaliações do desempenho ambiental.
ISO 14040	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Princípios e Estrutura.
ISO 14041	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Definição do escopo e metas de análise de inventário.
ISO 14042	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Avaliação de Impactos no Ciclo de Vida.
ISO 14043	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Interpretação do Ciclo de Vida.
ISO/TR 14047	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Exemplos de Aplicação da ISO 14042.
ISO/TR 14048	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Formato da documentação de dados.
ISO/TR 14049	Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida: Exemplos para a aplicação da Norma ISO 14041 para definição de escopo e metas e análise de inventário.
ISO 14050	Gestão Ambiental – Vocabulário.
ISO/TR 14061	Informações para auxiliar empresas de Produtos Florestais no uso das Normas de Sistemas de Gestão Ambiental (ISO 14001 e ISO 14004).
ISO/TR 14062	Gestão Ambiental – Integrando os aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto.
ISO/WD 14063	Gestão Ambiental – Comunicação ambiental: diretrizes e exemplos.
ISO/AWI 14064	Diretrizes para medir, reportar e verificar a existência de níveis de projeto da emissão de gases estufa.
ISO 19011	Diretrizes para Auditoria de Sistemas de Gestão da Qualidade ou Gestão Ambiental (essa norma substitui as normas 14010, 14011 e 14012).
ISO Guia 64	Guia para inclusão dos Aspectos Ambientais em normas de Produtos.
ISO/IEC Guia 66	Requisitos gerais para grupos conduzindo avaliações e certificações/registros de Sistemas de Gestão Ambiental.

Fonte: ISO, 2002 *apud* Braga *et.al.*, 2002 (modificado pelo autor).

Para que uma organização alcance o equilíbrio entre a proteção ambiental e prevenção da poluição com as necessidades socioeconômicas, torna-se necessário uma ferramenta de avaliação que garanta que a instituição atenda e continue atendendo os requisitos legais aplicáveis e da sua própria política. Isso pode ser alcançado através de resultados mensuráveis do sistema de gestão ambiental, relacionados aos aspectos ambientais da organização, baseando-se em sua política, objetivos e metas ambientais, definido como Desempenho Ambiental (ABNT NBR ISO 14001:2004).

A norma ABNT NBR ISO 14031:2004, que constitui a base para a avaliação do desempenho ambiental de um SGA, é uma ferramenta importante para que a organização atenda parte dos requisitos da norma ABNT NBR ISO 14001:2004, sendo exigido que uma empresa monitore e avalie regularmente as características principais de suas operações e atividades, através de registros, monitoramentos e controles operacionais. Entretanto, a ADA pode ser utilizada por organizações que ainda não possuem um SGA certificado ou até mesmo que não tenham como meta a certificação e, podendo essa avaliação ser um documento a parte. Sendo assim, a utilização desta norma pode gerar informações importantes para a definição de metas, objetivos e alvos (TIBOR e FELDMAN, 1996).

O desempenho ambiental pode ser definido como os resultados mensuráveis da gestão de uma organização sobre seus aspectos ambientais. A Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) é um processo que visa facilitar tomada de decisões em relação ao desempenho ambiental organizacional, que inclui a seleção de indicadores, coleta e análise de dados, a avaliação da informação em comparação com critérios de desempenho ambiental, relatórios e informes, análises críticas periódicas e as melhorias deste processo (ABNT NBR ISO 14031:2004).

Para a mensuração do desempenho ambiental de uma organização utilizam-se indicadores. Indicador de desempenho ambiental (IDA) é uma “expressão específica que fornece informações sobre o desempenho ambiental de uma organização” (ABNT NBR ISO 14031:2004, p. 2).

Diante do modelo atual de desenvolvimento e das mudanças necessárias para buscar um desenvolvimento sustentável, é de extrema importância a utilização desta ferramenta, mensurando os problemas ambientais e suas causas, para que possam ser gerenciados, controlados, minimizados e até eliminados (GASPAR,

2007).

Tibor e Feldman (1996) citam alguns exemplos de indicadores:

- Volume de água utilizado por unidade de produto;
- Volume de matérias-primas utilizadas por unidade de produto;
- Horas de treinamento por colaborador;
- Número de incidentes com emissões tóxicas;
- Consumo de energia elétrica por unidade de produto;
- Quantidade de CO₂ liberada na atmosfera;
- Geração de resíduos sólidos perigosos e não-perigosos por unidade de produto;
- Consumo de combustível por unidade de produto;
- Geração de efluentes por unidade de produto; e,
- Número de reclamações da comunidade.

Dessa forma, Nascimento (2006) afirma que os indicadores podem trazer resultados do progresso quanto à determinada meta instituída ou aplicação de princípios de P+L, além de tornar mais evidente uma tendência de evolução de determinado fenômeno que não seja observável imediatamente. Dessa forma, através do levantamento de aspectos ambientais, os indicadores de desempenho ambiental são entendidos como uma ferramenta de planejamento, controle e monitoramento de determinada organização.

3.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

O termo “Produção mais limpa” (P+L ou PmaisL) surgiu na época da Rio 92, com o intuito de minimizar ou eliminar desperdícios provenientes dos setores produtivos, pela intensa geração de rejeito ocasionada pelo atual modelo de desenvolvimento, que se caracterizam basicamente por duas características: o desperdício de matéria-prima e o desperdício de energia (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008).

Nascimento, Lemos, Mello (2008) trazem a definição de Produção mais limpa, de acordo com a Unep/Unido (1995):

“(…) a P+L 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 ambiente natural” (UNEP/UNIDO, 1995 *apud* NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008, p. 191).

Visando essa redução de riscos, a Figura 3 traz os elementos essenciais da Produção Mais Limpa.

Figura 3 – Elementos essenciais da estratégia P+L.



Fonte: UNEP/UNIDO, 1995 *apud* NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008 (modificado pelo autor).

A abordagem adotada através do princípio da P+L é preventiva. Esta abordagem surge em contrapartida aos custos adicionais das tecnologias de controle da poluição e tratamentos de fim-de-tubo, com ações no processo produtivo que reduzam as emissões e/ou gerações de rejeitos diversos, ou ainda através da aquisição de novas tecnologias. (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008).

Para Nascimento, Lemos, Mello (2008) é importante ressaltar a diferença entre controle da poluição e P+L que, basicamente, se dá na questão tempo. O controle da poluição é uma abordagem reativa, pois as ações ocorrem após o evento (poluição) já ter sido gerado. Já a P+L assume um caráter proativo, pois busca antecipar-se à geração da poluição.

A P+L relaciona-se à prevenção da poluição (P2). Este termo é mais comumente usado em países da América do Norte, mas, basicamente, P+L e P2 possuem um foco voltado a reduzir a geração de poluição na fonte, através de estratégias de redução de impactos ambientais (SENAI, 2003).

SENAI (2003) afirma ainda que, assim como a P2, vários outros conceitos se equiparam aos princípios de P+L. Entre eles estão:

- Eco-eficiência: que busca a eficiência econômica e consequente ganho ambiental, inversamente ao princípio de P+L;
- Minimização de resíduos: que é muito equivalente à P2, mas com um conceito mais abrangente, incorporando técnicas de reciclagem e reaproveitamento de resíduos;

- Ecologia Industrial: que está intimamente ligado ao conceito de P+L, aplicado à produção industrial.

A mudança de abordagem reativa para proativa acontece quando se faz uso de melhores técnicas de gestão e do *housekeeping*. Com isso, a utilização de técnicas *end-of-pipe* são reduzidas ou eliminadas (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008).

A conceituação e as ações de *housekeeping* são trazidas por Nascimento (2008):

“(...) são alterações simples nos processos ou matérias-primas, incluindo mudanças no nível organizacional. Normalmente, são medidas economicamente mais interessantes e fáceis de implementar. Pode incluir treinamento e motivação pessoal, alteração na forma de operar os equipamentos, alteração na concentração ou dosagem de produtos; incremento no uso da capacidade dos equipamentos; reorganização do sistema de manutenção preventiva e corretiva; evitar perdas por evaporação; melhoria nas compras, armazenagem e entrega de produtos e matérias-primas, padronizações e normatizações, etc” (NASCIMENTO, 2008, p.110).

Gasi, Ferreira (2006) evidenciam que o enfoque preventivo considera que a geração de poluentes pode ser resultante de uma série de fatores, tais como:

- Matérias-primas não transformadas em produtos, por ineficiência do processo ou por produtos mal projetados;
- Perdas de matérias-primas e/ou produtos, por especificações mal feitas ou mal gerenciamento de estoque;
- Perda de matérias-primas ao longo do processo, por *layout* inadequado, falta de treinamento dos colaboradores, gerenciamento inadequado e/ou falta de manutenção preventiva;
- Acidentes, por falta de planos de prevenção e atendimento de acidentes; e
- Perdas de energia, por ineficiência de processo, falta de planejamento e/ou projeto inadequado.

Adotando-se a premissa de que a quantidade de matéria e energia que entra em um processo é igual à matéria e energia que sai deste, quando se consegue melhorar o processo produtivo, aumentando a quantidade de produtos produzidos utilizando a mesma quantidade de insumos e matérias-primas, há, conseqüentemente, a redução da geração de rejeitos (GASI; FERREIRA, 2006).

Para Gasi, Ferreira (2006), esse aumento de desempenho de produção significa:

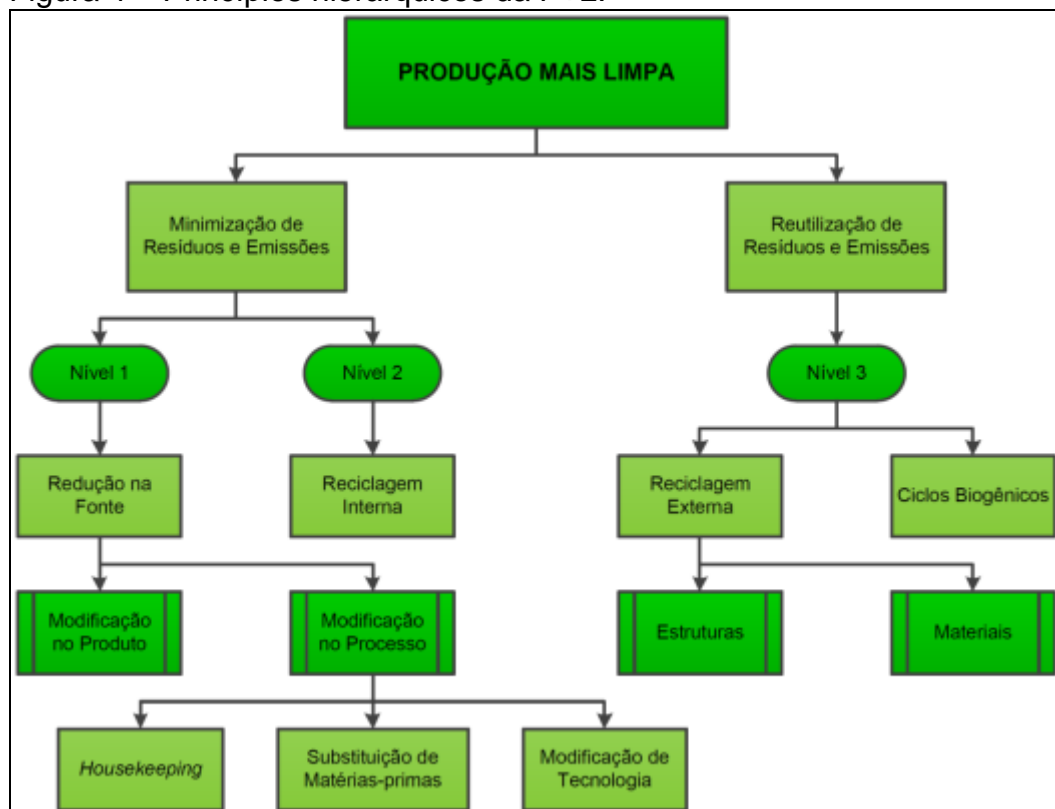
- Redução ou eliminação de custos diretos e indiretos, tangíveis ou intangíveis, relacionados à geração de rejeitos;
- Tornar-se mais competitiva, através do aumento da produção;
- Soluções ambientais com maior retorno financeiro se comparado ao controle ambiental de fim-de-tubo; e
- Surgem novas maneiras de tratar questões ambientais.

Para SENAI (2003) os principais benefícios ambientais da P+L dizem respeito à redução/eliminação de resíduos, produção sem poluição, eficiência energética, saúde e segurança no trabalho e produtos e embalagens ambientalmente adequados. Além dos benefícios financeiros, observados em poucos meses.

A ótica hierárquica da P+L dá prioridade às ações que não gerem ou minimizem resíduos e emissões (nível 1). Quando não for possível realizar este tipo de medida, devem-se utilizar premissas de reintegração de resíduos e/ou emissões no processo produtivo (nível 2). Se nenhuma destas abordagens for possível, deve-se buscar soluções de reciclagem externas (nível 3) (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008).

A Figura 4 mostra os três níveis de hierarquização de ações:

Figura 4 – Princípios hierárquicos da P+L.



Fonte: UNIDO, 2001 *apud* NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008 (modificado pelo autor).

Segundo Nascimento, Lemos, Mello (2008) mesmo que a P+L esteja associada a prevenção e não geração de rejeitos, não significa que técnicas de controle ambiental com tecnologias fim-de-tubo não possam ser utilizadas na gestão ambiental da empresa. A P+L apenas possibilita que processos produtivos, produtos e serviços possam ser gerenciados de uma maneira mais eficiente e rentável.

Atualmente, com as pressões legais, de mercado e da sociedade, os rejeitos gerados por uma empresa podem representar redução da produtividade e da competitividade, prejuízos à imagem da empresa e do empreendedor, redução de margem de lucro e perda de mercado, além da desconformidade legal. (GASI, FERREIRA, 2006).

Mas para Nascimento, Lemos e Mello (2008) os programas de P+L também são lucrativos, com foco no potencial de ganhos diretos no processo de produção e ganhos indiretos através de eliminação de custos relacionados ao tratamento e destinação final de resíduos, com retorno financeiro ocorrendo em poucos meses.

3.4 GESTÃO DE PROCESSOS

O esforço atual das empresas brasileiras é volta-la ao cliente. Existe uma grande preocupação das empresas, em termos de gestão, no fato de a forma tradicional de administrar os negócios não está mais correspondendo às novas e diferentes exigências de *performance*. Essas novas exigências de desempenho são necessárias para que a empresa consiga responder com a velocidade e qualidade necessárias para a tomada de decisão (ROCHA, 2000).

Essa ligação com o cliente contribui para um melhor planejamento e programação das partes e uma participação maior nos negócios do cliente, aumentando a produtividade da organização, que precisa ter desempenho suficiente pra atender todos os pedidos (WALLACE, 1994).

Segundo o mesmo autor, não devem ser considerados como clientes apenas as pessoas externas à organização e que adquirem o produto final. É de extrema importância tratar os diversos setores da empresa como clientes também. São os chamados “clientes internos”. Quando se adquire a qualidade de satisfação de clientes internos os processos sofrem uma melhora em questão de produção.

Os processos internos, neste caso, passam a ser essenciais para fazer diferença. Os redesenhos de processos-chave da organização torna-se necessário porque estes alacancam a vantagem competitiva e permitem o atingimento dos objetivos definidos pela estratégia da empresa (ROCHA, 2000).

Atualmente os processos baseiam-se no modo de produção conhecido como Toyotismo, que marcou o início da Terceira Revolução Industrial. As técnicas de produção desenvolveram-se rapidamente, a partir da Primeira Revolução Industrial e principalmente durante a Segunda Revolução Industrial, com as técnicas de produção conhecidos como Fordismo e Taylorismo (CANÊDO, 2009).

O Toyotismo surgiu como uma resposta à crise do fordismo dos anos 70, substituindo o trabalho desqualificado pelo operário polivalente, acabando com o trabalho repetitivo, linha de produção individualizada, tornando a produção mais flexível. Trata-se de um método de produção de resposta imediata às variações de demanda (GOUNET, 1999).

Segundo o mesmo autor, os métodos de produção atuais baseados no Toyotismo levam em consideração o *just-in-time* (tempo justo), constituindo-se de seis pontos:

1. Redução de estoque. Produz-se apenas a quantidade mínima necessária, que é reposta de acordo com as vendas. Assim a produção é fixada pela demanda do mercado.

2. Reduzir etapas que não agregam valor. Os transportes entre etapas de processo, estocagem e controle de qualidade são reduzidas ao máximo e, conseqüentemente, reduz-se custos. A máxima fluidez do processo é a premissa suprema. Assim, os processos são realizados os mais próximos possíveis e os estoques devem ser evitados ao máximo.

3. Trabalho em equipe e flexibilidade de aparato produtivo. As produções não são mais padronizadas, dessa forma os maquinários utilizados devem possuir a capacidade de múltipla tarefa. Além disso, as máquinas passam a ser operadas por mais de um operário, criando um trabalho de equipe e, além disso, os operários devem ter a capacidade de operar diferentes tipos de máquinas.

4. Instalação do *kanban*. Essa técnica baseia-se na instalação de uma placa de identificação de determinada peça integrante de um produto. Quando essa peça é retirada para a produção, a placa (*kanban*) volta ao setor que produz determinada peça, servindo como um código de produção.

5. Devido à produção diversificada de produtos em uma mesma linha, deve-se investir e preparar as máquinas para que o tempo de adaptação na mudança de produção seja o menor possível, reduzindo o tempo de não trabalho.

6. Subcontratação de fornecedores. Trata-se de terceirizar a produção de peças integrantes do produto, impondo o mesmo método de produção a estas empresas. Isso significa produzir a baixo custo, *just-in-time*, e com qualidade impecável.

Brasil (200-) mostra a importância da AMP – Análise e Melhoria de Processos – para o fortalecimento de uma organização e o desenvolvimento de seus processos, conduzindo ao caminho de excelência gerencial:

“(...) propicia às organizações, estruturar a sequência de trabalhos a serem desenvolvidos, visando a análise, a simplificação e o aperfeiçoamento ou melhoria dos processos, além de tratar de forma adequada seus problemas, de modo a promover a obtenção de uma consistente garantia de qualidade” (BRASIL, 200-, pg. 3).

Processos são definidos como um conjunto de atividades interativas que transformam insumos (entradas) em produtos e/ou serviços (saídas), possuindo valor para um grupo de clientes. Já insumos podem ser definidos como os materiais,

equipamentos, informação e conhecimento necessários à realização dos processos (BRASIL, 200-).

Gerenciamento de Processos, segundo Ritzman, Krajewski (2007), pode ser entendido como:

“(...) a seleção dos insumos, das operações, dos fluxos de trabalho e dos métodos que transformam insumos em resultados. A seleção dos insumos tem início com a decisão de que os processos serão realizados internamente, executados externamente e adquiridos sobre a forma de materiais e serviços. As decisões envolvendo o processo também lidam com a combinação apropriada de aptidões humanas e equipamentos e com que partes dos processos devem ser desempenhadas por cada um. As decisões sobre processos precisam ser coerentes com as prioridades competitivas e a habilidade da organização para obter os recursos necessários a fim de apoiá-los.” (RITZMAN, KRAJEWSKI, 2007).

Conforme Brasil (200-) existe nove princípios para a AMP – Análise e Melhoria de Processos, sendo estas:

- Satisfação total do cliente: é o principal aspecto a ser considerado na Análise e Melhoria de Processos, sendo necessário atingir as necessidades, perspectivas e requisitos dos clientes;
- Gerência participativa: busca-se o atingimento do melhor desempenho possível através do conhecimento e avaliação da opinião dos colaboradores envolvidos no processo;
- Desenvolvimento humano: Oportunidades de aprender e ambiente favorável ao desenvolvimento do trabalho dos colaboradores são essenciais para se chegar à melhor eficiência, eficácia e efetividade da organização, através do conhecimento, habilidades, criatividade, motivação e competência das pessoas;
- Constância de propósitos: deve-se definir objetivos e metas buscando sempre o melhor resultado, confiando na metodologia de aplicação;
- Melhoria contínua: convêm que um dos objetivos da AMP seja a melhoria permanente do desempenho da organização, no caminho da excelência gerencial;
- Gestão de processo: A aplicação do Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir), através da discussão entre fornecedores, gerentes, executores e clientes é imprescindível para o desenvolvimento dos processos;
- Gestão de informação e comunicação: a solução rápida e eficiente de um problema é diretamente proporcional à forma como a informação e a transmissão desta é realizada pela organização;

- Garantia da qualidade: a manutenção da qualidade alcançada até o momento, servindo de base para novas melhorias;
- Busca da excelência: os erros devem ser evitados e suas causas eliminadas, sempre considerando-os como oportunidade de acerto.

Para a análise de um processo, deve-se, inicialmente, verificar a sequência de atividades. A melhor forma de representar esta sequência é a gráfica, através de fluxograma. Esta ferramenta possui baixo custo e alto impacto e facilidade de análise de fluxos de processo, permitindo uma visualização global e abrangente (BRASIL, 200-).

Essa análise, através de fluxograma, pode ser realizada através da ferramenta 5W1H. Segundo Brasil (200-), essa ferramenta permite que seja definido como os produtos ou serviços são planejados, produzidos e entregues. Deve-se procurar conhecer os processos, seus elementos, atividades, produtos e serviços e os padrões associados a estes. Através de diversas perguntas cria-se uma cadeia de análise, de onde vem o nome 5W1H:

- *What* (O que/Que/Qual);
- *Where* (Onde);
- *Who* (Quem);
- *When* (Quando);
- *Why* (Por que/Para que);
- *How* (Como).

Além desta análise, deve-se também levantar algumas outras informações, como a documentação de rotina, legislação que deve ser observada no processo, dados históricos do processo e normatizações, verificar a necessidade das diversas etapas dos processos; e, ainda, devem-se adotar algumas práticas como a utilização de ficha de processos, descrição de sequência de ações e plano de ação do processo (BRASIL, 200-).

A priorização de ações de melhoria deve ser feita através de uma metodologia específica. A ferramenta Matriz GUT, de acordo com Brasil (200-), é uma matriz que trata os problemas encontrados através de atribuição de valores de 1 a 5, levando-se em conta a gravidade, a urgência e a tendência do processo estudado e que, com o somatório dos pontos, resulta na priorização dos problemas:

- Gravidade: impacto que o problema traz ao processo, organizações, resultados e pessoas e seus efeitos em longo prazo, caso não seja resolvido;
- Urgência: relação com o tempo disponível ou necessário para corrigir o problema;
- Tendência: potencial que o problema tem em crescer, podendo ser avaliada com tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Brasil (200-) trata problema como um ponto de partida para mudanças que possam trazer melhoria ao processo. Esses problemas podem ser identificados através de pesquisas/inspeções/entrevistas, monitoração de reclamação de clientes e através da ferramenta conhecida como *benchmarking*.

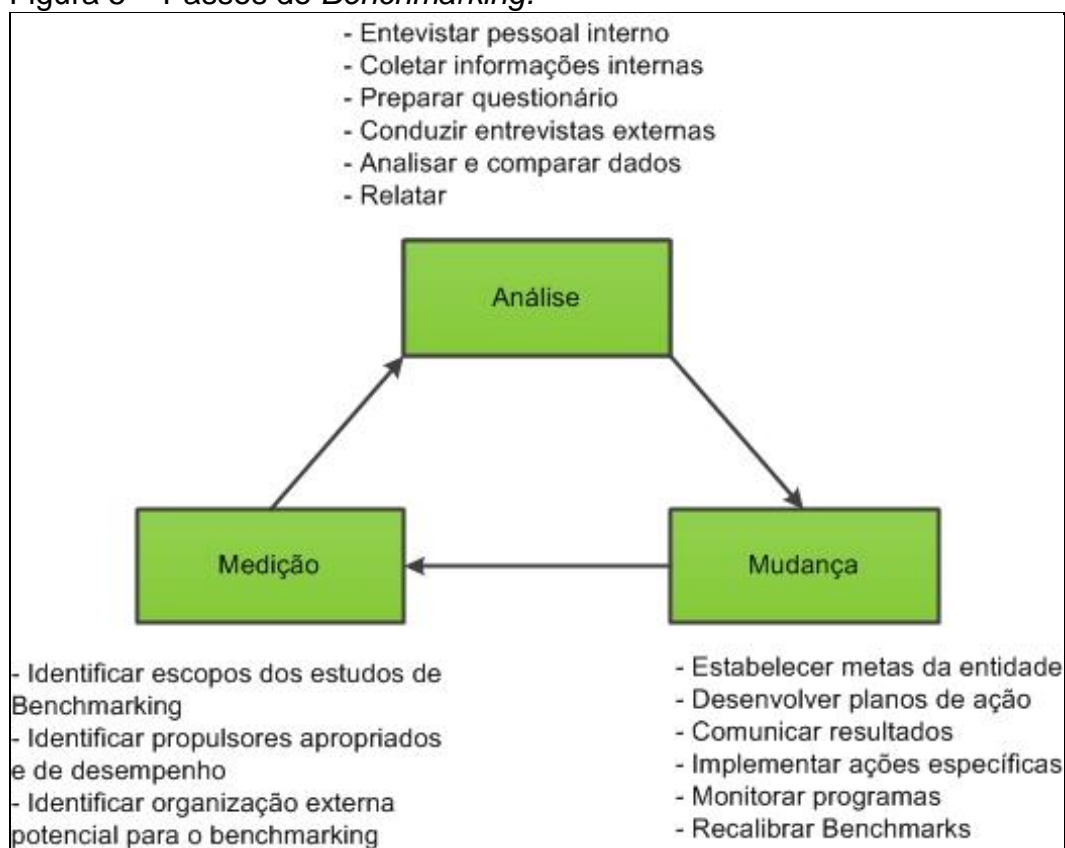
Rocha (2000) enfatiza que deve-se tomar alguns cuidados quanto às ações de melhoria, citando os principais erros cometidos nos projetos que visam mudanças nas organizações:

- Não conectar o projeto com a estratégia da empresa: projetos não prioritários tendem a serem deixados de lado e acabam em um resultado frustrante;
- Não envolver as pessoas certas no projeto: as organizações, muitas vezes, montam equipes de trabalho com pessoas disponíveis, esquecendo as pessoas que são necessárias;
- Não firmar compromisso com os resultados esperados: sem a definição de metas, o projeto nunca sai da fase de levantamento e diagnóstico;
- Não levar em conta os aspectos humanos: soluções tecnicamente perfeitas, podem não trazer resultados concretos se o fator humano for negligenciado;
- Crença de que precisamos reinventar a empresa: muitas vezes grupos de trabalho, por inexperiência ou resquícios de conceitos ultrapassados, querem destruir a que existe e refazer tudo de novo;
- Descuidar da implementação: ocorre quando se perde o rigor metodológico ou quando se perde interesse da organização após as fases anteriores do projeto;
- Falha na medição permanente do desempenho: quando o projeto produziu as mudanças e resultados esperados, é de extrema importância que a medição e o monitoramento do ambiente interno e externo sempre existam e garantam a manutenção e aprimoramento contínuo dos resultados.

