

A PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS DE MANUFATURA

Américo Guelere, filho

Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura
Núcleo de Manufatura Avançada
Departamento de Engenharia Produção
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - Centro
CEP: 13566-590 - São Carlos - SP
(16) 3373 94 38
agf@sc.usp.br

Marzely Gorges Farias

Sociedade Educacional de Santa Catarina
Instituto Superior TUPY
R. Albano Schmidt , 3333
89227-700 Joinville
47 461 0246 / 47 9972 4072
marzely@sociesc.com.br

Aldo Roberto Ometto

Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura
Núcleo de Manufatura Avançada
Departamento de Engenharia Produção
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - Centro
CEP: 13566-590 - São Carlos - SP
(16) 3373 94 38
aometto@sc.usp.br

João Fernando Gomes de oliveira

Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura
Núcleo de Manufatura Avançada
Departamento de Engenharia Produção
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - Centro
CEP: 13566-590 - São Carlos - SP
(16) 3373 94 38
jfgo@sc.usp.br

Resumo. *A Produção mais Limpa é definida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva aplicada a processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência global, reduzir riscos ao homem e ao meio ambiente. A adoção da Produção mais Limpa como metodologia de gestão ambiental tem se mostrado uma eficiente estratégia para as empresas de manufatura minimizarem os impactos ambientais associados a suas atividades, atingirem a conformidade legal, reduzirem os custos associados ao gerenciamento de seus dejetos industriais (resíduos sólidos, emissões gasosas e efluentes líquidos) além de melhorarem sua imagem institucional frente aos seus públicos de interesse. Dessa forma, a Produção mais Limpa promove ganhos em competitividade possibilitando o acesso a novos mercados e mesmo a manutenção de mercados arduamente conquistados. O objetivo desse trabalho é apresentar a Produção mais Limpa como estratégia pró-ativa de gestão ambiental para empresas de manufatura e apresentar caso de sucesso obtido pela aplicação desse conceito na SOCIESC Ferramentaria, onde foram conseguidos ganhos econômicos associados e ganhos em desempenho ambiental e à saúde dos colaboradores. Esse caso de sucesso é fruto da parceria entre a Sociedade Educacional de Santa Catarina (SOCIESC) e o Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura (AMA), do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA), ocorrida em âmbito da rede Instituto Fábrica do Milênio (IFM).*

Palavras Chaves: *Manufatura, Gestão Ambiental, Produção Mais Limpa, Ferramentaria.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Quassim ⁽¹⁾, os consumidores passaram a ver a forma com que uma empresa relaciona-se com o meio ambiente na qual está inserida como sendo um valor de qualidade. Isso ocorre como consequência da valorização dos aspectos ambientais junto aos consumidores que, por sua vez, é fruto da crescente conscientização ecológica/ conservacionista observada em âmbito mundial e preconizada pela busca do desenvolvimento sustentável. Como consequência desse processo de conscientização, surge uma nova realidade mercadológica da qual serão excluídas as empresas com baixo desempenho ambiental, empresas para as quais os aspectos ambientais continuam a ser vistos como barreiras e despesas, em detrimento a oportunidades e investimentos.

Usualmente, a um baixo desempenho ambiental de uma empresa, associam-se as tradicionais estratégias reativas de gerenciamento ambiental, focadas na atuação sobre o efeito e não sobre a causa dos impactos ambientais. Trata-se das estratégias conhecidas como fim-de-tubo, que, segundo Lemos ⁽²⁾, foi amplamente difundida entre as décadas de 70 e 80 e que consiste no tratamento de resíduos, implica na instalação de caros e sofisticados filtros em chaminés e a construção de volumosas estações de tratamento de resíduos líquidos, agregando, dessa forma, novos custos ao processo produtivo, o que redundava em aumento do custo final do produto. Sob o ponto de vista dos impactos ambientais, segundo Barbieri ⁽³⁾, as tradicionais e reativas abordagens (baseadas em técnicas e soluções de mitigação) não apresentam resultados satisfatórios, pois o que se verifica é a troca de um tipo de poluição por outra (por exemplo, o tratamento de efluentes líquidos gerando lodos industriais).

