

Darciane Eliete Kerkhoff

Tecnologias Limpas.

Um estudo de caso em pintura no setor metal-mecânico

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Sulamita Nahas Baasch

FLORIANÓPOLIS

2002

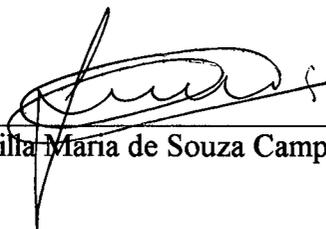
“TECNOLOGIAS LIMPAS. UM ESTUDO DE CASO EM PINTURA NO SETOR METAL-MECÂNICO”

DARCIANE ELIETE KERKHOFF

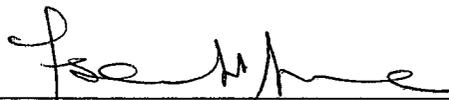
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL
na Área de Tecnologias de Saneamento Ambiental.

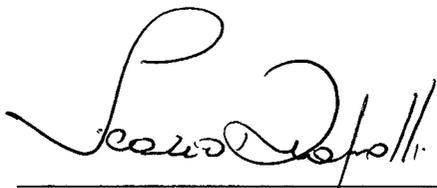
Aprovado por:



Lucilla Maria de Souza Campos, Dr.^a



Prof. Fernando Soares P. Sant'Anna, Dr.



Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
(Coordenador)



Prof.^a Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dr.^a
(Orientadora)

“Uma reconsideração fundamental da maneira como fazemos negócios e do modo como interagimos com o meio ambiente. Recomendo-o a todos os que estejam interessados numa administração ecologicamente correta.”

Paul Hawken, autor de Growing a Business

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento à minha família, em especial aos meus irmãos pelo apoio e carinho, ao meu namorado pelo incentivo dado nesta etapa.

Agradeço à AGCO do Brasil pela autorização da execução deste trabalho na empresa bem como aos profissionais da companhia que contribuíram muito para a realização deste.

A Professora Sandra Sulamita Nahas Baasch pela dedicação e ajuda neste momento.

Por fim, agradeço a Deus pelo força interior capaz de me manter serena em busca de meus objetivos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE GRÁFICOS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
1.1. ESCLARECIMENTOS, JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	5
1.2. OBJETIVO GERAL.....	5
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	6
2 A QUESTÃO AMBIENTAL.....	7
2.1 QUESTÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO EMPRESARIAL.....	7
2.2 TECNOLOGIA E O MEIO-AMBIENTE.....	10
2.2.1 Água e a Indústria.....	11
2.2.2 Energia e a Indústria.....	13
3 NOVAS DIMENSÕES NO SENTIDO DA AVALIAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS E PRODUTOS.....	15
3.1 TECNOLOGIAS LIMPAS APLICADAS A PROCESSOS PRODUTIVOS E PRODUTOS.....	15
3.1.1 Produção mais Limpa.....	18
3.1.1.1 Princípio da precaução.....	20

3.1.1.2 Princípio da prevenção.....	21
3.1.1.3 Princípio do controle democrático.....	21
3.1.1.4 Princípio da abordagem integrada e holística.....	21
3.1.1.5 A produção mais limpa como um fator de desenvolvimento sustentável.....	22
3.1.1.6 Contabilidade ambiental e produção mais limpa.....	23
3.1.2 Programas de Produção mais Limpa.....	25
3.1.2.1 Atribuições dos programas de produção mais limpa.....	27
3.1.3 Análise do Ciclo de Vida de um Produto.....	29
3.1.3.1 O conceito de ciclo de vida do produto.....	30
3.1.3.2 O uso da análise do ciclo de vida na indústria.....	30
3.2 CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS - CNTL.....	32
3.2.1 Contexto Histórico do CNTL.....	32
3.2.2 Projeto MMSUL.....	35
3.2.2.1 Contextualização do MMSUL.....	35
3.2.2.2 Resultados do projeto MMSUL.....	44
4. METODOLOGIA.....	47
4.1 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO: AGCO DO BRASIL.....	47
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1 O DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA AGCO DO BRASIL.....	54
5.1.1. Passos em Direção da Produção mais Limpa.....	55
5.1.2. O Processo de Pintura de Superfícies Metálicas.....	59
5.2. TINTA PÓ – AVANÇOS E IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO ALTERNATIVO.....	61
5.2.1. Coleta dos Dados.....	63
5.2.2. Análise Comparativa dos Resultados.....	65
5.3. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS.....	66
5.3.1. Formas de Tratamento da Corrosão.....	67
5.3.1.1. Processos de fosfatização.....	67
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES.....	80

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA PRIORIDADES PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	26
FIGURA 2 – GESTÃO CONVENCIONAL DE RESÍDUOS.....	28
FIGURA 3 - GESTÃO PROPOSTA PELA PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	29
FIGURA 4 - PLANTA INDUSTRIAL DA AGCO – UNIDADE DE COLHEITADEIRAS SANTA ROSA	48
FIGURA 5 – MODELOS DE COLHEITADEIRAS PRODUZIDAS NA UNIDADE SANTA ROSA	48
FIGURA 6 – COLHEITADEIRA PRODUZIDA PARA O MERCADO ARGENTINO.....	49
FIGURA 7 – EXEMPLO CABINE DE PINTURA.....	58
FIGURA 8 – INSTALAÇÕES COMPACTAS PINTURA TINTA PÓ	66
FIGURA 9 - SEQUÊNCIA TRATAMENTO SUPERFICIAL COM FOSFATO DE ZINCO.....	69
FIGURA 10 - TANQUES DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA.....	70
FIGURA 11 - ABASTECIMENTO TANQUE COM ÁGUA DA CHUVA.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO 1 – INOVAÇÕES EM PINTURA.....	37
GRAFICO 2 – EQUIPAMENTOS DE PINTURA.....	38
GRAFICO 3 – CONTROLE DE QUALIDADE DA PINTURA.....	38
GRAFICO 4 - MÉDIA PERCENTUAL DE EMPRESAS DOS TRÊS ESTADOS COM ALGUM TIPO DE CONTROLE AMBIENTAL	39
GRAFICO 5 - PERCENTUAL DE EMPRESAS QUE POSSUI CONTROLE TOXICOLÓGICO.....	39
GRAFICO 6 - TRATAMENTOS SUPERFICIAIS – TIPOS DE BANHO	40
GRAFICO 7 - NÍVEL DE AUTOMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE TRATAMENTO SUPERFICIAL.....	40
GRAFICO 8 - PERCENTUAL REFERENTE AOS DIVERSOS TIPOS DE MÉTODOS EMPREGADOS NO CONTROLE DE QUALIDADE DOS TRATAMENTOS SUPERFICIAIS.....	41
GRAFICO 9 - ORIGEM E TIPO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EMPREGADO POR EMPRESAS QUE POSSUEM ALGUM TIPO DE TRATAMENTO SUPERFICIAL	41
GRAFICO 10 - TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA.....	42
GRAFICO 11 - VAZÃO DE EFLUENTES DE EMPRESAS QUE POSSUEM TRATAMENTOS SUPERFICIAIS.....	42
GRAFICO 12 - QUANTIDADE EM QUILOGRAMAS DE LODO GERADO POR MÊS (A), PERCENTUAL DE EMPRESAS QUE FAZEM ANÁLISE QUÍMICA E SECAGEM COM FILTRO PRENSA OU OUTRO PROCESSO (B).....	43
GRAFICO 13 - EMPRESAS QUE POSSUEM CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA (A), PERCENTUAL POR ESTADO DE EMPRESAS QUE EMPREGAM ALGUM TIPO DE ENERGIA ALTERNATIVA (B)	44

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - LEVANTAMENTO DE CUSTOS COMPARATIVOS	64
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES	36
TABELA 2 - CERTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES	36

RESUMO

A tecnologia tem possibilitado às empresas oferecerem mais e mais soluções na forma de novos produtos/serviços, com conceitos avançados, num ritmo de inovações muito rápido, causando a obsolescência precoce dos produtos. A tecnologia também tem possibilitado às empresas a atualização de seus processos de fabricação de forma a atender às necessidades manifestadas nos mercados com preços competitivos. Observa-se por todos os lados manifestações sobre a importância de se proteger o meio ambiente de forma a assegurar que as futuras gerações possam viver num ambiente de melhor qualidade que este em que se vive atualmente. Um número cada vez maior de empresas hoje se envolve com ações de proteção ao meio ambiente, fabricando produtos de tecnologias limpas e procurando direcionar sua competitividade realçando suas ações ecologicamente corretas. Para que ocorram mudanças ambientais de longo prazo, é preciso introduzir valores ecológicos nos projetos e no desenvolvimento da produção. Se a empresa for suficientemente grande, há necessidade que cada responsável esteja comprometido com o impacto ambiental do seu produto ou processo. Uma forma de fomentar a inovação do projeto de produtos é um objetivo específico do serviço ou processo ao qual o produto vai ser destinado. Desenvolver produtos e processos ecologicamente corretos dentro das empresas requer esforços sistemáticos e cuidadosamente planejados e levados em função do discernimento comercial. Buscando participação neste processo, o presente trabalho busca analisar em um estudo de caso as formas adotadas para integrar o meio ambiente a uma atividade industrial, identificando tecnologias alternativas, a fim de obter um processo de produção mais limpa. Para concretização desta pesquisa, foi realizado um trabalho no setor metal-mecânico de uma empresa de colheitadeiras na cidade de Santa Rosa no RS. O trabalho consiste no levantamento e análise de dados que apontam alternativas de redução dos aspectos ambientais, maior eficiência e menor custo de produção tendo como base o Programa do Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

Palavras-chave

Tecnologias Limpas; Produção mais Limpa; Mudanças Ambientais; Inovações Tecnológicas

ABSTRACT

Technology has made it possible for companies to offer more and more solutions in the form of new products/services, with advanced concepts, at fast pace on innovations, causing premature obsolescence of the products. Technology has also provided companies with manufacturing process updating so that it meets market demands with competitive prices. On the other hand, expressions about the importance of protecting the environment can be seen everywhere. People today want to ensure that future generations will be able to live in a better quality environment than the one they live now. Currently, a growing number of companies is involved with protection actions towards the environment, manufacturing clean technology products and trying to give direction to its competitiveness, enhancing ecologically correct actions. In order to make long-term environmental changes, it is necessary to insert ecological values in the projects and in the development of the production. If a company is quite big, there is a need for commitment from each responsible person towards environmental impacts of their product or process. A way of producing innovation of the project of products is a specific objective of the service or process to which the product will be addressed. Developing ecologically correct products and processes inside companies demands systematic and carefully planned efforts, which should also consider commercial discernment. Searching for participation in this process, the present work intends to analyse in studies case to integrate the environment to the study of an industrial activity, identifying alternative technologies, which will obtain a cleaner production process. To produce this research, work was carried out in a metal-mechanic sector of a combine factory in Santa Rosa – RS. The work consists of selecting and analysing data which show alternatives for reduction of environmental aspects, better efficiency and production lower costs with base the Program about de Cleaner National Tecnology Center

Key-words: Clean Technologies; Cleaner Production; Environmental Changes; Technological Innovations.

1 INTRODUÇÃO

Em muitos países, as indústrias mais poluidoras – siderurgia e petrolífera – foram estimuladas a investir em tecnologias mais eficientes. Na Polônia, no ano de 1998, as emissões de gases e fumaças poluentes reduziram-se em 9,7%, enquanto que a economia se expandiu 6%. Estudos e projeções do Departamento de Energia dos Estados Unidos demonstram que a Europa Oriental, com a melhoria gradativa de tecnologias mais eficientes, deverá reduzir o nível de poluição para os índices registrados no ano de 1990. Por outro lado, o maior impulso do crescimento econômico tem ser originado em atividades praticamente não poluidoras – turismo, tecnologia de informação, Internet (Mansur, 1999).

A competitividade no mercado mundial tem despertado não apenas empresários e executivos para os problemas ambientais. Um contingente cada vez maior de pessoas de todas as origens também se volta para estes problemas. Em muitas comunidades, um número significativo de políticos começa a incluir em seus discursos temas sobre a proteção ambiental. Os empresários estão, em número crescente, percebendo a necessidade de investimentos orientados para novas tecnologias de obtenção de suas matérias-primas, novas tecnologias de fabricação

com processamento mais limpo, com menor necessidade de ações corretivas no final dos processos, ainda mais porque, em toda a cadeia de fornecimento, cada vez mais estão sendo exigidas certificações de qualificação, procedência, processo, entre outros.

As decisões gerenciais mais apreciadas atualmente são aquelas que levam em conta o bem-estar das gerações futuras. Ações importantes tem sido desencadeadas nas mais diversas partes do mundo, principalmente da parte dos empreendedores, daqueles que vislumbram fluxos crescentes de suas receitas com a utilização dos recursos tecnológicos não poluentes.

As relações comerciais entre as nações e o protecionismo político, que sempre caracterizaram as relações governo/empresa nos diferentes países, vem se distanciando da esfera política para o foco no consumidor, cujas ações tem influenciado os fornecedores e os cidadãos que investem nos mercados de ações. Tais investidores têm pressionado as respectivas diretorias, deslocando as decisões do plano financeiro/político para um conjunto de decisões mais estratégicas, formando assim uma orientação nas decisões de valor sobre a preferência a ser dada a fornecedores cujos processos produtivos não provoquem impactos no meio ambiente.

A tecnologia tem possibilitado grandes avanços na maneira das empresas modernizarem os seus processos de transformação em níveis de investimentos compatíveis com os custos aceitáveis para os retornos desejados. O desenvolvimento das comunicações também tem ajudado a conscientizar as populações sobre as questões ambientais e que as agressões à natureza não se restringem aos pátios industriais. As soluções adotadas no passado, de simples transferência das unidades industriais geradoras de poluição para os países em desenvolvimento, não faz mais sentido uma vez que as reações da natureza tem reflexos no âmbito do planeta. Questões como chuva ácida, poluição do ar, perdas da camada de ozônio e outros, afetam a todos e não somente àquelas localidades ou regiões que os causaram.

As empresas estão buscando novas tecnologias em todos os níveis da cadeia produtiva. As soluções mais criativas estão contemplando um conjunto de avanços tecnológicos que até pouco tempo eram considerados impossíveis. Os desafios tem sido propostos em nível mundial e as respostas, em forma de soluções, tem

surpreendido aos mais entusiastas defensores da natureza.

A geração de sobras e resíduos continua em crescimento e se torna cada vez mais emergencial assegurar o processamento sistêmico desses resíduos por processos de seleção, reciclagem ou depósito. Os custos decorrentes dessas ações precisam ser encarados e suportados pela própria sociedade como condição de manutenção das questões sociais, políticas e ambientais envolvidas.

Atualmente é unânime e crescente a preocupação com a necessidade de adequação da qualidade de vida e inclusão das limitações ambientais na concepção de desenvolvimento. Portanto são necessários trabalhos sistemáticos, voltados a prevenir geração de resíduos e disciplinar a utilização dos recursos naturais, incorporados ao dia-a-dia das empresas. Segundo Selig (1993), isto é conseguido através da atuação nos processos, que são os responsáveis diretos ou indiretos pelo sucesso de produto/serviço.

À medida que forem sendo obtidos êxitos com a melhoria do meio ambiente, ficará mais clara a necessidade de se desenvolver trabalhos baseados na criação de tecnologias mais efetivas de controle de poluição.

Considerando o desenvolvimento sustentável como a capacidade de satisfazer as necessidades de hoje sem prejudicar as necessidades das gerações futuras, pode-se afirmar que com a implantação de um sistema de gestão ambiental que direcione as ações em um processo de forma a disciplinar a utilização de recursos naturais, será possível atingir a sustentabilidade.

Este trabalho está voltado ao tratamento das questões ambientais na indústria no sentido de priorizar as ações destinadas a inibirem a geração de resíduos e a utilização descontrolada dos recursos naturais.

1.1. ESCLARECIMENTOS, JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DO TEMA

Os recursos naturais são limitados e suas utilizações estão a cada dia mais abrangentes. Como resultado, tem-se um desequilíbrio natural que culmina em um grande desperdício e em grandes quantidades de resíduos gerados.

Portanto, faz-se necessário analisar metodologias que direcionem a atenção das empresas para estas questões. Não será possível resolver todos os problemas ao mesmo tempo, mas o princípio de desenvolvimento sustentável de ser o limite deste comportamento. A solução vem de metodologias que priorizem e incorporem ações sistemáticas voltadas a melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações.

Neste trabalho, será apresentado um estudo de caso ao qual será analisado as formas adotadas para integrar o meio ambiente a uma atividade industrial, identificando as tecnologias alternativas, a fim de obter um processo de produção mais limpa.

1.2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é levantar e analisar dados que apontam alternativas de redução dos aspectos ambientais, maior eficiência e menor custo de produção.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- conhecer as principais questões envolvidas com o meio ambiente e as soluções para minimização da geração de resíduos;
- analisar a metodologia de tecnologia limpa baseada no Programa do Centro Nacional de Tecnologias Limpas que estudou o assunto;
- propor análise da metodologia adotada para o estudo de caso através de uma relação de diretrizes significativas para sua implantação;
- mostrar exemplos de aplicação do programa proposto numa empresa.

1.4. ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O estudo é distribuído sistematicamente nas seguintes etapas:

As considerações iniciais, juntamente com os objetivos, são demonstradas no capítulo 1.

No capítulo 2, apresenta-se a pesquisa envolvendo a questão ambiental no âmbito empresarial, a tecnologia e o meio ambiente e a relação da energia e água com a indústria.

No capítulo 3, mostra-se de forma sucinta, como poderei aplicar o conceito de tecnologia limpa nos processos produtivos e nos produtos. Neste capítulo foram tratados os conceitos e programas de produção mais limpa, análise do ciclo de vida de um produto. Apresentou-se o Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL.

O capítulo 4 é composto do estudo da metodologia, modelada no processo produtivo do setor de pintura de uma empresa metal-mecânica.

No capítulo 5, são apresentados, a metodologia desenvolvida, sua aplicação na empresa em estudo e os resultados obtidos.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 A QUESTÃO AMBIENTAL

2.1 QUESTÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO EMPRESARIAL

Nunca se falou tanto em preservação do meio ambiente como nos dias de hoje. A evolução do homem, em busca de seu bem estar, teve um preço que já começamos a pagar: a degradação do meio ambiente e as mais variadas conseqüências, não somente para o homem, mas para todos os seres vivos do planeta.

Assim criam-se leis e “regras” para que não se destrua ainda mais o planeta. A série ISO 14000, as leis ambientais e outros recursos são utilizados para, de um lado, inibir a devastação e, de outro, “premiar” os que cuidam do meio ambiente.

Apenas no ano de 1999 o número de empresas brasileiras com sistema de gestão ambiental certificado aumentou em 87,5%, demonstrando que o tema passou definitivamente a assumir papel estratégico no mundo dos negócios, em substituição a uma postura de “socialização” dos custos ambientais.

A aceitação da responsabilidade ambiental pressupõe então uma tomada de consciência, por parte da organização, de seu verdadeiro papel. Uma empresa existe e se mantém viva enquanto estiver atendendo a uma demanda da sociedade. Se a demanda cessar, ou se não for atendida pela empresa, esta perde a sua razão de

existir.

As necessidades quanto a produtos e serviços parecem ser mais explícitas, porém a crescente preocupação com a preservação ambiental, por parte do consumidor, nem sempre é percebida ou considerada. Se a conscientização em nosso País não é das melhores, sua evolução é inequívoca e irreversível, em decorrência do desenvolvimento da legislação brasileira, do apoio da mídia e do papel exercido por Organizações Não-Governamentais (ONGs).