O *benchmarking* pode ser entendido como uma ferramenta que busca o foco externo nas atividades, funções ou operações internas, que propiciam a busca pela melhoria contínua. Através da compreensão de todo ambiente interno da organização, busca-se, externamente, um ponto de referência ou padrão a ser seguido, através do julgamento de atividades ou processos internos, de qualquer nível da organização ou a qualquer área funcional (LEIBFRIED, MCNAIR, 1994).

Ainda segundo Leibfried, McNair (1994), o *benchmarking* busca valer-se da melhor prática, através da melhoria contínua e criação de valor para os investidores com um processo de medição externamente focalizada, intensivo de informações e dotado de um propósito que fixa metas objetivas para o desenvolvimento de planos de ação. A Figura 5 ilustra os passos do *benchmarking*.

Figura 5 – Passos do *Benchmarking*.



Fonte: Leibfried, McNair, 1994 (modificado pelo autor).

Mesmo que ideias de melhoria tenham origem interna, é preciso avaliar o ambiente externo para que se gerem novas visões e definições mais claras dos tipos de melhorias esperadas. Na busca da satisfação do cliente, o *benchmarking* busca a eliminação de processos que estão prejudicando a organização ou gastando recursos excessivos, buscando focar papéis, processos ou questões

estratégicas. Tudo depende de identificar os elementos de desempenho que o cliente valoriza e, depois, analisar quais aspectos da organização os afetam (LEIBFRIED, MCNAIR, 1994).

O *benchmarking*, conforme Leibfried, McNair (1994), pode ser dividido em quatro tipos, sendo os citados a seguir:

- *Benchmarking interno*: examina-se a própria organização antes de buscar informações externas. Através disto, busca-se remover ou modificar passos desnecessários do processo, não-criadores de valor ou ultrapassados. É considerado passo indispensável para qualquer outro *benchmarking*, pois estabelece a estrutura existente internamente frente aos dados externos;

- *Benchmarking competitivo*: baseia-se em conhecer as forças e fraquezas dos concorrentes diretos. Com isso, conhecem-se áreas de priorização de melhoria, de acordo com expectativas de clientes específicos;

- *Benchmarking setorial*: estende-se além da comparação individual de um concorrente do setor. Busca-se descobrir tendências do setor produtivo, visto que, basicamente, todos dentro de um setor produzem o mesmo produto, e da mesma forma. Essas tendências ajudam a estabelecer linhas de base de desempenho, mas raramente gerarão saltos significativos para revolucionar o setor;

- *Benchmarking de empresas líderes*: examinam-se empresas líderes de todos os setores produtivos, buscando práticas inovadoras, que melhorem o desempenho organizacional.

Outra maneira de se realizar a análise do processo e buscar dados padrões de embasamento são os indicadores de desempenho operacional (IDO), que são mensurados da mesma forma que os indicadores de desempenho ambiental. Os indicadores de desempenho operacional devem se basear no interesse do cliente, centrando-se na qualidade, entrega, flexibilidade e do preço justo do produto final comercializado (WALLACE, 1994). Além de serem decorrentes da Gestão estratégica (valores, missão, visão do futuro, fatores críticos para o êxito e metas estratégicas), da Gestão Operacional (processos) e de partes interessadas (clientes, servidores, sociedade, fornecedores) (BRASIL, 200-).

Entende-se por indicador, neste caso, segundo Brasil (200-), como:

“(...) um valor quantitativo realizado ao longo do tempo (uma função estatística) que permite obter informações sobre características, atributos e resultados de um produto ou serviço, sistema ou processo” (BRASIL, 200-).

Os indicadores, segundo o mesmo autor, podem ser divididos em alguns tipos. Sendo estes:

- Indicadores estratégicos: mostram o desempenho da organização quanto aos fatores críticos e quanto a sua visão;
- Indicadores de produtividade (eficiência): relacionam o desempenho das entradas e saídas de um processo;
- Indicadores de qualidade (eficácia): evidenciam a satisfação do cliente e as características do produto/serviço;
- Indicadores de efetividade (impacto): focam nas consequências dos produtos/serviços;
- Indicadores de capacidade: mostram o desempenho de um processo através da relação de produtividade no tempo.

Para Wallace (1994), além de indicadores internos à organização, a empresa deve se analisar com olhos do cliente, descobrindo o que realmente ele almeja (utilizando suas regras, e não as da empresa) e, sempre que possível, utilizar indicadores externos, ao invés de apenas indicadores registrados pela própria empresa.

Os indicadores de desempenho operacional permitem a avaliação da tendência de ações em relação aos resultados esperados. Sendo assim, sua interpretação é essencial quando se trata de processos decisórios, orientando a organização para objetivos desejados e a excelência organizacional (BRASIL, 200-).

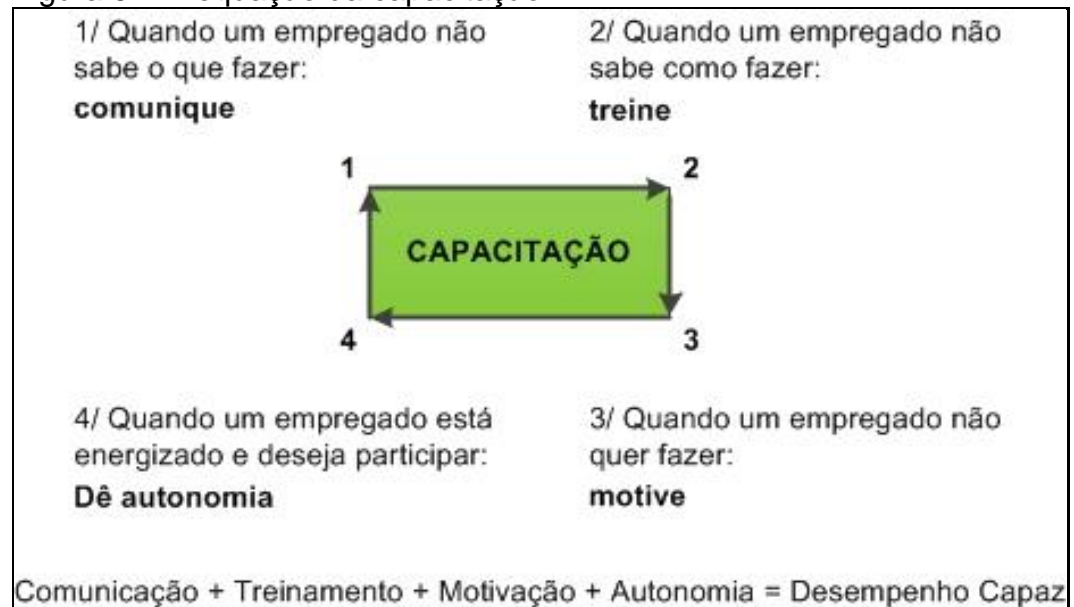
Os indicadores de desempenho Operacional, assim como os ambientais, possuem alguns requisitos que devem ser atendidos da melhor forma possível (BRASIL, 200-), sendo estes:

- Disponibilidade: facilidade em medir ou em coletar;
- Simplicidade: facilidade de compreensão dos dados;
- Baixo custo de implantação, manutenção e obtenção de dados;
- Adaptabilidade: ser flexível quanto às mudanças;
- Estabilidade: manutenção ao longo do tempo, formando série histórica;
- Rastreabilidade: facilidade de identificação de origem de dados e registros;
- Representatividade: serem importantes e agregadores de valor.

Para Rocha (2000) o componente humano é o pilar fundamental para a melhoria de processos. É ingênuo, nos tempos atuais, supervalorizar a tecnologia e colocar o “homem” em segundo plano. A definição de estratégias, os redesenhos de processos e o estabelecimento de indicadores de nada valem quando as pessoas envolvidas estão desalinhadas destes. Este tipo de atuação faz com que projetos tecnicamente perfeitos não saiam do papel ou não produzam os resultados esperados.

Wellington (1998), através da Figura 6, traz a equação da capacitação para os empregados, que depende de dois fatores imediatos: a missão corporativa e as atitudes dos colaboradores diante da introdução do programa.

Figura 6 – A equação da capacitação.



Fonte: Wellington, 1998 (modificado pelo autor).

A comunicação deve ocorrer, basicamente, na fase de contratação do empregado, apresentando-lhe a missão, cultura, estratégias, processos, produtos, pessoas e sistema de suporte a equipes da empresa. Isso permite a construção de ideias inteligentes nas reuniões de equipe, pelos colaboradores. Além disso, é de extrema importância a comunicação em massa, através de pôsteres, gráficos de processo, motivação e informação em toda a organização (WELLINGTON, 1998).

O treinamento deve ser realizado com todos os colaboradores da organização. Problemas como indiferença, falta de entendimento, silêncio devido à falta de comunicação e falta de ação, são frequentes quando se faz uso do treinamento seletivo. Além disso, assim como funciona para soldados ou

profissionais de esportes, o treinamento deve ser contínuo, buscando a melhoria contínua e excelência organizacional (WELLINGTON, 1998).

A motivação serve para que o atendimento de clientes (internos ou externos) dê-se da melhor forma possível. O importante é que líderes de equipes saibam identificar as necessidades de cada subordinado, dando-lhe oportunidades e apoio para a realização satisfatória do seu trabalho (WELLINGTON, 1998).

Por fim, a autonomia dada a cada empregado mostra a confiança da organização com este. Quando se fala em autonomia, deve ser dada aos colaboradores a de tomar decisões locais, que influenciam seus próprios trabalhos. É importante que o gerente tenha confiança e mantenha o diálogo com seus empregados, para que a autonomia dada não ultrapasse certos limites (WELLINGTON, 1998).

3.5 AMBIENTE DE TRABALHO

As pessoas, nos últimos anos, começaram a reivindicar o direito de ter um local de trabalho limpo e seguro, através da conscientização dos efeitos sobre o ambiente e à saúde dos trabalhadores. As organizações, concomitantemente, entendem que melhorar as condições de trabalho resulta em aumento de desempenho organizacional, aumento de produtividade e competitividade no mercado (NEDERMAN, 200-).

Ambiente de Trabalho é o conjunto de condições de produção em que matérias-primas, insumos e execução de processos através do trabalho se transformam em produto ou serviço, ou seja, são as condições de vida no local onde se realiza determinado trabalho. Esta definição é abrangente e inclui as características do local de trabalho (dimensões, iluminação, aeração, rumorosidade, presença de poeira, gás ou vapores, fumaça, etc.) e os elementos conexos à atividade (tipo e ritmo de trabalho, posição do operário, ocupação do tempo, horário de trabalho diário, turnos, horário semanal, alienação e não-valorização do patrimônio intelectual e profissional) (ODDONE, 1986).

A norma ABNT NBR ISO 9004:2000 evidencia que o ambiente de trabalho deve exercer influência positiva na motivação, satisfação e desempenho dos colaboradores e conseqüente desempenho da empresa. No que diz respeito aos aspectos físicos do ambiente de trabalho, a ergonomia, uso de equipamentos

de proteção, localização do espaço de trabalho, instalações de apoio, calor, umidade, luminosidade, ventilação, higiene, limpeza, ruído, vibração e poluição, são aspectos importantes da manutenção de um adequado ambiente de trabalho.

Para cada fator, existe uma faixa de valores ótimos, na qual o ser humano sente-se em condições de bem-estar. Esses fatores podem ser medidos através de instrumentos específicos: o luxímetro (intensidade da luz), o decibelímetro (ruído), o termômetro (temperatura), o higrômetro (umidade) e o anemômetro (ventilação) são alguns exemplos. Além disso, estes fatores podem ser identificados, grosseiramente, pelos meios sensoriais humanos. Estes fatores relacionados ao ambiente, que também são encontrados fora do ambiente de trabalho, podem produzir efeitos nocivos à saúde humana, acidentes e doenças inespecíficas (ODDONE, 1986).

Segundo o mesmo autor, fatores relacionados à produção de gases, poeiras, vapores e fumos influenciam diretamente as condições de trabalho. Dessa forma, é essencial que os colaboradores expostos a determinado poluente conheçam os riscos a que estão sujeitos.

A iluminação do ambiente de trabalho pode provocar danos, tanto quando está em falta, quanto em excesso. A falta de luminosidade possui grande relevância no número de acidentes. Já o excesso desta pode provocar catarata (pelo excesso de raios infravermelhos) e lesões à retina (pelo excesso de luz ultravioleta). Evidentemente, muitos fatores relacionados à iluminação devem ser considerados, por isso é importante que a avaliação dos níveis de luminosidade seja consensual, subjetivo (ODDONE, 1986).

Para SESI (2007) a deficiência de iluminação pode trazer também: fadiga visual e geral, menor produtividade/qualidade e ambiente psicologicamente negativo.

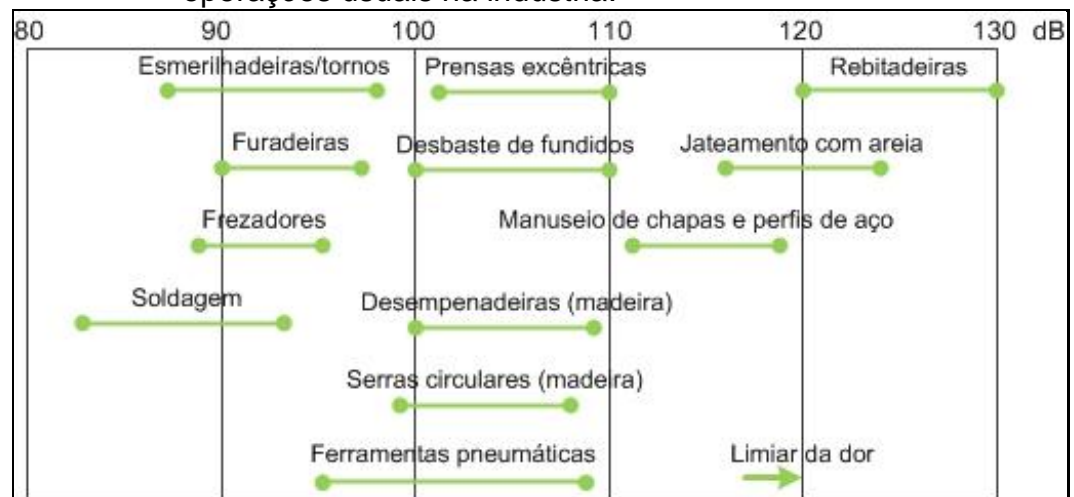
A Norma Regulamentadora (NR) nº 17, do Ministério do Trabalho e Emprego, relacionada à "Ergonomia", define em seu item 17.5.3 que a iluminação no ambiente de trabalho deve ser adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade, uniformemente distribuída e difusa, evitando ofuscamentos, reflexos, incômodos, sombras e contrastes excessivos. Os níveis de iluminamento devem ser observados através da Norma ABNT NBR 5413 (BRASIL, 1978).

A Norma ABNT NBR 5413:1992, que trata de iluminância de interiores, traz os procedimentos a serem observados na medição dos níveis de iluminamento em ambientes de trabalho, quanto à intensidade luminosa e idade dos colaboradores envolvidos.

O ruído é outro elemento importante a ser analisado. A nocividade deste é dada pela pressão combinada com a frequência, sendo medido em decibéis, e possuindo uma faixa de segurança entre 60 e 68 dB. Acima deste valor os ruídos alteram a capacidade de concentração. Acima de 85 dB o aparelho auditivo começa a sofrer danos, agravando consequências sobre o sistema nervoso, circulatório e muscular. Os danos iniciam, evidentemente, com a surdez, além de contribuir para o aumento da tensão muscular e da fadiga mental. Podem surgir também doenças inespecíficas, como distúrbios digestivos, úlceras e o estado de ansiedade (ODDONE, 1986).

Em um ambiente de trabalho os ruídos industriais são intensos e podem ser divididos em quatro grupos: os gerados por impactos, por vibração, por fricção e turbulência de ar. A Figura 7 mostra os níveis de ruído observados em diversos tipos de atividades (VALLE, 1975).

Figura 7 – Limites de intensidade sonora para diversos equipamentos e operações usuais na indústria.



Fonte: Valle, 1975 (modificado pelo autor).

A Norma Regulamentadora (NR) nº 15, do Ministério do Trabalho e Emprego, relacionada às “Atividades e Operações Insalubres”, em seu anexo nº 1, define os níveis de exposição a ruídos em determinado tempo, bem como especifica o método de medição. Já o anexo nº 2 da mesma Norma Regulamentadora, define

os limites de exposição para ruídos de impacto e os métodos de medição (BRASIL, 1978).

A ventilação tem o objetivo de renovar ou diluir o ar contaminado em instalações que originem emanações nocivas ao homem ou ao processo. Para um correto atendimento de ventilação pode-se utilizar a ventilação natural ou a mecânica, através de ventiladores/exaustores, dependendo da estrutura do ambiente de trabalho (VALLE, 1975).

A ventilação de um ambiente também está relacionada à temperatura e à umidade do local. Locais com produção de temperatura e isentos de boa ventilação podem trazer diminuição da capacidade de concentração e fadiga (ODDONE, 1986).

A ventilação mecânica pode ser feita de duas maneiras: insuflação ou exaustão de ar. A insuflação caracteriza-se em utilizar equipamentos que forcem a entrada de ar para o ambiente, causando um aumento de pressão, que força a saída do ar por aberturas na estrutura. A exaustão caracteriza-se em utilizar equipamentos que forcem a saída de ar do ambiente, causando uma depressão, que força a entrada de ar por aberturas na estrutura (VALLE, 1975).

No caso da ventilação natural, o ambiente deve favorecer a entrada e a saída de ar e locais com alta produção de contaminantes ou calor não devem misturar-se com o restante do ar ambiente, adotando-se, se for o caso, a ventilação mecânica. Recomenda-se que as dimensões de entrada e saída de ar sejam de tal forma que permita a troca de ar de aproximadamente 15 a 20 vezes o volume do ambiente em uma hora (VALLE, 1975).

A ventilação mecânica insufladora permite suprir essa necessidade de renovação, quando ela não for possível naturalmente. Já a ventilação exaustora é recomendada em locais que apresentem tratamentos térmicos, pintura a pistola, galvanoplastia, cabine de teste de motores, enfim, em locais contaminados por odores ou gases nocivos ou desagradáveis. A combinação de insuflação e exaustão pode garantir resultados bastantes eficazes em situações críticas de ventilação (VALLE, 1975).

3.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Naime (2005) toda atividade humana produz algum tipo de resíduo ou sobra. A palavra resíduo é derivado do latim *residuu*, e significa tudo aquilo que sobra de uma substância. A palavra “sólido” serve para diferenciar de sobras líquidas ou gasosas.

A definição de resíduo sólido é dada pela Norma ABNT NBR 10004:2004, como:

“Resíduos no estado sólido ou semi-sólido, que resultam de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso solução técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT NBR 10004:2004, pg. 1).

Em uma caracterização menos abrangente, resíduos sólidos industriais são definidos como todos os materiais sólidos provenientes das sobras dos processos produtivos, líquidos não passíveis de tratamento por métodos convencionais e resíduos semi-sólidos. Incluem-se também lodos provenientes de estação de tratamento (ETE ou ETA) (NAIME, 2005).

De acordo com a Norma ABNT NBR 10004:2004, os resíduos sólidos industriais são classificados de acordo com suas características em: resíduos classe I (perigosos), resíduos classe IIA (não perigosos e não inertes) e resíduos classe IIB (não perigosos inertes).

Os resíduos classe I (perigosos) são aqueles que apresentam periculosidade quanto ao risco à saúde pública ou ao meio ambiente. Entre as características que estes resíduos podem apresentar estão: inflamabilidade/explosividade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade (ABNT NBR 10004:2004; VALLE, 2002).

Os resíduos classe IIA (não perigosos e não inertes) são aqueles que não se enquadram como resíduo classe I (perigoso), mas possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos classe IIB (não perigosos e inertes) são aqueles não perigosos e que não apresentarem solubilidade de suas substâncias em água acima dos padrões de potabilidade (ABNT NBR 10004:2004).

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos é definido através da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, em seu artigo 3º, item X:

“Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (...)” (BRASIL, 2010).

Outra definição de Gerenciamento de resíduos sólidos é dada por Brasil, Santos (2007) com o seguinte texto:

“(...) constitui um conjunto de atividades técnicas, organizacionais, econômicas, e administrativas, que visam soluções para os problemas na geração, tratamento e na disposição final” (BRASIL, SANTOS, 2007).

O programa de gerenciamento de resíduos sólidos deve iniciar com uma análise do processo produtivo e atividades auxiliares realizados na empresa. Uma boa maneira de se fazer isso é através da definição de fluxogramas com entradas e saídas de cada processo. Assim, será uma base para o diagnóstico qualitativo e quantitativo de resíduos sólidos, levando-se em consideração a caracterização e avaliação de riscos e possibilidades tecnológicas de reaproveitamento dos resíduos (NAIME, 2005).

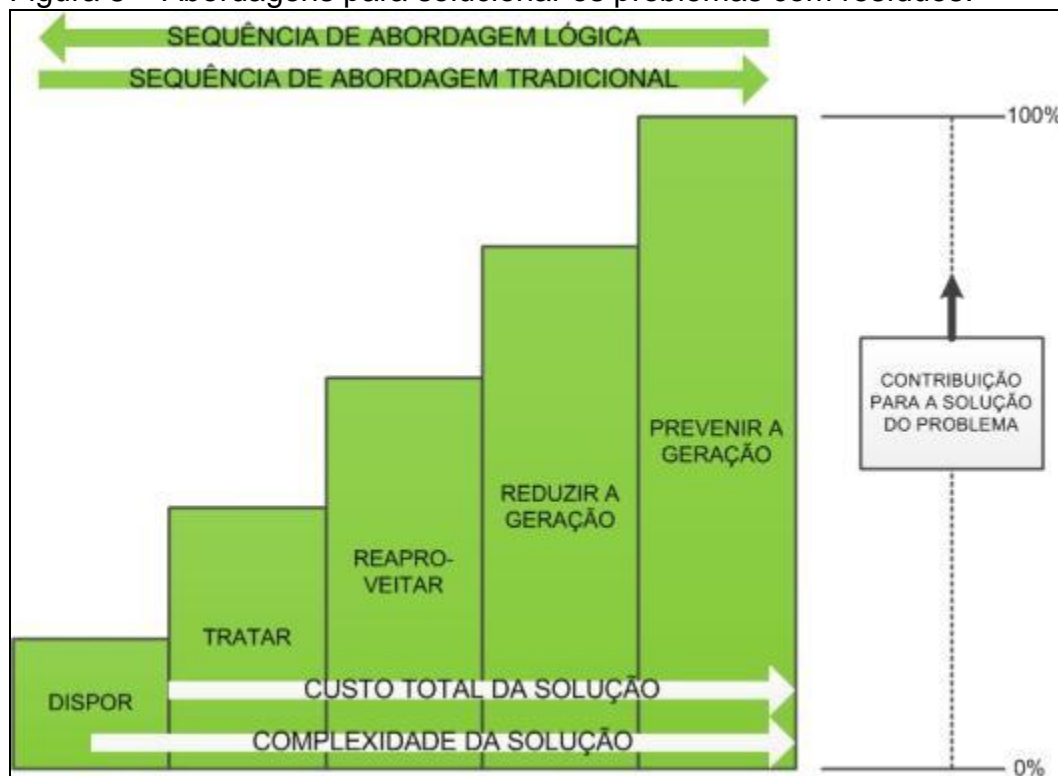
Segundo Calderoni (1998) o correto gerenciamento de resíduos sólidos torna-se importante por diversos fatores: exaustão de matérias-primas e seus custos crescentes, economia de energia, custo crescente para transporte e disposição em aterros, poluição e prejuízos à saúde pública e redução de custos de produção.

Além dos benefícios, é de obrigatoriedade legal a elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos para qualquer estabelecimento que gere resíduos sólidos classificados quanto à sua origem como resíduos sólidos industriais, gerados em processos produtivos (BRASIL, 2010).

No gerenciamento de resíduos sólidos, a priorização de ações deve ser a seguinte: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos (BRASIL, 2010).

A Figura 8 mostra esta abordagem de priorização de ações quanto aos resíduos sólidos.

Figura 8 – Abordagens para solucionar os problemas com resíduos.



Fonte: Valle, 2002 (modificado pelo autor).

A ferramenta a ser utilizado no diagnóstico, por obrigatoriedade legal, é o inventário de resíduos sólidos. Essa obrigatoriedade é definida na Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, para qualquer parque industrial no Brasil, definida como:

“(...) o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias no país” (BRASIL, 2002).