Até a década de 80, de acordo com Ahamed ⁽⁴⁾, ser uma empresa ambientalmente consciente afetava negativamente o desempenho econômico, pois demandava maiores investimentos em produtos e processos. Segundo Callenbach ⁽⁵⁾, a partir dos anos 80 os “gastos com proteção ambiental começaram a ser vistos pelas empresas líderes não primordialmente como custos, mas sim como investimentos no futuro e, paradoxalmente, como vantagem competitiva. A atitude passou de defensiva e reativa para ativa e criativa”. Essa mudança de atitude deve-se, em grande parte, à constatação dos reais custos associados ao tradicional gerenciamento de resíduos, uma vez que, por de trás dos custos tradicionalmente contabilizados com tratamento e disposição, há custos relacionados (e não usualmente contabilizados) com, por exemplo, perda de matéria prima, água, energia, não conformidades legais e normativas (normalmente associadas a barreiras não alfandegárias) e aqueles relacionados à imagem da empresa (custos intangíveis). A discrepância entre os custos reais e os tradicionalmente contabilizados com tratamento e disposição de resíduos é tamanha que esses últimos são apenas a parte visível do custo total. Sobre essa marcante diferença, segundo UNEP ⁽⁶⁾ tipicamente para cada U\$1 contabilizado com tratamento ou disposição de resíduos, há outros U\$ 2-3 “escondidos” ou simplesmente ignorados, podendo-se afirmar, dessa forma, que é mais barato não gerar resíduos do que ter de gerenciá-los (tratamento e disposição) depois.

É nesse contexto que algumas indústrias passaram a adotar estratégias que visavam reduzir a quantidade de resíduos gerados por meio de abordagem/ técnicas de reutilização, reciclagem (interna ou externa ao processo) e recuperação de materiais. Ainda assim, tanto a reutilização quanto a reciclagem e a recuperação, embora contribuam para a minimização da geração de resíduos, não se constituem em soluções definitivas, pois partem do pressuposto de que o resíduo existe e também porque geram subprodutos e envolvem gastos de energia e outros custos operacionais. Mediante essas constatações, a partir da década de 90 as empresas passam a tratar a questão da poluição causada pelos resíduos de seus processos e produtos de modo mais holístico e sistêmico, o que as levou a reverem suas estratégias de gerenciamento ambiental, passando de uma postura reativa para uma pró-ativa, cujo princípio norteador é o da prevenção da geração de resíduos.

Dessa forma, o paradigma que norteia atualmente a adoção de estratégias de gerenciamento ambiental é que a redução de impacto ambiental (melhoria do desempenho ambiental) de uma empresa está intimamente ligada a ganhos econômicos e em competitividade.

Como exemplo de que os aspectos ambientais estão intimamente ligados aos ganhos econômicos, a *Minnesota Mining and Manufacturing* (3M) lançou em 1975 o programa denominado *Pollution Prevention Pays* (3P). Em seus primeiros anos de existência, o programa 3P envolveu mais de 2.500 mudanças de processos, levou a uma economia de mais de US\$ 500 milhões além de outros US\$ 650 milhões resultantes da economia de energia (Leighton, 1992 apud Callenbach⁽⁵⁾). Mais recentemente, segundo 3M⁽⁷⁾ a economia gerada por esse programa pioneiro foi de US\$46.200.000 em 2003. E é exatamente nesse contexto de conciliação entre ganhos econômicos e ambientais, os quais redundam em ganhos em competitividade, que surge a filosofia da Produção mais Limpa (P+L).