De maneira ou de outra, com ou sem consciência da responsabilidade social, por parte da empresa, a busca de adequação aos requisitos legais e à certificação ISO 14000 parece demonstrar uma clara tendência à mudança de postura em relação aos custos ambientais, antes considerados incompatíveis com a necessidade de sobrevivência econômica.

A relação entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico deixou de ser vista como conflitante para ser considerada como uma parceria, no qual juntamente com o crescimento econômico deve-se perseguir a conservação dos recursos naturais. De acordo com Campos (1996), o ponto-focal da questão reside na necessidade de uma coexistência harmoniosa entre a boa qualidade do meio ambiente e a geração de riqueza, encaradas como variáveis independentes.

Os temas ambientais transformaram-se em um ponto crítico para os negócios, especialmente para as indústrias. Operar com os regulamentos ambientais, arcar com responsabilidade financeira por danos ambientais, melhorar a imagem e ganhar mercados em associação com uma nova ética social exigida pelos consumidores, minimizar barreiras comerciais não-tarifárias no mercado internacional, são algumas questões ambientais enfrentadas pelas indústrias, com implicações no projeto de produtos, nas tecnologias dos processos e procedimentos gerenciais. A boa imagem da organização no contexto da crescente globalização dos mercados passou a ser fator estratégico de competitividade, tornando fundamental para as empresas agregar ao sistema de gerenciamento a gestão do meio ambiente.

Assim, no contexto globalizado e altamente competitivo da atualidade, torna-se imperativa a necessidade de inovar, levando-se também em consideração os aspectos

ambientais envolvidos. Dessa maneira, lançar no mercado um novo produto, instalar em uma empresa um novo processo ou criar uma nova componente industrial faz com que seja necessária, cada vez mais, uma avaliação e atualização dos impactos ambientais associados, muitas vezes alcançado com a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental.

A polêmica “lei de crimes ambientais” colocou definitivamente em destaque essas questões, pois estabelece a responsabilidade da pessoa jurídica, inclusive penal, chegando à possibilidade da liquidação da empresa, em certos casos, e à transferência de seu Patrimônio para o Patrimônio Penitenciário Nacional. Nenhuma lei ambiental mereceu tanta atenção no mundo dos negócios.

Enquanto algumas empresas se perguntam quanto custa implantar um sistema de gestão ambiental, outras chegam à conclusão de que fica muito mais caro não ter o sistema, face aos diversos riscos a que estão sujeitas, como acidentes ambientais, multas, processos na justiça, custos de remediação de passivos, danos à imagem, barreiras à exportação de seus produtos, perda de competitividade, entre outros. E com certeza a visibilidade de um certificado perante as exigências de certos mercados influenciam fortemente a decisão de muitas organizações.

Com base em percepção apenas empírica, os principais motivos para uma empresa decidir a implantar um sistema de gestão ambiental seriam segundo Wiemes (1999):

- barreiras à exportação;
- pressão por parte de um cliente significativo;
- pressão por parte da matriz;
- pressão da concorrência;
- percepção de riscos.

A maior motivação, portanto, não tem fundamento intrínseco. Não se baseia nos benefícios que o SGA possa trazer para dentro da empresa, para melhoria de seu sistema produtivo ou para redução de custos. A demanda do sistema de gestão ambiental, ao que tudo indica, depende de exigências externas à empresa.

O principal benefício da certificação, percebido pelas empresas, é tornar sua imagem mais atraente para o mercado. Muitos outros benefícios, entretanto, deveriam ser percebidos, tais como:

- melhoria do desempenho ambiental associada à redução de custos (poluição é perda de matéria e energia);
- manutenção ou aumento da atração de capital (acionistas em geral não se arriscam a investir em empresas poluidoras);
- prevenção de riscos e possibilidade de reduzir custos de seguro;
- evidência da responsabilidade da empresa para com a sociedade;
- boa reputação junto aos órgãos ambientais, à comunidade e ONGs;
- possibilidade de obter financiamentos com taxas reduzidas;
- homogeneização da forma de gerenciamento ambiental em toda a empresa, especialmente quando suas unidades acham-se dispersas geograficamente;
- benefícios intangíveis, como melhoria do gerenciamento, em função da cultura sistêmica, da padronização dos procedimentos, treinamento e capacitação de pessoal, rastreabilidade de informações técnicas, entre outras.

Assim, a questão ambiental no âmbito empresarial cresceu nos últimos anos em função das ameaças globais em relação ao meio ambiente. Juntamente com a questão ambiental cresceu também, a necessidade da interação da tecnologia com o meio ambiente na preservação ambiental para as gerações futuras.

2.2 TECNOLOGIA E O MEIO-AMBIENTE

No decorrer dos últimos anos cresceram drasticamente as ameaças globais em relação ao meio ambiente, juntamente cresceu a conscientização da sociedade sobre a necessidade da preservação ambiental para as gerações futuras. Tradicionalmente a questão ambiental está ligada com a interação entre os interesses e caminhos da indústria e sociedade com o sistema ambiental.

A questão ambiental, traçando um histórico, mostra que a preocupação ambiental para o ser humano é anterior a Era Industrial. A questão ambiental também está ligada ao aspecto social e econômico. Com a questão ambiental, surge também o chamado "stress ambiental". Os fatores mais comuns que contribuem para o stress ambiental são o uso dos recursos naturais; como pôr exemplo; o uso da água, da energia e a emissão de resíduos sólidos. Em função, do uso da água e energia durante as operações industriais, mostrou-se necessário realizar um levantamento da situação, que o uso da água e da energia está refletindo no meio ambiente.

Assim, todo o produto ou atividade de uma organização, provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome, ou devido ao uso ou disposição final.

2.2.1 Água e a Indústria

Conforme apresentado por Berlato (2002), "a torneira do mundo vai secar no século 21". A advertência feita na Conferência do Cairo, em 1994, sobre População e Desenvolvimento, pode até nem se confirmar, mas já integra as preocupações de boa parte do planeta que começa a se prevenir contra o risco de escassez da água. Esta, um dos recursos naturais ilusoriamente mais abundantes no mundo e no Brasil e, ao mesmo tempo, mais disputados pelas nações desenvolvidas.

Embora as águas cubram mais de três quartos da superfície da terra, menos de 3% são próprias para o consumo. O quadro torna-se ainda mais sombrio quando se sabe que, desse percentual de águas doces, 77% estão congeladas nos círculos polares, 22% são subterrâneas e apenas 1% está absolutamente disponível nos rios, lagos, represas e açudes.

A Organização das Nações Unidas (ONU), em seu relatório anual de população para 2001, alertou para o esgotamento da água doce, considerando o seu acelerado e crescente consumo. A população mundial ao mesmo tempo que amplia suas necessidades de consumo, reduz a disponibilidade desperdiçando ou poluindo as fontes (nos países em desenvolvimento, até 95% dos esgotos e 70% dos rejeitos industriais são despejados em cursos d'água sem tratamento).

O relatório da ONU faz previsões alarmantes como a de que 45% da população mundial, em 2050 – que somará 10,5 bilhões de habitantes –, estará vivendo em países que não poderão garantir a cota mínima de 50 litros/dia por pessoa. O Japão já importa água potável da Coreia do Sul, e o Canadá, com 3% das reservas mundiais, proíbe a exportação por se considerar fiel depositário perante as futuras gerações. Enquanto isso, em alguns países, as taxas de uso da água já são insustentáveis. Em cidades da China, da América Latina e da Ásia, os níveis dos reservatórios caem mais de um metro por ano, sendo que 1,1 bilhão de pessoas no mundo não tem mais acesso a águas limpas.

As propostas para recuperação dos recursos hídricos mundiais passam pela gestão integrada de bacias fluviais, pelo compromisso dos governos na restauração dos ecossistemas de áreas úmidas e chegam à promoção do uso sustentável da água.

No Brasil, dono de 46% do potencial de água doce do mundo, o problema não é muito diferente. De dimensões continentais, o país enfrenta variadas situações. Na Região Norte os recursos abundantes da Amazônia estão geograficamente muito longe das verdadeiras necessidades. O mau uso pressiona as reservas. Há crescente contaminação por agrotóxicos, mercúrio dos garimpos e lixo. O desperdício chega a 40% na rede pública. Paradoxalmente, o Brasil conta com a maior bacia fluvial do mundo (Rio Amazonas e seus tributários, somando 7 milhões de quilômetros, além do Rio Paraná, com mais 4,3 milhões de quilômetros quadrados) e convive com seca no Nordeste, desertificação no Sul e falta d'água em São Paulo.

A propósito, a maior cidade brasileira resume o problema. Ainda que receba um bom volume de chuvas e conte com muitos rios, São Paulo vive na iminência do racionamento porque a demanda cresce geometricamente, tendo passado, em 1989, de 290 mil litros por segundo para 500 mil em 1996 e deverá chegar a 880 mil em 2010. Em São Paulo, a irrigação agrícola gasta 43% da água disponível, a indústria usa 32% e a população urbana consome 25%.

Durante o XI Congresso Nacional e Drenagem realizado em Fortaleza, em agosto de 2001, o coordenador do evento disse, que atualmente a eficiência média da irrigação é de 60%. Se fosse elevada para 65%, a economia seria da ordem de 2

bilhões de metros cúbicos de água, volume suficiente para abastecer uma cidade como Belo Horizonte.

O estudo dividiu o planeta em quatro grupos. A primeira categoria é a das que já enfrentam falta de água. Este grupo de 1 bilhão de habitantes envolve 17 países do Oriente Médio, sul da África, regiões secas da Índia e China. O segundo grupo é o dos que têm recursos potencialmente suficientes e com esforços redobrados poderão acessar os mananciais. São 24 nações da África que somam 348 milhões de pessoas. Já as categorias três e quatro incluem a América do Norte e a Europa, com reservas que permitem uma certa tranquilidade no abastecimento.

A saída indicada para o reabastecimento seria a retirada de mais água na estação úmida para garantir o período de estiagem. Outro caminho sugerido foi o aumento do plantio de arroz na estação chuvosa. Pesquisadores apontam, também, a urgência em preservar a água subterrânea, assunto que tem ocupado pouco tempo dos engenheiros e planejadores de políticas públicas.

2.2.2 Energia e a Indústria

Podemos ter como ponto de partida o reconhecimento de que os problemas ecológicos do mundo como todos os outros grandes problemas do nosso tempo, não podem ser entendidos isoladamente. São problemas sistêmicos – interligados e interdependentes e sua compreensão e solução requerem um novo tipo de pensamento sistêmico ou ecológico. Ademais, esse novo pensamento precisa ser acompanhado de uma mudança de valores, passando da expansão para a conservação, da quantidade para a qualidade, da dominação para a parceria (Callenbach, 1993).

O pensamento sistêmico envolve uma mudança de percepção dos objetos para as relações, das estruturas para os processos, dos elementos de construção para os princípios de organização. Os sistemas vivos são todos integrados, inseridos em conjuntos maiores, dos quais dependem. A natureza de todo o sistema vivo deriva das relações entre suas partes componentes e das relações do sistema todo com seu ambiente. O sistema como indústria gera atividades econômicas. Todas as atividades

econômicas causam impacto sobre a sociedade e o meio ambiente, e, portanto, geram custos sociais e ecológicos (Callenbach, 1993).

Nestes custos, segundo Callenbach (1993) estão inseridos os custos da energia, que podem afetar decisivamente a competitividade. Examinar a forma de como se administra a energia, pode, às vezes, gerar idéias novas para otimizar o processo de manufatura e até em possíveis formas de minimizá-los como:

- incorporar equipes de energia na estrutura da empresa;
- adquirir informações sobre energia;
- implementar medidas de energia a curto prazo;
- implementar medidas de conservação de longo prazo;
- divulgar os resultados e progressos.

Indústrias usam quantidades significativas de energia e, em conseqüência, contribuem significativamente com a energia aliada aos problemas ambientais. Nos Estados Unidos, por exemplo, atividades manufatureiras contabilizam em torno de 30% de toda a energia consumida e muita dessa energia é empregada ineficientemente. Corporações individuais dentro de uma mesma indústria variam em intensidade de energia. Em geral, inúmeras indústrias, com muitas matérias-primas de diferentes materiais utilizados na fabricação de produtos finais ou produtos intermediários tem elevada intensidade de energia.

3 NOVAS DIMENSÕES NO SENTIDO DA AVALIAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS E PRODUTOS

3.1 TECNOLOGIAS LIMPAS APLICADAS A PROCESSOS PRODUTIVOS E PRODUTOS

Ecologia industrial envolve processos e produtos, e a diferenciação entre os dois é muito importante. Produtos são aqueles vendidos pela indústria. Processos são as técnicas utilizadas para a produção de produtos. Em muitos casos as pessoas que projetam os processos não são as mesmas que projetam os produtos. Em alguns casos a interação entre o “design” do processo com o interesse ambiental é diferente do que o “design” de produto. A interação da Ecologia Industrial é fortemente influenciada por dois grupos individuais de design, ambos precisam ser aplicadas na Ecologia Industrial para uma melhor eficiência (Callenbach, 1993).

Processos são tão gerais quanto os produtos, e o sucesso do design do processo é muito importante e muito significativo para toda a indústria. Em alguns casos, além disso, existem os grupos do processo, onde cada um deles depende do outro, estando interligados. Processos são caminhos no qual, o fornecimento de material de uma espécie ou outra é transformado em produtos intermediários.

Assim os processos são definidos através das quantidades de recursos sólidos, líquidos, gases e energia interna utilizados para a sua manufatura, e são responsáveis pelas quantidades de recursos sólidos, líquidos e gasosos que são deixados para trás. Um processo é completamente interado em uma indústria, a dificuldade e os custos usados para a produção, são considerados em último caso (Ishii, 1993).

Segundo Ishii (1993), o design relacionado com produtos, ao contrário, tem considerável flexibilidade quando preciso escolher os processos para seus produtos. Muitas vezes é possível, o uso de madeira, plástico ou metal para desenvolver o mesmo objetivo do design, e a decisão pode refletir no custo ou esteticamente nas propriedades dos materiais. Se o produto resultar em consequência do processo de montagem, ocorrendo com a transformação na fábrica como em um artigo de vestuário, um pequeno processo no sentido ocorre na produção dos materiais. Inversamente, a incorporação do produtor no ciclo de operação de materiais na produção de produtos intermediários, facilmente pode ser incorporada em muitas fases da Ecologia Industrial. Em qualquer caso, o design do produto precisa considerar a interação entre a indústria e o meio-ambiente que é a esfera central do design do processo: a escolha dos materiais, o acondicionamento dos produtos, os impactos ambientais durante o processo produtivo e a otimização da reciclagem dos produtos.

As diferenças entre processos e produtos levam a diferentes expectativas a respeito dos dois. Processos são dificilmente modificados; mas em raras ocasiões pode acontecer, quando o novo processo se mostra mais eficiente que o processo antigo. Designs de produtos, porém, muitas vezes pode ser usado combinado com a origem ou envolvido nos processos para design de produtos com a redução e integrado com a interação indústria – meio ambiente. Na situação ideal, processos e produtos são desenvolvidos e introduzidos juntamente e a oportunidade de integração é muito importante para a completa operação industrial. A ligação entre a pesquisa e o desenvolvimento promove concorrência da atividade entre o processo e o design do produto.

Os processos são técnicas utilizadas na produção de produtos. Segundo Callenbach (1993), alguns autores consideram que o processo está incluído num

sistema. Um sistema relacionado ao produto é uma coleção de operações que apresentam uma ou mais funções definidas. Este sistema pode ser subdividido em um conjunto de unidades de processo que inclui as atividades de uma operação simples ou um grupo de operações. O processo se inicia a partir do momento do recebimento das matérias-primas e em alguns casos de produtos intermediários. Na etapa seguinte ocorrem as transformações e operações e por último o processo termina em termos da destinação dos produtos intermediários ou finais. Alguns desses processos podem gerar mais do que um produto. Esses produtos são chamados de co-produtos. Quando um co-produto é utilizado para outros propósitos é chamado então de sub-produto. Os co-produtos podem ser divididos em produtos com valor econômico (sub-produtos úteis) e produtos sem valor econômico ou com valor econômico negativo (resíduos).

Em muitos casos são feitas melhorias no processo para minimizar a produção de produtos sem valor econômico, através da reestruturação do design do processo que pode ser: uma seleção de um novo equipamento que leve em conta o eficiente uso da água, energia, e matérias-primas, o uso sustentável dos recursos renováveis, a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente; uma nova tecnologia de processo que seria avaliada através do perfil ambiental de suas operações não-geradoras de energia, incluindo consumo de materiais e manutenção e matérias-primas que causem menos impacto ambiental ao produto final (deve ter preferências nas empresas ou organizações). Com essa incorporação pode-se conseguir a redução de custos, pois a prevenção da poluição estabelecida minimiza os poluentes – desperdícios do processo de produção - , racionaliza a alocação dos recursos naturais e humanos e conduz a empresa a uma conformidade à legislação com um custo menor.

Assim pode-se dizer que o projeto é a primeira fase do ciclo de vida de um produto, então há necessidade de fazer uma análise que ajudará na tomada de decisão. Por exemplo, no estabelecimento de prioridades ou durante o projeto de produtos e processos, podendo levar à conclusão de que a questão ambiental mais importante para uma determinada empresa pode estar relacionada ao uso de seu produto, e não às suas matérias-primas ou ao processo produtivo, ou seja, as

informações que serão coletadas (como: para que vou usá-lo, onde vou aplicá-lo, quais as propriedades que terá, o custo que terá e as suas atribuições) na análise e os resultados e interpretações podem ser úteis para as tomadas de decisões, na seleção de indicadores ambientais relevantes para a avaliação da performance de projetos ou reprojeto de produtos ou processos e/ou planejamento estratégico.

Estabelecida uma definição do produto ou da estrutura, deve-se pensar e analisar de “como” o produto será executado e utilizado, e por último, determinar se o produto será um sucesso ou um fracasso. O paradigma que considera isso é chamado de “Design para X” (DFX), onde X assume formas: montagem, conformidade, meio ambiente, fabricação, lógica e aplicação dos componentes, seqüência, resistência a impactos, segurança e prevenção e funcionalismo.

Tecnologia Limpa é uma aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo (CNTL, 2002). Esta abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para as empresas, mas toda a região que abrangem. Tecnologias ambientais convencionais trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões gerados em um processo produtivo. São as chamadas técnicas de fim-de-tubo. A produção mais Limpa pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade.

3.1.1 Produção mais Limpa

Até o momento, as tecnologias ambientais convencionais trabalharam principalmente no tratamento de resíduos e emissões existentes (exemplos: tecnologia de tratamento de emissões atmosféricas, tratamento de águas residuais, tratamento de lodo, incineração de resíduos, entre outras). Como esta abordagem estuda os resíduos no final do processo de produção, ela também é chamada técnica de fim-de-tubo. É

essencialmente caracterizada pelas despesas adicionais para a empresa e uma série de problemas (exemplos: produção de lodo de esgoto através do tratamento de águas residuais, produção de gesso na tubulação de gás, entre outros) (Schnitzer, 1998).