Naime (2005) traz os princípios da minimização na geração, segregação na fonte, transporte e acondicionamento internos e externos, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos industriais.

A redução de geração pode estar no controle rigoroso da qualidade das matérias-primas, preferência por utilização de materiais não tóxicos e cuidados com armazenamento e movimentação de cargas e materiais (VALLE, 2002).

As minimizações de geração podem ser alcançadas também com modificações no processo ou aquisição de novos maquinários ou novas tecnologias. A segregação na fonte visa facilitar processos seguintes de reutilização, reciclagem e disposição final, alcançada com a disponibilidade de coletores conforme estabelecido pela empresa e de boa participação dos colaboradores (NAIME, 2005).

Segundo Moreira (2001) a segregação se dá através de um programa de coleta seletiva que, antes de implantada, possui uma longa etapa de planejamento. O programa requer a dedicação de uma equipe bem treinada, em tempo parcial, tanto nessa fase, quando na fase de manutenção continuada do programa.

O sucesso de um Programa de Gerenciamento de Resíduos está diretamente relacionado com a participação dos colaboradores. Para isto, o gerenciamento de recursos humanos deve entusiasmar as pessoas envolvidas na obtenção de resultados, ter políticas voltadas à valorização, compartilhamento de decisões e estímulo à participação, além de Programas de Educação Ambiental, paralelamente desenvolvidos (NAIME, 2005).

Existem vários fatores de motivação dos colaboradores que auxiliam o programa a ter efetividade. Alguns deles são as doações do dinheiro arrecadado com a venda de resíduos para instituições de caridade, compra de cestas básicas para a população carente e material didático para escolas (MOREIRA, 2001).

Valle (2002) ainda utiliza o termo “Valorização” para a redução de custos de disposição de resíduos, e o surgimento de uma receita quando da venda destes resíduos sólidos que podem ter valor econômico. O princípio da Valorização baseia-se em recuperar matérias-primas, combustíveis e novos produtos, a partir dos resíduos. Entre os materiais com maior potencial de valorização estão os metais, minerais não metálicos, óleos e solventes e carvões ativados.

Já no que tange o acondicionamento interno, não se pode fazer com que os resíduos sofram alteração de suas características. Sendo assim, os resíduos devem ser armazenados em local específico para tais, de acordo com o definido através do inventário de resíduos. Os resíduos classe II devem ficar separados dos classe I, visando a manutenção de suas características e os resíduos classe I precisam, necessariamente, estar acondicionados em áreas cobertas, seguras, bem ventiladas, com acesso controlado e com qualquer outra medida necessária de proteção (NAIME, 2005).

O armazenamento temporário, conforme Moreira (2001) e ABNT NBR 12235:1992, precisa, ainda, ser em local autorizado pelo órgão ambiental, atendendo todas as condições básicas de segurança.

Os resíduos sólidos, seguindo a premissa da priorização de ações definidas na Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, podem ser reutilizados no processo ou sofrerem reciclagem interna ou externa à organização.

O conceito de reutilização é definido legalmente através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010) com o seguinte texto:

“Reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes”. (BRASIL, 2010).

A Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, também define reciclagem como:

“Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes” (BRASIL, 2010).

A reutilização baseia-se em utilizar resíduos de um processo produtivo para outra finalidade. Bons exemplos disso estão nas embalagens retornáveis, que tornam o que seriam resíduos em novas embalagens, utilização de sacolas plásticas de supermercado como sacos de lixo, tonéis de certos produtos, quando vazios, podem ser utilizados como lixeiras pela própria indústria (tomando-se o cuidado com as substâncias que eram acondicionadas nestas) (BRASIL, SANTOS, 2007).

A reciclagem baseia-se em utilizar a matéria-prima que pode estar presente nos resíduos para produção do mesmo produto, ou ainda de um produto diferenciado. Bons exemplos são a produção de tapetes de borracha a partir de pneus, fertilizantes a partir de restos de alimentos e latas de alumínio a partir de outras latas de alumínio (BRASIL, SANTOS, 2007).

O princípio da reciclagem é retornar ao ciclo produtivo o que antes era resíduo descartável. Através da reciclagem podem ser obtida economia de energia na produção, preservação de recursos naturais e redução do acúmulo de rejeitos (BRASIL, SANTOS, 2007).

Já o tratamento de resíduos, segundo Moreira (2001, p. 201) é definido como as técnicas utilizadas para “reduzir seu volume ou eliminar sua periculosidade, transformando-os em inertes ou não inertes, facilitar sua forma de disposição e/ou aumentar a possibilidade de serem reutilizados ou reciclados”.

Esses tratamentos poder ser feitos utilizando métodos físicos, químicos ou biológicos, existindo uma grande gama de processos (BRASIL, SANTOS, 2007).

Moreira (2001) cita os principais métodos utilizados para o tratamento de resíduos:

- Estabilização/solidificação: técnicas que visam tornar menos solúveis ou menos tóxicos alguns constituintes perigosos de resíduos, classificadas em fixação inorgânica e técnicas de encapsulamento;
- Secagem/desidratação: visa reduzir custos de transporte de resíduos através da redução de seu volume. Comumente são utilizadas técnica de filtração a vácuo, centrifugação e leitos de secagem;
- Incineração: é a queima de resíduos, que visa destruir um produto tóxico, a fim de causar menor dano ambiental, além de reduzir seu volume;
- *Landfarming*: é o tratamento dos resíduos no solo, juntamente com técnicas de manejo e monitoramento constantes. Baseia-se no aproveitamento das características físicas, químicas e biológicas do solo, a fim de promover a biodegradação, transformação de resíduos tóxicos em não tóxicos;
- Coprocessamento: é a queima de resíduos com poder calorífico para geração de energia em fornos industriais, representando a compatibilidade entre benefício ambiental e econômico;
- Rerrefino de óleo lubrificante: é o processo industrial de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos, conferindo-lhes características de óleos básicos. Visto ser um resíduo líquido, visa buscar a reciclagem, ao invés da destinação final.

Segundo Naime (2005) a disposição final em aterros classe I ou II pode ser, também, considerado como tratamento de resíduos.

A disposição final de resíduos torna-se necessária levando-se em consideração que o tratamento muitas vezes não elimina os resíduos totalmente. Dessa forma a destinação final possui poucas escolhas: os aterros sanitários e industriais (MOREIRA, 2001).

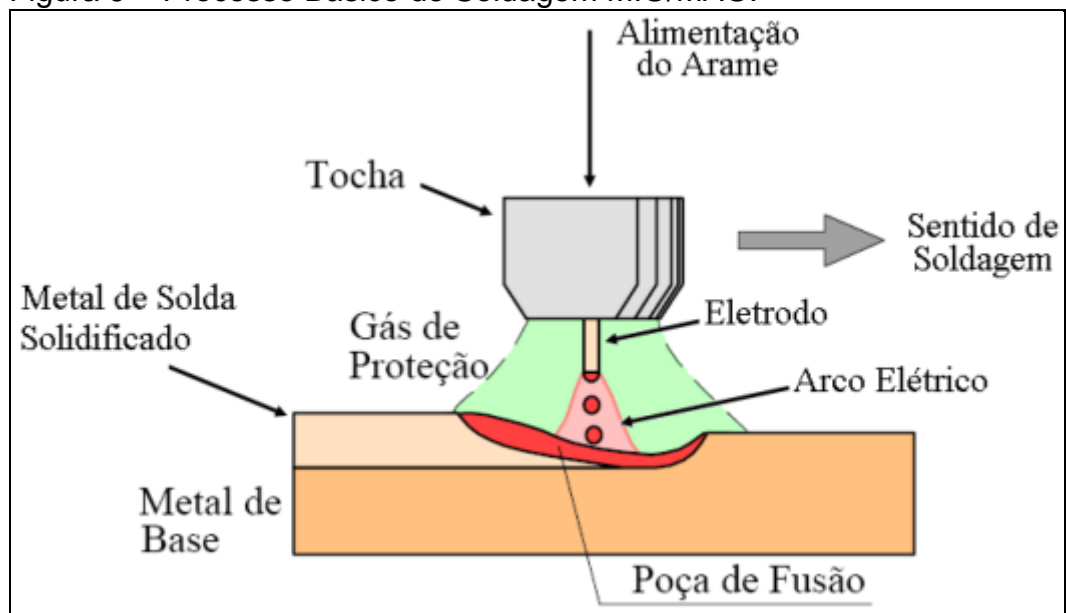
Os resíduos não-perigosos são destinados, comumente, para aterros sanitários (que devem atender as normas da ABNT pertinentes, licenciados por órgão ambiental e operados apropriadamente). Para os resíduos perigosos os critérios são mais rigorosos: só podem ser dispostos em aterros industriais, construídos e operados conforme exigências da NBR 10157 (Aterros de Resíduos Perigosos – Critérios para Projeto, Construção e Operação) (MOREIRA, 2001).

3.7 PROCESSO DE SOLDAGEM E FUMOS METÁLICOS

O processo de soldagem MIG/MAG é o mais utilizado pelas indústrias metalúrgicas pela sua vantagem em relação aos outros métodos. Esse processo consiste basicamente em um arco elétrico que funde continuamente um arame, depositando-o em uma “poça de fusão”, protegido da atmosfera por um fluxo de gás (inerte ou ativo) (ANSCHAU, 2010).

A Figura 9 demonstra o processo básico de soldagem por este método.

Figura 9 – Processo Básico de Soldagem MIG/MAG.



Fonte: UFMG, s.d. *apud* Anschau, 2010.

Segundo Anschau (2010), dentre os benefícios deste método de soldagem, estão:

- A soldagem pode ser executada em todas as posições;
- Não há necessidades de remoção de escória;
- Alta taxa de deposição do metal de solda;
- Tempo total de execução de soldas é a metade do tempo comparado ao processo de eletrodo revestido;
- Amanteigamentos (preenchimentos) podem ser realizadas com facilidade;
- Não há perdas de pontas de eletrodos como no processo de eletrodo revestido;

- Aplicação conjunta com sistemas automatizados e/ou robotizados.

A soldagem é um processo que produz fumos metálicos, substâncias tóxicas na forma de particulado fino em suspensão. Sua geração acontece também nas atividades de esmerilhamento, corte e lixamento (NEDERMAN, 200-).

Esses materiais particulados finos são partículas sólidas ou líquidas que se encontram suspensas no ar e que, em geral, quando analisados individualmente, são invisíveis a olho nu. Sua visibilidade torna-se possível quando da formação de uma neblina, analisando-as coletivamente em um ambiente (BAIRD, 2002).

Fumos metálicos são originários da decomposição de revestimento, vaporização de elementos metálicos e decomposição de impurezas superficiais no metal-base, sendo considerados como potenciais riscos à saúde (WAINER, BRANDI, MELLO, 2000).

Para SESI (2007), a dispersão de partículas sólidas ou líquidas no ar, que são projetadas no ambiente de trabalho devido aos processos industriais, podem permanecer em suspensão por um longo tempo, permitindo a inalação destes, é chamada de aerodispersóide. Este se subdivide em: poeiras, fumos, névoas, neblinas e fibras. Os fumos são produzidos por condensação ou oxidação de vapores de substâncias sólidas em condições normais, ocorridas em processos de soldagem, fundição e spray metálico a quente.

Segundo Harrison *et.al.* (1999) o material particulado pode ser dividido em 3 grupos, sendo os seguintes:

- PTS: é o total de partículas suspensas encontradas no ar;
- MP-10: partículas com diâmetro inferior a 10 μm , correspondendo às partículas inaláveis ao sistema respiratório;
- MP-2,5: partículas com diâmetro inferior a 2,5 μm , correspondendo às partículas respiráveis;

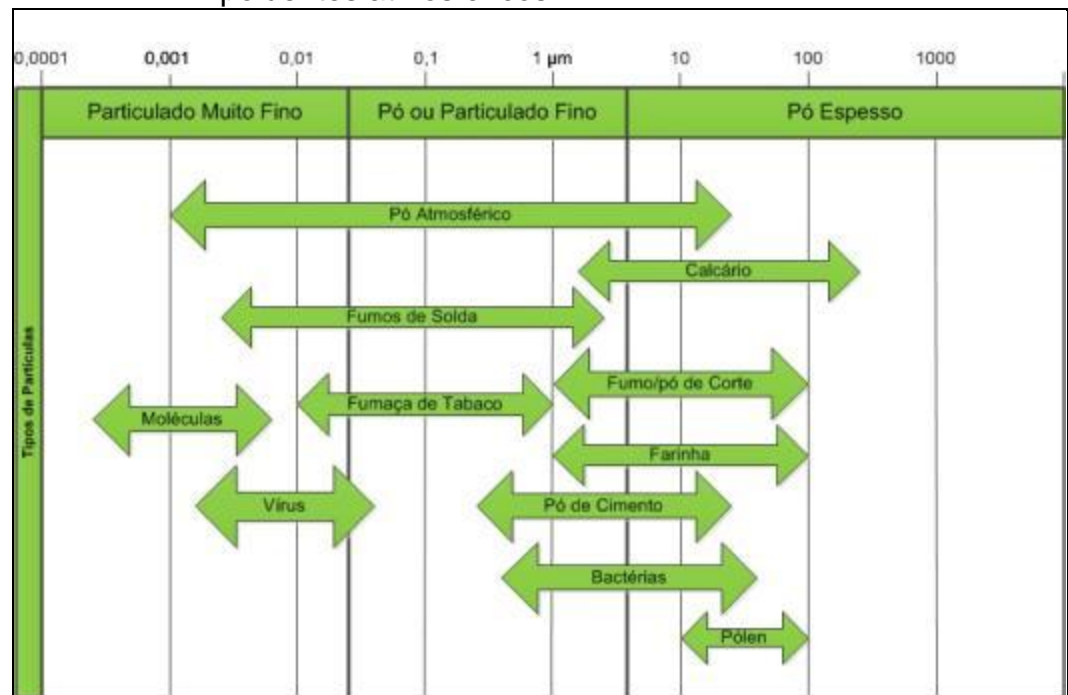
Já para Baird (2002), os particulados atingem até 0,002 μm de tamanho, com limite superior de cerca de 100 μm . De modo geral, particulados são classificados em partículas grossas e finas, dependendo de seu diâmetro (propriedade mais relevante dos particulados). As partículas grossas possuem diâmetro maior que 2,5 μm , enquanto que, abaixo deste valor, estão as partículas finas, conhecidas como MP-2,5.

Para SESI (2007), as partículas que possuem a capacidade de se depositar além dos bronquíolos terminais são as partículas menores que 10 μm . Entre os diâmetros de 5 a 10 μm , as substâncias saem do trato respiratório com a ajuda da respiração, valores abaixo de 5 μm podem penetrar profundamente nos pulmões.

As partículas geradas dependem do método de solda empregada, sendo as substâncias com maior risco à saúde: o Cromo Hexavalente, o Manganês, o Níquel e o Chumbo, com partículas que variam de menor que 0,01 μm a maior que 0,1 μm , podendo se aglomerar em partículas de 1 a 2 μm , facilmente inaladas, depositando-se na parte interna dos pulmões (alvéolos) (NEDERMAN, 200-; WAINER, BRANDI, MELLO, 2000).

A Figura 10 mostra o tamanho das partículas de fumos metálicos em relação aos demais poluentes atmosféricos.

Figura 10 – Tamanho de partículas de fumos metálicos e outros poluentes atmosféricos.



Fonte: NEDERMAN, 200- (modificado pelo autor).

A geração de fumos ocorre quando o intenso calor produzido pelo arco elétrico vaporiza os componentes do eletrodo consumível e da poça de fusão, em menor quantidade. O ar aquecido formado na região do processo de solda carrega os vapores metálicos que se combinam com o ar, formando óxidos metálicos na

forma de fumos (partículas metálicas), com baixíssimas dimensões (NEDERMAN, 200-).

Estima-se que um soldador produza, em média, cerca de 20 a 40g de fumos por hora, o que resulta em um total de 35 a 70kg por ano. Os fumos metálicos gerados não são prejudiciais apenas à saúde dos colaboradores, seus resíduos prejudicam, também, equipamentos de produção, sendo causa frequente de defeitos em dispositivos eletrônicos e de mecânica fina (NEDERMAN, 200-).

De modo geral, os principais efeitos da exposição a poluentes atmosféricos ocorrem nos pulmões. Além disso, a ocorrência de problemas de saúde relacionados a materiais particulados está pouco relacionada aos poluentes em ambiente externo, visto que a maioria das pessoas passa a maior parte de seu tempo em ambientes fechados (BAIRD, 2002).

As exposições de curto prazo podem causar febre de fumos metálicos, com sintomas que incluem calafrios, febre, sede, dor muscular, dores no peito, tosse, fadiga, náusea e gosto metálico na boca (MATHEUS, DAHER, 2009).

As partículas de fumos metálicos podem permanecer em suspensão no ar por um longo período e podem penetrar profundamente nos pulmões podendo, com o tempo, atingir a corrente sanguínea. As principais consequências da exposição aos fumos metálicos são: o câncer de pulmão, a asma, ulcerações do septo nasal e de pele, dermatites de contato alérgico, siderose, problemas de fertilidade e infarto. Doenças mais específicas são associadas ao tipo de material presente nos fumos inalados. O manganês, por exemplo, causa diversas doenças neuropsiquiátricas, entre elas, a síndrome Parkinsoniana (NEDERMAN, 200-).

Conforme Nederman (200-) e SESI (2007), devido à natureza tóxica de diversos componentes presentes nos fumos metálicos, muitos países possuem regulamentação específica quando se trata de redução e controle da exposição de trabalhadores aos fumos de solda. Em geral, estes limites são definidos com uma média diária de exposição durante a jornada de trabalho e valores máximos de pico de concentração. No Brasil, existem duas normas regulamentadoras que estabelecem as medidas de proteção e os limites de concentração de diversas substâncias tóxicas presentes nos fumos de solda, a NR-9 (PPRA) e a NR-15, respectivamente.

A Norma Regulamentadora (NR) nº 15, do Ministério do Trabalho e Emprego, em seus anexos nº 1 e nº 2, traz o limite de tolerância para algumas

substâncias e define níveis de insalubridade. A Norma Regulamentadora (NR) nº 9, do Ministério do Trabalho e Emprego, traz a obrigatoriedade de medidas que eliminem, minimizem ou controlem os riscos relacionados à exposição de substâncias químicas constantes na NR-15 ou, em sua ausência, pela ACGIH (BRASIL, 1978).

3.8 PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES A SEREM OBSERVADAS

Visto a necessidade de atendimento de requisitos legais, levando-se em consideração os aspectos ambientais das instituições, Moreira (2001) afirma que é imprescindível a consulta da legislação aplicável nos âmbitos federal, estadual e municipal relacionadas principalmente a padrões de qualidade de água e lançamento de efluentes, qualidade do ar e emissão de poluentes atmosféricos e de ruídos.

Conforme Valle (2002), atualmente, a legislação brasileira é bastante completa, abrangente e avançada, sendo o licenciamento o primeiro vínculo legal de uma empresa com as autoridades ambientais. Uma empresa pode operar apenas mediante autorização de órgão competente através de uma Licença Ambiental de Operação (LAO), cumprindo todas as exigências e condicionantes desta.

As diretrizes ambientais são definidas, de forma geral, através da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação” e da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que “Institui o Novo Código Florestal”.

Quanto a licenciamento os requisitos legais mais importantes são: as Resoluções CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, que “dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental”, CONAMA nº 06, de 24 de janeiro de 1986, que “dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento”, CONAMA nº 09, de 03 de dezembro de 1987, que “dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental”, CONAMA nº 237, de 22 de dezembro de 1997, que “regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente” e as Resoluções CONSEMA nº 01, de 14 de dezembro de 2006 e nº 04, de 28 de maio de 2008, que “aprova a Listagem de Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental” para

licenciamento pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA ou por órgão licenciador municipal, respectivamente.

Em âmbito federal, cita-se a Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que traz em seu Art. 20º: “Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos: I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13º.” Este artigo traz às classificações dos resíduos sólidos, em seu inciso I, alínea “f”: “resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais”.

Relacionado, ainda, a resíduos Sólidos tem-se a Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 que “dispõe sobre o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais”, a Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001, que “estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva”, a Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005, que “dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado”, bem como a Lei Estadual nº 14.496, de 07 de agosto de 2008, que “dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final das embalagens plásticas de óleos lubrificantes”, a Resolução CONAMA nº 416, de 01 de outubro de 2009, que “dispõe sobre a prevenção da degradação ambiental causada por pneus inservíveis e a destinação ambientalmente adequada”.

Cita-se também, em âmbito federal, as Resoluções CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”, e a CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 que “dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA”.

No que tange os padrões de qualidade do ar e emissões atmosféricas, cita-se a Resolução CONAMA nº 05, de 15 de junho de 1989, que “dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR”, bem como as Resoluções CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990, CONAMA nº 08, de 06 de dezembro de 1990 e CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, que “dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR”, “sobre o estabelecimento

de limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição” e “limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas”, respectivamente.

Em caráter estadual, as diretrizes ambientais são estabelecidas pela Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009, que “institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências”. Já a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994 “dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências”.

Também devem ser consideradas demais legislações pertinentes, relacionadas às Normas Regulamentadoras (NRs) e Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBRs). As principais em vistas a este trabalho estão listadas a seguir:

- NBR 5413:1992 – Iluminância em interiores;
- NBR 12235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos;
- NBR ISO 14004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso.
- NBR ISO 14031:2004 – Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental;
- NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;
- NR-15 – Atividades e Operações Insalubres;
- NR-17 - Ergonomia.

4 METODOLOGIA

Através de estudo de caso em uma indústria metalúrgica do ramo de implementos rodoviários e com o intuito de atingir os objetivos definidos inicialmente, foi definido a seguinte metodologia.

4.1 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa do referido trabalho é de cunho qualitativo.

Para Creswell (2007) o método qualitativo é o qual se desenvolve uma teoria ou padrão através de alegações de conhecimento, baseado em perspectivas construtivas, reivindicatórias/participativas ou em ambas. O desenvolvimento de temas é realizado a partir de dados emergentes abertos, utilizando-se de estratégias de investigação tais como narrativas, fenomenológicas, etnográficas, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria baseados na realidade.

4.1.1 Levantamento de Dados

Para o levantamento dos dados das etapas seguintes foi realizado acompanhamento de produção, visita *in loco*, fotografias, entrevistas com funcionários, análise de documentos institucionais, registros de processo e levantamento bibliográfico e de legislações.

4.1.2 Análise de Licença Ambiental de Operação (LAO)

Inicialmente, foi levantado documentação relacionada à Licença Ambiental de Operação, verificando a conformidade ambiental da empresa quanto às restrições e condicionantes de licença.

4.1.3 Análise do Processo Produtivo

O processo de produção da empresa em estudo foi realizado através de etapas e metodologias descritas a seguir.

4.1.3.1 Definição da linha de Implemento Rodoviário a ser analisado

A empresa em estudo produz diversos tipos de implementos rodoviários. Desta forma, inicialmente, foi definido o implemento a ser analisado, enfocando em um processo. Para isso, foram analisadas as produções mensais dos diversos tipos de implementos, tanto da “Linha Leve” quanto da “Linha Pesada”, no período de janeiro a julho de 2012, além da disponibilidade de dados quanto à produção de cada tipo de implemento e nível de especificidade técnica, sendo selecionado o que possuía maior produção mensal e dados de processo e produto disponíveis.

4.1.3.2 Fluxograma

Devido às diferenças de produção entre os diversos implementos, as etapas de processos são, conseqüentemente, diferentes para cada qual. Dessa forma, o fluxograma do processo produtivo foi elaborado após esta definição. Para sua elaboração foram feitas observações ao longo do processo e análise de Instruções de Trabalho (ITs).

4.1.3.3 Método de Análise de Processo

A metodologia de análise do processo produtivo do implemento selecionado foi realizada através de fluxogramas e Instruções de Trabalho do processo produtivo, baseando-se na ferramenta de análise 5W1H, evidenciada pela Nota de Instrução para Análise e Melhoria de Processos, no Programa de Excelência Gerencial do Ministério da Defesa (BRASIL, 200-). Basicamente, a análise do processo dividiu-se em três grandes etapas: o diagnóstico dos itens (citados a seguir), a identificação de oportunidades de melhoria (Apêndice A) e sua posterior hierarquização (priorização) (Apêndice B).

4.1.3.2.1 Identificação de Oportunidades de Melhoria

Através da matriz constante no Apêndice A, subsidiada pela ferramenta 5W1H, descrita no referencial teórico, os itens avaliados para identificação de oportunidades de melhoria estão estruturados no Quadro 4.

Quadro 4 – Estrutura da matriz-base para análise de processo e identificação de oportunidades de melhoria.

Categoria	Itens analisados
Dados Gerais	Qual a etapa do processo? Descrição da etapa do processo; Quais os Clientes Internos?
Matérias-primas e Insumos	Tipos. São Inspeccionadas? O quê é inspeccionado?
Processo	É necessário? Por quê? A maneira como é realizada é a mais adequada? O quê deve ser modificado? Qual o tempo envolvido na etapa do processo? Pode ser realizado em tempo menor? Como?
Colaboradores	São suficientes? São treinados adequadamente?
Ambiente de Trabalho	Ventilação; Iluminação; Ruído; Organização; Limpeza; Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos.
Indicadores de Desempenho	Quais existem? Quais deveriam existir?
Saídas de Processo	Produtos/Serviços. É inspeccionado? O quê é Inspeccionado? Resíduos Sólidos gerados. Efluente Líquido gerados. Emissões Atmosféricas geradas.
Fechamento	Oportunidades de Melhoria

Fonte: do autor.