2. A PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL

2.1. Histórico e Definição

O conceito de Produção mais Limpa foi criado pela UNEP (*United Nations Environmental Program*) em 1988. Segundo UNEP⁽⁶⁾, a Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, aplicada a processos, produtos e serviços. Incorpora o uso mais eficiente dos recursos naturais e, conseqüentemente, minimiza a geração de resíduos e poluição, bem como os riscos à saúde humana. Para Processos, a P+L inclui a conservação de matérias-primas e energia, eliminando o uso de materiais tóxicos e reduzindo a quantidade e toxicidade de todas as possíveis emissões e resíduos. Para produtos, a P+L inclui a redução dos efeitos negativos do produto ao longo de seu ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até a disposição final do produto. Para serviços, a P+L incorpora questões ambientais no seu planejamento e execução. De forma sucinta, para Fresner⁽⁸⁾, a produção mais limpa é uma estratégia preventiva para minimizar o impacto sobre o meio ambiente tanto da produção como do produto. Segundo Rede Brasileira de Produção mais Limpa⁽⁹⁾, as vantagens da P+L são:

- Redução de custos de produção e aumento de eficiência e competitividade;
- Redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação;
- Diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- Melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador;
- Melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público;
- Ampliação das perspectivas de mercado interno e externo;
- Acesso facilitado a linhas de financiamento;
- Melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a mídia e com a comunidade.

2.2. Metodologia para Implementação da Produção mais Limpa

Segundo UNEP⁽⁶⁾, o processo de implementação de um programa e/ou projeto de P+L em uma empresa segue os seguintes passos (Figura 1):

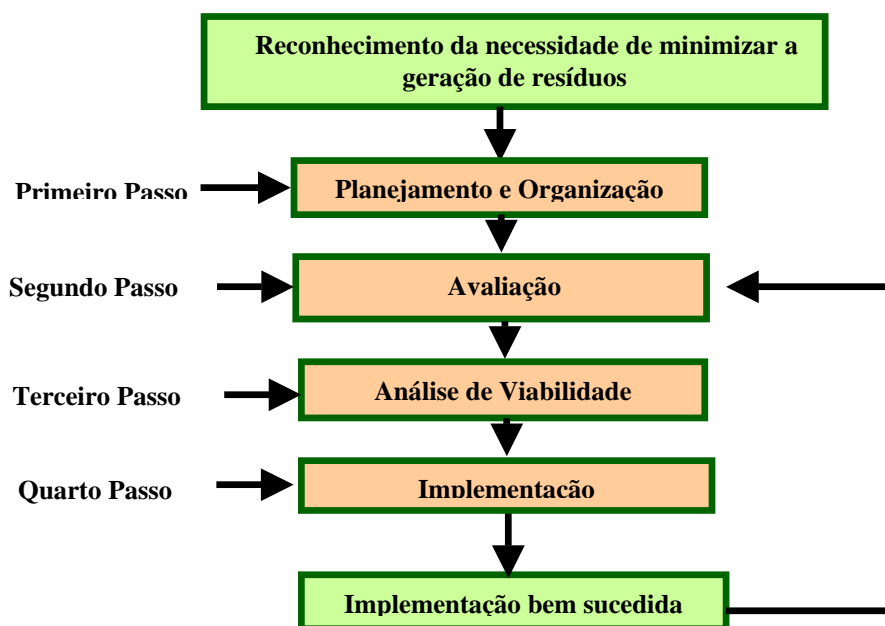


Figura 1. Passos para a implementação da P+L

O ponto de partida é o reconhecimento, por parte da empresa, da necessidade de diminuir os resíduos gerados. Isso feito inicia-se a implementação, onde o primeiro passo envolve a obtenção do comprometimento da gerência e dos colaboradores, a identificação das possíveis barreiras à implementação da P+L e respectivas soluções, o estabelecimento de metas e a formação do grupo de trabalho (EcoTime). O segundo passo é o “coração” da P+L e é constituído de três etapas: identificação das fontes geradoras, análise das causas e geração de opções.

As ferramentas utilizadas na identificação das fontes geradoras de resíduos são os balanços de massa e energia, os quais determinam a eficiência com que matérias-primas e insumos são convertidos em produtos, identificando, dessa forma, os processos ineficientes, os quais são as principais fontes de resíduos.

Na etapa seguinte é feita uma análise das possíveis causas da geração de resíduos identificadas anteriormente. Isso é feito através de sistemática avaliação do processo produtivo, desde os materiais utilizados, até as especificações do produto e treinamento dedicado aos colaboradores, passando pela revisão dos parâmetros de processo, padronização dos procedimentos e do nível tecnológico empregado. A Figura 2, extraída de UNEP ⁽⁶⁾ ilustra as possíveis causas da geração de resíduos.