Algumas campanhas ambientalistas promovidas pela ONG *Greenpeace* na década de 80, procuravam despertar as autoridades e empresários para a necessidade de “uma mudança mais profunda na forma de produzir”, (Furtado, 2000). Assim, o conceito de produção mais limpa começou a ser incluído nas novas estratégias de administração industrial, ganhou dimensão com o programa de Produção mais Limpa criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, cujo conceito compreende aplicar uma estratégia ambiental nos processos e produtos da indústria, de forma sistêmica com o propósito de prevenir riscos ao meio ambiente e ao ser humano, minimizar o uso de matérias-primas, energia e geração de resíduos.

A produção mais limpa pretende integrar os objetivos ambientais ao processo de produção a fim de reduzir os resíduos e emissões em termos de quantidade e toxicidade e, desta maneira, reduzir os custos. Comparada à disposição através de serviços externos ou às tecnologias de fim-de-tubo ela apresenta as seguintes vantagens:

- produção mais limpa no sentido de reduzir a quantidade de materiais e energia usados apresenta essencialmente um potencial para soluções econômicas;
- devido a uma intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos e emissões geralmente induz ao processo a inovação dentro da empresa;
- a responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção como um todo; os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos pode ser minimizado;
- a minimização de resíduos e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento econômico sustentado.

Uma característica adicional da produção mais limpa é a idéia de considerar a empresa como um todo. Isto significa que matérias-primas, energia, produtos, resíduos

sólidos, emissões estão intimamente interligados com água, ar, solo via processo de produção – não obstante o fato de que as áreas de água, ar e solo serem legalmente independentes.

Assim, os sistemas de produção industrial requerem recursos como: materiais dos quais são feitos produtos, energia que é usada para transportar e processar materiais, como também água e ar. Os sistemas de produção atuais são lineares ou “do nascimento para a morte” e usam freqüentemente substâncias perigosas e recursos finitos em grandes quantidades e taxas muito rápidas.

A meta da produção mais limpa é a de preencher nossa necessidade por produtos de um modo sustentável isto é, usando materiais renováveis, não-perigosos e energia, eficazmente, conservando a biodiversidade. Sistemas de produção Limpa são circulares e usam menos materiais e menos água e energia. Recursos fluem pelo ciclo de produção-consumo a taxas mais lentas. Num primeiro instante, a abordagem de uma produção mais limpa questiona a grande necessidade pelo produto de que outra forma aquela necessidade poderia ser satisfeita ou reduzida.

Produção mais limpa implementa o quatro Princípios que são considerado como os elementos, segundo Hunt (1990).

3.1.1.1 Princípio da precaução

A obrigação de provar que uma substância ou atividade não causará nenhum prejuízo ao meio ambiente é do potencial poluidor (por exemplo, uma indústria). As comunidades não podem ser responsabilizadas por demonstrar que algum dano ambiental ou social será causado pela atividade industrial. Esta abordagem rejeita a avaliação quantitativa de risco ambiental na tomada de decisão e reconhece as limitações do conhecimento científico na determinação quanto à continuidade do uso de uma substância química ou de uma atividade industrial. Dessa forma, o princípio defende que a ciência é importante para esclarecer e gerar informações sobre os impactos ambientais de uma atividade industrial. Porém, as decisões públicas não devem envolver apenas cientistas, uma vez que as atividades industriais também representam impactos sociais, econômicos e culturais. O Princípio da Precaução, que

já esta presente na lei internacional e na constituição de diversos países, pressiona as autoridades responsáveis pela tomada de decisão a não esperar por evidências irrefutáveis quando há dano ambiental. Em contrapartida, devem basear-se na cautela e no benefício da dúvida para proteger o ambiente natural e a comunidade.

3.1.1.2 Princípio da prevenção

É mais barato e mais efetivo prevenir o dano ambiental do que tentar administrá-lo ou remediar a situação. A noção de prevenção da poluição substitui o já ultrapassado conceito de controle da poluição, exigindo mudanças nos processos e produtos de forma a evitar a geração de resíduos, especialmente os tóxicos. Este princípio demanda a prática do uso eficiente da energia bem como o uso de fontes alternativas menos poluentes (como energia solar e eólica) para substituir a excessiva ênfase no desenvolvimento e pesquisa de novas fontes de combustível fóssil.

3.1.1.3 Princípio do controle democrático

Produção mais limpa envolve todos aqueles afetados por atividades industriais, inclusive trabalhadores, consumidores e comunidades. Os cidadãos devem possuir informação sobre as emissões industriais e ter acesso aos registros de poluição, planos de redução de uso de substâncias químicas tóxicas, bem como danos das matérias-primas dos produtos. O Direito e acesso à informação e o envolvimento na tomada de decisão garantem o controle democrático sobre o processo produtivo e a qualidade de vida da população diretamente afetada e das gerações futuras.

3.1.1.4 Princípio da abordagem integrada e holística

Os perigos e riscos ambientais de um processo produtivo podem ser minimizados pelo rastreamento completo do ciclo de vida de um produto. A sociedade deve adotar uma abordagem integrada para o uso e o consumo de um recurso natural. Esta análise é essencial para garantir que os materiais perigosos, como PVC, sejam

extintos, e não substituídos por materiais que representem novas ameaças ambientais.

3.1.1.5 A produção mais limpa como um fator de desenvolvimento sustentável

Reduzir a poluição através do uso racional de matéria-prima, água e energia significa uma opção ambiental e econômica para muitos anos de processo. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industrial e menores investimentos para soluções de problemas ambientais.

A transformação de matérias-primas, água e energia em produtos, e não em resíduos tornam uma empresa mais competitiva. O tema “Produção mais Limpa” não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, está diretamente relacionada a problemas de saúde ocupacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver a “Produção mais Limpa” minimiza estes riscos, na medida em que são identificadas matérias-primas e auxiliares menos tóxicos, contribuindo para a melhor qualidade do ambiente de trabalho (CNTL, 2002).

Uma consequência positiva, muitas vezes difícil de mensurar, é o fortalecimento da imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais. Como justificativa, apresenta-se também o fato de que os consumidores de hoje exigem cada vez mais produtos “ambientalmente corretos”. Os consumidores assumem previamente que as empresas sejam tão responsáveis em relação à qualidade de seus produtos, como responsáveis em relação ao meio ambiente nas suas práticas produtivas.

Definições de desenvolvimento sustentável mencionam responsabilidades quanto ao emprego mais eficiente possível de recursos naturais de maneira que não prejudique as gerações futuras. Relacionando esta definição com Produção mais Limpa, pode-se observar que produzir sustentavelmente significa, em palavras simples, transformar recursos naturais em produtos e não em resíduos (CNTL, 2002).

3.1.1.6 Contabilidade ambiental e produção mais limpa

Segundo Amaral (2002), para o sucesso de um programa de produção mais limpa poucos setores são tão fundamentais como a contabilidade. Para que uma empresa participe de um projeto ambiental é necessário convencer a direção de que este será no melhor interesse financeiro da sua companhia. Assim, o investimento em produção mais limpa depende da correta identificação dos custos ambientais existentes.

Entretanto, a contabilidade tradicional não fornece todos custos envolvidos no gerenciamento ambiental da empresa, que são geralmente subestimados. São custos ocultos que não podem ser reconhecidos facilmente ou atribuídos a um determinado processo produtivo onde são gerados. Além disso, estes custos são numerosos e muito mais altos que o esperado pela maioria dos departamentos de contabilidade.

Um custo oculto importante é o Custo de Oportunidade de Capital, que é o retorno que poderia ter sido obtido se todo o montante utilizado no gerenciamento ambiental fosse investido em alguma atividade produtiva. Se são gastos R\$ 1.000.000,00 ao ano para gestão de resíduos, e a companhia espera uma Taxa Interna de Retorno de 20% sobre os seus investimentos, então os resíduos estão custando para a empresa R\$ 200.000 ao ano em lucros perdidos que poderiam ter sido obtidos se aquele montante tivesse sido investido em um projeto rentável. A este custo ainda podem ser adicionados custos potenciais por multas, limpeza, redução nas vendas devido a má publicidade e até mesmo perda de valor de propriedades contaminadas.

Outra questão fundamental é a tendência ao crescimento dos custos com a geração de resíduos e emissões. Neste exato momento estão sendo planejadas leis que no futuro irão requerer investimentos significativos no controle da poluição, caso não sejam adotadas agora ações para minimizar resíduos e emissões através de projetos de produção mais limpa. Portanto, não basta apenas identificar e contabilizar os custos existentes, mas também projetar a taxa de crescimento dos vários custos relacionados à gestão ambiental.

Portanto, pode-se afirmar que os custos decorrentes da proteção ambiental são muito mais altos que os imaginados pelas empresas. Em um estudo feito pela Agência

de Proteção Ambiental dos EUA em uma refinaria da Amoco Oil Company's, a direção calculava o custo ambiental da empresa em cerca de 3% do total do custo operacional. Após uma análise ampla dos custos da companhia foi revelado que os custo ambiental era de fato 22% do custo operacional total. Este novo dado motivou a adoção de ações de produção mais limpa quando a direção da refinaria percebeu o custo de não implantá-las.

A tendência em tratar os custos ambientais como um custo geral da empresa também pode ser classificada como um custo oculto. Quando os custos ambientais são rateados pela empresa, através de uma fórmula de alocação, todos os departamentos pagam uma parte quando, em realidade, nem todos eles geraram resíduos e emissões na mesma proporção, ou talvez alguns nem tenham gerado nada. É possível que apenas um ou dois departamentos sejam responsáveis por 90% da poluição. Custos rateados desta forma tem duas conseqüências: os departamentos poluidores tem seu custo real reduzido, e os setores menos impactantes arcam com um custo que eles não geraram. De fato, estes últimos estão subsidiando a poluição de setores ineficientes. Desta forma, departamentos, ou processos, poluidores parecem ser menos custosos do que realmente são, e as empresas continuam a operá-los como se eles realmente fossem assim. Atribuindo devidamente os custos ambientais aos setores responsáveis, estes terão um incentivo para minimizar a sua geração de resíduos e emissões.

Finalmente, se ainda assim o custo de implantação de uma alternativa de produção mais limpa continuar sendo superior ao retorno esperado, então custos intangíveis, mas reais, podem ser agregados, como o ambiente de trabalho inadequado, que afeta a saúde e a segurança no trabalho, gerando perda de produtividade, moral baixa, além de prejudicar a imagem da empresa. Se após tudo isso o investimento continuar sendo não rentável, o projeto pode ser rejeitado do ponto de vista puramente econômico. Entretanto, é possível afirmar que na grande maioria dos casos os custos de geração de resíduos e emissões são superiores aos custos de prevenção.

Assim, promovendo uma contabilidade ampla e profunda dos custos ambientais e a adequada atribuição destes a quem os gera, as razões puramente

financeiras para implantar ações de produção mais limpa se tornam evidentes. De fato, a identificação inadequada de custos ocultos na geração de resíduos e emissões é responsável pela perda de oportunidades de lucro potencial.

3.1.2 Programas de Produção mais Limpa

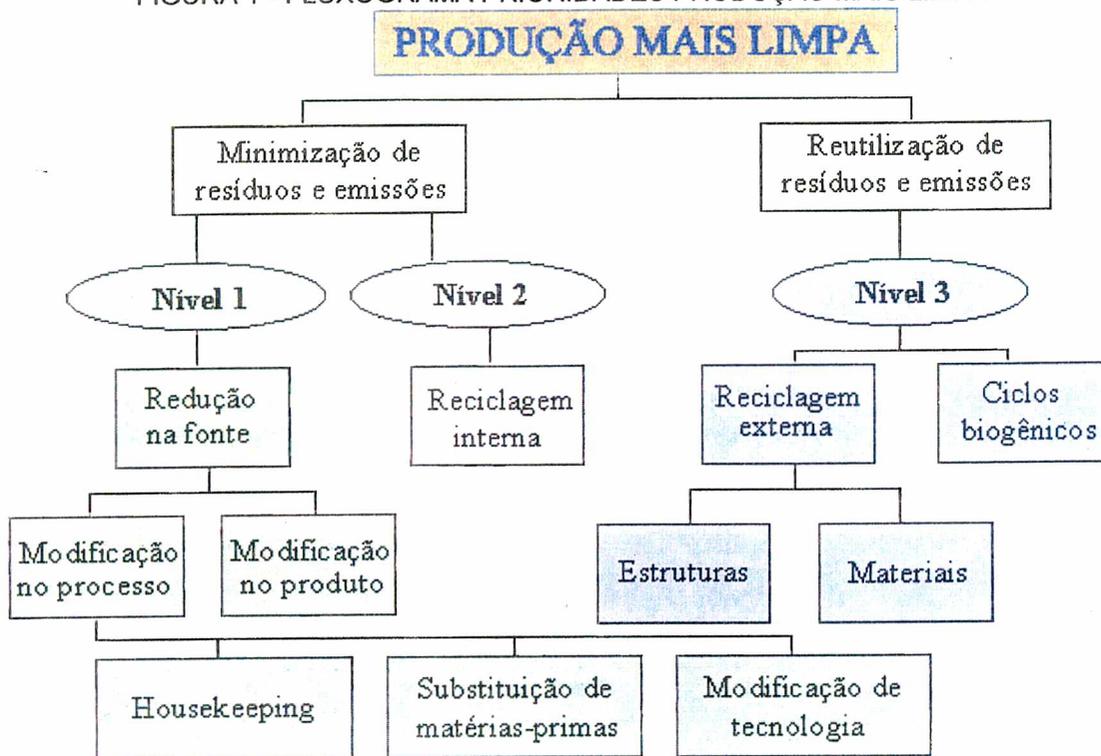
A consciência da necessidade da busca de soluções definitivas para o problema da poluição ambiental fez com que a UNIDO - Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - e a UNEP - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - criassem um programa voltado para as atividades de prevenção de poluição. O Programa prevê a instalação de vários Centros em países em desenvolvimento, os quais formarão uma rede de informação em Produção mais Limpa.

Esta abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para elas, mas para toda a região que abrangem.

Tecnologias ambientais convencionais trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões gerados em um processo produtivo. São as chamadas técnicas de fim-de-tubo. A Produção mais Limpa pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade.

São utilizadas várias estratégias visando a Produção mais Limpa e a minimização de resíduos, conforme FIGURA 1.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA PRIORIDADES PRODUÇÃO MAIS LIMPA



FONTE: CNTL/RS

A prioridade da Produção mais Limpa está no topo (à esquerda) do fluxograma: evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1). Os resíduos que são produzidos devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (nível 2). Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas (nível 3). A prática do uso da Produção mais Limpa leva ao desenvolvimento e implantação de Tecnologias Limpas nos processos produtivos.

Para introduzirmos técnicas de Produção mais Limpa em um processo produtivo, podem ser utilizadas várias estratégias, tendo em vista metas ambientais, econômicas e tecnológicas.

A priorização destas metas é definida em cada empresa, através de seus profissionais e baseada em sua política gerencial. Assim, dependendo do caso, poderemos ter os fatores econômicos como ponto de sensibilização para a avaliação e definição de adaptação de um processo produtivo e a minimização de impactos ambientais passando a ser uma consequência, ou inversamente, os fatores ambientais

serão prioritários e os aspectos econômicos tornar-se-ão consequência.

3.1.2.1 Atribuições dos programas de produção mais limpa

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

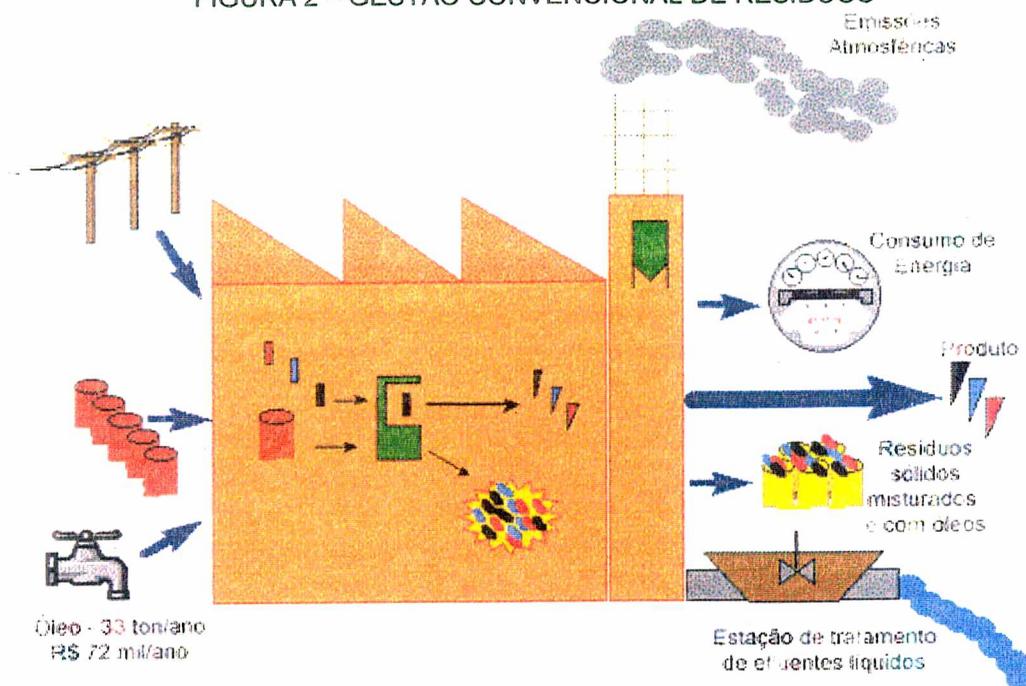
O tema "Produção mais Limpa" não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, está diretamente relacionado a problemas de saúde ocupacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver a "Produção mais Limpa" minimiza estes riscos, na medida em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

Uma consequência positiva, muitas vezes difícil de mensurar, é o fortalecimento da imagem da empresa frente à comunidade e autoridades ambientais. Como justificativa, apresenta-se também o fato de que os consumidores de hoje exigem cada vez mais produtos ambientalmente corretos. Os consumidores assumem previamente que as empresas sejam tão responsáveis em relação à qualidade de seus produtos, como responsáveis em relação ao meio ambiente nas suas práticas produtivas.

Definições de desenvolvimento sustentável mencionam responsabilidades quanto ao emprego mais eficiente possível de recursos naturais, de maneira que seu emprego não prejudique as gerações futuras (FIGURA 2). Relacionando esta definição com Produção mais Limpa, pode-se observar que produzir sustentavelmente significa, em palavras simples, transformar recursos naturais em produtos e não em resíduos.

Enquanto a gestão convencional de resíduos pergunta:
"Que se pode fazer com os resíduos e as emissões existentes?"

FIGURA 2 – GESTÃO CONVENCIONAL DE RESÍDUOS



FONTE: CNTL/RS

A mudança nos paradigmas ambientais induzem as empresas a voltarem-se para a origem da geração de seus resíduos sólidos, emissões atmosféricas e seus efluentes líquidos, buscando soluções nos seus próprios processos produtivos, minimizando, assim, o emprego de tratamentos convencionais de fim-de-tubo, muitas vezes onerosos e de resultados não definitivos para os resíduos.

Minimizar resíduos e emissões também significa aumentar o grau de emprego de insumos e energia usados na produção, isto é, produzir produtos e não resíduos, garantindo processos mais eficientes.

Para a empresa, a minimização de resíduos não é somente uma meta ambiental, mas, principalmente um programa orientado para aumentar o grau de utilização dos materiais, com vantagens técnicas e econômicas.