A etapa do processo, sua descrição e destinação interna, foi definida através de análise de ITs (Instruções de Trabalho), Manual de Instalação de Caçamba sobre Chassi, visualização da etapa do processo e entrevista com os colaboradores envolvidos.

As matérias-primas e insumos foram analisados através de listagem de peças integrantes da caçamba, desenhos do produto e visualização da etapa de produção.

O processo foi analisado através da análise de ITs (Instruções de Trabalho), Manual de Instalação de Caçamba sobre Chassi, visualização da etapa do processo e entrevista com os colaboradores envolvidos.

Os colaboradores foram analisados através de visualização da etapa do processo, entrevista com estes e visualização de necessidade de treinamento.

O ambiente de trabalho foi analisado através de visualização das etapas dos processos. O *check-list* utilizado para sua avaliação consta no Apêndice C.

Os indicadores de desempenho foram analisados através de entrevistas com os colaboradores envolvidos na etapa de produção e levantamento de registros de indicadores de desempenho.

As saídas do processo foram analisadas através de visualização da etapa do processo e fotografias.

As entrevistas com os colaboradores foram realizadas através de *check-list* específico, constante no Apêndice D.

As oportunidades de melhoria foram definidas através da análise dos itens subsequentes, levando em consideração: qualidade do produto, desempenho de produção, meio ambiente, ambiente de trabalho e segurança.

Além disso, foram levantadas oportunidades de melhoria gerais que não se atêm apenas ao implemento analisado, mas também que dizem respeito à todos os processos envolvidos na empresa, que podem ser identificadas empiricamente ou através de legislação vigente.

4.2.3.3 Priorização de Oportunidades de Melhoria

A Nota de Instrução para Análise e Melhoria de Processos, no Programa de Excelência Gerencial do Ministério da Defesa, utilizado como metodologia deste trabalho, define, também, a priorização de problemas encontrados no processo produtivo. Esta priorização é essencial para que problemas não tão relevantes sejam considerados relevantes através de uma análise subjetiva ou empírica (BRASIL, 200-).

O Quadro 5 evidencia a atribuição de valores de acordo com os problemas encontrados:

Quadro 5 – Pontuação da Matriz GUT.

Pontos	G - Gravidade	U - Urgência	T - Tendência
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessário uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar

Fonte: BRASIL, 200-.

Além dos três fatores de gravidade, urgência e tendência, o item legislação também foi considerado. Neste caso, se as oportunidades de melhoria tivessem obrigatoriedade legal, seriam atribuídos valores máximos de priorização para os três itens citados.

A priorização foi definida através do somatório dos pontos, que determinou a importância do problema identificado. A matriz-base de priorização de oportunidades de melhoria pode ser visualizada no Apêndice B.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

5.1 ANÁLISE DE LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO (LAO)

Dentre os controles ambientais e condições específicas determinadas na Licença Ambiental de Operação (LAO), analisados quanto à sua conformidade, mostraram que os efluentes líquidos e de lavagem são tratados física e biologicamente, com estação de tratamento aprovada por órgão responsável.

O jateamento com jato de granalha é realizado em cabine fechada e deve ter captura de materiais particulados, através de exaustão e filtragem. Recomenda-se que todos os processos de pintura sejam realizados, também, em cabine fechada, com sistema de exaustão e filtragem.

Os recortes e sobras de chapas metálicas são recolhidos por empresa que realiza reciclagem e são acondicionados em caçamba específica para este fim.

As latas e borra de tinta são recolhidos por empresa de reciclagem, bem como as latas vazias de óleos e graxas. Recomenda-se que o depósito temporário destes resíduos seja aperfeiçoado para atendimento das normas técnicas ABNT.

As estopas contaminadas são dispostas em caçamba específica para resíduos perigosos e recolhidas por empresa licenciada para este fim. Recomenda-se que o local de disposição intermediária destes resíduos em caçamba seja adequado de acordo com legislação específica.

O solvente de limpeza da etapa de pintura é disposto corretamente, em local diferenciado dos demais resíduos, com canaleta de proteção contra vazamentos. A empresa que fornece o solvente limpo faz a coleta do usado para reciclagem.

Os roletes de arame de solda são reaproveitados internamente na empresa e os restantes recolhidos por empresa licenciada para este fim. Recomenda-se que o acondicionamento intermediário destes resíduos seja aperfeiçoado.

Os resíduos de higienização e de escritório são encaminhados para aterro sanitário, recolhidos e dispostos por empresa licenciada para isto. Os resíduos contaminados de jateamento são dispostos em caçamba de resíduos perigosos e recolhidos por empresa licenciada, assim como acontece com todos os resíduos perigosos.

São encaminhadas, anualmente, notas fiscais/declarações de empresas receptoras de resíduos (classe I, IIA e IIB) sejam recicladoras, centrais de tratamento ou destinação a aterro industrial, bem como planilha de gerenciamento de resíduos sólidos gerados, para a Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

Recomenda-se que o depósito temporário de resíduos sólidos e os recipientes para armazenamento temporário da empresa seja aperfeiçoado, atendendo a legislação vigente em todos os aspectos (localização, forma construtiva, calha de contenção, impermeabilização e separação). Além disso, qualquer mudança de destino de resíduos ou mudanças na estrutura dos controles ambientais deve ser informada e aprovada pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

5.2 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

A empresa possui duas plantas industriais no mesmo município, que são diferenciadas por Unidades “I” e “II”. Estas possuem processos produtivos diferentes, mas relacionados entre si.

A planta industrial I retém os processos de recebimento de peças que possuem produção terceirizada, além dos produtos da outra planta industrial (II). A partir disto, são realizadas as pré-montagens e montagens dos implementos rodoviários, seguidos do jateamento, preparação de superfície, pintura, montagem e acabamento final.

Nesta mesma planta industrial, são produzidos implementos rodoviários da “linha leve” e da “linha pesada”. Os implementos da “linha leve” caracterizam-se por possuírem sua caçamba fixada ao chassi do caminhão, através de um separador. Já os implementos da “linha pesada” são independentes do caminhão, sendo fixados neste através de um “pino-rei” que pode ser acoplado e desacoplado facilmente.

Sendo assim, os produtos finais dos implementos da “linha leve” incluem o próprio caminhão do cliente. Já os produtos finais dos implementos da “linha pesada” não incluem este.

A planta industrial II retém os processos de recebimento de matérias-primas para a produção de peças, que servem de matérias-primas para a pré-

montagem, da outra planta industrial. Nesta unidade são realizadas atividades de corte, dobra e prensa de chapas metálicas e usinagem de peças.

Devido à produção de diversos tipos de implementos rodoviários concomitantemente, a produção de peças da unidade II torna a análise do processo de apenas um tipo de implemento inviável, devido à complexa dinâmica da produção para os diversos implementos rodoviários.

Desta forma, a análise do processo foi realizada apenas a partir da pré-montagem de peças, ou seja, teve-se a unidade produtiva I.

5.2.1 Implemento rodoviário escolhido para análise

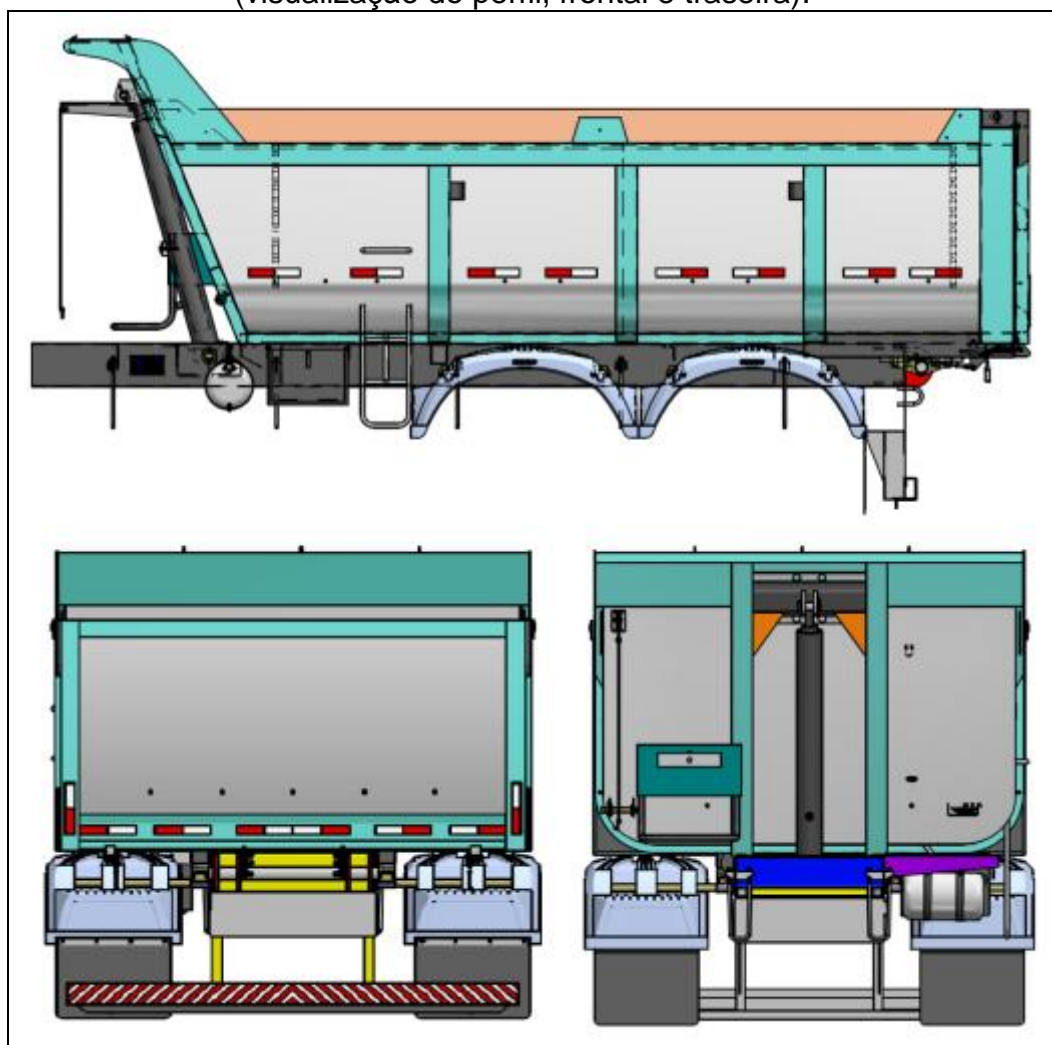
Cada tipo de implemento rodoviário produzido possui suas especificidades de produção e produto, tornando cada um destes bastante distintos entre si. Desta forma, para a análise do processo, foi definido apenas um tipo de implemento: o modelo da “linha leve” Caçamba Padrão de Cilindro Frontal.

É importante ressaltar que mesmo analisando a produção de apenas um tipo de implemento, existem diferenças de entradas, saídas, tempo de produção, especificidades de cada projeto, condicionantes e modelo de caminhão especificado pelo cliente. Também é importante ressaltar que a maioria das oportunidades de melhorias encontradas na análise deste processo são válidas para a produção de outros implementos rodoviários.

Para um bom entendimento de como é constituído o caminhão finalizado, enfatiza-se que este é constituído de três partes principais: o próprio caminhão com seu chassi de fábrica, a caixa de carga (implemento), e um separador adaptado para acoplar-se entre os dois anteriores, onde são fixados itens complementares.

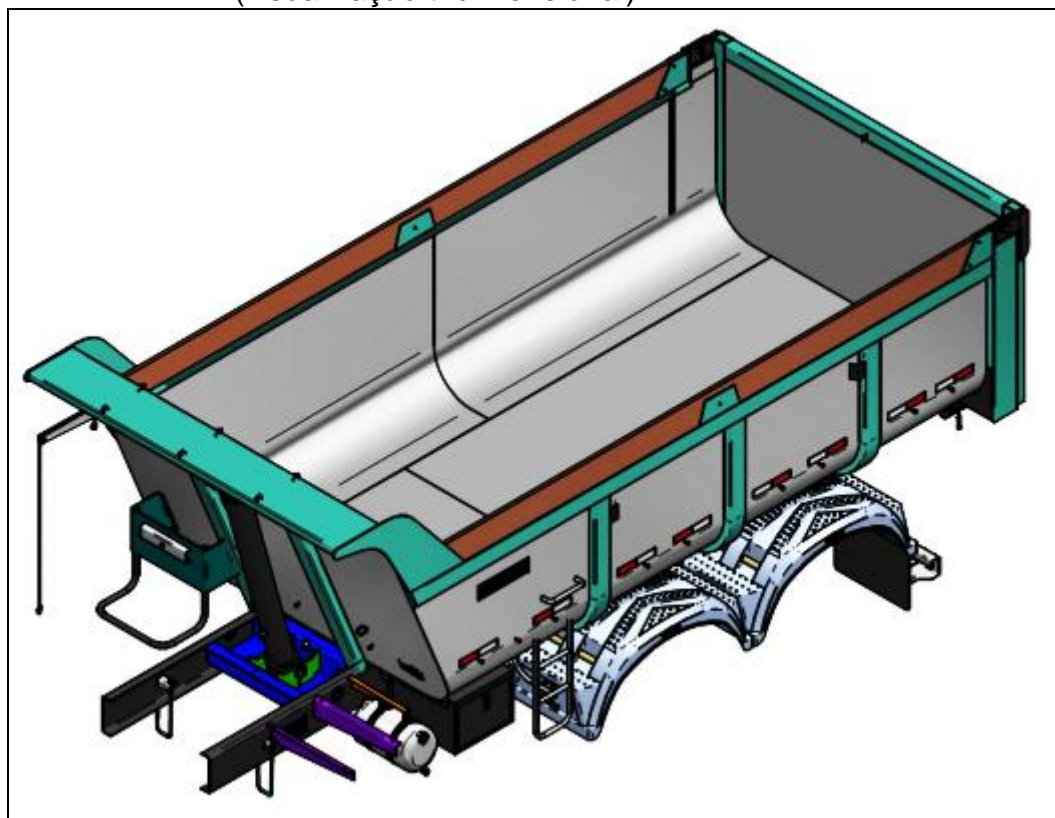
As Figura 11 e Figura 12 mostram a visualização detalhada do desenho do implemento analisado. A Figura 13 mostra a visualização em fotografia do implemento, juntamente com o caminhão, ou seja, o produto que é entregue ao cliente.

Figura 11 – Produto final (implemento) escolhido para análise (visualização do perfil, frontal e traseira).



Fonte: da empresa, 2012 (modificado pelo autor).

Figura 12 - Produto final (implemento) escolhido para análise (visualização tridimensional).



Fonte: da empresa, 2012 (modificado pelo autor).

Figura 13 – Fotografia do produto final (implemento) instalado em um caminhão.



Fonte: da empresa (modificado pelo autor).

A escolha foi em função de três critérios:

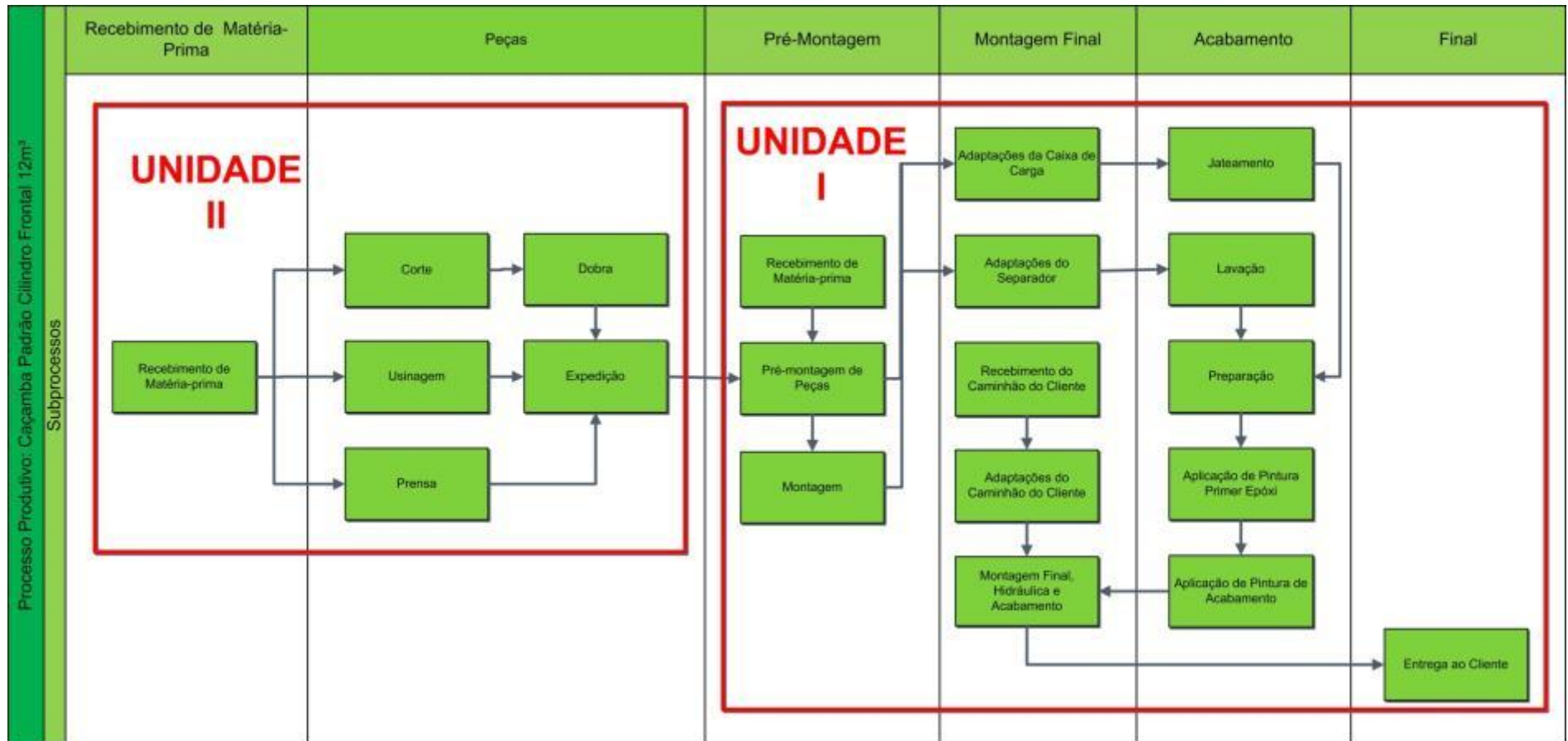
- Quantidade de unidades produzidas: para que as oportunidades de melhoria tenham maior impacto, além da disponibilidade de acompanhamento de produção;
- Disponibilidade de dados: visto a recente produção de implementos da “linha leve” na planta industrial em estudo, muitos tipos de caçambas ainda não possuem dados específicos de produção e produto;
- Nível de especificidade técnica: os implementos com alta produção possuem um nível de especificidade de adaptação do produto de acordo com o pedido do cliente, o que torna muitas partes do processo produtivo variáveis.

5.2.2 Oportunidade de melhoria no processo produtivo

5.2.2.1 Fluxograma

O fluxograma básico de produção do implemento analisado (caçamba padrão de cilindro frontal) pode ser visualizado através da Figura 14. Evidencia-se na ilustração a divisão de processos referentes às duas plantas industriais.

Figura 14 – Fluxograma básico do processo produtivo da caçamba padrão de cilindro frontal com as respectivas divisões de plantas industriais.



Fonte: do autor.

5.2.2.2 Pré-montagem de peças e montagem

Essa etapa tem por objetivo produzir as peças pré-montadas de ferragens em geral (acessórios), frontais e portas traseiras, tendo como clientes internos a etapa de montagem da caixa de carga (para o caso da frontal, porta traseira) ou para a etapa de adaptações do separador (para o caso do separador). Já a etapa de montagem da caixa de carga tem como cliente interno a etapa de adaptações da caixa de carga e os demais acessórios para as etapas de adaptações de caixa de carga e separador.

As pré-montagens da frontal, porta traseira e demais acessórios são realizadas em um ambiente. Já o separador e a estrutura da caixa de carga e montagem da caixa de carga com porta traseira e frontal pré-montadas são realizadas em um ambiente distinto. Os produtos destas etapas agrupadas serão a caixa de carga e o separador da caçamba.

O processo inicia-se recebendo as peças do almoxarifado, provenientes dos setores de corte e dobra, prensa e usinagem. Analisa-se a Ordem de Produção e o desenho do projeto efetuando-se a montagem, enviando-as ao almoxarifado de peças.

Em questão das entradas nos processos de pré-montagem de peças, a indisponibilidade de matérias-primas, em alguns momentos, emperra esta etapa, podendo reduzir a produtividade e ocasionar atraso na entrega dos produtos, tanto para clientes internos, quanto para os clientes externos, como é verificado através do indicador de entrega no prazo, mantido pela empresa. Assim, é importante aperfeiçoar o controle de peças nos almoxarifados, fazendo com que as matérias-primas necessárias para a produção estejam sempre disponíveis. Deve-se, também, buscar o aperfeiçoamento do *kanban* (sistema de controle de fluxo de materiais) para facilitar o processo produtivo.

As matérias-primas utilizadas são inspecionadas antes de seu uso, quanto à conformidade das peças de acordo com o projeto/desenho e, após a realização da montagem, são verificadas as dimensões do produto.

A ventilação do local de trabalho é feita de forma natural, com a passagem de ar ocorrendo pelos portões (Figura 15A) e por aberturas no telhado do tipo “lanternim” (Figura 15B), assim como afirma Valle (1975), onde as aberturas devem favorecer a entrada e saída de ar, a fim de renovar o ar ambiente.

A iluminação é realizada de duas formas: natural através da utilização de telhas translúcidas e complementada de forma artificial, através de lâmpadas. Mesmo se não houvesse a necessidade da iluminação artificial, a presença desta é indispensável, visto a existência de turnos de trabalho noturnos. Porém, em turnos diurnos, dependendo das condições atmosféricas, não há necessidade de se manter as lâmpadas ligadas dentro do galpão de pré-montagem. Oddone (1986) afirma que a iluminação é prejudicial tanto em excesso como em falta, sendo assim, as lâmpadas devem ser usadas como iluminação complementar apenas quando necessário. As ilustrações de iluminação através de telhas translúcidas com e sem a utilização de iluminação artificial são demonstradas na Figura 15C e D, respectivamente.

Figura 15 – Abertura de entrada/saída de ar – portão (A); Lanternim (B); Telhas translúcidas sem iluminação artificial (C); Telhas translúcidas com iluminação artificial (D).



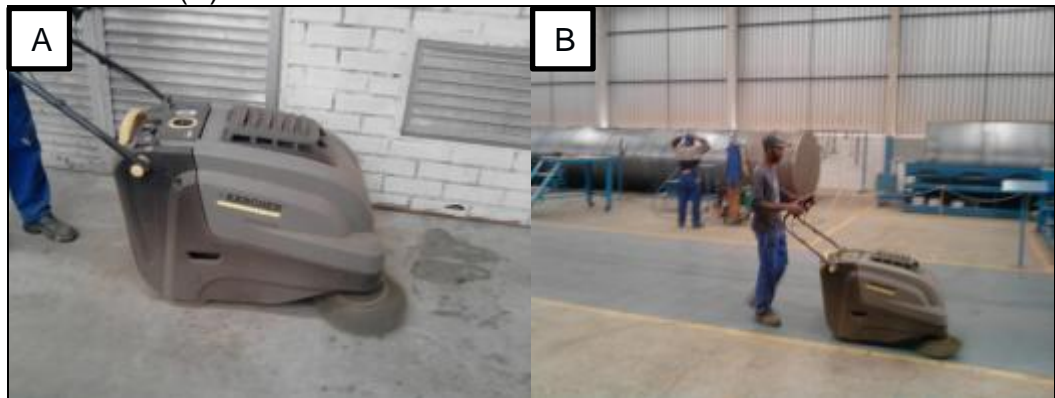
Fonte: do autor.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Estes são gerados, como afirma Valle (1975) por impactos e por fricção dos metais. Processos de soldagem e esmerilhamento não geram ruídos

significativos, porém o manuseio de chapas e perfis metálicos pode gerar ruídos de impacto de, aproximadamente, 120 dB.

A organização do trabalho no local de montagem de portas, frontais e acessórios mostrou-se moderado, falta organização de matérias-primas (Figura 17A e B), com identificação e divisão destas na pré-montagem de portas, frontais e acessórios (Figura 18A), bem como na pré-montagem da estrutura da caixa de carga e separador (Figura 18B). A limpeza é regular, considerando ser uma empresa metalúrgica, mostradas nas mesmas figuras. É importante ressaltar que há um colaborador específico para realizar a varrição com equipamento próprio para isto (Figura 16A e B). Porém, não exige os colaboradores da etapa de pré-montagem de realizarem a varrição em seu setor.

Figura 16 – Equipamento utilizado para varrição (A); Processo de varrição (B).



Fonte: do autor.

A coleta seletiva de resíduos sólidos, quanto à correta identificação de lixeiras mostrou-se insatisfatória, com utilização de cores equivocadas (laranja para resíduos não recicláveis) (Figura 18D) quando outro conjunto de lixeiras próximas possui a coloração correta (Figura 18C), evidenciando uma falta de padrão. A Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001, define para resíduos não recicláveis a cor cinza; a cor laranja deve ser utilizada para resíduos perigosos. Além disto, as lixeiras mostraram uma identificação escrita insatisfatória, que sofre fácil alteração com o passar do tempo.

Figura 17 – Armazenamento de matérias-primas da pré-montagem (A) (B).



Fonte: do autor.

Figura 18 – Organização/limpeza na pré-montagem de frontais, portas e kits de fominhas (A); Organização/limpeza na pré-montagem de separador e caixa de carga (B); Conjunto de lixeiras na pré-montagem de frontais, portas e kits de fominha (C); Conjunto de lixeiras na pré-montagem de separador e caixa de carga (D).