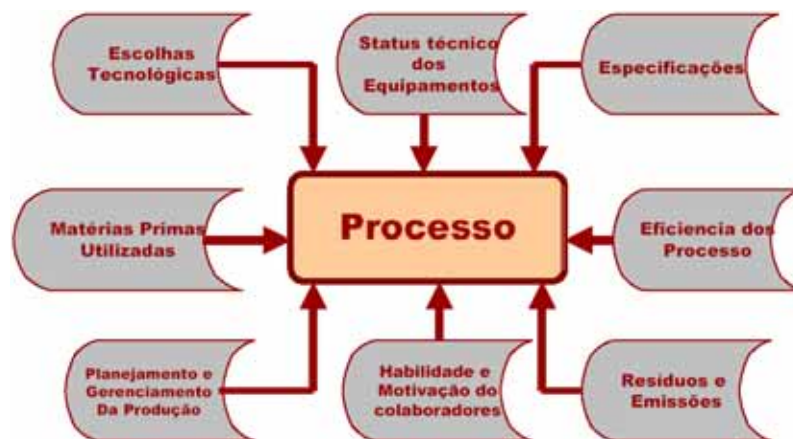


Figura 2. Possíveis causas da geração de resíduos.

Baseados nessas duas etapas anteriores, as opções de P+L são geradas, sempre primando pelas opções que demandam baixos investimentos e que tem tempo de retorno simples curto, como as medidas que envolvem treinamento de colaboradores, reutilização de matérias-primas e insumos e *Housekeeping*. A Figura 3, extraída de UNEP ⁽⁶⁾, traz as práticas utilizadas para a geração de opções de P+L.

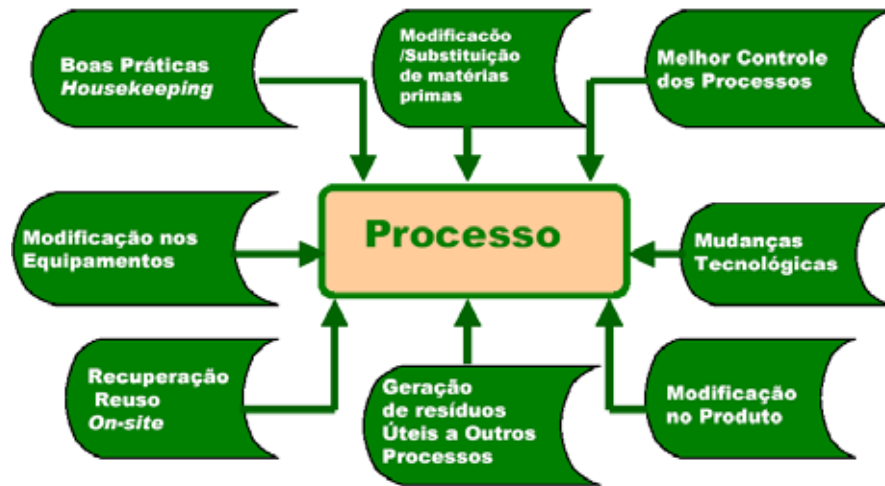


FIGURA 3. Práticas utilizadas para a geração de opções de P+L

No terceiro passo avalia-se as opções de P+L geradas anteriormente segundo os critérios técnicos, econômicos e ambientais, além de levar em considerações padrões corporativos e especificidades de determinados mercados nos quais a empresa atua. A partir dessa avaliação, escolhe-se, dentre o conjunto das opções geradas, aquelas viáveis.

O quarto passo trata da implementação e monitoramento de todas as medidas de P+L viáveis, o que caracteriza a execução de um programa de P+L. Essa fase envolve a correta seleção e acompanhamento da evolução de indicadores, elementos cruciais na avaliação da evolução das medidas implementadas e para o processo de melhoria contínua. A figura 4, extraída de UNEP ⁽⁶⁾, ilustra de forma resumida todos os passos da gestão da implementação da P+L.