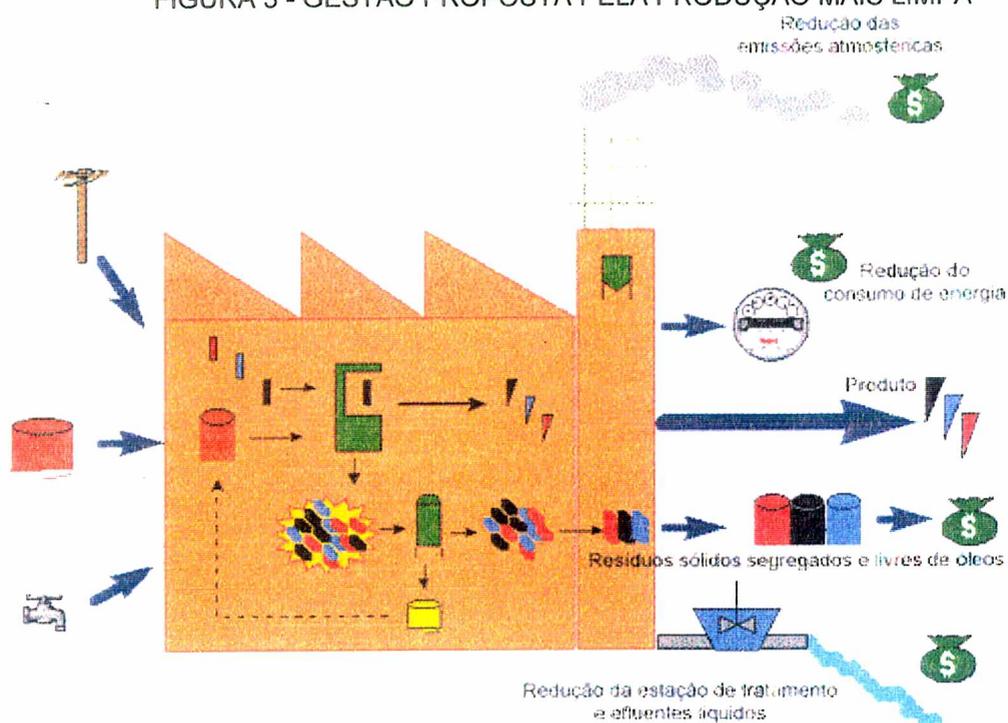
Devido a uma intensa avaliação do processo de produção, a minimização de resíduos e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa.

Na PRODUÇÃO MAIS LIMPA, a proteção ambiental integrada à produção pergunta, (FIGURA 3):

"De onde vêm nossos resíduos e emissões?"

"Por que afinal se transformaram em resíduos?"

FIGURA 3 - GESTÃO PROPOSTA PELA PRODUÇÃO MAIS LIMPA



FONTE: CNTL/RS

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

POR QUE O RESÍDUO É GERADO?

COMO O RESÍDUO É GERADO?

QUANDO O RESÍDUO É GERADO?

3.1.3 Análise do Ciclo de Vida de um Produto

O ciclo de vida de um produto começa onde termina o processo de desenvolvimento de um novo produto. Os novos produtos são lançados pelas empresas na esperança de que consigam uma vida longa e feliz de vendas além de lucros crescentes. Alguns conseguem, mas no caminho, muitos enfrentam todos os

tipos de problemas que ameaçam terminar prematuramente a carreira do produto. Os vários estágios do ciclo de vida de um produto exigem uma reprogramação constante das estratégias e recursos (Chehebe, 1998).

3.1.3.1 O conceito de ciclo de vida do produto

A análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo) (Chehebe, 1998).

Entende-se nesse momento que analisar o impacto ecológico de uma decisão desse tipo pode não ser uma tarefa simples. Requer toda uma avaliação completa do ciclo de vida dos produtos envolvidos que pode ir da análise das matérias-primas consumidas, aos sistemas de produção e transporte e à própria utilização do produto estudado.

A análise do ciclo de vida é uma ferramenta técnica, de carácter gerencial, que, entre outras aplicações, propõe-se a contribuir para a solução deste tipo de questão.

3.1.3.2 O uso da análise do ciclo de vida na indústria

Durante a década de 80, deu-se início, principalmente na Europa, a uma grande discussão entre os ambientalistas sobre a necessidade do estabelecimento de novas políticas que analisassem a questão ambiental sob o enfoque holístico e não mais centrado somente no sistema produtivo industrial. A tese defendida por alguns especialistas, era que o principal canal através do qual a indústria mais poluía o meio ambiente era na entrega dos produtos aos consumidores, na sua utilização e descarte. Defendiam a idéia de que apesar da produção industrial e de energia continuar a ser uma importante fonte de poluição, uma crescente proporção dos danos ambientais podia ser atribuída ao ato de consumo.

Países como a Holanda, Alemanha e Suécia propuseram um esquema político com o objetivo de reduzir o uso amplo e não sustentável dos recursos naturais e também reduzir os índices de poluição.

Acordos voluntários foram negociados entre o governo e a indústria, deixando aos produtores a responsabilidade pelo gerenciamento do ciclo de vida dos produtos sob a argumentação de que eles haviam contribuído para a sua produção e que eram os únicos que dispunham de competência tecnológica para tal. Os legisladores, ambientalistas e, em vários casos, o próprio mercado, procuraram orientar suas ações no sentido de estabelecer padrões ambientais produto-orientados e não processo-orientados.

Ao mesmo tempo, os países da União Européia iniciaram um movimento voluntário visando estimular as indústrias a fornecerem mais informações sobre seus produtos para o mercado.

Os esquemas montados, chamados na Europa de Selos Verdes e no Brasil de rótulos Ambientais, freqüentemente baseados em análises do ciclo de vida de produtos do tipo berço ao túmulo, levaram as empresas a iniciar esforços no sentido de um melhor entendimento e gerenciamento do ciclo de vida de seus produtos.

De uma forma geral, no início as empresas industriais estavam interessadas em um enfoque defensivo, protegendo seus produtos de declarações ambientais feitas por competidores e organizações não-governamentais.

Algumas empresas, no entanto, independentemente da necessidade de fornecer uma resposta às novas pressões ambientais produto-relacionadas, já haviam iniciado a procura de novas ferramentas técnicas que considerassem as questões ambientais como variáveis importantes nas decisões de investimento e desenvolvimento interno de produtos complexos. Essas empresas identificaram mais tarde que com a Análise do Ciclo de Vida poderiam quantificar e comparar de forma integrada a performance ambiental relativa de seus produtos.

A Análise do Ciclo de Vida de Produtos é, na realidade, uma ferramenta técnica que pode ser utilizada em uma grande variedade de propósitos. As informações coletadas na ACV e os resultados de suas análises e interpretações podem ser úteis

para tomadas de decisão, na seleção de indicadores ambientais relevantes para avaliação da performance de projetos ou reprojatos de produtos ou processos e/ou planejamento estratégico (Chehebe, 1998).

Pode-se esperar que a posição de vendas e a lucratividade de um produto mudem através do tempo. O ciclo de vida de um produto é uma tentativa de se reconhecer os estágios distintos no seu histórico de vendas

Um sistema relacionado ao produto é uma coleção de operações que representam uma ou mais funções definidas. Os sistemas relacionados ao produto devem ser subdivididos em um conjunto de unidade de processo tais que cada unidade de processo inclua as atividades de uma operação simples ou de um grupo de operações.

As questões ambientais são consideradas, através da Análise do Ciclo de Vida, associadas aos sistemas de produção (insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso e reciclagem). A Análise do Ciclo de Vida ajuda a melhorar o entendimento dos aspectos ambientais ligados aos processos produtivos de uma forma mais ampla, auxiliando na identificação de prioridades e afastando-se do enfoque tradicional *end - of - pipe* para a proteção ambiental.

3.2 CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS - CNTL

3.2.1 Contexto Histórico do CNTL

No Brasil, o CNTL está localizado, desde 1995, na Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul - FIERGS, junto ao SENAI-RS. Esta posição é altamente privilegiada, pois a principal preocupação do Centro é comprometer os empresários, principalmente da indústria, com o conceito de Produção mais limpa (CNTL, 2002).

Os Centros Nacionais de Produção mais Limpa chamados de NCPCs, são subsidiados para a sua instalação, pelos chamados países donantes, e são assessorados, do ponto de vista técnico, pelas instituições contraparte - universidades, centros de pesquisa, fundações tecnológicas internacionais. São, também, vinculados a uma instituição hospedeira, que lhes viabiliza as instalações físicas e manutenção

administrativa.

No caso do CNTL, o país donante é o próprio Brasil, através do SENAI-RS, que também é a instituição ao qual está ligada. Esta localização do CNTL no SENAI-RS, tem como objetivos estratégicos o emprego da rede nacional de suas unidades, pois o SENAI-RS, além de ser uma instituição nacional voltada para formação de recursos humanos para a indústria, conta com uma estrutura de apoio tecnológico que atende todos os setores industriais brasileiros.

O centro atua fundamentalmente com quatro produtos:

- disseminação da informação;
- implantação de programas de Produção mais limpa nos setores produtivos;
- capacitação de profissionais;
- atuação em políticas ambientais.

a) Disseminação da Informação

Os Centros Nacionais de Produção mais Limpa constituem num elo chave na cadeia de disseminação da informação, pois facilitam a distintos países, no idioma da localidade, o acesso a toda informação que se dispõe no mundo sobre Produção Mais Limpa. Os Centros Nacionais de Produção mais Limpa oferecem acesso imediato a documentação técnica, base de dados e outras fontes de informação, prestam serviços de assessoramento a companhias e outras organizações sobre medidas adequadas para implantar práticas de Produção mais Limpa em plantas industriais e também divulgam informações através de seminários, boletins técnicos, folhetos e através da cooperação com os meios de informação nacional, associações de indústrias, institutos de capacitação e universidades.

b) Projetos de implantação de programas de Produção mais Limpa em plantas industriais

Os NCPCs - National Cleaner Production Center, em cooperação com os funcionários da empresa, realizam avaliações dentro das plantas, com o objetivo de

utilizar a Produção mais Limpa para identificar processos que originem resíduos e recomendar soluções rentáveis. As empresas, com o apoio dos NCPCs, aplicam as medidas de Produção mais Limpa, especialmente destinadas a elas.

A introdução de medidas economicamente satisfatórias de Produção mais limpa, junto com a divulgação de informações sobre tecnologias alternativas, constituem a atividade central dos NCPCs - National Cleaner Production Center.

Estas avaliações nas plantas mostram que a aplicação de medidas de prevenção da contaminação e de uso racional dos recursos reduzem a contaminação ambiental, obtendo-se benefícios financeiros.

c) Capacitação de profissionais

Através dos cursos práticos de capacitação organizados dentro das próprias empresas, os NCPCs - National Cleaner Production Center divulgam instrumentos e métodos para melhorar, de forma contínua, o processo de produção.

Consultores e institutos nacionais estão capacitados para proporcionar o apoio e o respaldo para empresas comprometidas em implantar Produção mais Limpa, além de fomentar o efeito multiplicador, a medida em que o novo conceito começa a interessar novas companhias.

Os NCPCs - National Cleaner Production Center também organizam programas de capacitação e cursos práticos sobre Produção mais Limpa, para entidades governamentais, universidades, organizações comerciais e instituições financeiras.

d) Atuação em políticas ambientais

A atuação política dos NCPCs - National Cleaner Production Center se dá em diferentes níveis e com diferentes interlocutores, buscando sempre: firmar o conceito de desenvolvimento sustentável através do conceito de Produção mais Limpa; apoiar os setores produtivos na adoção deste conceito em seus processos; buscar o estabelecimento de linhas de crédito adequadas à sua implantação; auxiliar na transferência de Tecnologias Limpas; influir na adequação das legislações ambientais

de forma a torná-las compatíveis com a realidade atual e expandir a competitividade da indústria brasileira, tornando-a apta a responder aos desafios da nova organização do mercado mundial, com base no desenvolvimento sustentável.

3.2.2 Projeto MMSUL

O CNTL/SENAI-RS-RS, através de seu convênio com a UNIDO/UNEP, está comprometido com o desenvolvimento sustentável e tem como uma de suas principais atividades a disseminação de informações sobre Tecnologias Limpas para os setores produtivos brasileiros.

Para isto, em 1996, iniciou demonstrações práticas em plantas industriais, implantando programas de técnicas de Produção mais Limpa.

Foram identificados três segmentos do setor industrial, onde foram realizadas avaliações tecnológicas, econômicas e ambientais a fim de identificar processos produtivos que necessitassem otimização.

Participaram do Programa 11 empresas dos setores metal-mecânico, agro-industrial e de polímeros.

Estes setores foram identificados como adequados para a implantação do programa devido às oportunidades que seus problemas ambientais poderiam proporcionar, do potencial de reaproveitamento de seus resíduos e da influência na economia do estado do Rio Grande do Sul.

Foram visitadas várias empresas e selecionadas as que mais se adequavam ao desenvolvimento do programa. Foram observados os níveis de comprometimento da empresa em participar do programa, sua estabilidade financeira e situação junto aos órgãos ambientais.

3.2.2.1 Contextualização do MMSUL

As informações referentes foram fornecidas pelo projeto MMSUL do Ministério da Ciência e Tecnologia do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – CDT, sendo executado pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2002),

coordenado por Marise Keller dos Santos.

No projeto MMSUL foram realizados questionários com perguntas relativas aos três setores de interesse (metal-mecânico, agro-industrial e polímeros). As empresas foram selecionadas em função dos segmentos mais representativos no setor metal mecânico de cada estado. Trinta empresas em cada estado foram convidadas a participar através de questionários. Destas, cinquenta e cinco divididas como apresentado na TABELA 1, responderam aos questionários que foram analisados.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES

	RS	SC	MG
Micro	1	0	5
Pequena	8	5	8
Média	7	1	6
Grande	5	1	7
Total	21	7	27*

FONTE: PROJETO MMSUL

NOTA: Uma das empresas não informou o número de empregados

Os questionários aplicados às empresas nos três estados, além dos dados de identificação da empresa, abordam três áreas de interesse deste projeto, isto é: Usinagem, Pintura e Tratamentos Superficiais e dos quais serão apresentados os dois últimos que são analisados.

Primeiramente verificamos dentre as empresas participantes, quais as que apresentavam algum tipo de certificação (ISO, QS, entre outros) e separamos de acordo com estado e número de empregados, o resultado pode ser visto na TABELA 2.

TABELA 2 - CERTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES

	RS	SC*	MG
Micro	0	0	0
Pequena	38%	0	12%
Média	57%	100%	50%
Grande	100%	100%	70%

FONTE: PROJETO MMSUL

Devido à pequena quantidade de empresas participantes em SC estes dados não podem ser tomados como representativos.

A seguir são apresentados os resultados das áreas específicas (Pintura e Tratamentos Superficiais). As análises, quando apresentaram resultados distintos para cada região, foram apresentados separados por Estado. Em casos onde os resultados

fossem semelhantes para os três estados, apenas um gráfico foi apresentado.

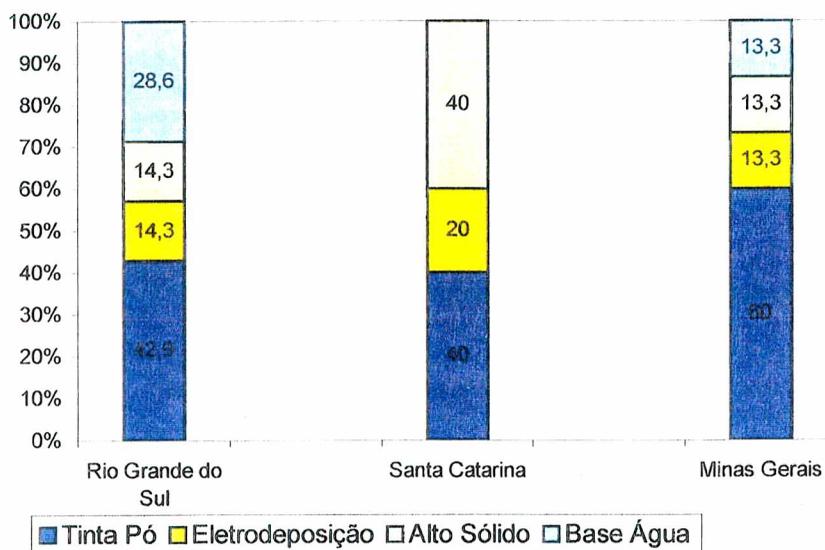
a) Pintura

A partir dos questionários foram obtidas informações quanto à utilização de técnicas de pintura e tipos de tintas mais utilizadas, controle de qualidade, controles ambientais, toxicológicos e nível de capacitação dos operadores.

Dentre as técnicas de pintura atualmente utilizadas manteve-se o foco naquelas mais modernas e observou-se que as técnicas utilizando tintas alto sólido, base água, pó e eletrodeposição líquida correspondem à grande maioria das inovações em uso.

Nenhuma das empresas entrevistadas utilizava na época dos questionários o processo de cura UV. O GRÁFICO 1 apresenta os resultados obtidos.

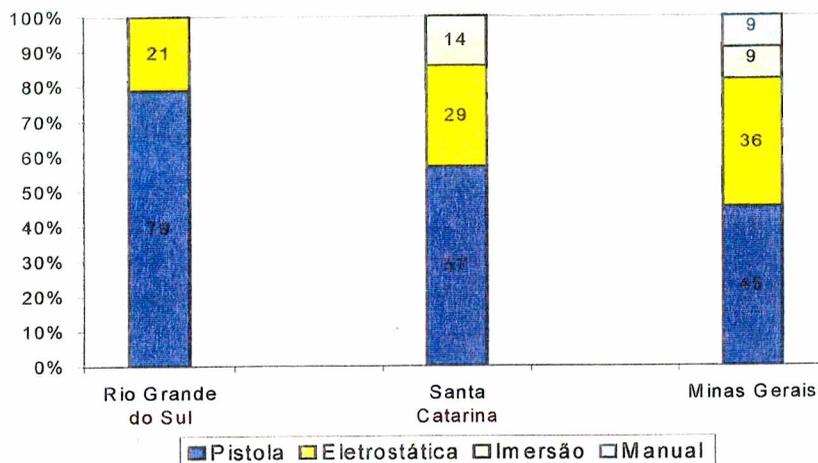
GRAFICO 1 – INOVAÇÕES EM PINTURA



FONTE: Projeto MMSUL

Quanto aos equipamentos de pintura, é evidente que grande maioria das empresas faz a aplicação das tintas utilizando pistolas, com pintura eletrostática em segundo lugar. O GRÁFICO 2 apresenta os resultados da pesquisa para os equipamentos mais citados.

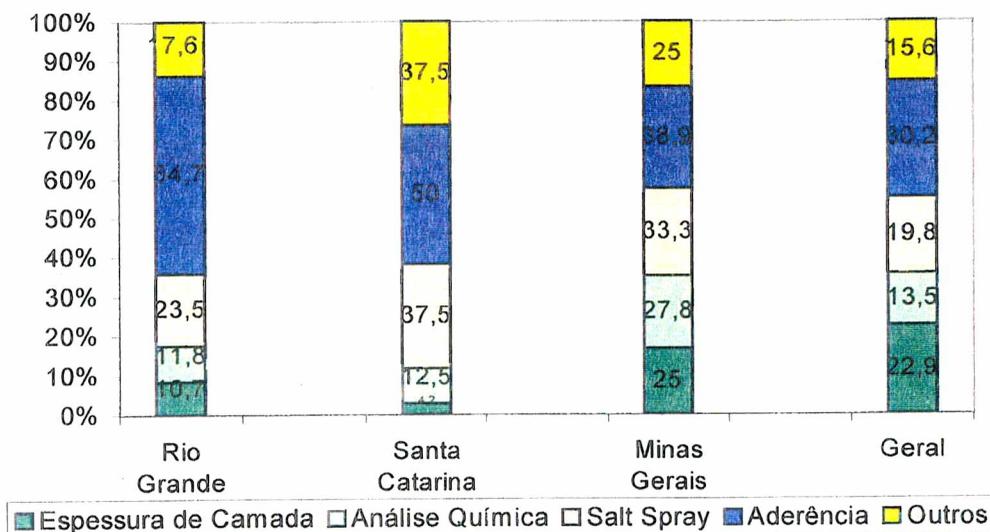
GRAFICO 2 – EQUIPAMENTOS DE PINTURA



FONTE: Projeto MMSUL

A grande maioria das empresas possui algum tipo de controle de qualidade normalmente mais de um método empregado. O GRÁFICO 3 apresenta os resultados da pesquisa para cinco tipos de controle.