Fonte: do autor.

Em relação à segregação, assim como em alguns casos é feita corretamente (Figura 19A e C), em outros casos alguns resíduos são misturados indevidamente nas lixeiras (Figura 19B e D), ou ainda realizado de maneira equivocada (Figura 20A), havendo a necessidade de melhorias em treinamento e

conscientização dos colaboradores envolvidos. Naime (2005), Moreira (2001) e Rocha (2000) afirmam que a participação, treinamento e conscientização dos colaboradores envolvidos nos processos são essenciais para um bom resultado na segregação e gerenciamento de resíduos sólidos.

Percebe-se, também, a ausência de lixeiras para resíduos perigosos (Figura 18C e D). Na pré-montagem de portas, frontais e acessórios a segregação de resíduos mostrou-se inadequada em algumas lixeiras (Figura 19D) e com poucos problemas em outras (Figura 19C). Também há a grande geração de madeira, utilizada como apoio das peças e para o processo, que é segregada como não reciclável (Figura 19E). O ideal, neste caso, é utilizar lixeiras específicas para este tipo de resíduo.

Figura 19 – Correta segregação de sucatas metálicas (A); Alguns resíduos perigosos e metal na lixeira de plástico (B); Correta segregação de papel/papelão (C); Incorreta disposição de espelhos e outros na lixeira de plástico (D); Geração de madeira classificada como não reciclável (E); Mal aproveitamento de arames de solda (F).



Fonte: do autor.

Nesta etapa do processo os resíduos gerados são plásticos de proteção de peças, de embalagens e de rolos de arame de solda (Figura 19B e D), papel e papelão proveniente de embalagens e documentos (Figura 19C), sucatas metálicas de todos os tipos (Figura 19A) e resíduos perigosos (EPIs, estopas) e não recicláveis (poeira de varrição) (Figura 20B). Notou-se que os rolos de arame de solda quase sempre são descartados com a presença de arame (Figura 19F e Figura 21B).

Figura 20 – Segregação de resíduos completamente equivocada (A); Lixeira de rejeito (B); Ambiente com presença de fumos metálicos (C); Geração dos fumos metálicos (D).



Fonte: do autor.

Figura 21 – Trânsito de empilhadeiras no setor de pré-montagem (A); Mau aproveitamento de arame de solda (B).



Fonte: do autor.

A mudança de abordagem reativa para preventiva, neste caso, através de um correto aproveitamento de todo o arame de solda, ocasionaria redução de custos e menor geração de resíduos sólidos (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2008).

O destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão, sucatas metálicas e discos de lixadeiras são comercializados com empresas

licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado ao aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas e EPIs usados são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

As etapas de pré-montagem não geram efluentes líquidos e as emissões atmosféricas relacionam-se à geração de fumos metálicos provenientes do processo de solda (Figura 20C e D), que segundo Wainer, Brandi, Mello (2000) são gerados na decomposição do revestimento, vaporização de elementos metálicos e decomposição de impurezas superficiais do metal base na atividade de soldagem. Com pouca influência tem-se, ainda, a geração de gases de queima provenientes dos combustíveis de empilhadeiras (Figura 21A) e materiais particulados.

Os fumos metálicos podem comprometer o ambiente de trabalho, visto a não utilização de máscaras específicas para este fim por todos os colaboradores envolvidos indiretamente e a não exaustão mecânica de ar, o que pode trazer diversos problemas de saúde aos expostos, como afirmam Nederman (200-), Baird (2002) Matheus, Daher (2009), SESI (2007) e Wainer, Brandi, Mello (2000).

Máscaras de respiração específicas são disponibilizadas aos colaboradores responsáveis por processos de soldagem. Porém, nem todos a utilizam e deve-se considerar, ainda, que os fumos metálicos estão presentes em todo o ambiente de trabalho, afetando não apenas os soldadores.

Dessa forma, o monitoramento de concentrações de fumos metálicos nos ambientes de trabalho torna-se essencial para preservar a saúde dos colaboradores e, se for o caso, realizar a ventilação artificial através da exaustão global ou pontual dos fumos metálicos com posterior tratamento destes, ou disponibilização de máscaras específicas.

O

Quadro 6 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 6 – Oportunidades de melhoria no processo de pré-montagem de peças e montagem.

Listagem de Oportunidades de Melhoria
<p>Aperfeiçoar o controle de peças em almoxarifado e o <i>kanban</i></p> <p>Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas</p> <p>Melhorar aproveitamento de arames de solda</p> <p>Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente</p> <p>Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras</p> <p>Inserir lixeira para resíduos perigosos</p> <p>Inserir lixeira para resíduos de madeira</p> <p>Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos</p> <p>Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural</p> <p>Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho</p> <p>Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos</p> <p>Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os colaborador</p>

Fonte: do autor.

5.2.2.3 Adaptações da caixa de carga e do separador

Essa etapa tem por objetivo fazer todas as modificações necessárias na caixa de carga e no separador, de acordo com o projeto e o caminhão que irá recebê-lo, tendo como cliente interno a etapa de jateamento ou lavação.

As adaptações da caixa de carga e do separador são realizadas no mesmo ambiente da pré-montagem e montagem. Assim, a descrição do ambiente de trabalho para estas etapas pode ser definida como sendo a mesma. A Figura 20C demonstra o local onde são realizadas.

Para a caixa de carga o processo baseia-se em soldar o conjunto de estepe, suporte, catraca e braço de içamento na frente da caixa de carga; os ganchos (quando solicitado em projeto); as travas de segurança; anel e gancho do suporte de pá; escada lateral e alça e degraus internos da caixa de carga. Tem-se como produto final a caixa de carga com todas as adaptações especificadas no projeto. Caracteriza-se por ser um processo rápido, onde são realizadas pequenas modificações na caixa de carga.

Depois de finalizado as adaptações da caixa de carga, esta sofre inspeção do setor de qualidade quanto a sua conformidade quanto ao projeto, para ser encaminhada à próxima etapa, o jateamento.

Já para o separador, o processo baseia-se em fazer a demarcação dos locais de posicionamento dos suportes: de grampos, da caixa de carga, do corote

d'água e dos para-lamas, de regulagem de abertura de porta traseira e do reservatório de óleo hidráulico. Depois de feita a demarcação, realiza-se a soldagem de todos os acessórios.

Após finalizar as adaptações do separador, este sofre inspeção do setor de qualidade quanto a sua conformidade quanto ao projeto, sendo encaminhado para a etapa seguinte, a lavação.

A ventilação é realizada através do fluxo de ar nos portões de acesso ao galpão (Figura 15A) e por aberturas no telhado do tipo "lanternim" (Figura 15B), assim é realizada de forma natural favorecendo entradas e saídas de ar, como afirma Valle (1975).

No local de trabalho algumas telhas são translúcidas, que favorecem a iluminação natural. Esta é complementada por iluminação artificial, com o uso de lâmpadas (Figura 15C e D). Mesmo não havendo necessidade de iluminação artificial, esta é essencial devido à existência de turnos de trabalho noturnos, bem como deve ser utilizada quando das más condições de iluminação natural em turnos de trabalho diurnos, ocasionado em dias de pouca luminosidade. Porém, devem-se manter as lâmpadas desligadas quando não forem necessárias. Oddone (1986) afirma que a iluminação deve sempre estar em condições boas para a realização do trabalho, sem sua falta e sem seu excesso.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Estes são gerados, como afirma Valle (1975) por impactos e por fricção de metais, podendo chegar a valores de, aproximadamente, 120 dB, no manuseio de chapas e perfis metálicos, quando da ocorrência de impactos.

O local de trabalho é desorganizado (Figura 22A e B), sem identificação de peças ou itens, que são simplesmente armazenados. Assim deve-se procurar organizar o ambiente de trabalho de forma que a identificação de peças e disponibilidade destas seja feita da melhor forma possível. A limpeza pode ser comparada às etapas de pré-montagem e montagem, por serem realizados no mesmo local. Assim, os funcionários não devem ser eximidos da tarefa de manter o local limpo, visto a existência de profissional para realizar a varrição com equipamento específico para este fim (Figura 16A e B).

Figura 22 – Organização/limpeza do local de trabalho de adaptações de caixa de carga e separador.



Fonte: do autor.

A identificação de lixeiras é irregular. Apesar da correta coloração de acordo com a legislação vigente e com o padrão da lixeiras maiores da

Figura 22B, a lixeira pequena evidenciada na mesma ilustração, possui coloração igual à lixeira de resíduos metálicos, porém com identificação escrita como reciclável. Deve-se buscar a padronização destas, de acordo com as demais áreas da empresa, através da Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001, que define as cores a serem utilizadas na identificação de lixeiras, e manter identificação escrita adequada.

A segregação realizada pelos funcionários também é bastante irregular, com mistura de resíduos em todas as lixeiras. A Figura 23A, B, C e D, mostram os resíduos misturados nas lixeiras.

Figura 23 – Resíduos na lixeira de metais (A); Resíduos na lixeira de papel (B); Resíduos na lixeira de não recicláveis (C); Resíduos na lixeira de recicláveis (D).



Fonte: do autor.

O pó de varrição é despejado nas lixeiras de papel, reciclável e não reciclável. Discos de lixadeiras são dispostos como metais e, apesar de serem feitos de material metálico, não são recolhidos como sucatas. Metais dispostos em lixeiras para papel e para não reciclável. Através das ilustrações verifica-se que os colaboradores não sabem claramente a classificação dos resíduos podendo trazer prejuízos econômicos à empresa, pela disposição incorreta e misturas dos mesmos. Rocha (2000) afirma que a componente humana é fundamental para qualquer melhoria dentro de uma organização; Wellington (1998) traz a equação da capacitação de colaboradores; Naime (2005) afirma que o sucesso do gerenciamento de resíduos é diretamente ligado aos colaboradores; Moreira (2001) afirma que a coleta seletiva deve ser extremamente planejada, com profissionais atuando continuamente em seu aperfeiçoamento. Recomenda-se o treinamento para todos os colaboradores sobre coleta seletiva e a importância desta prática, quanto à prevenção ambiental, bem como o custo para a empresa com a disposição intermediária incorreta e mistura de resíduos.

Da mesma forma como na pré-montagem e montagem, a mudança de abordagem reativa para proativa é essencial na economia de metais de arames de solda, reduzindo custos e gerando quantidade menor de resíduos (Figura 19F e Figura 21B), como traz Nascimento, Lemos, Mello (2008).

Da mesma forma, essa etapa também gera resíduos de madeira, apesar de em menor quantidade. Propõe-se a instalação de lixeira específica para este resíduo, além, é claro, de lixeira para resíduos perigosos, que devem armazenar estopas contaminadas, EPIs e outros resíduos perigosos, que podem estar sendo dispostos em outras lixeiras. Também está ausente lixeira para resíduos plásticos, que deve ser implementada no setor.

Os resíduos gerados nesta etapa assemelham-se aos da pré-montagem e montagem: plásticos de proteção de peças e rolos de arame de solda, papel de documentos do processo ou do produto, papelão proveniente de caixas, sucatas metálicas, discos de lixadeiras, poeira de varrição, estopas contaminadas, EPIs etc. (Figura 23A, B, C e D).

O destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão, sucatas metálicas e discos de lixadeiras são comercializados com empresas licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de resíduos não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado a aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas e EPIs usados são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

Não são gerados efluentes líquidos nesta etapa e as emissões gasosas relacionam-se aos fumos metálicos (Figura 20C e D) provenientes, como afirma NEDERMAN (200-), das atividades de solda, corte, esmerilhamento e lixamento nos metais, podendo comprometer o ambiente de trabalho. Também há influência de materiais particulados e gases provenientes da queima dos combustíveis das empilhadeiras (Figura 21A).

O Quadro 7 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 7 – Oportunidades de melhoria no processo de adaptações do caminhão do cliente.

Listagem de Oportunidades de Melhoria
Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas
Melhorar aproveitamento de arames de solda
Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural
Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente
Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras
Inserir lixeira para resíduos perigosos
Inserir lixeira para resíduos de madeira
Inserir lixeira para resíduos plásticos
Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos
Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de adaptações da caixa de carga e do separador
Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos
Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os colaboradores

Fonte: do autor.

5.2.2.4 Jateamento/Lavação

No momento, a empresa realiza o jateamento na caixa de carga, e apenas faz lavação com solução de fosfato no separador e nos acessórios. Os processos são semelhantes, porém a lavação com sais de fosfato pode trazer impregnação deste no implemento, se mal realizada. No caso disto ocorrer, a pintura é prejudicada, pois a tinta não se adere bem, tornando a pintura frágil, que descasca com bastante facilidade. Além disso, a lavação é realizada relativamente distante dos demais processos, o que ocasiona uma demanda maior de trabalho com movimentação entre os processos. Desta forma, o ideal é que todas as partes integrantes do implemento passem pelo processo de jateamento, que garante melhor qualidade para a aplicação de pintura e melhora o fluxo de trabalho, pela sua localização.

Esta etapa tem por objetivo remover oxidações dos metais e carepas de laminação e criar rugosidade para melhor adesão da tinta, tendo como cliente interno a etapa de preparação de massa.

Para o processo de jateamento, nesta etapa, inicialmente, faz-se a verificação da presença de contaminantes (oleosidade, anti-respingo, água, adesivos, marcações de marcador industrial) e, quando da presença destes, precede-se com a limpeza localizada, com a utilização de estopa embebida em

substância desengraxante, evitando a contaminação da granalha; faz-se a verificação do equipamento de jateamento (desgaste do bico, desgaste da mangueira e pressão).

O processo inicia-se, de fato, colocando-se o implemento na cabine de jato e faz-se o isolamento das partes deste que podem ser danificadas no processo e fecha-se a cabine de jato. O operador deve colocar todos os EPIs apropriados para o processo. Então, aplica-se o jato de granalha uniformemente em toda a superfície do implemento, removendo oxidações e carepas de laminação, até que se alcance um padrão definido.

Após a realização do processo de jateamento, faz-se a avaliação visual e em caso de identificação de áreas fora do padrão, realiza-se o jateamento novamente. Por fim, faz-se a remoção da poeira do jateamento e resíduos de granalha, preenche-se relatório e encaminha-se o implemento para o processo de preparação de superfície.

Existem relatórios de jateamento, preparação e pintura que deveriam ser preenchidos, porém os colaboradores não o fazem e, quando fazem, preenchem incompletamente ou incorretamente. Deve existir o treinamento de como preenchê-los e a cobrança deste, como parte do trabalho.

No caso da lavação, o separador e acessórios são lavados utilizando-se sais de fosfato, que retiram os contaminantes e oxidações presentes nos metais, porém com menor qualidade. Após isso, o implemento é lavado com água para a retirada da solução com sais de fosfato.

Faz-se a inspeção visual do equipamento lavado quanto à presença de contaminantes, oxidações e outros problemas que possam prejudicar os processos seguintes e caso necessário, realiza-se a lavação localizada novamente. Por fim, os equipamentos são enviados à próxima etapa: a preparação de superfície.

Na cabine de jateamento não há ventilação (Figura 25A). No momento, encontra-se em etapa de construção uma nova área para a realização destas atividades, que deve suprir esta deficiência. Os materiais particulados da granalha de bauxita são relativamente grossos, e quase sua totalidade acaba sedimentando-se e tornando-se resíduo sólido.

No caso da área de lavação, a ventilação é realizada de forma natural, através de aberturas na estrutura (Figura 24A e B), que garantem, conforme Valle (1975), uma boa renovação do ar ambiente, que se mostra bastante satisfatória.

Figura 24 – Aberturas na estrutura no ambiente de lavação (A) (B).



Fonte: do autor.

Devido ao fato do jateamento ser realizado em cabine fechada, a iluminação desta é feita apenas de forma artificial, com o uso de lâmpadas fluorescentes, que devem ser mantidas desligadas quando da ausência de produção (horário de almoço, troca de turno, ausência de implementos a serem jateados) (Figura 25A).

Na lavação, a iluminação é feita apenas naturalmente, através das aberturas na estrutura, como mostra a Figura 24A e B, não sendo realizada no turno noturno. Mesmo assim, em caso de permanência desta etapa, sugere-se a instalação de lâmpadas, que podem suprir a deficiência de iluminação em dias com condições desfavoráveis de iluminação natural. Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Para o jateamento com granalha, os ruídos, como afirma Valle (1975), são gerados por impactos e fricção da granalha nos metais. Já para a lavação a intensidade de ruídos é baixa, tendo como principal gerador as bombas hidráulicas.

A organização e limpeza do local de trabalho, para o jateamento, podem ser visto na Figura 25A. A geração de resíduos pelo ambiente de trabalho é justificável, visto a utilização de granalha que se dispersa pelo mesmo. Recomenda-se uma limpeza do ambiente, sendo necessário não apenas a varrição da granalha, mas também, deve-se realizar a limpeza de paredes regularmente. Além disso, existe uma grande necessidade de se realizar a pulverização com ar comprimido, para retirada de poeira do implemento. A manutenção da limpeza poderia reduzir custos e tempo para o processo.

As lixeiras para coleta seletiva não permanecem neste ambiente, estando presentes na cabine de preparação de superfície. As lixeiras utilizadas são latões

(sem identificação e sem pintura) para os resíduos da granalha (Figura 25B e C), que são dispostos corretamente em caçamba de resíduos perigosos e coletada por empresa licenciada a este fim. Além disso, há ainda uma lixeira para resíduos de papel/papelão, identificada corretamente (Figura 25D).

Figura 25 – Iluminação, organização e limpeza da cabine de jateamento (A); Lixeiras para resíduos de granalha dispostos no ambiente de preparação de superfície (B) (C); Lixeira para resíduos de papel/papelão (D).



Fonte: do autor.

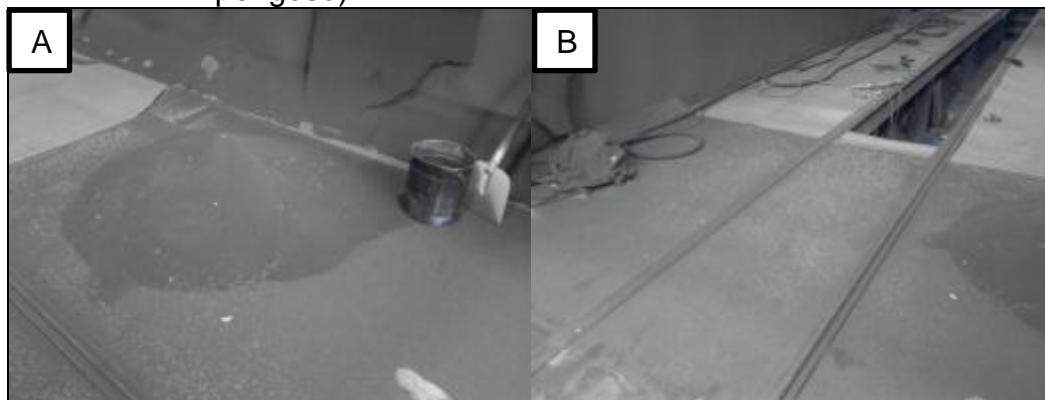
O ambiente da lavação e sua organização e limpeza podem ser vistos na Figura 27A. Percebe-se que falta organização de equipamentos e insumos, mas é um ambiente relativamente limpo.

Quanto à segregação de resíduos, para o jateamento, os provenientes da varrição contendo granalha contaminada são segregados corretamente. Percebe-se a presença de resíduos plásticos na lixeira para papel e papelão, que pode ser justificada pela falta de lixeiras para este fim. Recomenda-se que sejam implantadas as lixeiras básicas de resíduos: metal, papel/papelão e plástico, além de não reciclável e perigoso. As lixeiras de metal e plástico podem ser em tamanho reduzido por tratar-se de uma geração mínima. Já as lixeiras para papel/papelão e

não recicláveis devem ser maiores, por possuírem geração maior. Para os resíduos perigosos, recomenda-se a confecção, neste caso, de uma lixeira em metal, com grande volume e com adaptações que permitam ser transportadas por empilhadeira e com abertura na parte inferior desta, para despejo em caçamba de resíduos perigosos. Os latões de plástico exigem dos colaboradores um grande esforço no que diz respeito à disposição em caçamba.

Os resíduos gerados nesta etapa do processo são plásticos de aparas de peças, papel de documentação do processo, papelão das embalagens de granalha de bauxita (Figura 25D), resíduos de varrição com granalha contaminada (Figura 25B e C e Figura 26A e B), estopas contaminadas e EPIs. Estes dois últimos podem ser dispostos juntamente com a granalha contaminada.

Figura 26 – Resíduos de granalha de bauxita contaminada (Resíduo perigoso).



Fonte: do autor.

Já na lavação, a segregação de resíduos é irregular. Há apenas lixeiras para resíduos não recicláveis (Figura 27C), plástico (Figura 27D) e papel/papelão (Figura 27E). Recomenda-se a utilização de lixeiras que contemplem uma gama maior de segregação, implantando lixeiras para resíduos perigosos, principalmente. Além disso, como nos demais processos, utilizar lixeiras com identificação escrita e padronizações corretas, de acordo com a Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001, que define as cores a serem utilizadas na identificação de lixeiras.

Os resíduos também são segregados incorretamente. Com papel presente na lixeira para plástico, resíduos não recicláveis na lixeira de papel/papelão e latas de tinta na lixeira de não recicláveis.

Tanto para os colaboradores do jateamento quanto para os da lavação recomenda-se o treinamento e conscientização da correta segregação de resíduos, seguindo premissas de Naime (2005), Moreira (2001) e Wellington (1998).

Os resíduos sólidos gerados na lavação dizem respeito a plásticos (D) e papelão (Figura 27E) de embalagens de insumos, papel de documentos de processos, latas de substâncias químicas (Figura 27C), resíduo de varrição (Figura 27E), estopas contaminadas e EPIs usados. Como a lavação, com sua respectiva Estação de Tratamento de Efluentes (Figura 27F), opera há pouco tempo, ainda não foram gerados lodos. Porém, deve-se atentar para a correta disposição deste lodo futuramente.

Figura 27 – Organização e limpeza do ambiente de lavação (A) (B); Lixeiras e segregação de resíduos no ambiente de lavação (C) (D) (E); Estação de tratamento e efluentes (ETE) da lavação (F).



Fonte: do autor.

Para os dois casos, o destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão são comercializados com empresas licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado a aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas, EPIs usados e resíduos da granalha de bauxita são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

No jateamento não são gerados efluentes líquidos, e as emissões atmosféricas estão relacionadas aos materiais particulados provenientes da granalha de bauxita, caracterizando-se por ser um particulado grosso. O ideal é que a cabine possua exaustão e filtragem de ar, podendo auxiliar na menor necessidade de pulverização de ar no implemento.

Na lavação, os efluentes gerados possuem a presença de contaminantes antes presentes no implemento: óleos e graxas e resíduos metálicos sedimentáveis e dissolvidos. Além disso, tem-se ainda sais de fosfato, utilizados para remover oxidações. O tratamento realizado é o físico-químico e biológico e o efluente tratado é utilizado em circuito fechado, aprovado por órgão competente (Fundação do Meio Ambiente – FATMA). Devido a sua recente instalação, os monitoramentos periódicos não foram realizados ainda. Essa etapa do processo não gera emissões atmosféricas significativas, estando relacionado apenas à movimentação de empilhadeiras.

O Quadro 8 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 8 – Oportunidades de melhoria no processo de jateamento e lavação

Listagem de Oportunidades de Melhoria
Excluir etapa de lavação e substituí-la pelo processo de jateamento
Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura
Realizar exaustão/filtragem de materiais particulados na cabine de jateamento
Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável
Instalação de iluminação artificial no ambiente de lavação
Manter cabine de jateamento limpa
Organizar locais de permanência de equipamentos e insumos no ambiente da lavação
Implantação de lixeiras básicas para resíduos no ambiente de jateamento (metal, papel, plástico, não reciclável e perigoso)
Confeccionar e implantar lixeira especial para resíduos perigosos
Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente
Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras
Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos
Destinar resíduos da ETE conforme legislação

Fonte: do autor.

5.2.2.5 Preparação de superfície

Nesta etapa, faz-se as correções necessárias na superfície do implemento para a pintura.

O processo se dá pulverizando-se todo o implemento, retirando os resíduos de granalha e poeira do jateamento. Identificam-se as áreas que necessitam de correção (respingos de solda, arranhões profundos na parte externa, emendas de chapas onde houve necessidade de uso de lixadeira, amassados profundos na parte externa e marcas muito aparentes nos perfis).

Concomitantemente, faz-se a preparação da massa poliéster e aplica-se nas áreas identificadas com defeito. Quando da secagem da massa, faz-se o lixamento desta, até nivelamento da superfície.