Figura 4. Passos da gestão da implementação da P+L

2.2. A Produção mais Limpa e as Empresas de Manufatura

Conforme Agostinho ⁽¹⁰⁾, o sistema de manufatura pode ser representado basicamente como a composição das seguintes atividades: engenharia, chão de fábrica, suporte e negócios (Figura 5).

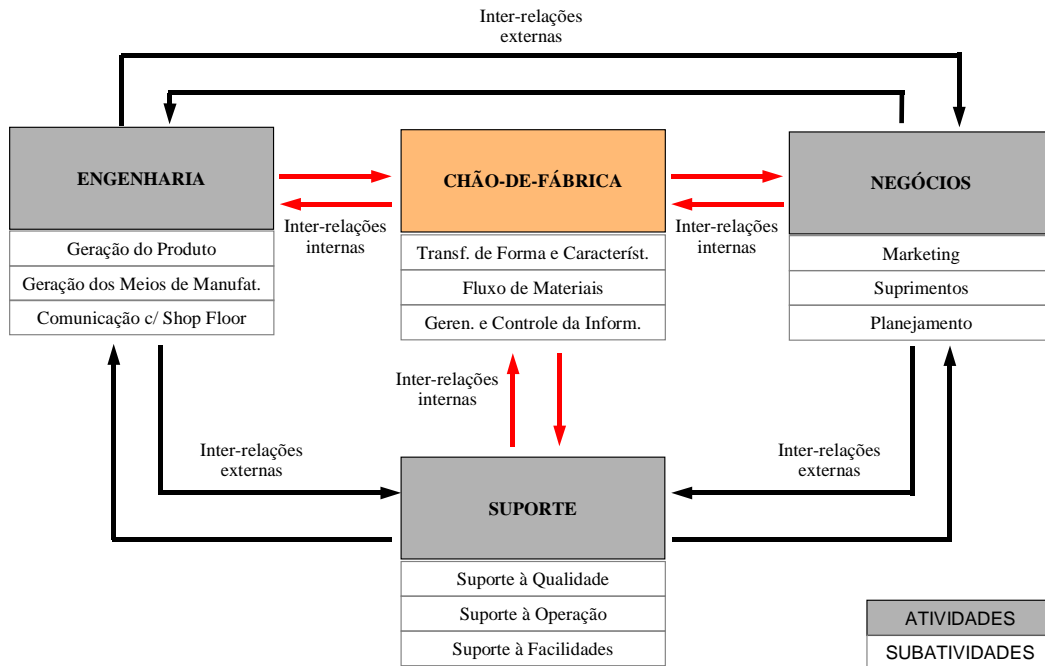


Figura 5. Modelo de um sistema de manufatura

Segundo Agostinho ⁽¹⁰⁾, nas décadas de 50 e 60, os esforços foram concentrados na redução de custos. Já na década de 70, as intenções estavam voltadas para a qualidade de produtos. Atualmente, os fatores flexibilidade e tempo de reposta, inicialmente empregados nas décadas de 80 e 90, passaram a prevalecer, e a integração do Sistema de Manufatura tornou-se um grande diferencial competitivo. Apesar das evoluções nos sistemas de manufatura acima observadas, temos em Byrne & Scholta ⁽¹¹⁾, que os aspectos ambientais foram extensamente ignorados, sendo que atualmente tornaram-se temas de alta prioridade nos países cujo processo de industrialização encontra-se em estágio avançado, alterando, inclusive, a visão que as empresas tinham sobre resíduos. Para a indústria manufatureira, anteriormente vistos como correntes indesejáveis e inerentes ao processo de manufatura, atualmente resíduo é tudo aquilo que não foi transformado em produto. O que “hoje” é resíduo de um produto, “ontem” foi adquirido como matéria-prima com crescente custo, devido à escassez de recursos naturais, e enorme valor agregado em processo por meio de inúmeras fases do processo de manufatura desse produto como, por exemplo, as operações de usinagem na indústria metal-mecânica, que vão desde as mais simples até as mais sofisticadas e que agregam alto valor ao produto final, como a retificação.