Gráfico 3 – CONTROLE DE QUALIDADE DA PINTURA

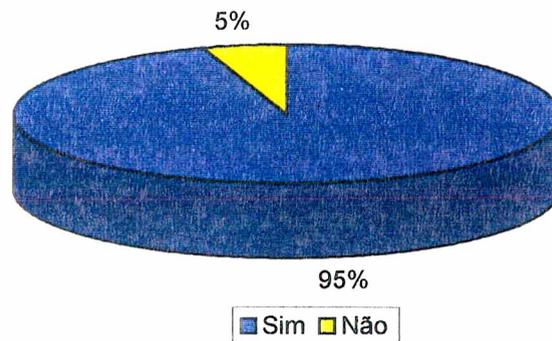


FONTE: Projeto MMSUL

A maioria das empresas possui controles ambientais, toxicológicos e fornecem treinamento para seus operadores. O percentual de empresas que utiliza algum tipo de controle ambiental, como por exemplo: cabina de exaustão, cortina d'água, entre outros

é bastante elevado, chegando a 100% nas empresas mineiras pesquisadas. O GRÁFICO 4, apresenta a média percentual de empresas dos três estados com algum tipo de controle ambiental.

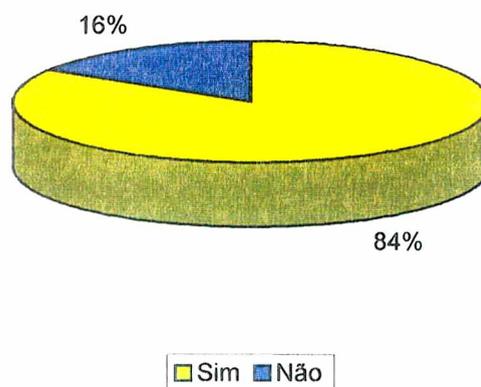
GRAFICO 4 - MÉDIA PERCENTUAL DE EMPRESAS DOS TRÊS ESTADOS COM ALGUM TIPO DE CONTROLE AMBIENTAL



FONTE: PROJETO MMSUL

Quanto ao controle toxicológico, grande parte das empresas realiza exames médicos periódicos, normalmente semestrais, em todos os operadores.

GRAFICO 5 - PERCENTUAL DE EMPRESAS QUE POSSUI CONTROLE TOXICOLÓGICO



FONTE: Projeto MMSUL

b) Tratamento superficial

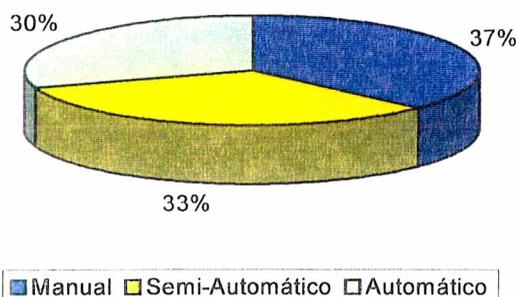
No item tratamento superficial verificou-se que tipos de banhos são mais utilizados, qual nível de automatização das empresas, técnicas empregadas no controle

de qualidade, que tratamento é dado à água utilizada nos processos, se existe alguma técnica de minimização do uso desta água, vazão de efluentes, tratamento do lodo e controle do uso de energia.

Devido a pequena quantidade de empresas que respondem a esta parte do questionário os resultados apresentados abaixo são a compilação das respostas obtidas nos três estados.

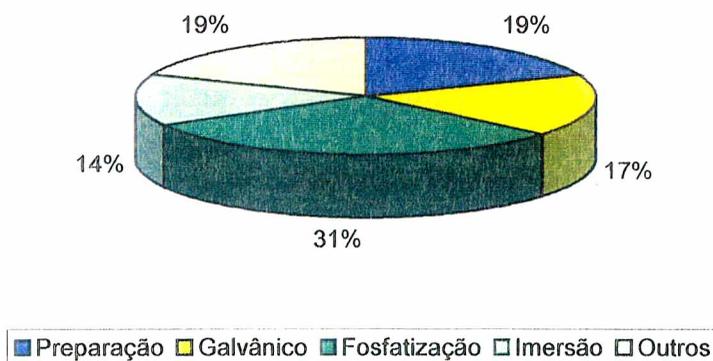
Os GRÁFICOS 6, 7 e 8 apresentam os resultados referentes aos tipos de banho, automatização e controle de qualidade.

GRAFICO 6 - TRATAMENTOS SUPERFICIAIS – TIPOS DE BANHO



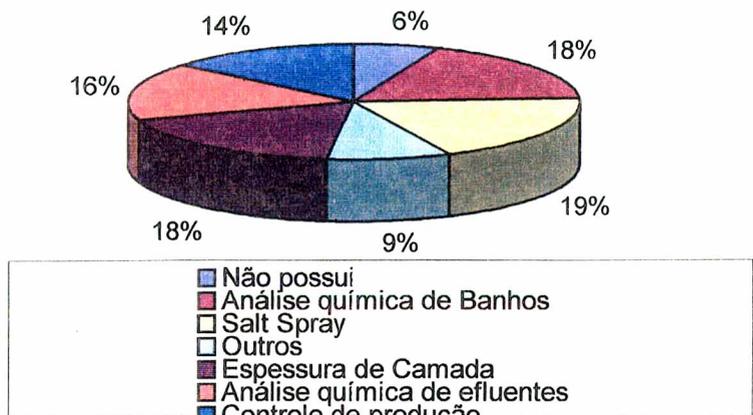
FONTE: Projeto MMSUL

GRAFICO 7 - NÍVEL DE AUTOMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE TRATAMENTO SUPERFICIAL



FONTE: Projeto MMSUL

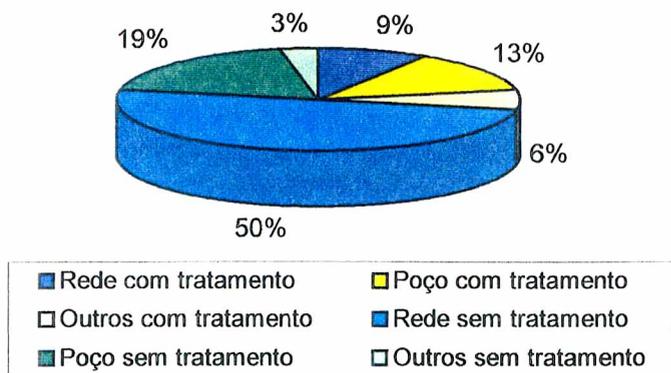
GRAFICO 8 - PERCENTUAL REFERENTE AOS DIVERSOS TIPOS DE MÉTODOS EMPREGADOS NO CONTROLE DE QUALIDADE DOS TRATAMENTOS SUPERFICIAIS



FONTE: Projeto MMSUL

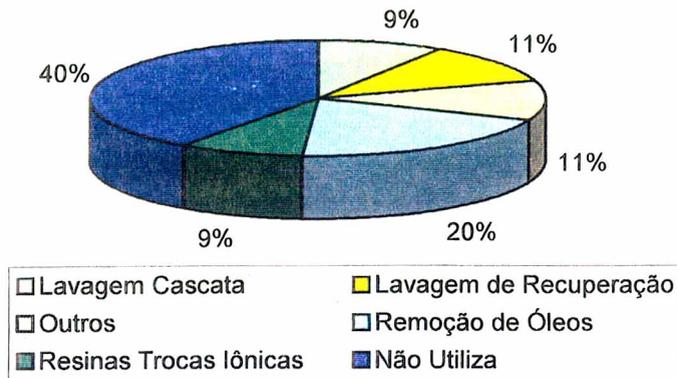
Os GRÁFICOS 9, 10, 11 e 12 apresentam informações referente à origem e tratamento da água utilizada nos processos de tratamento superficial e a utilização ou não de alguma técnica de minimização do uso desta água.

GRAFICO 9 - ORIGEM E TIPO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EMPREGADO POR EMPRESAS QUE POSSUEM ALGUM TIPO DE TRATAMENTO SUPERFICIAL



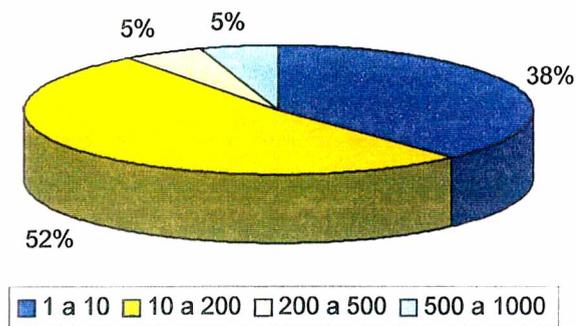
FONTE: Projeto MMSUL

GRAFICO 10 - TÉCNICAS DE MINIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA



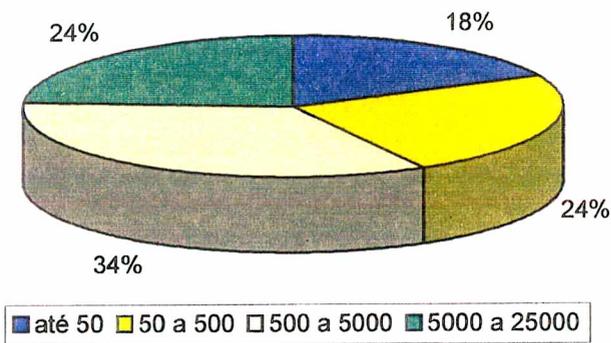
FONTE: Projeto MMSUL

GRAFICO 11 - VAZÃO DE EFLUENTES (M³) DE EMPRESAS QUE POSSUEM TRATAMENTOS SUPERFICIAIS



FONTE: Projeto MMSUL

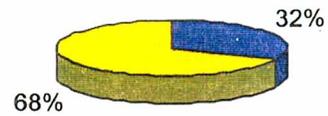
GRAFICO 12 - QUANTIDADE EM QUILOGRAMAS DE LODO GERADO POR MÊS (A), PERCENTUAL DE EMPRESAS QUE FAZEM ANÁLISE QUÍMICA E SECAGEM COM FILTRO PRENSA OU OUTRO PROCESSO (B)



(a)

FONTE: Projeto MMSUL

Análise Química do Lodo



■ Sim ■ Não

Secagem

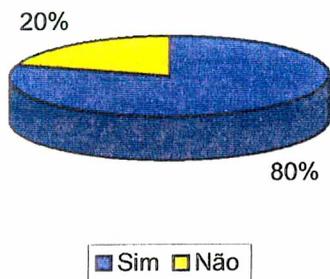


■ Filtro Prensa ■ Outros Processos

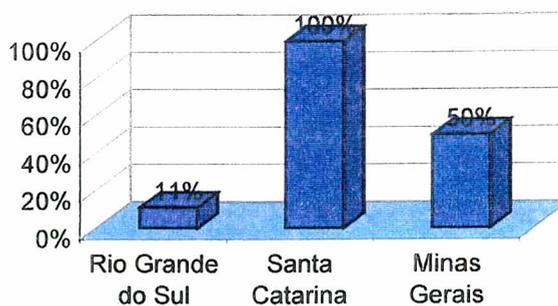
(b)

No GRÁFICO 13 (a) temos o quadro geral dos três estados indicando percentual de empresas que monitoram os gastos com energia e no GRÁFICO 13 (b) apresentamos o percentual de empresas em cada estado que faz uso de algum tipo de energia alternativa em processo de tratamentos superficiais, por exemplo: aquecimento da água do sistema utilizando queimadores de gás natural, carvão, entre outros.

GRAFICO 13 - EMPRESAS QUE POSSUEM CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA (A), PERCENTUAL POR ESTADO DE EMPRESAS QUE EMPREGAM ALGUM TIPO DE ENERGIA ALTERNATIVA (B)



(A)



(B)

FONTE: Projeto MMSUL

Com os dados que foram gerados desenvolveram-se pesquisas direcionadas àqueles setores mais carentes. Observaram-se que no setor de pintura existe uma preocupação maior por parte do setor com respeito a controles toxicológicos e ambientais. Verificaram-se que há treinamento dos operadores. Já no tratamento superficial poucas empresas apresentaram qualquer controle de custos para tratamento de efluentes e resíduos dos processos.

3.2.2.2 Resultados do projeto MMSUL

As empresas implementaram, com o apoio do CNTL, as opções de Produção mais Limpa mais adequadas ao seu processo industrial, considerando:

- técnicas de redução de emissão na fonte;
- adequação às exigências ambientais;
- técnicas de monitoramento de emissões, efluentes e resíduos;
- implantação de equipamentos de controle de emissão, efluentes e resíduos;
- treinamento e implementação de procedimentos e instruções de

trabalho específicos;

- operações de reciclagens internas e otimizações no consumo de energia, água e matérias-primas;
- segregação das redes hidráulicas (efluente industrial, esgoto sanitário, pluvial, água de captação);
- saúde ocupacional;
- investimentos necessários.

Através do estabelecimento das relações custo/benefício ambiental/tecnológico das soluções identificadas na avaliação do diagnóstico, foram definidas as prioridades de implantação das soluções, de acordo com os recursos financeiros disponibilizados pela empresa e suas metas ambientais fixadas.

O programa implantado teve suas atividades ordenadas de acordo com as ações priorizadas pela empresa juntamente com o CNTL, acompanhando-se os resultados obtidos através de um plano de monitoramento de ações.

Estas demonstrações em planta comprovaram que as ações na prevenção da poluição e de medidas otimizadoras de insumos minimizam a poluição ambiental e podem gerar benefícios financeiros.

A disseminação dos resultados foi concretizada através de um seminário de conclusão em dezembro de 1997, quando foram reunidas as comunidades tecnológica, científica e empresarial dos setores, bem como todo corpo técnico envolvido no programa.

Os principais resultados mostrados foram:

- redução no consumo de matérias-primas e insumos;
- redução na geração de resíduos perigosos;
- redução no consumo de água;
- redução no consumo de energia elétrica;
- redução no impacto ambiental.

Os investimentos realizados pelas 11 empresas que participaram do programa 96/97 foram de aproximadamente R\$ 245 mil, com um benefício econômico de R\$ 490

mil ao ano.

A implantação de técnicas de Produção mais Limpa em uma planta industrial deve ser vista como um processo de aperfeiçoamento contínuo na busca do controle da geração de resíduos sólidos, de efluentes líquidos e de emissões atmosféricas em um processo produtivo, para tanto, o estabelecimento de indicadores de processo produtivo e ambientais funcionam como um instrumento facilitador para a busca contínua de uma Produção mais Limpa.

"Reduzir custos com a eliminação de desperdício, desenvolver Tecnologias Limpas e baratas e reciclar insumos são mais que princípios de gestão ambiental. Representam condição de sobrevivência."

(Norbert Luckow)

4. METODOLOGIA

4.1 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO: AGCO DO BRASIL

A pesquisa foi desenvolvida na empresa AGCO do Brasil Comércio e Indústria Ltda. É uma empresa fabricante de equipamentos agrícolas subsidiária da AGCO Corporation que, com sede em Duluth (EUA). A AGCO Corporation é um dos maiores fabricantes e distribuidores de equipamentos agrícolas do mundo, possuindo fábricas em nove países (Alemanha, Argentina, Austrália, Brasil, Dinamarca, Estados Unidos, França, Inglaterra, e México) e atua em mais de 140 países com uma linha completa que inclui tratores, colheitadeiras, implementos de preparo do solo, para fenação, forragem, plantadeiras, pulverizadores e sistema de agricultura de precisão Fieldstar. Foi fundada em 1989 e desde então vem desenvolvendo sua vocação empresarial sempre em atividades diretamente ligadas à produção agrícola, organizando uma rede de suporte técnico com mais de 8500 concessionários.

No Brasil, onde o grupo atua desde julho de 1996 quando assumiu a operação das fábricas de tratores e colheitadeiras que pertenciam a Iochpe-Maxion, opera diversas marcas que, num processo de constante investimento e intercâmbio tecnológico, fazem a força da companhia. Algumas tem uma trajetória que se confunde

com a própria mecanização agrícola, como é o caso da Massey Ferguson.

A planta industrial de Santa Rosa (FIGURA 4) no Rio Grande do Sul, que produz anualmente cerca de 1000 colheitadeiras agrícolas (FIGURA 5) para o mercado interno e externo (FIGURA 6), conta com aproximadamente 500 funcionários e está certificada pela ISO9000 desde 1994 e pela ISO14001 desde novembro de 1999. Essa última certificação mundialmente cobiçada pelas empresas.

FIGURA 4 - PLANTA INDUSTRIAL DA AGCO – UNIDADE DE COLHEITADEIRAS SANTA ROSA



FONTE: AGCO

FIGURA 5 – MODELOS DE COLHEITADEIRAS PRODUZIDAS NA UNIDADE SANTA ROSA



FONTE: AGCO

FIGURA 6 – COLHEITADEIRA PRODUZIDA PARA O MERCADO ARGENTINO



FONTE: AGCO

A AGCO vem seguindo a trilha histórica das empresas que impulsionadas principalmente pela pressão social, pela competitividade e pela credibilidade que as ações sociais oportunizam, passaram a agregar novas funções, incluindo o fator ambiental que cresceu em importância devido ao aumento da conscientização quanto à problemática ambiental e à busca da melhoria da qualidade de vida.

Sendo a AGCO uma empresa moderna desde que aqui aportou, além de se dedicar a resolver questões relativas à qualidade, custos, pessoal, e concorrência, também vem dedicando significativos espaços para adequação de sua operação às questões ambientais e sociais.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento decorreu durante um período de 22 meses, distribuídas nas seguintes etapas:

- identificação de problemas em outras empresas com a mesma atividade;
- pesquisa bibliográfica em busca de soluções aos problemas identificados;
- pesquisa de campo (fornecedores) para verificação da aplicabilidade das soluções encontradas;
- aplicação prática que consiste em estudo de caso na empresa tendo como modelo

o Programa adotado pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

Este período corresponde ao tempo de trabalho na empresa, pela escassez da bibliografia e pela dificuldade de acesso às tecnologias compatíveis com os objetivos do trabalho.

Esta permanência do pesquisador, na empresa durante todas as etapas permitiu a aplicação da metodologia em tempo real, fato este, importante para a precisão dos resultados.

Este trabalho iniciou-se em outubro de 2000, com o início das atividades na empresa AGCO do Brasil Comércio e Indústria Ltda; no setor de pintura e tratamento superficial da unidade de colheitadeiras de Santa Rosa.

Foi necessário um período de adaptação no processo para melhor conhecimento do mesmo. O processo consiste no preparo para a imersão no banho de desengraxante (chamado de tratamento superficial), secagem nas estufas, aplicação de primer através do processo convencional, pintura de acabamento com tinta esmalte poliuretana e dos controles dos processos, juntamente com o sistema de captação das partículas das tintas em cortinas de água corrente.