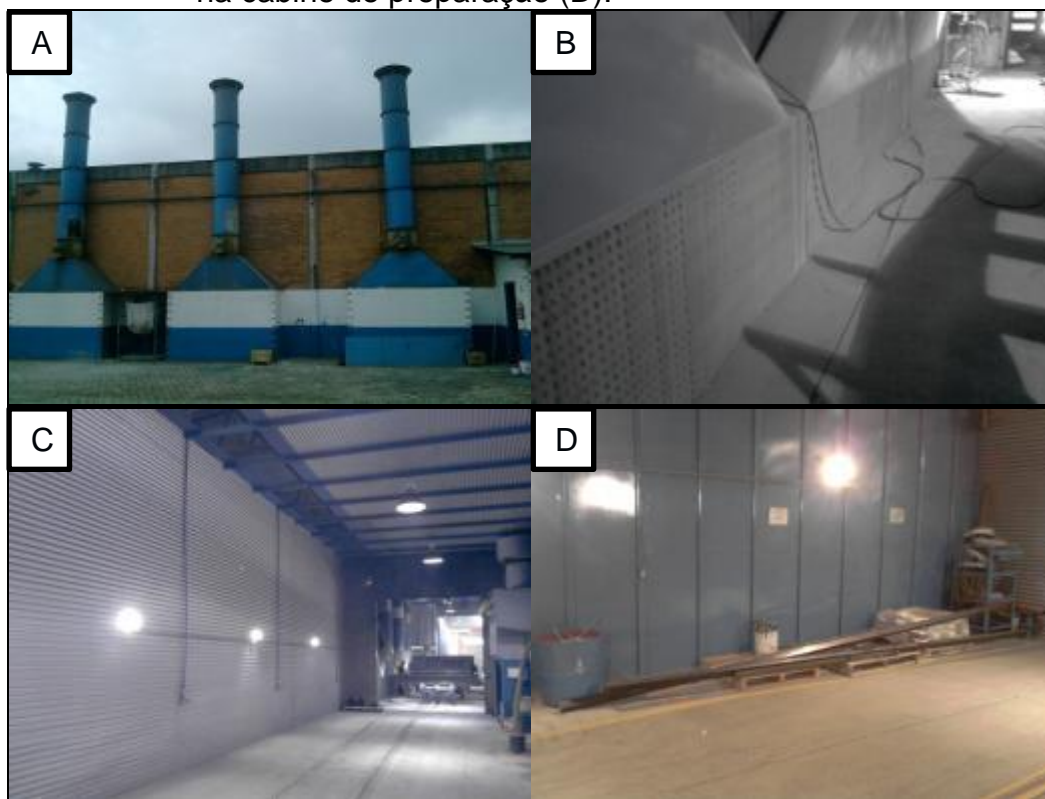
Caso haja permanência do defeito, inicia-se o processo novamente. Após isso, aplica-se adesivo nos intervalos dos cordões de solda e faz-se a pulverização do implemento para remoção de resíduos.

Por fim, faz-se a inspeção do implemento, encaminhando-o para o processo de aplicação de pintura *primer epóxi* e de acabamento.

Existem relatórios conjuntos para os implementos dos processos de jateamento, preparação e pintura, que, como puderam ser analisados junto ao setor de qualidade, não são preenchidos e quando são, preenche-se incorretamente ou incompletamente. Dessa forma, deve haver a cobrança no correto preenchimento deste.

A ventilação neste processo é realizada de forma mecânica, através de exaustores de ar (Figura 28A e B), assim como funciona para o processo de pintura. Valle (1975) indica a ventilação mecânica exaustora quando da geração de poluentes atmosféricos que podem prejudicar o trabalho, os colaboradores ou o meio ambiente.

Figura 28 – Sistema de exaustão das cabines de preparação e pintura (A); Sistema de exaustão/filtros na cabine de preparação (B); Iluminação na cabine de Preparação (C); Organização na cabine de preparação (D).



Fonte: do autor.

A iluminação é realizada de forma artificial, através de lâmpadas fluorescentes, por ser um processo realizado em cabine fechada (Figura 28C), tornando o aproveitamento da iluminação natural inviável. Oddone (1986) afirma que, seja natural ou artificial, a iluminação deve ser de tal forma que favoreça a realização do trabalho. Assim, a manutenção das lâmpadas é essencial para que, como é afirmado por SESI (2007), a iluminação não se torne reduzida e cause fadiga visual e geral, redução de produtividade e ambiente psicologicamente negativo.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Estes são gerados, como afirma Valle (1975) por impactos, fricção e turbulência de ar, proveniente da exaustão do sistema de captura de poluentes.

A organização do ambiente de trabalho pode ser visto na Figura 28D, onde se percebe oportunidades de melhoria quanto à disposição de insumos e matérias-primas. Já a limpeza do ambiente é regular.

As lixeiras existentes neste processo são utilizadas também pela etapa de jateamento (Figura 25B, C e D), com as lixeiras para resíduos de granalha. Isso ocorre, pois durante o processo de jateamento, não devem existir objetos dentro da cabine que possam ser afetados pela granalha. Assim como para o jateamento, as lixeiras não possuem pintura e identificação escrita. Além disso, existe apenas uma lixeira para resíduos de papel/papelão, que se encontra devidamente pintada e identificada.

A segregação de resíduos deve ser visualizada juntamente com a etapa de jateamento. Pela falta de lixeiras para outros tipos de resíduos, encontram-se resíduos de plástico na lixeira para papel/papelão. Dessa forma, é essencial a implantação de outros tipos de lixeiras: lixeiras de metal e plástico em tamanho reduzido e lixeiras para papel/papelão e não recicláveis em tamanho normal (latões de 200 litros). Para resíduos perigosos deste processo, pode ser utilizada a mesma lixeira para resíduos de granalha de bauxita do processo de jateamento, que é acondicionada no ambiente de trabalho de preparação de superfície. Recomenda-se uma lixeira em metal, com grande volume e adaptações que permitam seu transporte por empilhadeira e abertura em sua parte inferior, para que possa ser disposta em caçamba para resíduos perigosos.

Os resíduos sólidos gerados nesta etapa do processo são papéis de documentação do processo (Figura 25D), papelão e plástico de embalagens de insumos (Figura 25D), discos de lixadeiras, os filtros de ar (Figura 28B), estopas contaminadas, EPIs usados e resíduos de massa poliéster.

O destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão, sucatas metálicas e discos de lixadeiras são comercializados com empresas licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado a aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas, EPIs, massa poliéster e filtros usados são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

Não são gerados efluentes líquidos e as emissões atmosféricas nesta etapa estão relacionadas aos materiais particulados provenientes da pulverização do implemento com ar comprimido e do lixamento da massa, quando da atividade de nivelamento da massa poliéster. Assim como para o processo de pintura, a etapa de preparação de massa é realizado em cabine fechada com sistema de exaustão e

filtragem (Figura 28A e B), que retêm os materiais particulados gerados nesta etapa do processo. Dessa forma, devem-se realizar monitoramentos nas chaminés, relacionados aos materiais particulados. Esse monitoramento pode, ainda, embasar estudos para melhor aproveitamento dos filtros e redução de custos com sua disposição em aterro industrial.

O Quadro 9 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 9 – Oportunidades de melhoria no processo de preparação de superfície.

Listagem de Oportunidades de Melhoria
Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas
Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura
Implantação de lixeiras básicas para resíduos (metal, papel, plástico, não reciclável e perigoso)
Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente
Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras
Confeccionar e implantar lixeira especial para resíduos perigosos
Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável
Realizar monitoramento de emissão de material particulado na chaminé
Realizar estudo de melhor aproveitamento de filtros de ar do sistema exaustor
Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos

Fonte: do autor.

5.2.2.6 Aplicação de pintura

Essa etapa tem por objetivo a aplicação de pintura básica no implemento, seguida da aplicação de pintura final. O cliente interno desta etapa é a montagem final, hidráulica e acabamento.

Inicia-se o processo preparando-se o *primer epóxi* e limpeza dos equipamentos de pintura, para evitar contaminação do *primer*.

A aplicação do *primer* deve reforçar as áreas críticas, fazendo a pintura de toda a superfície do implemento, com auxílio de pistola de pintura. Após realizada, faz-se aplicação de pintura de acabamento.

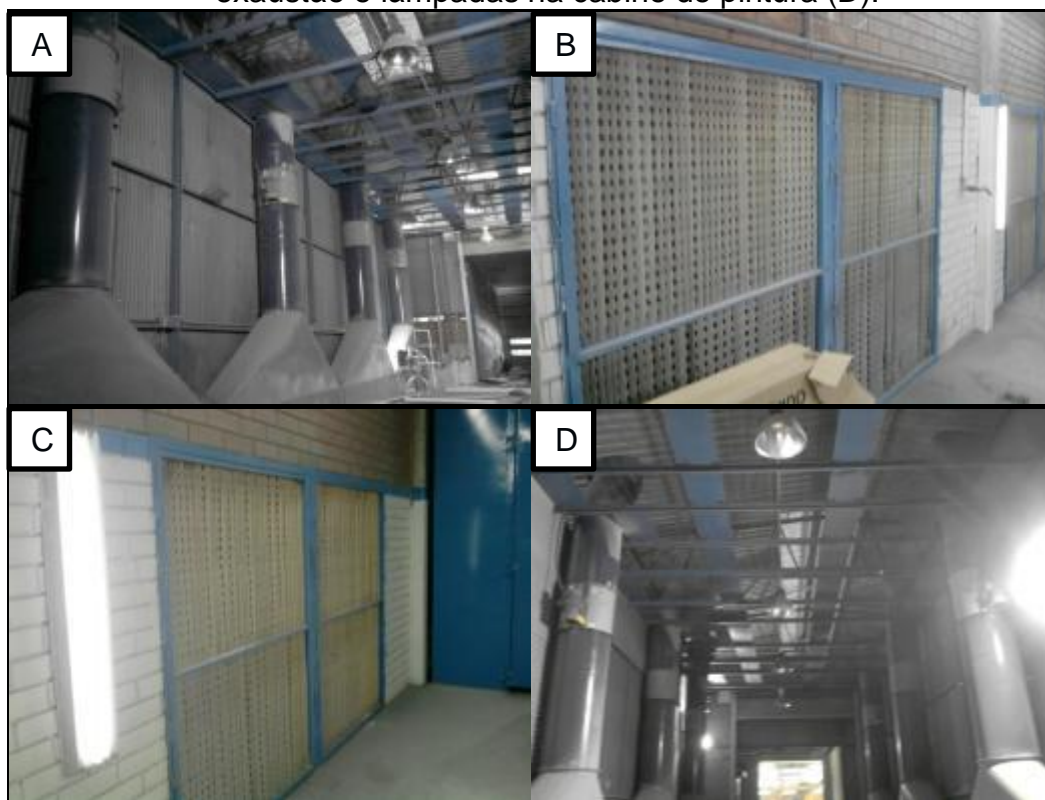
Primeiramente, faz-se a preparação da tinta de acabamento e limpeza dos equipamentos de pintura, evitando a contaminação da tinta. O processo dá-se com a aplicação de tinta reforçando as áreas críticas.

O implemento é, então, encaminhado a um estufa, onde permanece por cerca de 45 minutos para secagem da tinta, à uma temperatura de 50 °C, preenchendo-se relatório de pintura.

Existem relatórios de jateamento, preparação e pintura que deveriam ser preenchidos, porém os colaboradores não o fazem e quando fazem, preenchem incompletamente. Deve existir o treinamento de como preenche-los e a cobrança deste, como parte do trabalho.

O ambiente de trabalho de pintura possui um sistema de ventilação mecânica exaustora (Figura 29A e D), por ser realizado em cabine fechada. Valle (1975) propõe este tipo de ventilação para casos em que há geração de poluentes atmosféricos que devem ser tratados. Dessa forma, os filtros (Figura 29B e C) instalados no sistema de exaustão garantem que os poluentes atmosféricos gerados sejam retidos.

Figura 29 – Sistema de exaustão na cabine de pintura (A); Filtros e lâmpadas na cabine de pintura (B) (C); Sistema de exaustão e lâmpadas na cabine de pintura (D).



Fonte: do autor.

Assim como para o jateamento e a preparação de superfície, a iluminação é realizada artificialmente, através de lâmpadas fluorescentes, que

podem ser visualizadas na Figura 29A, B, C e D. As fotos foram obtidas durante o horário de almoço e as lâmpadas permaneceram ligadas. Manter as lâmpadas desligadas quando da ausência de pessoas no local pode reduzir o consumo de energia.

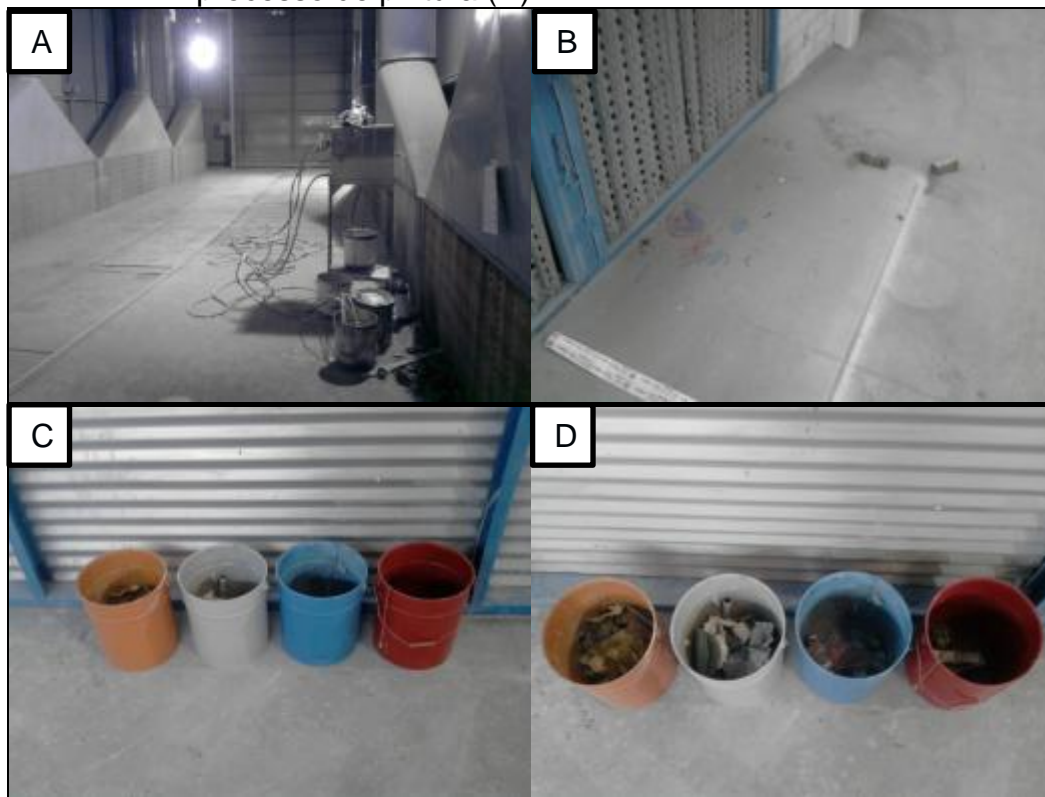
Deve-se realizar a manutenção da iluminação frequentemente, pois como afirma SESI (2007), quando esta se encontra deficiente pode causar fadiga visual e geral, redução de produtividade, e ambiente psicologicamente negativo.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Estes são gerados, como afirma Valle (1975) por impactos, fricção e turbulência de ar, proveniente da exaustão do sistema de captura de poluentes.

O local de trabalho mostrou-se desorganizado (Figura 30A), com resíduos (fiação elétrica) (Figura 30B) e insumos espalhados. A limpeza do ambiente é proporcional à atividade: há o uso de tintas que mantêm o local relativamente menos limpo que alguns outros processos (Figura 30A).

A identificação de lixeiras é insatisfatória. Há apenas uso de lixeiras com diferentes cores, sem identificação escrita (Figura 30C). Não é possível identificar, neste processo, uso equivocado de cores, pois a identificação escrita das lixeiras é inexistente.

Figura 30 – Ambiente de trabalho do processo de pintura (A); Resíduos (fiação elétrica) espalhados (B); Identificação de lixeira no processo de pintura (C); Segregação de resíduos no processo de pintura (D).



Fonte: do autor.

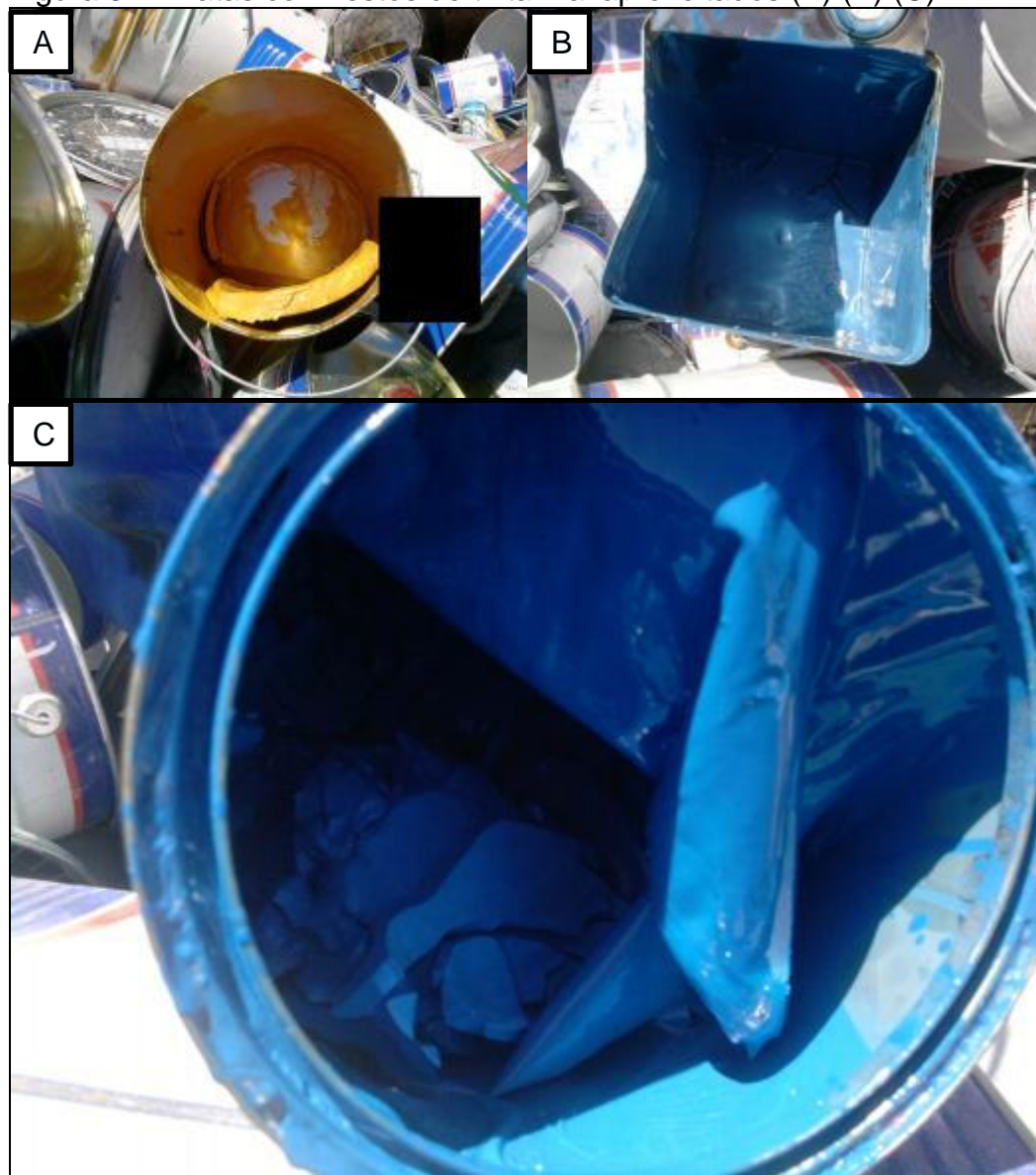
A segregação dos resíduos, considerando os resíduos separados por cor de lixeiras, mostrou-se relativamente boa, com alguns pesares. Através da Figura 30D, percebe-se estopas segregadas corretamente na lixeira para resíduos perigosos e alguns resíduos perigosos sendo dispostos na lixeira de não recicláveis. A lixeira azul (papel/papelão) mostrou a presença apenas de plásticos, assim como a lixeira vermelha (plástico) mostrou a presença de papéis, assim, sem a identificação escrita, percebe-se um engano na segregação de resíduos, com lixeiras trocadas. Além disso, há a existência de poeiras dispostas nas lixeiras de resíduos plásticos e papéis/papelões. Estes fatores mostram uma necessidade de treinamento e conscientização dos colaboradores, através de princípios descritos por Naime (2005), Wellington (1998) e Rocha (2000).

Os resíduos gerados nesta etapa do processo, através de Figura 30D, são os perigosos (estopas contaminadas, EPIs usados, borra de tinta, rolos de pintura, solventes e filtros do sistema exaustor), resíduos não recicláveis (poeira),

resíduos plásticos (embalagens), de papel (documentos, embalagens) e sucatas (latas de tintas).

Em muitos momentos, há o mau aproveitamento das tintas. Mudar a abordagem reativa para proativa, através de princípios de P+L, pode trazer economia através da menor necessidade de compra de tintas e menor geração de resíduos. Esse desperdício pode ser visto na Figura 31A, B e C.

Figura 31 – Latas com restos de tinta mal aproveitados (A) (B) (C).



Fonte: do autor.

Papéis e plásticos são destinados ao depósito intermediário e posteriormente recolhidos por empresa licenciada a este fim. Os resíduos de poeira são dispostos em caçamba de resíduos não recicláveis e recolhidas por empresa

licenciada. Os resíduos perigosos são dispostos em caçamba específica. O solvente usado para limpeza na etapa de pintura é recolhida pela mesma empresa que fornece, e é acondicionado em local diferenciado: protegido da chuva, com piso impermeável e com canaleta, em caso de vazamento. A Figura 32A, B, C e D, mostram as características no armazenamento do solvente.

Figura 32 – Latões com armazenamento de solvente usado (A); Latões vazios utilizados para acondicionar o solvente usado (B); Recipientes do solvente de limpeza (C); Canaleta para coleta de vazamentos (D).



Fonte: do autor.

Não são gerados efluentes líquidos e as emissões atmosféricas dizem respeito aos compostos voláteis provenientes de solventes e tintas. Não existe legislação que limita a emissão desses compostos na atmosfera, bem como os filtros instalados não possuem a capacidade de retê-los. Assim como para etapa de preparação de superfície, deve-se realizar o monitoramento das chaminés, quanto aos materiais particulados, que podem, ainda, embasar estudos sobre melhor aproveitamento dos filtros de ar do sistema exaustor.

O Quadro 10 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 10 – Oportunidades de melhoria no processo de aplicação de pintura.

Listagem de Oportunidades de Melhoria
Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas
Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura
Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável
Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente
Utilizar identificação escrita nas lixeiras
Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos
Melhorar o aproveitamento de tinta
Realizar monitoramento de emissão de material particulado na chaminé
Realizar estudo de melhor aproveitamento de filtros de ar do sistema exaustor

Fonte: do autor.

5.2.2.7 Adaptações do caminhão do cliente

Esta etapa tem por objetivo fazer todas as modificações necessárias no caminhão do cliente para receber o separador e a caixa de carga, conforme projeto. O cliente interno desta etapa é a montagem final, hidráulica e acabamento, juntamente com o separador e a caixa de carga devidamente adaptados e pintados.

Analisa-se o projeto e, de acordo com o separador e a caixa de carga que será fixado no caminhão, faz-se o corte do chassi. Os caminhões possuem o chassi alongado de fábrica (Figura 33A) devido aos diversos implementos existentes, que necessitam de diferentes comprimentos de chassi. Dessa forma, para receber um implemento específico o chassi deve ser cortado (Figura 33B) de acordo com o separador e a caixa de carga definida pelo cliente.

Figura 33 – Caminhão com chassi longo de fábrica (A); Caminhão com o chassi cortado e adaptado para um implemento definido (separador já instalado) (B).



Fonte: do autor.

Em seguida, faz-se a soldagem no chassi do caminhão do gancho rebocador, do para-choque e do suporte de sinaleira. Instala-se a válvula de acionamento da tomada de força e da bomba hidráulica, conforme caixa de câmbio do veículo.

Após todas as adaptações feitas, parte-se para a montagem final, hidráulica e acabamento.

Com o objetivo de facilitar a movimentação dos caminhões, o ambiente possui grandes aberturas. Dessa forma, a ventilação é bastante satisfatória, favorecendo entrada e saída de ar, renovando-o, como demonstra Valle (1975). Há as aberturas para entrada dos implementos e caminhões (Figura 34A) e no telhado do tipo “lanternim” (Figura 34B). Em dias com grandes fluxos de ar, o trabalho pode se tornar incômodo e desfavorável a boa realização das atividades, que pode ser melhorado através da instalação de portões para redução de fluxo de ar.

Apesar da boa iluminação natural, é indispensável a presença de lâmpadas para os turnos de trabalho noturno. Estas lâmpadas devem ser mantidas desligadas no turno diurno, evitando desperdício de energia. Quando das más condições de iluminação natural, esta pode ser complementada com a iluminação artificial, pois Oddone (1986) afirma que a iluminação em excesso ou em falta pode trazer prejuízos relacionados a acidentes ou deficiências de visão. As condições e estrutura de iluminação podem ser vistas na Figura 34A e Figura 34B.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos. Estes são gerados, como afirma Valle (1975) por impactos e por fricção

de metais, podendo ocorrer níveis de, aproximadamente, 120 dB, no manuseio de metais, quando da ocorrência de impactos.

As condições de organização e limpeza do ambiente de trabalho são regulares, com poucas melhorias a serem realizadas (Figura 34C). Os colaboradores devem manter o ambiente de trabalho limpo, mesmo havendo funcionário específico para a realização da varrição (Figura 16A e Figura 16B).

Figura 34 – Abertura de entrada/saída na etapa de adaptações do caminhão e montagem final, hidráulica e acabamento (A); Lanternim e lâmpadas na etapa de adaptações do caminhão e montagem final, hidráulica e acabamento (B); Organização do ambiente de trabalho (C); Lixeiras no setor (D).



Fonte: do autor.

A identificação das lixeiras para resíduos é insatisfatória, com cores diferenciadas do padrão da empresa e da própria legislação (lixeira preta para resíduos não recicláveis) (Figura 34D). A Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001, define a cor preta para resíduos de madeira; para resíduos não recicláveis a cor definida é a cinza.