Para o laboratório foi necessário uma adequação tecnológica o mais eficiente possível para realização de análises necessárias para produtos e processo e assim possibilitando manter a integridade dos produtos utilizados e realizar o reprocessamento e a manutenção das características físico-químicas das aplicações, tintas, acabamentos, tratamentos superficiais e demais materiais utilizados nos processos.

A pesquisa bibliográfica possibilitou o estudo de conceitos e técnicas já existentes e a busca de modelos apropriados para a aplicação na empresa dos processos de utilização dos produtos usados nas imersões, pintura e acabamento de colheitadeiras e máquinas agrícolas. O conceito de Sistema de Gestão Ambiental já implantado na empresa possibilitou uma abordagem seletiva em relação às questões ambientais aos quais realizou-se consultas das relações - Forças-Oportunidades e Vulnerabilidades-Ameaças, descritos em procedimentos internos da empresa utilizados para a implantação do Sistema, enquanto que o modelo de Tecnologias Limpas –

rastreou as aplicações e a destinação dos resíduos nos processos. Para o desenvolvimento desta pesquisa modelo de Tecnologias Limpas adotado foi do Programa desenvolvido pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL /RS, pois a empresa estava adequada ao desenvolvimento deste programa.

Em processo foi necessário realizar identificação de processos alternativos com a elaboração de uma lista de verificação. Esta lista de verificação é um meio utilizado para estruturar a análise de opções do processo através da correlação do processo implantado e de outras tecnologias existentes.

Inclui-se na lista de verificação os seguintes itens:

- minimização do número de passos do processo;
- minimização riscos de acidentes e incidentes;
- minimização do consumo de matérias-primas e energia;
- redução da geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos
- redução do custo operacional do processo;
- otimização do uso dos recursos naturais;
- substituição ou redução do uso de substâncias contaminantes do meio ambiente;
- disposição de resíduos e as tecnologias disponíveis para seu tratamento.

Utilizou-se a ferramenta de análise de decisão para definir qual a melhor opção entre as tecnologias disponíveis para o atendimento dos requisitos da lista de verificação. Esta etapa foi amplamente discutida antes de se passar para a etapa de implantação das mudanças no processo produtivo. Fogarty, Blackstone e Hoffmann (1991) recomendam as seguintes etapas para avaliar, comparar e selecionar a melhor alternativa:

- definir as alternativas tecnológicas existentes;
- identificar os requisitos de comparação a serem utilizados na seleção da melhor opção tecnológica;
- atribuir pesos para os diferentes requisitos de comparação;
- avaliar cada alternativa tecnológica atribuindo scores aos requisitos de comparação;

- definir a pontuação de cada alternativa através da multiplicação dos pesos e scores;
- somar o total das pontuações de cada alternativa tecnológica;
- selecionar a melhor alternativa tecnológica em função da pontuação alcançada.

Uma vez selecionado o projeto a ser implantado, há necessidade do mesmo ser aprovado pela alta administração.

Os projetos foram apresentados para a gerência, com detalhes, justificativas e resultados que serão obtidos com a implantação das mudanças no processo/produto.

Aprovado, deu-se início a implantação das mudanças destinadas para minimizar o impacto ambiental desta atividade. Esta implantação utilizou-se os conceitos gerais de gerenciamento, com definição de responsabilidades e prazos a serem cumpridos, como também ferramentas de controle (cronogramas, planilhas, relatórios, entre outros).

Com a metodologia, pretende-se enquadrar, dentro do conceito de produção mais limpa, o setor de pintura e tratamento superficial de uma empresa metal-mecânica. Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada na forma descritiva de estudo de caso onde foram consideradas a leitura seletiva e a técnica de observação e aplicação direto no processo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de implantação do Sistema de Gerenciamento Ambiental na fábrica de Santa Rosa da AGCO do Brasil iniciou em abril de 1999.

Um grupo de facilitadores de 49 funcionários, definido pela empresa, recebeu treinamento na interpretação dos requisitos da ISO-14001. Estas pessoas foram peças-chave para a implementação do sistema.

Outro grupo, de 49 funcionários, foi treinado para a identificação, exame e avaliação dos aspectos e impactos ambientais das atividades, produtos e serviços da empresa. Este mesmo grupo também recebeu treinamento em legislação ambiental, o que complementou as informações necessárias para a conclusão dos trabalhos do item 4.3.1 da ISO-14001.

"O processo para implantação do Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) na fábrica de Santa Rosa da AGCO do Brasil iniciou em Abril de 1999.

Com a implantação da norma ISO 14000, a empresa tem como objetivo ser mais competitiva, neste mercado cada vez mais globalizado e exigente quanto às questões ambientais relacionadas ao processo industrial.

Tendo uma visão holística e tomando sempre ações pro-ativa em benefício ao Meio Ambiente, a empresa aposta no sucesso para certificação da ISO 14000, onde

buscará a melhoria contínua de sua performance ambiental."

Sir Eduardo Farias
Gerente Manufatura

5.1 O DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA AGCO DO BRASIL

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

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

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

Os objetivos da Produção Limpa e da Produção Mais Limpa (*Clear Production*) em princípio não diferem entre si quanto a eficiência e prevenção da poluição na fonte, na aplicação de métodos de análise do Ciclo de Vida e na redução e prevenção de riscos para as populações e o ambiente em geral.

Segundo Furtado (2000), Produção Limpa e Produção Mais Limpa são distintas

quanto a determinados princípios, mas ambas defendem a prevenção de resíduos na fonte, a exploração sustentável de fontes de matéria-prima, a economia de água e energia e o uso de outros indicadores ambientais para as indústrias. Produção mais limpa vai mais longe, estabelecendo compromissos para a precaução – não usar matérias-primas nem gerar produtos com indícios ou suspeitas de geração de danos ambientais -, visão holística do produto e processo – avaliação do ciclo de vida-, controle democrático, e direito de acesso público a informações sobre riscos ambientais de processos e produtos. Estabelece critérios para tecnologia limpa, reciclagem atóxica, marketing e comunicação ambiental.

A empresa está envolvida com o propósito evidente de oferecer ao mercado soluções por meio de produtos que contenham conjunto de fatores agregados que sejam percebidos e valorizados pelos clientes. Esta abordagem empresarial é o resultado da mudança de paradigmas que há muito tempo eram considerados aceitos pelas sociedades. A própria sociedade tem se manifestado, pressionando legislação vigente de forma a proteger a sua família e seus descendentes. Por outro lado, os legisladores também começam a ser pressionados para proteger os empresários que estão incorporando novas tecnologias aos seus processos e produtos nos final do ciclo de vida, que em muitos casos, é melhor a substituição por concepções avançadas do que continuar na prática das antigas estratégias de prolongar o ciclo de vida dos produtos na fase de declínio.

Novas tecnologias têm-se destacado pelas soluções em forma de processos de reduzidos índices de geração de poluentes a custos razoáveis, o que se constitui numa vantagem no curto e longo prazo, pois o custo final se torna muito mais atraente.

5.1.1. Passos em Direção da Produção mais Limpa

O CNTL/SENAI-RS-RS, através de seu convênio com a UNIDO/UNEP, está comprometido com o desenvolvimento sustentável e tem como uma de suas principais atividades a disseminação de informações sobre Tecnologias Limpas para os setores produtivos brasileiros.

Para isto, em 1996, iniciou demonstrações práticas em plantas industriais,

implantando programas de técnicas de Produção mais Limpa.

Foram identificados três segmentos do setor industrial, onde foram realizadas avaliações tecnológicas, econômicas e ambientais a fim de identificar processos produtivos que necessitassem otimização.

Participaram do Programa empresas dos setores metal-mecânico, agro-industrial e de polímeros.

Estes setores foram identificados como adequados para a implantação do programa devido às oportunidades que seus problemas ambientais poderiam proporcionar, do potencial de reaproveitamento de seus resíduos e da influência na economia do estado do Rio Grande do Sul.

Foram visitadas várias empresas e selecionadas as que mais se adequavam ao desenvolvimento do programa. Foram observados os níveis de comprometimento da empresa em participar do programa, sua estabilidade financeira e situação junto aos órgãos ambientais.

A empresa AGCO do Brasil participou deste programa obtendo resultados satisfatórios apresentados:

- substituição de panos para limpeza, por toalhas recicláveis;
- redução de 5t/ano de resíduos contaminados;
- substituição de embalagens de madeiras por embalagens metálicas retornáveis;
- redução de resíduos de madeira;
- redução do uso de recursos naturais;
- revestimento do tanque de tratamento superficial com manta de fibra de vidro;
- redução do consumo de energia elétrica de 481.272kWh;
- transferência de 11 itens Dronnin'borg da guilhotina para puncionadeira Rot. 500;
- redução na geração de sucatas metálicas;
- instalação de exaustor localizado;
- redução do nível de emissão atmosférica;
- instalação de apertadeira regulável;

- redução do nível de ruído;
- redução do consumo de água, eliminação de vazamentos e outras ações;
- redução de água de aproximadamente 8.000 m³/ano;
- substituição de arame em carretel por envelopes de sistema pack;
- redução de resíduos metálicos;
- locação de container;
- redução anual de aproximadamente 400 bombonas;
- instalação de economizadores de gás nos equipamentos de solda;
- redução no consumo de gases oxigênio e argônio;
- investimento total: R\$ 18.754,80 = US\$ 9.377,40;
- benefício econômico total / ano = R\$ 139.102,78/ano = US\$ 69.551,39/ano;

A empresa está trabalhando para implementar medidas ambientais nas quais podemos constar:

- elaborar estudo para reduzir o consumo de óleo;
- redução do consumo de água: reaproveitamos das águas utilizadas nos banhos de tratamento, cabines de pintura e Estação de Tratamento Efluentes e elaborar programa de conscientização dos funcionários para evitar o desperdício;
- redução do consumo de energia elétrica: reavaliação do sistema de iluminação, otimização do consumo de energia das máquinas e equipamentos;
- redução de resíduos perigosos gerados no processo de manufatura;
- alteração da pressão de ar das pistolas utilizadas na pintura de peças, menor consumo de tinta por peça produzida, menor contaminação do ambiente e menor geração de borra de tinta, conforme FIGURA 7;
- controle da viscosidade da tinta para redução do retrabalho, redução do número de defeitos e menor consumo de tinta;
- instalação de filtro para eliminar água do ar comprimido no sistema de pintura por pistola para redução no número de produto final defeituoso;
- o estudo para reaproveitamento de águas tratadas;
- projetos pluviais para eliminação de tratamentos desnecessários.

FIGURA 7 – EXEMPLO CABINE DE PINTURA



ALTERAÇÃO NA PRESSÃO DE AR
DAS PISTOLAS UTILIZADAS NA
PINTURA DE PEÇAS

FONTE: AGCO

- **Situação Anterior a alteração na pressão do ar:** Mudança motivada pela grande geração de resíduo de tinta e pelo alto consumo de matéria-prima. Limpeza da cabine realizada de 2 em 2 meses;

- **Situação Atual:** Redução da pressão de ar nas pistolas utilizadas para pintura. A medida proporcionou a extensão do tempo de limpeza da cabine de pintura. Desde a implantação da medida não foi realizada a limpeza da cabine, é previsto um período de 4 em 4 meses.

INVESTIMENTO: não houve investimento.

BENEFÍCIO ECONÔMICO:

- R\$ 44.633,28/ano;
- redução no custo de disposição do resíduo - R\$ 13.853,60;

BENEFÍCIO AMBIENTAL:

- menor consumo de tinta por peça produzida;
- menor contaminação do ambiente (emanações);
- menor geração de resíduo de borra de tinta.

"O programa de Produção Mais Limpa desenvolvido na AGCO do Brasil foi de extrema importância, pois, além de proporcionar grandes benefícios econômicos e ambientais, atuou como agente de divulgação da empresa a nível nacional. Este

programa foi o responsável pela grande conquista no ano de 1999, o prêmio CNI de Ecologia na categoria de conservação de insumos de produção. Temos certeza que este trabalho constitui-se em importante fator de motivação para que outras empresas venham a integrar-se nas atividades de preservação ambiental."

Norbert Luckow

Coordenador ISO 14000

5.1.2. O Processo de Pintura de Superfícies Metálicas

As tintas são revestimentos orgânicos que, aplicadas sobre as superfícies, se destinam a sinalizá-las, embelezá-las e protegê-las. A proteção pode ser feita por simples barreira mecânica ou por pigmentos inibidores de corrosão. A eficiência dessa proteção se deve não só a bons produtos. É necessário também que a superfície esteja bem preparada e os produtos sejam bem aplicados. Portanto, uma boa pintura é o somatório de três fatores: bons produtos, boa preparação da superfície e boa aplicação.

Quanto ao sistema de pintura, aplica-se uma ou mais demãos de primer que é o fundo anticorrosivo, designado em geral pelo nome da resina e dos pigmentos anticorrosivos que possuem, como: zarcão, cromato de zinco, óxido de ferro e pó de zinco. Sobre o primer aplica-se a tinta de acabamento, em geral brilhante e que confere a cor definitiva ao sistema.

A tinta é formada basicamente dos seguintes componentes: resina, pigmentos, cargas, solventes, aditivos – secantes, antioxidantes, plastificantes, agentes tixotrópicos e tensoativos .

A tinta utilizada em processo é a tinta de dois componentes ou catalisadas que também são chamadas de lacas de reação. O componente A também é chamado de tinta ou base. O componente B é chamado de catalisador (poliuretano). Após a mistura dos dois componentes inicia-se o processo químico de polimerização que conduz a cura ou endurecimento. Em tintas bicomponentes temos o chamado de *pot-life*, ou vida útil da mistura, que é o tempo de que se dispõe para aplicação da tinta sem que ocorra gelatinização ou endurecimento. Geralmente o tempo é determinado de acordo com o

tipo de tinta. A tinta tem uma relação de mistura, que consiste na quantidade que devemos misturar de componente A e de B antes de aplicar a tinta.

Com a tinta poliuretano que é usada no processo, consegue-se através do resultado de uma reação entre uma resina e um poliisocianato. Normalmente não se fazem primers a partir de um poliuretano.

Existem outros tipos de tintas industriais, por exemplo, tintas em pó, solúveis em água, alto sólidos e com produtos curáveis com ultravioleta. O processo utilizando tinta em pó, será descrito, a seguir.

O método de aplicação da tinta, na pintura de estruturas, utilizam vários tipos de instrumentos que caracterizam os métodos de aplicação: pincel, rolo, pistola, pistola sem ar, entre outros.

O processo utiliza o método de aplicação de tinta utilizando pistola. É o método mais rápido de aplicação em grandes áreas e estruturas. A tinta é pulverizada na pistola e projetada contra a superfície. No momento em que a tinta passa no bico da pistola é fortemente cizalhada, quebrando a tixotropia e é também projetada energeticamente. Ambos efeitos favorecem a sua penetração no substrato, garantindo uma aplicação mais eficiente. A superfície fica muito mais lisa e regular, graças a melhor distribuição do produto aplicado.

Na AGCO temos um eficiente sistema de bombeamento de tinta e catalisador. Após bombeada, a tinta passa por um controlador eletrônico de mistura de materiais bicomponentes (tinta e catalisador) com base num microprocessador, que possibilita trocas freqüentes de cor, chamado de "*Precision Mix*". A aplicação da tinta é realizada em cabines com sistema convencional de aplicação (pistolas convencionais).

O tratamento superficial consiste de duas linhas por imersão e uma linha por jato spray. O tratamento superficial por imersão trabalha, a temperaturas diferenciadas, a base de desengraxante alcalino, fosfato de zinco e passivador. O sistema por jato spray trabalha com desengraxante neutro e fosfato de ferro. Em ambas as linhas as peças passam por estufas a gás, para posteriormente serem pintadas.

No processo de pintura controla-se através de inspeções, que apresentam as seguintes características:

- inspeções de controle no recebimento: densidade, viscosidade e sedimentação;
- inspeções no campo: estocagem, preparação da tinta, condições atmosféricas e preparação da superfície;
- inspeções finais (relativas ao filme seco): brilho, dureza, flexibilidade, camada, aderência.

Juntamente com a aplicação da tinta tem-se também os defeitos mais comuns que podem acontecer, entre eles, escorrimento, casca-de-laranja, empolamento, enrugamento, manchas, fumaça (*overspray*), descascamento, nuvem, gretamento, fervura, calcinação, descoloramento, marcas de trincha, trincamento, olho-de-peixe, sangramento e flutuação. Este produto utiliza gera desperdícios e impactos devido a isso, foram estudadas as tecnologias alternativas para o processo de pintura, com o objetivo de atingir as metas definidas pela empresa. Identificaram métodos e materias que demonstram boa performance e baixo índice de poluição.

5.2. TINTA PÓ – AVANÇOS E IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO ALTERNATIVO

As primeiras tentativas para produzir tinta em pó, foram feitas na década de 1950. A única resina sólida disponível era a epóxi, combinada a pigmentos, endurecedores, aditivos e cargas.

A dispersão era feita através de moinho de bolas, conseguindo-se misturas homogêneas. A aplicação era realizada por um processo denominado leiteo fluidizado, porém, devido à natureza do pó, havia uma separação natural por peso e tamanho, fazendo com que a composição e o aspecto visual não fosse constante durante a aplicação. Nesta época, as tintas em pó não eram consideradas adequadas para efeitos decorativos, senão utilizados como isolantes ou revestimentos anticorrosivos, com espessuras de até 200 microns.

Em 1965 foi introduzida a extrusora, como máquina de produção contínua, e surgiu o primeiro revólver eletrostático. Somente então a indústria aceitou a idéia da tinta em pó ser "economicamente viável".

Em meados da década de 70, começaram a ser desenvolvidos outros sistemas

de resinas: híbrido (Epóxi/Poliéster); Poliéster; Poliuretano, entre outros, objetivando usos específicos que demandaram tecnologias também específicas: revestimentos em pó para oleodutos, para aplicação em interiores de tambores destinados ao acondicionamento de sucos cítricos.

A partir de então, os resultados foram surpreendendo, chegando aos produtos atuais, considerados altamente competitivos e de excepcional qualidade.

Assim, a tinta em pó insere-se no contexto de produção mais limpa como um processo e uma meta. Os primeiros passos para esta meta são mudanças no processo de produção. Estes incluem melhorias na administração interna, redução de produtos considerados tóxicos e a introdução de sistemas de reciclagem "em casa" para reusar desperdício de água e energia que seriam, de outro modo, dissipados. Estas medidas iniciais podem ser empreendidas com nenhum ou baixo investimento e com economias consideráveis, bem como a diminuição considerável dos impactos ambientais e riscos associados em comparação com tintas à base de solventes.

Além de uma necessidade ambiental o consumo de tintas em pó vem crescendo devido a diversidade de produtos e aplicações. As tintas em pó são consideradas produtos ecologicamente corretos e isentos de quaisquer tipos de solventes, apresentando um crescimento em nível global de 6,5 % para o ano de 2002.

No Brasil, o sistema de resinas predominante é o poliéster/epóxi, mais conhecido como híbrido. Outros sistemas, como poliéster, poliuretano, epóxi e acrílico, também são encontrados, porém em usos específicos e em menor escala.

São consideradas novas tecnologias, aquelas que por meio de uma modificação na formulação ou no processo de fabricação apresentam características que satisfazem às mais variadas necessidades dos usuários.

Um mercado estimado em 24 mil toneladas/ano. Esta é a capacidade estimada de tintas em pó no Brasil. A tecnologia vem ganhando adeptos e cresce em média 10% ao ano em todo o mundo. Tal performance é a resposta das fabricantes às exigências, cada dia mais intensas, de proteção ao meio ambiente. A tinta em pó não utiliza solventes em sua formulação, garantindo produtos ecologicamente corretos, já que são livres de resíduos contaminantes.

O processo de aplicação da tinta em pó também é bastante simples, seguro e econômico, já que não há perdas. O custo do m² pintado também é menor se comparado ao da tinta líquida. A tinta, aplicada por deposição eletrostática, passa a seguir por um processo de cura a uma temperatura média de 200°C, o que garante total aderência à superfície.

Por conta de tantos atributos a tinta em pó vem conquistando mais e mais segmentos de mercado. Em alguns, a substituição da tinta líquida pela em pó é bastante visível, como linha branca e bicicletas, por exemplo, sem contar os substratos que começam a ser alvo de pesquisas para a aplicação da tinta em pó, como o vidro e o plástico.

5.2.1. Coleta dos Dados

Os dados para análise foram baseados através do levantamento comparativo dos resultados que foram coletados antes a implantação da tecnologia, por um período de aproximadamente 30 dias, conforme visto no QUADRO 1.

QUADRO 1 - LEVANTAMENTO DE CUSTOS COMPARATIVOS

	LEVANTAMENTO DE CUSTOS COMPARATIVOS ENTRE ESMALTE PU E TINTA PÓ		
Setor Pintura			
Supervisor Antonio Roberto Rigon			
Redução de 30% do volume aproximado de peças pintadas de preto, incluindo atuais itens zincados que voltariam a serem pintados internamente pelo setor de pintura			
Prioridade		Alta X	Média
Valor Aproximado (R\$/colheiteadeira) a) Desconsiderando os itens zincados Custo Atual com Esmalte Poliuretano: R\$ 235,67 Custo Proposto com Tinta em Pó: R\$ 91,36 Ganho: Custo Atual – Custo Proposto = R\$ 144,31 b) Considerando os itens zincados Custo Atual com Esmalte Poliuretano: R\$ 235,67 Custo Zincagem: R\$ 43,00 Custo Proposto com Tinta em Pó: R\$ 91,36 Ganho: Custo Atual + Custo Zincagem – Custo Proposto = R\$ 187,31			
Investimentos (Descrever): Equipamento/Máquinas: baseados em modelos fornecidos pela empresa TECNIPAR			
- Estufa a gás modelo EGAT - 3000	R\$15.400,00		
- Cabine de pintura a pó CPPT - 2000	R\$14.600,00		
- Pistola para pintura a pó	R\$5.000,00		
- Instalações elétricas e prediais	R\$ 10.000,00		
TOTAL INVESTIDO	R\$45.000,00		
<small>Valores baseados no orçamento fornecido pela empresa Tecnipar (Caxias do Sul)</small>			
Retorno do Investimento:			
Retorno do investimento:	$\frac{R\$45.000,00}{R\$189557,00}$	= 0,23 anos	(considerando zincagem)
			(1012 colheiteadeiras x R\$187,31 = R\$189557,72)
Retorno do investimento:	$\frac{R\$45.000,00}{R\$146041,72}$	= 0,31 anos	(desconsiderando Zincagem)
			(1012 colheiteadeiras x R\$144,31 = R\$146041,72)
Aprovado:		Data:	
Ciente:	Gerente	Supervisor	

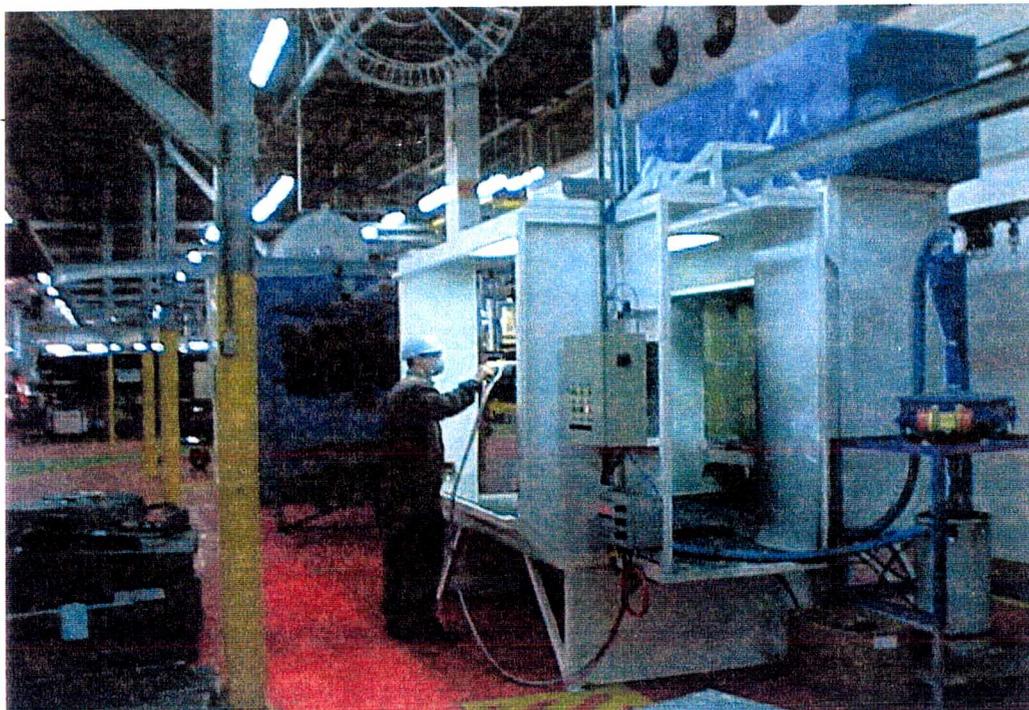
FONTE: AGCO

5.2.2. Análise Comparativa dos Resultados

Após realização do levantamento de custos do QUADRO 1 e do levantamento das vantagens que Tinta em Pó oferece obteve-se os seguintes resultados:

- as tintas pó não emitem solventes durante e após aplicação; isto é um fator importante em países que tem restrições à quantidade de solventes emitido pelas fábricas; ou seja; as tintas em pó não causam poluição atmosférica ou poluição por efluentes;
- representam uma solução para o problema da escassez do petróleo, já que não necessitam de solventes;
- tem-se uma redução considerável no risco de incêndio;
- é mínima a perda de material durante o processo de aplicação, já que o pó do *overspray* é reaproveitado. Em outras palavras, a eficiência de uso é ao redor de 98%. Isso significa que cada 1Kg de tinta comprada, 980g são efetivamente transformadas em revestimento, não havendo geração de borra de tinta.
- na maioria dos casos não há necessidade de tinta de fundo (primer);
- a perda por *overspray* é praticamente zero;
- maior facilidade na limpeza das instalações de aplicação;
- a tinta pó é fornecida nas condições de aplicação, dispensando a diluição com solvente, acerto de viscosidade;
- a instalação de pintura e cura ocupa um espaço menor do que a correspondente para tintas líquidas conforme FIGURA 8, pois não há necessidade da zona de evaporação do solvente (*flash off*);
- não há necessidade dos grandes investimentos (conforme APÊNDICE 1) em instalações para evitar a poluição ambiental e/ou melhorar condições ambientais de trabalho.

FIGURA 8 – INSTALAÇÕES COMPACTAS PINTURA TINTA PÓ



Fonte: AGCO

No ponto de vista financeiro, a viabilidade é demonstrada pela redução dos custos e o retorno do investimento, representando uma economia de 61,24% com o novo processo proposto.

5.3. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS

Os metais podem sofrer alterações, nas quais perdem suas características metálicas, e na maioria dos casos um elemento se transforma num composto. Assim, por exemplo, o ferro pela influência da umidade e do ar se transforma em óxido e carbono básico de ferro, conhecido como ferrugem. Também em água salgada e na presença de oxigênio, o ferro se transforma em ferrugem, neste caso pela corrente elétrica, servindo a água como condutor.

Estes fenômenos são as manifestações mais conhecidas da corrosão. As camadas de óxido de ferro, as quais variam de azul claro até quase preto, e que

aparecem em caso de aquecimento, são compostos de diferentes óxidos de ferro e são conhecidos como fenômenos de oxidação.

5.3.1. Formas de Tratamento da Corrosão

Partindo do princípio de que todo o metal ao sair da siderúrgica deverá passar por vários estágios até se transformar em produto final, existe a necessidade de tratamento do mesmo adequadamente, para que não tenhamos um produto acabado sem qualidade.

Ao longo dos anos foram desenvolvidos vários processos de tratamento da corrosão, tanto no que diz respeito ao controle da corrosão, como de sua total eliminação.

Dependendo do produto final a ser obtido, podemos optar por um determinado tipo de tratamento, como por exemplo: zincagem, fosfatização, oxidação negra, cromatização do alumínio e suas ligas, entre outros.

Em todo o processo de tratamento de metais obtém-se um produto final com qualidade, desde que o mesmo seja aplicado de acordo com as regras básicas que requer, tanto na parte de controles quanto na parte operacional.

Hoje em dia a preocupação com a qualidade está cada vez mais na pauta das grandes empresas, e devido a este fato foram desenvolvidas formas e criadas normas de controle, que proporcionam a todos aqueles que manuseiam o metal, desde os cargos de chefia até os operadores, conhecimentos suficientes sobre aquilo que operam, para que se tenha a Qualidade Total.

5.3.1.1. Processos de fosfatização

O processo de fosfatização é usado com finalidade de adequar a superfície metálica ao uso. Os processos de fosfatização são desenvolvidos para o tratamento de aço, ferro, galvanizado a fogo, eletro galvanizado e ligas de alumínio. Dentre os processos de fosfatização o mais usual é o processo de fosfatização a base de zinco, no qual trabalhamos atualmente na empresa, com a finalidade de proteção anticorrosiva

para pintura. Sabe-se que apenas o fosfato não pode ser usado como fim anticorrosivo, pois este apresenta pouca eficácia contra a corrosão dos metais quando usado isoladamente, porém, quando usado com um tratamento posterior, como pintura, apresenta um poder sinérgico, o que aumentará muito a eficiência de proteção anticorrosiva.

Como em todos os processos de tratamento de superfícies metálicas o processo de fosfatização é composto de uma linha combinada de itens que em conjunto contém excelentes propriedades anti-corrosivas e de revestimento de superfície.

Dentro do processo de fosfatização existem várias alternativas e opções que podem ser adotadas pelas indústrias, tais como: processo *spray*, imersão, manual, entre outros.

Estes processos podem ser aplicados pela indústria de acordo com a sua necessidade, como segue: fosfato de zinco, fosfato de ferro, fosfato de manganês, entre outros.

O processo que analisado é do fosfato de zinco por imersão e que apresenta a seguinte seqüência conforme FIGURA 9:

Limpeza

1 – tanque desengraxe alcalino

2 – tanque água de lavagem

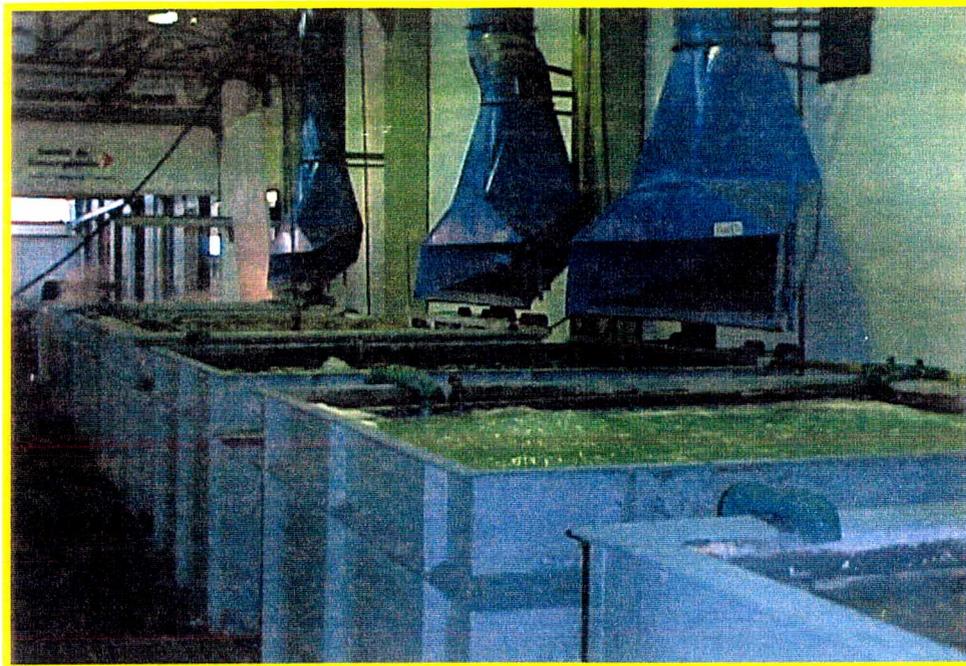
Acabamento

3 – tanque fosfato de zinco

4 – tanque passivação crômica ou orgânica

5 – tanque estufa

FIGURA 9 - SEQUÊNCIA TRATAMENTO SUPERFICIAL COM FOSFATO DE ZINCO



FONTE: AGCO

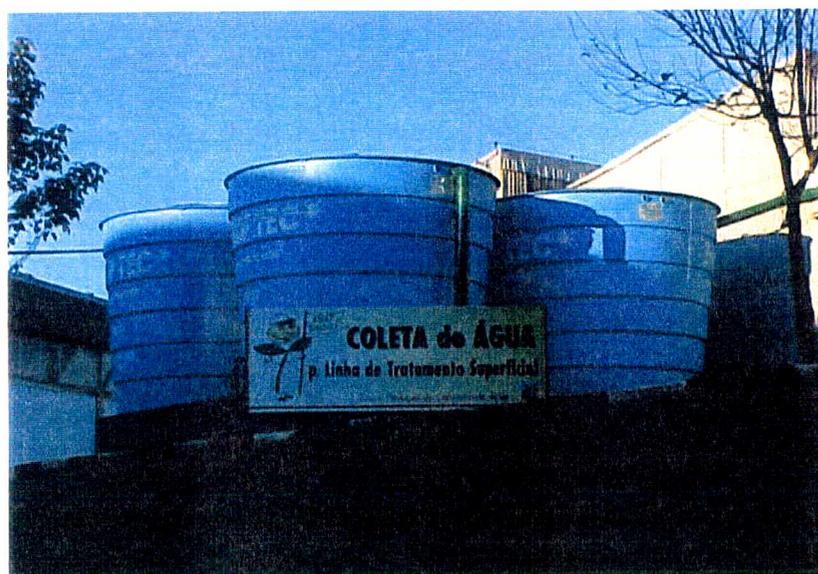
Os processos de limpeza constituem-se em desengraxe alcalino e águas de lavagem e apresentam as seguintes características:

- desengraxe: dentro de qualquer processo de tratamento de superfície um bom desengraxe é fundamental, pois neste estágio vamos remover todas as sujidades da superfície, sejam elas óleos ou graxas. O desengraxe pode ser feito através de desengraxantes alcalinos ou à base de solventes emulsionáveis, porém em qualquer um dos casos, devemos seguir as normas de operação adequadas, bem como ter as condições mínimas exigíveis para o funcionamento do banho, tais como temperatura, exaustão, temperatura, separação de gordura, entre outros. Caso tenhamos um desengraxante deficiente, é certo que as demais operações estarão automaticamente prejudicadas. Na busca de resultados satisfatórios buscou-se alternativas no sentido de substituição de produtos que interajam mais com o meio ambiente. No caso do processo de desengraxe

fez-se a substituição de fornecedores do qual obteve-se resultados satisfatórios em redução de consumo de energia elétrica conforme resultados do APÊNDICE 2, aumento da vida útil do produto montado em processo reduzindo o número de trocas anuais de 4 para 2, diminuindo assim a geração de efluentes contaminados com óleo para tratamento, e ainda utilização de produto líquido mais concentrado em substituição a produto em pó reduzindo o volume de recipientes gerados.

- Águas de lavagem: é fundamental que se tenha uma lavagem após cada banho de tratamento pois a necessidade de evitar-se o arraste de uma banho para outro é importante. As águas de lavagem devem ser correntes, com entrada de água limpa em baixo e saída em cima, levando os resíduos para fora do tanque, mantendo a água limpa. A água corrente tem por objetivo não transportar a água após o banho de desengraxe em outro desengraxante. No processo foi realizado levantamento para a utilização da água da chuva nos tanques de água de lavagem, conforme FIGURA 10 e 11. Com a implantação desta alternativa conseguiu-se uma economia de 19,13% no consumo de água nesta etapa do tratamento superficial.

FIGURA 10 - TANQUES DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA



FONTE: AGCO

FIGURA 11 - ABASTECIMENTO TANQUE COM ÁGUA DA CHUVA



FONTE: AGCO

Os processos de acabamento constituem-se em fosfato de zinco, passivação crômica e estufa e apresentam as seguintes características:

- Fosfato de zinco: podemos denominar este banho como sendo o principal em qualquer processo de tratamento de superfície, pois todos os outros trabalham para que este funcione a pleno. Por se tratar de um banho de acabamento e requerem cuidados especiais, devemos efetuar análises com frequência. Neste banho temos que controlar a acidez total, a acidez livre e o teor de acelerador. Nesta etapa trabalhou-se no sentido de aumentar o tempo de escoamento das peças nos dispositivos de uma etapa para a outra e adequar a posição das peças, de forma ordenada para não haver contaminação dos tanques das demais etapas para diminuir a necessidade de descarte dos tanques com contaminação. Contou-se com uma forte orientação ao operador para que o mesmo tivesse consciência do processo produtivo e a sua finalidade. E ainda trabalhou-se na redução da pontagem necessária do produto tendo redução de consumo e custos.
- Passivação Crômica: para finalizar um processo de tratamento à base de fosfato de zinco, é necessário que se tenha um banho de acabamento, ou de selagem, para sejam evitados problemas pós-tratamento e antes da

pintura tais como reoxidação da superfície e infiltração de sujidades entre os grãos de fosfato depositados na superfície. A passivação com sais de cromo está cada vez mais fora de uso devido ao seu descarte, deve-se reduzir o cromo de forma hexavalente para trivalente, esta redução se dá com a precipitação do banho. Estão sendo desenvolvidos testes em laboratório para adequação de uma passivação isenta de cromo hexavalente para substituição deste produto. Nesta etapa aumentou-se a vida útil de 3 para 4 semanas reduzindo o volume a ser descartado.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A presente dissertação foi desenvolvida a partir da identificação de problemas no decorrer da atividade de pintura e tratamento de superfície. Com isso, foram definidos os objetivos e levantadas as hipóteses básicas para a elaboração do estudo.

O tratamento superficial, pintura e acabamento realizado na AGCO do Brasil e o Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL/RS tem demonstrado resultados satisfatórios, sob o ponto de vista da quantidade e qualidade. A aplicação de tintas a base pó demonstrou eficácia quanto à qualidade do trabalho realizado e também quanto aos impactos ambientais mínimos. Na aplicação de tinta poliuretana, quando se utilizam solventes químicos, as instalações proporcionam também uma aplicação limpa, com impacto ambiental pequeno, uma vez que a pressões do ar e da tinta estão reduzidas diminuindo as quantidades de partículas a serem emitidas.