Nota-se a necessidade de treinamento, conscientização e cobrança, quanto à correta segregação de resíduos. Rocha (2000) afirma que qualquer

atividade dentro da organização tem como pilar fundamental a componente humana. Wellington (1998) define as etapas para atingir boas atitudes de funcionários, através da comunicação, treinamento, motivação e autonomia para os colaboradores. Naime (2005) afirma que o sucesso de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos é diretamente relacionado à participação dos colaboradores.

Os resíduos de plástico e papel/papelão são misturados nas lixeiras e resíduos com potencial de reciclagem são dispostos na lixeira para não recicláveis (Figura 34D). Devido à grande geração de madeira utilizada como apoio de peças e proveniente das embalagens dos kits hidráulicos (Figura 35A e Figura 35B), é aconselhável a implantação de lixeira específica para este tipo de resíduo; Também há a necessidade da implantação de lixeiras para resíduos perigosos (que podem ser depositados equivocadamente na lixeira para resíduos não recicláveis) e para sucatas metálicas.

Figura 35 – Resíduos de madeira provenientes de caixas de kits hidráulicos (A); Resíduos de madeira que servem de apoio para peças (B); Resíduos encontrados no processo, evidenciados nas lixeiras (C) (D).



Fonte: do autor.

Os principais resíduos gerados são: embalagens e tubos plásticos de proteção de fios e rolos de arame de solda, papéis referentes às documentações do processo, fiação elétrica, sucatas metálicas, discos de lixadeiras, poeira de varrição, EPIs e estopas (Figura 35C e D).

O destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão, sucatas metálicas e discos de lixadeiras são comercializados com empresas licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado a aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas e EPIs usados são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

Nesta etapa do processo não são gerados efluentes líquidos e as emissões atmosféricas são relacionadas à geração de fumos metálicos de processos de soldagem e trabalhos no metal do chassi do veículo, como corte, esmerilhamento e lixamento, assim como afirma NEDERMAN (200-). Além disso, devido ao fluxo de entrada e saída de caminhões dos *boxes* e movimentação de empilhadeiras (Figura 36) também há a geração, em menor quantidade, de emissões atmosféricas proveniente da queima de combustíveis, além de materiais particulados.

Figura 36 – Movimentação de empilhadeiras em frente ao setor de adaptações da caixa de carga.



Fonte: do autor.

O Quadro 11 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 11 – Oportunidades de melhoria no processo de adaptações do caminhão do cliente

Listagem de Oportunidades de Melhoria
<p>Instalar portões/barreiras nos acessos ao ambiente</p> <p>Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural</p> <p>Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente</p> <p>Utilizar identificação escrita nas lixeiras</p> <p>Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos</p> <p>Inserir lixeira para resíduos perigosos</p> <p>Inserir lixeira para resíduos de madeira</p> <p>Inserir lixeira para resíduos metálicos</p> <p>Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho</p> <p>Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos</p> <p>Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários</p>

Fonte: do autor.

5.2.2.8 Montagem final, hidráulica e acabamento

Esta etapa tem por objetivo realizar todas as ações finais necessárias na montagem do implemento, além de ser realizada a montagem hidráulica e os acabamentos finais. O cliente desta etapa é o próprio contratante do serviço de produção e montagem do implemento rodoviário, ou seja, o cliente externo.

Primeiramente, alinha-se o separador em cima do chassi e fixa-o através dos grampos, unindo o chassi do caminhão com o separador com um cordão de solda de aproximadamente 80 mm em cada lateral traseira e faz-se a instalação do cilindro hidráulico, com respectivos pinos e contra pinos. Em seguida, monta-se o reservatório de óleo hidráulico e faz-se a instalação de todas as conexões e mangueiras.

Acopla-se a caixa de carga sobre o separador, fixando-o por meio de parafusos e com dobra da chapa de segurança. Faz-se o engate do cilindro hidráulico na caixa de carga, com respectivos parafusos e pinos. Bascula-se totalmente a caçamba, completa-se o nível de óleo hidráulico e fazem-se todos os testes de funcionamento.

Após, realiza-se a regulagem de abertura da porta traseira, retira-se as argolas de içamento da caixa de carga, com auxílio de esmerilhadeira e faz-se a montagem do Kit de Acabamento.

O Kit de Acabamento diz respeito a itens já acoplados no separador, tais como o corote, o para-lamas e a caixa de ferramentas, e itens finais de conformidade (adesivos de OK), faixas reflexivas e placas da empresa.

O local de trabalho é o mesmo das adaptações do caminhão do cliente, conforme Figura 34A. A ventilação é satisfatória, de forma natural, pois como afirma Valle (1975), há o favorecimento de uma boa renovação de ar através das aberturas na estrutura (Figura 34A) e através de aberturas no telhado do tipo “lanternim” (Figura 34B). Por ser um galpão aberto para a facilitação de manobra de caminhões, em dias com condições de ventos fortes, o trabalho pode ser prejudicado, assim a utilização de algum tipo de barreira pode evitar isso.

Existe a utilização de iluminação artificial, através de lâmpadas fluorescentes no local de trabalho, que são utilizadas, principalmente, em turnos de trabalho noturnos. Porém, a iluminação principal é natural, ocorrendo através das aberturas da estrutura e de telhas translúcidas, para turnos de trabalho diurnos.

Assim a manutenção de lâmpadas desligadas quando da boa iluminação natural pode trazer economia de energia elétrica. A iluminação através das aberturas e a presença de lâmpadas podem ser vistas na Figura 34A e B.

Em questão de ruído, são disponibilizados aos colaboradores EPIs específicos.

O trabalho é relativamente organizado (Figura 34C), bem como também é mantido regularmente limpo. Existe um funcionário específico para a realização da varrição do local de trabalho (Figura 16A e B), que não tira a responsabilidade dos colaboradores da etapa do processo em manterem o ambiente devidamente limpo.

Percebeu-se o uso de cores equivocadas nas lixeiras quanto à legislação (Resolução CONAMA nº 275, de 05 de abril de 2001) com o uso da cor preta para não recicláveis (Figura 34D, Figura 35C e D). De acordo com esta Resolução, a cor preta deve ser utilizada para resíduos de madeira; a cor para resíduos não recicláveis deve ser a cinza. Além da desconformidade com a legislação, as cores das lixeiras também são desconformes com outras áreas da organização (pré-montagem e montagem), podendo gerar confusão na segregação dos resíduos.

Oportunidades de melhoria quanto a treinamentos e conscientização também são percebidas, através de diretrizes de Naime (2005), Rocha (2000) e Wellington (1998). A segregação de resíduos é insatisfatória, visto sua correta disposição (Figura 34D, Figura 35C e D): na lixeira de não recicláveis, presença de materiais com potencial de reciclagem e papel e papelão misturados com plásticos. Assim como vale para o processo de adaptação do caminhão do cliente, é inexistente lixeira para resíduos perigosos e para resíduos de madeira. A implantação, nestes setores, destas duas lixeiras é essencial, visto à geração de estopas e EPIs usados e outros (resíduos perigosos) e grande geração de resíduos de madeira, provenientes de caixas de equipamentos e de apoio de peças (Figura 35A e B).

Os resíduos gerados nesta etapa são, basicamente, os papéis referentes à documentação do processo, papelão proveniente de caixa de peças, plásticos referentes às embalagens, tubos plásticos e rolos de arame de solda, madeira para apoio de peças e de caixas de equipamentos, resíduos de varrição, estopas, EPIs usados, embalagens de óleo hidráulico, fiação elétrica e discos de lixadeiras (Figura 34D, Figura 35A, B, C e D e Figura 37). Os óleos usados são dispostos em

tambores metálicos de 200 litros e nunca tiveram uma destinação final, pela sua pequena geração.

Figura 37 – Recipiente de Óleo Hidráulico.



Fonte: do autor.

O destino dos resíduos são os seguintes: plásticos, papel/papelão, sucatas metálicas e discos de lixadeiras são comercializados com empresas licenciadas. Poeira de varrição é disposta em caçamba de não recicláveis, coletado por empresa licenciada e encaminhado a aterro sanitário. Resíduos perigosos, tais como estopas contaminadas e EPIs usados são dispostos em caçamba de resíduos classe I, coletados por empresa licenciada e dispostos em aterro industrial.

Esta etapa do processo é semelhante ao de adaptações do caminhão quanto a não geração de efluentes líquidos e poluentes atmosféricos provenientes da movimentação de empilhadeiras (Figura 36) e caminhões, além de particulados e fumos metálicos provenientes das atividades de soldagem, esmerilhamento, corte e lixamento, como afirma Wainer, Brandi, Mello (2000), e materiais particulados. Como estes processos são rápidos a geração de emissões atmosféricas é bastante baixa em relação às etapas de pré-montagem, montagem e jateamento, preparação

e pintura. Além disso, o ambiente favorece a diluição dos poluentes na atmosfera, com boa ventilação (Figura 34A e B).

O Quadro 12 traz as oportunidades de melhoria identificadas nesta etapa do processo.

Quadro 12 – Oportunidades de melhoria no processo de montagem final, hidráulica e acabamento

Listagem de Oportunidades de Melhoria
Instalar portões/barreiras nos acessos ao ambiente
Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural
Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente
Utilizar identificação escrita nas lixeiras
Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos
Inserir lixeira para resíduos perigosos
Inserir lixeira para resíduos de madeira
Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho
Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos
Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários
Destinar óleos usados conforme legislação

Fonte: do autor.

5.2.3 Oportunidades gerais de melhoria

Através das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, exigir de fornecedores de lâmpadas fluorescentes, de sódio ou mercúrio, pneus e óleos lubrificantes (resíduos e embalagens) a implementação de logística reversa. Essa ação pode reduzir drasticamente os gastos com tratamento/disposição final de resíduos sólidos da empresa.

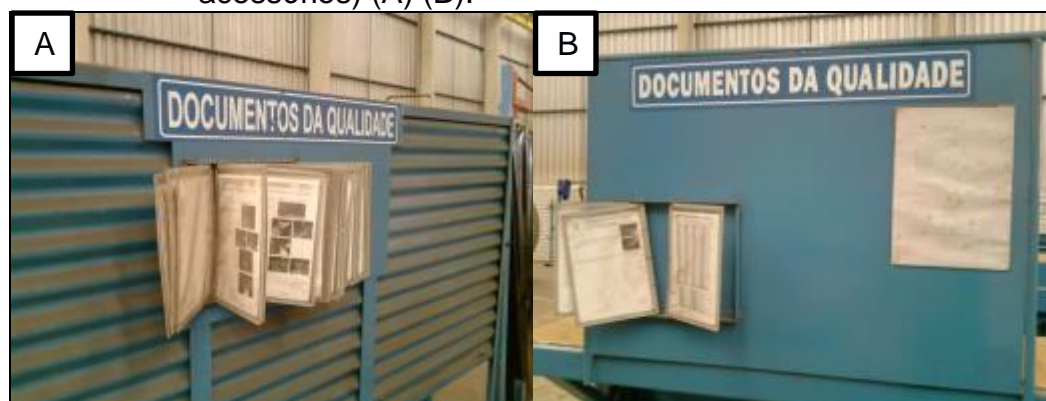
Elaborar inventário de resíduos sólidos e plano de gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 e Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, respectivamente. Essas ações visam manter o controle de tipos e quantidades de resíduos sólidos gerados por setor, criando base para a redução de geração através da implementação de objetivos e metas, sendo obrigatórios legalmente. Como afirma Moreira (2001), esta etapa trata-se do planejamento da coleta seletiva de resíduos sólidos.

Manter os controles ambientais e das condições específicas constantes na Licença Ambiental de Operação operando de forma correta, é indispensável para a manutenção da qualidade ambiental, além de evitar perda de Licença de Operação, multas, interdições, processos etc.

Manter registro de tipos de resíduos, com suas respectivas quantidades, destinos e empresas responsável por estes, com suas respectivas Licenças Ambientais de Operação (LAO), para efeito de relatório anual para a Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

As Instruções de Trabalho (ITs) são disponibilizadas em locais acessíveis, como pode ser visto na Figura 38A e B. Porém, muitas destas especificam processos que deveriam ser realizados de tal forma e, na prática, são realizados de maneira diferentes, algumas vezes completamente diferentes. Assim, confeccionar e manter Instruções de Trabalho detalhadas para cada etapa dos processos existentes na organização que condizem com a realidade e com a forma correta de se realizar as atividades torna-se indispensável para a organização.

Figura 38 – Local de permanência das Instruções de Trabalho (exemplo para o setor de pré-montagem de frontais, portas traseiras e acessórios) (A) (B).



Fonte: do autor.

Os resíduos com potencial de reciclagem e valor comercial são dispostos incorretamente juntamente com resíduos não recicláveis (Figura 39A) e resíduos perigosos (Figura 39B), que podem ser, ou da disposição incorreta por falta de informação, ou da não segregação dos resíduos na geração destes.

Outra melhoria que deve ser observada por força legal é o depósito temporário de resíduos sólidos, que deve seguir as exigências da Norma ABNT NBR 12235:1992.

Figura 39 – Disposição de resíduos com potencial de reciclagem juntamente com resíduos não recicláveis (A); Disposição de resíduos com potencial de reciclagem juntamente com resíduos perigosos (B).



Fonte: do autor.

O descarte de estopas e EPIs em lixeiras ao longo do processo podem trazer problemas para a segregação de resíduos. O ideal é que se crie um sistema em que determinado colaborador apenas retire novos EPIs e estopas devolvendo o usado em um setor específico (segurança ou almoxarifado, por exemplo), favorecendo a segregação destes resíduos.

Há manutenção de alguns indicadores da organização (consumo de água, consumo de energia, retrabalho, horas extras etc.), de forma desintegrada. Criar e manter sistema de indicadores da organização, que dizem respeito aos gerais institucionais, tais como consumo de energia elétrica, combustíveis, água, geração de resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas, reclamações de comunidades, treinamentos, entre outros, que sejam feitos de forma integrada pode mensurar melhorias aplicadas. Além destes, criar e manter indicadores de desempenho operacionais, tais como registros de tempo de produção de cada processo.

A utilização de indicadores de desempenho externos à instituição, referentes ao cliente, como pesquisas de satisfação, entrega no prazo, reclamações quanto à qualidade do produto, taxa de devolução, retenção de clientes/clientes fixos, entre outros, assim como afirma Wallace (1994).

Seguindo as premissas de Nascimento, Lemos e Mello (2008), pode-se reduzir a quantidade de papelão da embalagem de rolos de arame de solda. Cada rolo deste possui sua embalagem própria (Figura 40), que poderiam vir agrupados

em uma embalagem maior, reduzindo a geração deste resíduo, bem como o bom aproveitamento do arame de solda, que deve ser utilizado o máximo possível. Pode-se, ao invés disto, utilizar embalagens retornáveis feitas de algum outro material mais resistente, que retornasse ao fornecedor para a sua reutilização. O mesmo vale para latas de tintas, que poderiam vir em recipientes maiores, reduzindo a geração deste resíduo.

Figura 40 – Caixa de rolos de arame de solda MIG



Fonte: do autor.

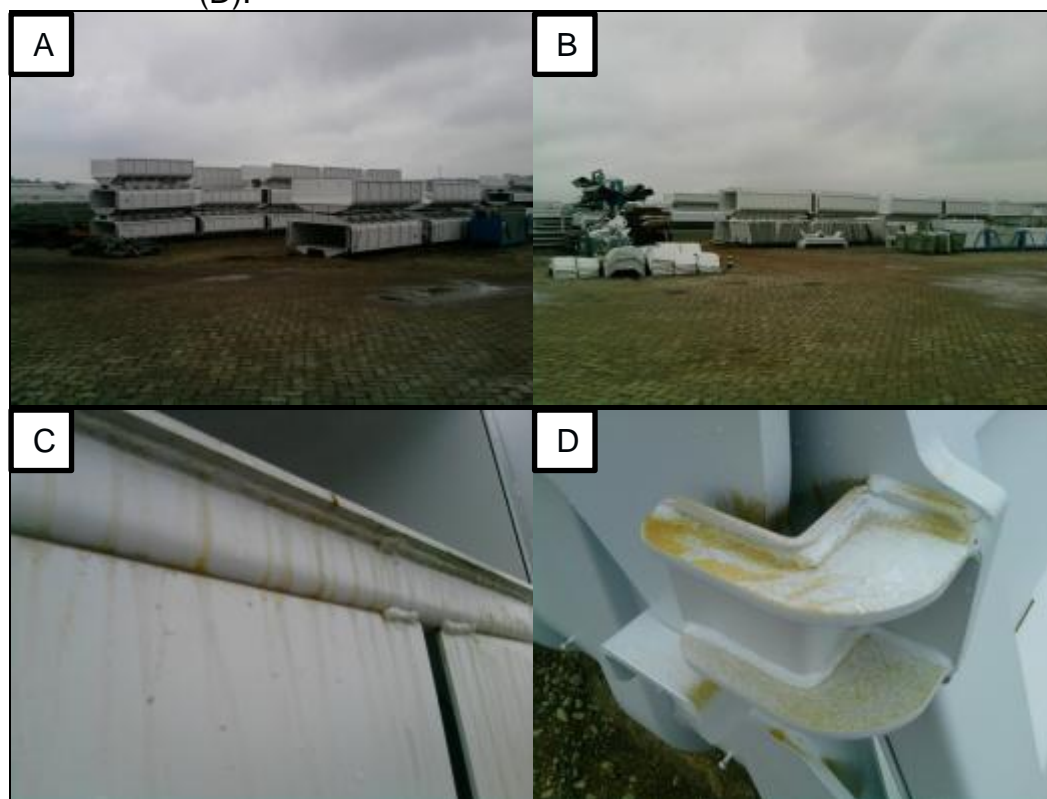
Ainda utilizando-se de técnicas de P+L, evidenciadas pelos mesmos autores, quanto à geração de resíduos de madeira provenientes das caixas de equipamentos hidráulicos (Figura 35A), pode-se negociar com o fornecedor embalagens produzidas em algum outro material, tais como metal ou plástico, que possam ser retornáveis. Assim, quando da entrada de novos equipamentos à empresa, o fornecedor recolhe as embalagens e as reutilizam novamente como caixa de novos equipamentos. Com essa ação tomada, a quantidade de resíduos de madeira gerada reduz-se e tem-se, neste caso, uma mudança de abordagem reativa para proativa, evitando a geração de resíduos ao invés de seu controle.

Outras formas de redução de geração de resíduos podem e devem ser estudadas, buscando uma redução na geração de resíduos sólidos e, conseqüentemente, reduzir custos de deposição e destinação.

Através do *benchmarking* competitivo e de líderes de mercado, segundo LeibFried, McNair (1994) percebe-se a utilização de um processo diferenciado para os processos de aplicação de tinta, que utilizam a tecnologia DuraTech, através de pinturas conhecidas como *E-coat* e *Top-coat*, que conferem maior qualidade, durabilidade e resistência à corrosão. Esse método de pintura é realizado pelas principais líderes de mercado tanto para o setor de implementos rodoviários quanto para a indústria automobilística. Dessa forma, a realização de um estudo de viabilidade de mudança de processo de pintura pode trazer maior competitividade e lucratividade para a empresa, caso da implantação. Além disso, o *benchmarking* deve ser utilizado continuamente em todos os setores da organização.

Produzir peças e deixá-las em estoque pode gerar custos adicionais. A empresa possui grande quantidade destas que sofrem ação de intemperes ambientais, necessitando de processos seguintes para remoção de sujeiras, corrosão etc., que não seriam necessárias caso não houvesse o armazenamento de peças. Assim, reduzir estoque de peças pré-montadas e/ou já pintadas pode reduzir custos de produção e evitar processos desnecessários. A Figura 41A e B mostram o estoque de peças da empresa, a Figura 41C e D mostram as ações das intemperes ambientais sobre os implementos estocados.

Figura 41 – Estoque de peças pré-montadas e pintadas (A) (B); Ações de intemperes ambientais sobre os implementos estocados (C) (D).



Fonte: do autor.

Da mesma forma como as caixas de carga e separadores prontos são estocados favorecendo ação de intemperes, peças pré-montadas como frontais, portas traseiras, suportes de estepe, para-lamas etc., são pintados e depositados no almoxarifado também (Figura 42A, B, C e D). Essas peças serão soldadas posteriormente na caixa de carga e a pintura deverá ser refeita. Ou seja, perde-se tempo e insumos com processos desnecessários, que terão que ser realizados novamente, bem como a soldagem realizada por cima da tinta pode prejudicar a qualidade desta. Assim, a etapa de pintura de peças inacabadas deve ser removida, pois não agrega valor nenhum.

Outro ponto importante quanto ao armazenamento de peças pré-montadas e também de matérias-primas ao ar livre, é que estes sofrem ação de intemperes como a chuva, podendo danificar os materiais. A oxidação dos metais é removida através de processos de lavação com produtos específicos e processo de jateamento. Porém, quanto maior o tempo de exposição dos metais, mais difíceis e onerosas se tornam os processos para remoção de oxidação, podendo inclusive,

em certos níveis de oxidação, tornar a recuperação do metal inviável, tornando este um resíduo, que apenas agrega valor negativo à organização.

Figura 42 – Almojarifado de frontais (A) (B); Portas traseiras (C); Suportes de estepe e para-lamas (D)



Fonte: do autor.

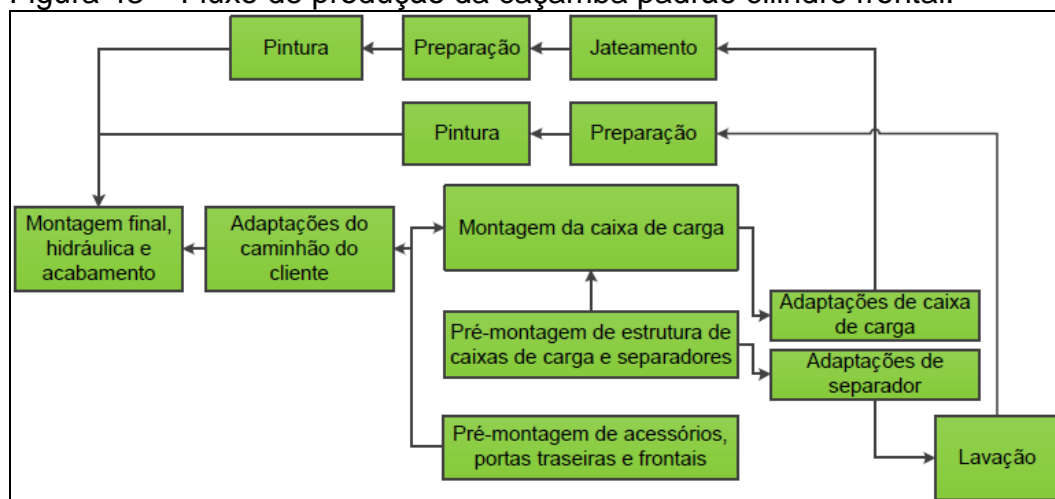
Estruturar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), através da formação de uma equipe específica, com profissionais habilitados e treinados, para que as oportunidades de melhoria possam ter suas causas identificadas, proponham-se soluções e aplique-as, além da manutenção das questões ambientais.

Avaliar a qualidade do ambiente de trabalho, através da medição de valores de iluminância, ruído e troca de ar, além de temperatura e umidade, é importante na determinação de valores. Esses valores servem de base para melhorar aspectos que influenciam a eficiência e eficácia do processo produtivo.

O fluxo de produção mostrou-se inadequado, com processos que não seguem uma ordem de acordo com o *layout* da empresa. Dessa forma, perde-se tempo entre os processos e tem-se maior custo de transporte. A realização de estudo para se obter o melhor fluxo de trabalho, de acordo com as instalações da empresa deve ser realizado a fim de otimizar o processo, com redução de custos e

economia de tempo. A Figura 43 demonstra o fluxo básico entre os processos de acordo com a localização de cada ambiente, porém é importante ressaltar que este é apenas o fluxo entre processos, não considerando que após determinada etapa, os produtos gerados são encaminhados a almoxarifados, que tornam o processo ainda mais oneroso que o demonstrado na ilustração.

Figura 43 – Fluxo de produção da caçamba padrão cilindro frontal.



Fonte: do autor.

Manter registros de manutenção preventiva de equipamentos e de possibilidade de mudanças de tecnologia nos processos são outras ações importantes que podem ser realizadas.

Mesmo que não haja intenção de certificação na Norma ISO 14001, estruturar e manter alguns itens desta, tais como a Política Ambiental, Objetivos Metas e Programas, Controle Operacional e Monitoramento e Medição.

O Quadro 13 traz as oportunidades de melhoria identificadas.

Quadro 13 – Oportunidades de melhoria gerais à organização.

Listagem de Oportunidades de Melhoria
<p>Confeccionar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos</p> <p>Aplicar o conceito de logística reversa para os resíduos aplicáveis</p> <p>Confeccionar e manter inventário de resíduos sólidos</p> <p>Manter controles ambientais e condicionantes de Licença Ambiental de Operação operando da melhor forma possível</p> <p>Confeccionar Instruções de Trabalho que condizem com o processo e sua melhor forma de ser realizada</p> <p>Correta disposição de resíduos com potencial de reciclagem</p> <p>Correta disposição de resíduos perigosos</p> <p>Utilizar depósito temporário de resíduos conforme legislação vigente</p> <p>Criar sistema em que o colaborador retira EPIs e estopas novas quando da devolução dos usados</p> <p>Desenvolvimento de indicadores de desempenho externos</p> <p>Desenvolvimento de indicadores de desempenho operacional</p> <p>Integração de indicadores de desempenho</p> <p>Realizar estudo de viabilidade de mudança de tecnologia de pintura, de acordo com líderes de mercado</p> <p>Realizar continuamente ações de <i>benchmarking</i> buscando inovações para o setor e competitividade frente aos concorrentes</p> <p>Reduzir estoque de peças pré-montadas e pintadas, que sofrem de intemperes e necessitam de processos seguintes de correção</p> <p>Não realizar processos de jateamento, preparação e pintura de peças pré-montadas sem todos os processos de soldagem terem sido realizados</p> <p>Estudo de melhor <i>layout</i> e fluxo de produção de acordo com as instalações da empresa</p> <p>Estudo da possibilidade de mudança de tecnologia para outras mais eficientes e/ou menos poluentes</p> <p>Manutenção de registros de manutenção preventiva de equipamentos</p> <p>Estruturação e manutenção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)</p> <p>Confeccionar e manter registros de tipos, quantidades, destino e empresa responsável com respectiva LAO, de resíduos sólidos</p> <p>Criação e manutenção de alguns requisitos da Norma ISO 14001, tais como Política Ambiental, Objetivos, Metas e Programas, Controle Operacional e Monitoramento e Medição</p>

Fonte: do autor.

5.2.4 Hierarquização das oportunidades de melhoria

Após a identificação das oportunidades de melhoria do processo produtivo analisado e das oportunidades gerais, foi preenchida a Matriz GUT de priorização de problemas.

Devido à obrigatoriedade legal de algumas oportunidades de melhoria identificadas, alguns itens receberam valor máximo nos quesitos de gravidade, urgência e tendência. Sendo assim, a disponibilização e cobrança do uso de EPIs para fumos metálicos, destinação correta de resíduos da ETE e de óleos, o monitoramento de materiais particulados nas chaminés, a elaboração de inventário de resíduos sólidos, a adequação de depósito temporário de resíduos, a aplicação de logística reversa, a manutenção dos controles ambientais e condicionantes

específicas de licença de operação, a correta disposição de resíduos perigosos e o controle de resíduos gerados e destino, são os que devem ser observados inicialmente.

Os demais itens identificados não possuem requisitos legais e, dessa forma, receberam valores totais que variaram de 3 pontos (Instalar portões/barreiras nos acessos ao ambiente), para as oportunidades de melhoria menos significativas, a 13 pontos (Inserir lixeira para resíduos perigosos, Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos e Estruturação e manutenção de um Sistema de Gestão Ambiental [SGA]), de um total máximo de 15 pontos, obtidos pelas oportunidades de melhoria com obrigatoriedade legal. Foram obtidos dez níveis de priorização de ações de implantação/correção.

A Matriz GUT preenchida pode ser vista no Quadro 14.

Quadro 14 – Matriz GUT.

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Pré-montagem e Montagem	Aperfeiçoar o controle de peças em almoxarifado e do <i>kanban</i>	Não	4	4	4	12	3 ^a
	Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas	Não	3	3	3	9	6 ^a
	Melhorar aproveitamento de arames de solda	Não	2	2	2	6	9 ^a
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Inserir lixeira para resíduos perigosos	Não	5	4	4	13	2 ^a
	Inserir lixeira para resíduos de madeira	Não	4	4	3	11	4 ^a

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Pré-montagem e Montagem	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2ª
	Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural	Não	2	2	2	6	9ª
	Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho	Não	3	2	2	7	8ª
	Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos	Não	3	3	2	7	8ª
	Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários	Sim	5	5	5	15	1ª
Adaptações da caixa de carga e do separador	Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas	Não	3	3	3	9	6ª
	Melhorar aproveitamento de arames de solda	Não	2	2	2	6	9ª
	Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural	Não	2	2	2	6	9ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Adaptações da caixa de carga e do separador	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5ª
	Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5ª
	Inserir lixeira para resíduos perigosos	Não	5	4	4	13	2ª
	Inserir lixeira para resíduos de madeira	Não	4	4	3	11	4ª
	Inserir lixeira para resíduos plásticos	Não	4	4	3	11	4ª
	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2ª
	Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de adaptações da caixa de carga e do separador	Não	3	2	2	7	8ª
	Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos	Não	3	3	2	7	8ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Adaptações da caixa de carga e do separador	Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários	Sim	5	5	5	15	1ª
Jateamento/Lavação	Excluir etapa de lavação e substitui-la pelo processo de jateamento	Não	4	3	4	11	4ª
	Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura	Não	2	3	2	7	8ª
	Realizar exaustão/filtragem de materiais particulados na cabine de jateamento	Sim	5	5	5	15	1ª
	Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável	Não	2	2	2	6	9ª
	Instalação de iluminação artificial no ambiente de lavação	Não	3	2	2	7	8ª
	Manter cabine de jateamento limpa	Não	2	2	2	6	9ª
	Organizar locais de permanência de equipamentos e insumos no ambiente da lavação	Não	3	3	3	9	6ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Jateamento/Lavação	Implantação de lixeiras básicas para resíduos no ambiente de jateamento (metal, papel, plástico, não reciclável e perigoso)	Não	4	4	3	11	4 ^a
	Confeccionar e implantar lixeira especial para resíduos perigosos	Não	3	3	4	10	5 ^a
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2 ^a
	Destinar resíduos da ETE corretamente	Sim	5	5	5	15	1 ^a
Preparação de superfície	Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas	Não	3	3	3	9	6 ^a
	Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura	Não	2	3	2	7	8 ^a

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Preparação de superfície	Implantação de lixeiras básicas para resíduos (metal, papel, plástico, não reciclável e perigoso)	Não	4	4	3	11	4 ^a
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Utilizar melhor identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Confeccionar e implantar lixeira especial para resíduos perigosos	Não	3	3	4	10	5 ^a
	Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável	Não	2	2	2	6	9 ^a
	Realizar monitoramento de emissão de material particulado na chaminé	Sim	5	5	5	15	1 ^a
	Realizar estudo de melhor aproveitamento de filtros de ar do sistema exaustor	Não	3	3	3	6	9 ^a
	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2 ^a

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Aplicação de Pintura	Organizar e identificar locais de permanência de matérias-primas	Não	3	3	3	9	6ª
	Treinar e cobrar o correto preenchido de relatórios de jateamento, preparação de superfície e pintura	Não	2	3	2	7	8ª
	Manter lâmpadas desligadas, quando aplicável	Não	2	2	2	6	9ª
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5ª
	Utilizar identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5ª
	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2ª
	Melhorar o aproveitamento de tinta	Não	3	3	3	9	6ª
	Realizar monitoramento de emissão de material particulado na chaminé	Sim	5	5	5	15	1ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Aplicação de Pintura	Realizar estudo de melhor aproveitamento de filtros de ar do sistema exaustor	Não	3	3	3	9	6ª
Adaptações do caminhão do cliente	Instalar portões/barreiras nos acessos ao ambiente	Não	1	1	1	3	10ª
	Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural	Não	2	2	2	6	9ª
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5ª
	Utilizar identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5ª
	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2ª
	Inserir lixeira para resíduos perigosos	Não	5	4	4	13	2ª
	Inserir lixeira para resíduos de madeira	Não	4	4	3	11	4ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Adaptações do caminhão do cliente	Inserir lixeira para resíduos metálicos	Não	4	4	3	11	4 ^a
	Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho	Não	3	2	2	7	8 ^a
	Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos	Não	3	3	2	7	8 ^a
	Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários	Sim	5	5	5	15	1 ^a
Montagem final, hidráulica e acabamento	Instalar portões/barreiras nos acessos ao ambiente	Não	1	1	1	3	10 ^a
	Manter lâmpadas desligadas em turnos diurnos, quando das boas condições de iluminação natural	Não	2	2	2	6	9 ^a
	Adequar e padronizar a coloração de lixeiras de acordo com a legislação vigente	Não	3	4	3	10	5 ^a
	Utilizar identificação escrita nas lixeiras	Não	3	4	3	10	5 ^a

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Montagem final, hidráulica e acabamento	Realizar treinamento e conscientização dos colaboradores quanto à correta segregação de resíduos sólidos	Não	5	4	4	13	2ª
	Inserir lixeira para resíduos perigosos	Não	5	4	4	13	2ª
	Inserir lixeira para resíduos de madeira	Não	4	4	3	11	4ª
	Monitorar a concentração de fumos metálicos no ambiente de trabalho	Não	3	2	2	7	8ª
	Realizar exaustão global ou pontual e tratamento de fumos metálicos	Não	3	3	2	7	8ª
	Disponibilizar e cobrar o uso de EPIs específicos para proteção contra fumos metálicos para todos os funcionários	Sim	5	5	5	15	1ª
	Destinar óleos usados corretamente	Sim	5	5	5	15	1ª
Gerais à organização	Confeccionar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Sim	5	5	5	15	1ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Gerais à organização	Aplicar o conceito de logística reversa para os resíduos aplicáveis	Sim	5	5	5	15	1ª
	Confeccionar e manter inventário de resíduos sólidos	Sim	5	5	5	15	1ª
	Manter controles ambientais e condicionantes de Licença Ambiental de Operação operando da melhor forma possível	Sim	5	5	5	15	1ª
	Confeccionar Instruções de Trabalho que condizem com o processo e sua melhor forma de ser realizada	Não	4	4	3	11	4ª
	Correta disposição de resíduos com potencial de reciclagem	Não	4	4	4	12	3ª
	Correta disposição de resíduos perigosos	Sim	5	5	5	15	1ª
	Utilizar depósito temporário de resíduos conforme legislação vigente (Central de Resíduos)	Sim	5	5	5	15	1ª
	Criar sistema em que o colaborador retira EPIs e estopas novas quando da devolução dos usados	Não	2	2	3	7	8ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Gerais à organização	Desenvolvimento de indicadores de desempenho externos	Não	2	2	3	7	8ª
	Desenvolvimento de indicadores de desempenho operacional	Não	3	3	3	9	6ª
	Integração de indicadores de desempenho	Não	4	3	3	10	5ª
	Realizar estudo de viabilidade de mudança de tecnologia de pintura, de acordo com líderes de mercado	Não	2	3	3	8	7ª
	Realizar continuamente ações de <i>benchmarking</i> buscando inovações para o setor e competitividade frente aos concorrentes	Não	2	3	3	8	7ª
	Reduzir estoque de peças pré-montadas e pintadas, que sofrem de intemperes e necessitam de processos seguintes de correção	Não	4	4	4	12	3ª
	Não realizar processos de jateamento, preparação e pintura de peças pré-montadas sem todos os processos de soldagem terem sido realizados	Não	4	4	4	12	3ª
	Estudo de melhor <i>layout</i> e fluxo de produção de acordo com as instalações da empresa	Não	4	4	4	12	3ª

Setor	Oportunidade de melhoria	Obrigatoriedade legal?	G	U	T	Total	Priorização
Gerais à organização	Estudo da possibilidade de mudança de tecnologia para outras mais eficientes e/ou menos poluentes	Não	2	3	3	8	7 ^a
	Manutenção de registros de manutenção preventiva de equipamentos	Não	2	2	2	6	9 ^a
	Estruturação e manutenção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)	Não	5	4	4	13	2 ^a
	Confeccionar e manter registros de tipos, quantidades, destino e empresa responsável com respectiva LAO, de resíduos sólidos	Sim	5	5	5	15	1 ^a
	Criação e manutenção de alguns requisitos da Norma ISO 14001, tais como Política Ambiental, Objetivos, Metas e Programas, Controle Operacional e Monitoramento e Medição	Não	4	3	3	10	5 ^a

Fonte: do autor.

6 CONCLUSÃO

A metodologia de análise e melhoria de processos aplicada se mostrou bastante eficiente na identificação de oportunidades de melhoria ao longo do processo produtivo. A ferramenta englobou uma gama diversificada de aspectos, abordada de forma menos detalhada.

Para a obtenção de dados, a análise de melhoria de processos exige uma diversificada metodologia de coleta, realizadas através de visita *in loco*, entrevistas, *check-lists* e análise de documentos e especificações técnicas de processos e produtos, o que a torna bastante completa.

Sugere-se o aperfeiçoamento da metodologia, principalmente no que tange questões de detalhamento das áreas abordadas, para que as oportunidades de melhorias possam ser menos abrangentes e mais pontuais. Além disso, essa ferramenta deve ser utilizada de forma integrada entre os diversos setores de planejamento de uma empresa. Estudos de viabilidade de mudanças na forma de produção e matérias-primas utilizadas devem ser estudados por departamentos responsáveis pela engenharia de processo, de produto e de qualidade. O ideal, também, é que essa metodologia, quando da sua aplicação, seja realizada por equipe multidisciplinar, evitando a visão de apenas uma pessoa, que pode fazer com que as oportunidades de melhoria levantadas sejam mais detalhadas em determinado aspecto e pouco diagnosticadas em outro.

A falta de instrumentos de medição e controle foi um grande obstáculo na obtenção de resultados mensuráveis. Para o uso desta metodologia de melhoria de processos e seu bom aproveitamento, é essencial a disponibilidade destes instrumentos, tornando a metodologia qualitativo.

A principal dificuldade encontrada para se proceder na análise do processo foi conciliar o PCP (Planejamento de Controle da Produção) com o processo produtivo, ou seja, saber o momento exato que iria ser produzido o modelo em estudo.

Assim, a aplicação desta metodologia para a análise de implementos rodoviários mostrou-se bastante complexa de ser aplicada. A produção destes implementos é bastante dinâmica devido à quantidade de subprodutos e tipos de implementos produzidos. Além disso, implementos da “linha leve” possuem, quase sempre, diferenças nos projetos, por especificações de clientes, o que torna a

produção bastante flexível. Desta forma, a metodologia utilizada é mais recomendada para processos que possuam produção mais padronizada, ou ainda quando se analisam todos os processos existentes em uma organização, sem distinção de partes.

Outro ponto a ser levantado acerca da metodologia utilizada é a limitação dela no que se refere a mudanças na organização. Devido à disponibilidade de tempo para a aplicação, tornou-se limitada por não evidenciar as causas dos problemas identificados e tampouco de soluções aplicáveis. Assim sendo, propõe-se à empresa a continuidade da metodologia abordada pela Nota de Instrução do Ministério da Defesa, para Análise e Melhoria de Processos (200-). Propõe-se, também, que seja aplicada nas demais unidades produtivas do grupo.

Embora a metodologia ser complexa, foi possível atingir os objetivos propostos através com os *ckecklists*, diagnóstico dos processos, avaliação das condicionantes da LAO, detalhamento do fluxograma, levantamento e priorização das oportunidades de melhorias.

A empresa em estudo possui alguns indicadores operacionais e de desempenho, porém os setores são desintegrados. Dessa forma, o estabelecimento de indicadores apropriados de forma integrada com o estabelecimento de objetivos e metas é essencial na medição das melhorias dos processos.

Visando estabelecer objetivos e metas para a melhoria dos processos e da redução da poluição, propõe-se o estabelecimento de algumas diretrizes da norma ABNT NBR ISO 14001:2004, mesmo que a empresa não possua interesse na certificação ambiental, tais como objetivos, metas e programas, avaliação de requisitos legais, medição e monitoramento.

Foi possível apontar oportunidades de melhoria em todos os aspectos analisados, sendo os que mais se destacaram e com melhor aplicabilidade os treinamentos dos colaboradores, o melhor aproveitamento de matérias-primas/insumos, além do aperfeiçoamento do deficiente gerenciamento de resíduos sólidos.

O ideal, é que as melhorias a serem aplicadas sempre sejam observadas como prioridade quando embasadas em legislações, observando os prazos para aplicação e visando seu atendimento completo evitando, assim, quaisquer problemas com o poder público, como interdições, paralizações, multas e processos. Quando não identificadas oportunidades de melhoria com obrigatoriedade legal,

sugere-se que se dê início a identificação das causas dos problemas, a fim de identificar como e onde agir e assim, sucessivamente, resolver deficiências nos processos.

É essencial que além das legislações aplicáveis, dê-se prioridade, também, aos controles ambientais e condicionantes específicas determinadas na Licença Ambiental de Operação (LAO). É essencial que a empresa busque atender perfeitamente a todos os requisitos indicados, que não são atendidos em sua totalidade. Dessa forma, concomitante às melhorias embasadas em legislações, recomenda-se a aplicação de oportunidades de melhoria expressas neste documento.

REFERÊNCIAS

- ANSCHAU, Léo Diel. **Análise de Fumos de Soldagem, Sistemas de Proteção e Desenvolvimento de Protótipo para Estudo da Emissão de Fumos de Soldagem Para Processo MIG/MAG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). UNIJUÍ. 2010. 52 p. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/655/AN%C3%81LISE%20DE%20FUMOS%20DE%20SODAGEM,%20SISTEMAS%20DE%20PROTE%C3%87%C3%83O%20E%20DESENVOL.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 set. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de Interiores – Procedimento. Rio de Janeiro: 1992. 13p.
- _____. **NBR ISO 9004**: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização - Uma abordagem da gestão da qualidade. Rio de Janeiro: 2009. 47p.
- _____. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro: 1992. 14p.
- _____. **NBR ISO 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004. 71p.
- _____. **NBR ISO 14001**: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: 2004. 27p.
- _____. **NBR ISO 14031**: Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental. Rio de Janeiro, 2004. 38p.
- BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p. ISBN 8536300027.
- BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudanças da agenda 21. 3ª ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 2000. 156p. ISBN 8532618197.
- BRAGA, Benedito *et.al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 318p. ISBN 978-85-7605-041-4.
- BRASIL, Anna Maria; SANTOS, Fátima. **Equilíbrio ambiental e Resíduos na sociedade moderna**. 3ª ed. São Paulo: Faarte, 2007. 255p. ISBN 978-85-98847-06-1.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 27 set. 2012.

_____. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

_____. **Indicadores de Desempenho**: Sistema de Medição de Desempenho Organizacional (Nota de Instrução) – Programa de Excelência Gerencial, DF: 200-. Disponível em: <<http://www.consulting.com.br/edsonalmeidajunior/admin/downloads/indicadoresdedesempenho.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2012.

_____. Ministério da Defesa. **Análise e Melhoria de Processos** (Nota de Instrução) – Programa de Excelência Gerencial. Brasília, DF: 200-. Disponível em: <http://www.deceex.ensino.eb.br/pdfs_/analise1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 313, de 29 de outubro 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 22 de novembro de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 - NR-9. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (alterada pela Portaria SSST nº 25, de 29 de dezembro de 1994). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 06 de julho de 1978. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/15.htm>>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 - NR-15. Atividades e Operações Insalubres. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 06 de julho de 1978. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/15.htm>>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 - NR-17. Ergonomia (alterada pela Portaria MTPS nº 3.751, de 23 de novembro de 1990). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 06 de julho de 1978. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/17.htm>>. Acesso em: 20 set. 2012.

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. 2ª ed. São Paulo: Humanitas Editora/FFLCH/USP, 1998. 345p. ISBN 85-86087-24-6.

CANÊDO, Letícia Bicalho. **A revolução industrial**. 23ª ed. São Paulo: Atual, 2009. 92 p. ISBN 9788570565280.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução: Luciana Oliveira da Rocha. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248p. ISBN 978-85-363-0892-0.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2007. 196p. ISBN 978-85-224-4269-0.

EPELBAUM, Michel. Sistemas de Gestão Ambiental. In: VILELA JÚNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora Senac, 2006. p.115-148.

GASI, Tânia Mara Tavares; FERREIRA, Edson. Produção Mais Limpa. In: VILELA JÚNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora Senac, 2006. p.41-84.

GASPAR, Maiara da Conceição. **O uso de indicadores ambientais como ferramenta de gestão em empresas certificadas na ISO 14001 no Estado de Santa Catarina**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental). UNESC. 2007. 98p.

GOUNET, Thomas. **Fordismo e Toyotismo na civilização do automóvel**. Tradução: Bernardo Joffily e Adir Aparecida Juliano. São Paulo: Boitempo, 1999. 117p. ISBN 85-85934-44-1.

HARRISON, R. M. *et.al.* **Understanding Our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution**. 3ª ed. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 1999. 485p. ISBN 0-85404-584-8.

LEIBFRIED, Kathleen H. J.; MCNAIR, C.J. **Benchmarking: uma ferramenta para a Melhoria Contínua**. Tradução: Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 312p. ISBN 85-7001-855-X

MATHEUS, Bruna; DAHER, Maria José E. Risco Químico Relacionado aos Fumos de Solda e Poeira Metálica. **Revista Rede de Cuidados em Saúde**. Rio de Janeiro, RJ, ano 3, vol. 3, nº 3. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/rcs/article/viewFile/509/568>>. Acesso em: 23 set. 2012.

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14000)**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001. 286p.

NAIME, Roberto. **Gestão de Resíduos Sólidos: uma abordagem prática**. Novo Hamburgo: Feevale, 2005. 136p. ISBN 85-86661-79-1.

NASCIMENTO, Luiz Felipe (Org.). **Gestão Ambiental e a Sustentabilidade**. Sistema Universidade Aberta do Brasil. 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/16757129/Gestao-Ambiental-e-Sustentabilidade> >. Acesso em: 12 set. 2012.

NASCIMENTO, Luiz Felipe; LEMOS, Ângela Denise da Cunha; MELLO, Maria Celina Abreu de. **Gestão Socioambiental Estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p. ISBN 978-85-7780-104-6.

NEDERMAN. **Riscos e Soluções para os fumos de solda**. 200-. Disponível em: <<http://www.nederman.com.br/pdf/MANUALSAUDESOLDADORES1.pdf> >. Acesso em: 6 set. 2012.

ODDONE, Ivar. **Ambiente de trabalho: a luta dos trabalhadores pela saúde**. São Paulo: Hucitec, 1986. 133p. ISBN 85-271-0002-9

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. Tradução: Roberto Galman. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. 431p. ISBN 978-85-8791-838-3.

ROCHA, Paulo Sérgio Sanches. **Gestão de Processos: Programa Parceiros para a Excelência – PAEX**. São Paulo: Fundação Dom Cabral, 2000. 107p.

SENAI-RS. **Implementação de Programas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003. 42p. il. Disponível em: <http://wwwapp.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf >. Acesso em: 17 set. 2012.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - SESI. DEPARTAMENTO NACIONAL. **Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais**: manual SESI. Brasília: SESI/DN, 2007. ISBN 978-85-7710-086-6. Disponível em: <http://www.cpn-nr18.com.br/uploads/documentos-gerais/tcnicas_de_avaliao_de_agentes_ambientais_.pdf>. Acesso em: 17 set. 2012.

TIBOR, Tom; FELDMAN, Ira. **ISO 14000: Um guia para as novas normas de gestão ambiental**. São Paulo: Futura, 1996. 302p. ISBN 85-86082-17-1

VALLE, Cyro Eyer do. **Implantação de Indústrias**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 354p.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO 14001**. 4ª ed. São Paulo: SENAC, 2002. 199p. ISBN 85-7359-284-2.

WAINER, Emilio; BRANDI, Sérgio Duarte; MELLO, Fábio Décourt Homem de. **Soldagem: processos e metalurgia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 494p. ISBN 8521202385

WALLACE, Thomas F. **Estratégia voltada para o cliente:** vencendo através da excelência operacional. Tradução: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 285p. ISBN 85-7001-844-4.

WELLINGTON, Patricia. **Estratégias *kaizen* para atendimento ao Cliente:** como criar um poderoso programa de atendimento ao cliente e fazê-lo funcionar. Tradução (coord.): Claudiney Fullmann. São Paulo: Educator, 1998. 235p. ISBN 85-86586-11-0.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANILHA-BASE PARA ANÁLISE DE PROCESSO

Análise de Processo: Caçamba Padrão Cilindro Frontal	Etapa do Processo			
	Descrição			
	Clientes Internos			
	Matérias-primas e Insumos	Tipos.		
		São Inspeccionadas?		
		O quê é Inspeccionado?		
	Processo	É necessário? Por quê?		
		A maneira como é realizada é a mais adequada?		
		O quê deve ser modificado?		
		Tempo envolvido no processo		
		Pode ser feito em tempo menor? Como?		
	Colaboradores	São Suficientes?		
		São treinados adequadamente?		
	Ambiente de Trabalho	Ventilação		
		Iluminação		
		Ruído		
		Organização		
		Limpeza		
		Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos		
	Indicadores	Existentes		
		Deveriam Existir		
	Saídas	Produtos/Serviços		
		É inspeccionado?		
		O que é Inspeccionado?		
		Resíduos Sólidos gerados		
		Efluentes líquidos gerados		
		Emissões atmosféricas geradas		
Oportunidades de Melhoria				

APÊNDICE C – CHECK-LIST DE AVALIAÇÃO DE AMBIENTE DE TRABALHO

Check-list - Avaliação de Ambiente de Trabalho	
Empresa:	
Avaliador:	Data:

Processo		Descrição e Observações
Organização	<input type="checkbox"/> Organizado <input type="checkbox"/> Levemente desorganizado <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Muito desorganizado <input type="checkbox"/> Completamente desorganizado	
Limpeza	<input type="checkbox"/> Limpo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Sujo	
Coleta Seletiva	<input type="checkbox"/> Funciona perfeitamente <input type="checkbox"/> Precisa de pequenas melhorias <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Precisa de muitas melhorias <input type="checkbox"/> Péssima <input type="checkbox"/> Não existe	
Ventilação	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Mecânica Insufladora <input type="checkbox"/> Mecânica Exaustora	
Iluminação	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Inadequada	
Ruído	<input type="checkbox"/> Utilização de EPIs <input type="checkbox"/> Sem proteção individual	

**APÊNDICE D – CHECK-LIST DE ENTREVISTA COM COLABORADORES
ENVOLVIDOS EM CADA PROCESSO**

Check-list - Entrevista com colaboradores	
Empresa:	
Entrevistador:	Data:

Processo	
Quantos funcionários fazem parte do processo?	
Possuem alguma dificuldade em realizar as atividades?	
Possuem acesso fácil às Instruções de Trabalho (ITs)?	
É feito monitoramento de algum indicador de desempenho?	
É feita alguma inspeção de matéria-prima ou produto final?	
Qual o tempo aproximado de realização do processo?	
A maneira como o processo é realizado é a mais correta?	
Alguma sugestão de melhoria para o processo?	