Futuros trabalhos nessa linha serão orientados no sentido de avaliar outras aplicações de tintas hidrossolúveis. Observar essas aplicações poderá resultar na adoção dessas tecnologias na linha de produção, reduzindo assim o consumo de solventes, evitando danos físicos aos funcionários e ao meio ambiente, utilizando processos modernos, eficientes, de alta proteção e acabamento de superior qualidade.

Uma forma de pensar tem conduzido os empresários e executivos há

reestruturarem suas visões, as missões e estratégias de suas organizações para aproveitar as oportunidades que o crescimento dos mercados estão proporcionando, sob duas leituras fundamentais:

- um mundo globalizado, onde todas as nações implementam a geração de produto e insumos com ênfase na preservação da natureza, incorporando tecnologias não poluentes de forma a oferecer produtos que atendam às necessidades manifestadas ou emergentes dos consumidores a preços justos e competitivos;

- caminha-se à passos largos para uma vida fundamentada em conhecimento e informação. O valor que o consumidor atribui aos produtos/serviços torna-se cada vez mais imaterial e simbólico.

Dessa forma, as características funcionais das organizações - tecnologia e impactos causados pelos processos - e as características comportamentais - relação empresa/trabalhador/comunidade/empresa - estão sendo sistematicamente observadas e avaliadas na qualificação de fornecedores e parceiros. De maneira idêntica, são consideradas as ações que a empresa tem implementado para informar os seus clientes sobre o desempenho funcional dos processos, aproveitamento de matéria-prima reciclada, principais características dos produtos, utilidade, impacto ambiental, retorno à origem das embalagens e produtos após o uso, além de outros procedimentos.

Nessas condições, torna-se importante o refinamento das questões estratégicas referentes ao meio ambiente como uma reavaliação da melhoria da performance de todos os níveis de relacionamento da empresa com o meio ambiente. As empresas são constituídas e formadas por pessoas. Relacionar-se com o meio ambiente traz em contrapartida uma maior consciência holística, resultado da percepção de cada um por si mesmo, pelo outro e das relações que se estabelecem entre todos.

Este aprimoramento humano resulta em organizações cada vez mais abertas ao conhecimento e ao desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. O. B. de; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000.

SZPILMAN, M. Poluição e desenvolvimento sustentável. **Instituto Ecológico Aqualung** - Informativo n. 22. Disponível em: <<http://www.uol.com.br / instaqua / info30.htm>> Acesso em: 20 maio 2002.

AMARAL, A. P. **Contabilidade Ambiental e produção mais limpa**. Disponível em: <<http://www.senai-rs/cntl>> Acesso em: 20 agos. 2002

ARNOLD, K. L. **O guia gerencial para a ISO9000**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

BERLATO, G. Água – O petróleo do século 21. **O Sulco**, p.4-6, 2002

BORGES, C. Recicle: a natureza agradece. **Periódico Banas ambiental**, p.32, 1999.

BRUNDI, U.; WASMER, H. R. Resíduos Sólidos - Desenvolvimento e Meio Ambiente. **Revista Limpeza Pública**, ano 3, n.07, 1977.

BURKE, D., Marks, M.; Ishii, K. " Life-cycle Design for Recyclability", In: Navinchandra (ed.), *Environmentally Conscious Design*, to be published by Academic Press, 1994.

CALLEMBACH, E.; CAPRA, F.; et al. **Eco Management: The Elmwood guide to ecological auditing and sustainable business**. Berkeley: The Elmwood Institute, 1993.

CAMPOS, L. M. de S. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade**, Dissertação apresentada ao PPGEF – UFSC, Florianópolis – SC, 1996, 114p.

CARVALHO, A. B. M. Como entender o que diz a norma ISO14001. **Revista BQ - Qualidade**, p 72-80. Agosto 1998.

CASTRO, O. E. de. A qualidade de 1990 a 2000. **Periódico Banas Qualidade**. Ano X, nº 100, p32-36, setembro de 2000.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Cntl – RS**. Disponível em: <<http://www.senai-rs/cntl>> Acesso em: 20 jun. 2002

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos** - uma ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CMMAD - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CONTADOR, C. R. **Avaliação Social de Projetos**. São Paulo: Atlas, 1981.

FIALHO, M. L. **O Papel Reciclado**. Uma análise de aspectos sociais e ambientais. Dissertação. PPGEP - UFSC, 1997.

FORGATY, D. W.; BLACKSTONE, J. H. and HOFFMANN, T. R. **Production and inventory Management**. 2^a ed., Cincinnati, p. 506-507, 1991.

FURTADO, J. S. et al. **Estratégias de Gestão Ambiental e os Negócios da empresa**. Disponível em: <[http:// www.vanzolini.org.br /areas/desenvolvimento/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa)> Acesso em: 25 ago. 2002.

GARVIN, D. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

ISHII, K. and Eubanks, C. F. " **Life-cycle Engineering: Modeling and Tool Development**," Proc, of the 9th International Conference on Engineering Design (ICED), August 1993, The Hague, Netherlands, vol. 2, pp. 882-889.

HUNT, G. E. **Waste Reduction Techniques and Technologies**. New York: Mc-Graw Hill, p. 25-54, 1990

LERÍPIO, A., THÉ, J.L., SELLIG, P.M. e BARCIA, R. M. **Emissão Zero: Um novo conceito de qualidade total**. Paper exemplo distribuído pelo PPGEP - UFSC, 1996.

MAIMON, D. **Ensaio sobre Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. APED, 1992.

MAIMON, D. **Passaporte Verde**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MANSUR, A. Parecia Impossível, In: **Revista Veja**, p. 58-59, 04/08/1999.

MAZON, R. Em Direção a um Novo Paradigma de Gestão Ambiental - Tecnologias Limpas ou Prevenção de Poluição. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, 32 (2), p. 78 - 98, abril-jun. 1992.

NBR ISO14001. **Sistemas de gestão Ambiental**: Especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

NBR ISO 14004. **Sistemas de gestão ambiental**: diretrizes gerais sobre princípios sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo**: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas 1995.

PATON, S. M. O futuro da qualidade. **Quality Digest**. Artigo publicado em **Banas Qualidade**, p.66-71, março de 2000.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Clear Production for Worldwide**. PNUMA, 1993.

PYZDEK, T. Seja criativo para melhorar sua gestão. **Quality Progress**, p.60-64, julho de 1999.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo (FUNDAP), 1993.

SCHNITZER, H. Produção mais limpa e minimização de resíduos. In: **Ecoprofit**, julho

de 1998.

SELIG, P. M. Gerência e avaliação do valor agregado empresarial. Tese apresentada ao PPGEF-UFSC, Florianópolis –SC, 1993, p.187-223.

TIGRE, P. Tecnologias Limpas. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ, 1994.

WIEMES, F. Uma proposta de Sistema de Gestão Ambiental aplicada numa empresa metal mecânica catarinense, Dissertação apresentada ao PPGEF – UFSC, Florianópolis – SC, 1999, 111p.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - LEVANTAMENTO DETALHADO DE CUSTOS COMPARATIVOS ENTRE ESMALTE POLIURETANO E TINTA EM PÓ.....	81
APÊNDICE 2 - CÁLCULOS REDUÇÃO ENERGIA HENKEL.....	85
APÊNDICE 3 – RELATÓRIO LABORATÓRIO TRATAMENTO SUPERFICIAL	86

**APÊNDICE 1 - LEVANTAMENTO DETALHADO DE CUSTOS COMPARATIVOS
ENTRE ESMALTE POLIURETANO E TINTA EM PÓ**

a) Custos para Esmalte Poliuretano líquido

1) Para Modelo MF 3640:

Variáveis

	Custo Esmalte PU (R\$ /Colheitadeira)
Consumo de Esmalte PU(4230004)	31L X R\$4,98 = R\$154,38
Consumo de Primer Vinílico(4230022)	26,07L X R\$8,23 = R\$214,55
Consumo de Catalizador(4230002)	17,36L X R\$9,30 = R\$161,44
Consumo de Solvente (Xilol)(4230001)	11,16L X R\$1,83 = R\$20,42
	TOTAL: R\$550,79

2) Para Modelo MF 5650:

Variáveis

	Custo Esmalte PU (R\$ /Colheitadeira)
Consumo de Esmalte PU(4230004)	36L X R\$4,98 = R\$179,28
Consumo de Primer Vinílico(4230022)	27,5L X R\$8,23 = R\$226,32
Consumo de Catalizador(4230002)	21,36L X R\$9,30 = R\$198,64
Consumo de Solvente (Xilol)(4230001)	12,20L X R\$1,83 = R\$22,32
	TOTAL: R\$626,56

3) Para Modelo MF 34:

Variáveis

	Custo Esmalte PU (R\$/Máquina)
Consumo de Esmalte PU Preto(4230004)	49L X R\$4,98 = R\$244,02
Consumo de Primer Vinílico Cinza(4230022)	35L X R\$8,23 = R\$288,05
Consumo de Catalizador(4230002)	24,5L X R\$9,30 = R\$227,85
Consumo de Solvente (Xilol)(4230001)	15,56L X R\$1,83 = R\$28,47
	TOTAL: R\$ 788,39

4) Para Modelo MF 38:

Variáveis:

	Custo Esmalte PU (R\$ /Máquina)
Consumo de Esmalte PU Preto(4230004)	49L X R\$4,98 = R\$244,02
Consumo de Primer Vinílico Cinza(4230022)	36,04L X R\$8,23 = R\$296,60
Consumo de Catalizador(4230002)	28,16L X R\$9,30 = R\$261,88
Consumo de Solvente (Xilol)(4230001)	13,15L X R\$1,83 = R\$24,06
	TOTAL: R\$ 826,56

5) Custos rateados para os dois modelos

5.1) Limpeza de Cabines

(Considerando a limpeza de uma cabine baseado nos valores
de limpeza do mês de janeiro /2002)

$$\frac{R\$936,00}{140\text{Colheitadeiras}} = \frac{R\$6,68}{\text{Colheitadeira}}$$

5.2) Lavagem de Macacões

$$\left(\frac{R\$4,80}{\text{Macacão}} \times \frac{2\text{macacões}}{\text{dia}} \times \frac{22\text{dias}}{1\text{mês}} \times \frac{1\text{mês}}{140\text{Colheitadeira}} \times 4\text{funcionários} \right) = \frac{R\$6,03}{\text{Colheitadeira}}$$

5.3) Lavagem de Luvas /Toucas

$$\left(\frac{R\$1,75}{\text{Luva}} \times \frac{2}{\text{dia}} \times \frac{22\text{dias}}{1\text{mês}} \times \frac{1}{140\text{Colheitadeira}} \times 4\text{funcionário} \right) = \frac{R\$2,22}{\text{Colheitadeira}}$$

5.4) Álcool/Papel Higiênico

$$\frac{R\$0,40}{\text{Colheitadeira}}$$

5.5) Limpeza Pistolas (uso de solvente)

$$\frac{R\$0,077}{\text{Colheitadeira}}$$

5.6) Coagulante (Considerando dosagem Diária de uma cabine)

$$\frac{R\$8,06}{\text{Kg}} \times \frac{10\text{Kg}}{\text{dia}} \times \frac{11\text{dias}}{1\text{mês}} \times \frac{1\text{mês}}{140\text{Colheitadeira}} = \frac{R\$6,33}{\text{Colheitadeira}}$$

5.7) Transporte borra de tinta

(Considerando transporte mês Janeiro)

(Pegou-se o valor total do transporte e rateou-se em 4 cabines de pintura – um mês de produção gerou 3 cargas de caminhão)

$$\frac{R\$925 + 925 + 3000}{140\text{Colheitadeira}} = \frac{R\$34,64}{\text{Colheitadeira}} \div 4\text{Cabines} = \frac{R\$8,66}{\text{Colheitadeira}}$$

5.8) Destinação de Borra de Tinta e Lodo de Fosfato

(Considerando o enviado no mês de janeiro/2002 pois a borra é direcionada para um local único independente de qual cabine gerou o resíduo realizado por empresa certificada pela FEPAM)

$$\frac{R\$8316,00}{140\text{Colheitadeira}} \div 4\text{Cabines} = \frac{R\$14,85}{\text{Colheitadeira}}$$

5.9) Tambores usados para armazenagem de resíduos

(Considerando média do setor)

(Pegou-se o valor total do resíduo de borra de tinta gerado e rateou-se em 4 cabines de pintura)

$$\frac{75\text{Tambores} \times R\$12,00 \times 1\text{Mês}}{1\text{Mês} \times 140\text{Colheitadeira}} = \frac{R\$6,43}{\text{Colheitadeira}} \div 4\text{Cabines} = \frac{R\$1,61}{\text{Colheitadeira}}$$

TOTAL: R\$ 46,85

5.10) Custo Total

Para Modelo MF5650:

$$T = \frac{R\$673,41}{\text{Colheitadeira(MF5650)}}$$

Para o Modelo MF34:

$$T = \frac{R\$835,24}{\text{Colheitadeira(MF34)}}$$

Considerando a produção do mês de Janeiro de 2002

140 Colheitadeiras \Rightarrow 100%

140 Colheitadeiras \Rightarrow

102 MF5650 \Rightarrow x

38 MF34 \Rightarrow x

$x = 73\%$ MF5650

$x = 27\%$ MF34

Os preços considerados para os itens 4230004; 4230022; 4230002; 4230001 foram baseados no fornecedor com maior Split. Estes preços estão sem I P I .

-4230004 : Fornecedor Renner (80% Split)

-4230022 : Fornecedor Akzo (60% Split)

-4230002 : Fornecedor Renner (40% Split)

-4230001 : Fornecedor Renner (90% Split)

Custo Médio por máquina considerando a produção do mês de Janeiro de 2002 (102 MF5650 e 38 MF34)

$$T = \frac{R\$717,09}{\text{Colheitadeira}}$$

Considerando que iremos pintar 30% dos itens de colheitadeira que utilizam o preto, temos o seguinte valor em reais, considerando que estes custos 30% não geraram resíduos a serem tratados.

$$T = \frac{R\$215,13}{\text{Colheitadeira}}$$

b) Custos para Tinta em Pó

$$\frac{R\$10,10}{\text{Kg}} \times \frac{23\text{Kg}}{\text{Colheitadeira}} = \frac{R\$232,30}{\text{Colheitadeira}} + 30\% = \frac{R\$301,99}{\text{Colheitadeira}}$$

Limpeza de cabine $\frac{R\$2,56}{\text{Colheitadeira}}$

Custo Total (considerando a produção de 30% do volume total)

$$\frac{R\$301,99}{\text{Colheitadeira}} + \frac{R\$2,56}{\text{Colheitadeira}} = \frac{R\$304,55}{\text{Colheitadeira}}$$

$$\frac{R\$91,36}{\text{Colheitadeira}}$$

Retorno do investimento (colheitadeira produzida)

a) Desconsiderando os itens zincados

Custo Atual com Esmalte Poliuretano: R\$ 215,13

Custo Proposto com Tinta em Pó: R\$ 91,36

Ganho: Custo Atual – Custo Proposto = R\$ 123,77

b) Considerando os itens zincados

Custo Atual com Esmalte Poliuretano: R\$ 215,13

Custo Zincagem: R\$ 43,00

Custo Proposto com Tinta em Pó: R\$ 91,36

Ganho: Custo Atual + Custo Zincagem – Custo Proposto = R\$ 80,77

APÊNDICE 2 - CÁLCULOS REDUÇÃO ENERGIA HENKEL

Tanque Colheitadeira:

20m³ → 4,22 MW/Dia

10m³ → x

$$x = 2,11 \text{ MW} = 2,11 \times 10^6 \text{ W} = 2,11 \times 10^3 \text{ KW/Dia}$$

Tanque Trator:

10m³ → 924 KW/Dia

Redução: $2,11 \times 10^3 \text{ KW} - 924 \text{ KW}$

Redução: 1186 KW

1 KW → R\$ 0,0568

1186 KW → x

$$x = \text{R\$ } 67,36 / \text{Dia}$$

$$x = \text{R\$ } 1481,92 / \text{Mês /Tanque_Trator}$$

Consideração: Houve uma redução no mês de fevereiro onde tem-se maior volume na colheitadeira e menor volume no trator, ou seja, a tendência do custo em função da diminuição da T_{amb} é diminuir o valor encontrado.

OBS: onde tem-se:

T_{amb} = Temperatura ambiente média do mês de Fevereiro (31C);

T = Temperatura média de aquecimento (90°C para colheitadeiras e 65 °C para trator)

APÊNDICE 3 – RELATÓRIO LABORATÓRIO TRATAMENTO SUPERFICIAL

Nome: Avaliação da Linha de Tratamento Superficial Trator			Folha: 1 de 4		
Fornecedor: Henkel		Quantidade de amostras: -	Requisitante: Setor de Pintura		
Resultado: Aprovado desempenho Henkel linha trator – período de aproximadamente 30 dias		Laboratório: Químico	Data: 27/12/01	Assinatura:	

Análise: Produtos do tratamento Superficial da Linha Trator

1 - Fornecedor: Henkel Surface Technologies

Objetivo da avaliação

Foi realizado uma avaliação do desempenho da linha de Tratamento Superficial Trator pôr um período de aproximadamente 30 dias.

Descrição da avaliação

A avaliação foi realizada conforme o check list abaixo.

Fornecedor Henkel

Parâmetros e condições do processo

1) Parâmetros

Estágios	1º Tanque	2º Tanque	3º Tanque	4º Tanque	5º Tanque	6º Tanque
Processo	Imersão	Imersão	Imersão	Imersão	Imersão	Imersão
Produto	Parco Cleaner 1997 IM	Água Lavagem	Fixodine ZL	Granodine 240	Água Lavagem	Parcolene 60
Denominação	Desengraxante	Lavagem	Refinador	Fosfato	Lavagem	Passivador
1) Alcalinidade Total				36,8		
2) Acelerador				4,4		
3) Concentração	3,0 %					
5) Temperatura	60 – 70°C	ambiente	ambiente	ambiente	ambiente	60 – 70°C
6) pH		8				
7) Tempo de tratamento (s)	600	60	60	600	60	60
8) Frequência da Troca	Conforme OG	15 dias	15 dias		15 dias	mensal
9) Condição do produto e embalagem	Líquido – BO 70		Líquido – BO 20	Líquido – BO 75		Líquido – BO 25
10) Volume dos tanques (Litros)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
11) Frequência de análises	2x dia	2xdia	2xdia	2xdia	2xdia	2xdia
12) Teste de aderência	GR 05 - OK					

2) Condições

O tratamento superficial da linha trator apresenta-se satisfatório, pôr esse período de aproximadamente 30 dias.

I) Condições que afetam a qualidade

O banho inicialmente não estava dentro do especificado pois o fosfato foi montado mediante o volume de 10000L do tanque, mas devido o isolamento do tanque este volume útil se reduz, portanto a concentração ficou maior na montagem, mas não comprometeu o funcionamento do processo. Até o momento não há quebra d'água após lavagem do desengraxante. As condições oferecidas pelos equipamentos são satisfatórias, faltando somente a bomba dosadora para o tanque desengraxante.

II) Considerações finais

A linha está operando satisfatoriamente, na qual estamos seguindo rigorosamente as condições repassadas pelo fornecedor e pelos boletins técnicos com relação as análises necessárias e os parâmetros a serem corrigidos e observados, bem como a freqüência de troca dos tanques do tratamento superficial linha trator. Estamos tendo também acompanhamento técnico pela Henkel conforme Check List em anexo a este relatório. Com a troca teve-se também uma redução no consumo de energia elétrica pois a temperatura de operação dos tanques desengraxante e passivador passou de 90°C para 65°C nos dois tanques.