Segundo Comissão das Comunidades Europeias ⁽¹²⁾, os produtos são fundamentais para a qualidade de vida dos seres humanos, entretanto, o seu crescente consumo está associado ao esgotamento dos recursos naturais e a maior parcela de geração da poluição causada pela sociedade. Para Alting & Legarth ⁽¹³⁾, o papel que a indústria de manufatura (grande fornecedora de produtos) deve exercer na busca pelo desenvolvimento sustentável é bem claro: deve reduzir drasticamente o uso de matérias-primas virgens e o impacto ao meio ambiente externo ao passo que preserve ou melhore a funcionalidade dos seus produtos.

Dessa forma, para que a indústria de manufatura possa ingressar na busca pelo desenvolvimento sustentável (e não ser excluída do cenário mercadológico a ele associado) é preciso que adote uma filosofia de gestão ambiental holística, que aborde de forma sistêmica todos os impactos ambientais associados a todas as atividades de manufatura, que seja pautada pelo princípio da não geração ou

minimização de resíduos e que leve em consideração todo o ciclo de vida do produto, como apregoa a filosofia de Produção mais Limpa (P+L).

2.3. Produção mais Limpa na Sociesc Ferramentaria

No contexto das indústrias de manufatura, surgem as empresas responsáveis pela fabricação dos moldes e matrizes: as ferramentarias, como a SOCIESC Ferramentaria. Caracterizadas pelo sistema de produção sob encomenda, as ferramentarias, são responsáveis pela fabricação, dentre outros, de moldes de injeção para plásticos e outros polímeros, alumínio, moldes de extrusão, ferramentas de estampo e de dispositivos utilizados em bens de consumo de forma seriada. Essas empresas têm como grandes clientes às indústrias de bens de consumo, como as da linha branca e marrom, a automobilística e de autopeças, sendo que essas duas últimas. Para essas empresas, o alvo prioritário das ações em gestão ambiental deve ser o processo de produção dos moldes e matrizes em si, uma vez que não é o produto em si que conduz aos maiores impactos ambientais. Dessa forma, para as empresas desse setor, ao se otimizar o processo de produção, parte-se de forma consistente para colocá-las no caminho da sustentabilidade, tornando-as, aptas a concorrerem em um mercado cujos consumidores estão cada vez mais preocupados com os aspectos ambientais associados à geração dos produtos que consomem.

No processo de produção de moldes e matrizes há predomínio das operações de usinagem. Dentre as operações de usinagem verificadas nas empresas desse setor, destaque é dado à operação de fresamento devido a sua grande versatilidade na geração de superfícies não planas e de revoluções, o que se deve a grande variedade de formas em que a fresa pode se apresentar. Dessa forma, a otimização do processo de fresamento (tanto em desbaste como em acabamento) é ação fundamental na redução dos tempos e custos de fabricação de moldes e matrizes e, conseqüentemente, dos impactos ambientais a ele associados.

O desenvolvimento do trabalho de implementação da metodologia P+L na SOCIESC Ferramentaria teve início em setembro de 2003 a partir do reconhecimento, por parte da empresa, da necessidade de diminuir os resíduos e efluentes gerados. Isso feito, foi iniciada a implementação, onde o primeiro passo envolveu a sensibilização e o comprometimento da gerência, da supervisão e dos colaboradores para a formação do Ecotime. Cursos de capacitação na metodologia P+L e em tecnologias de usinagem foram oferecidos para o Ecotime.

Em seguida, iniciou-se a fase de avaliação, onde foram identificadas as fontes geradoras de resíduos sólidos e de efluentes líquidos. Foram priorizadas dois aspectos: emprego de fluido de corte em todos os processos de fresamento e a relativa baixa vida útil dos insertos empregados no processo de fresamento de moldes.

Foram definidos, então, os objetivos, levantadas as hipóteses básicas para a elaboração do estudo e estabelecidas as metas para implementação da metodologia P+L na SOCIESC Ferramentaria, fabricante de moldes e matrizes para a indústria automobilística e eletroeletrônica, bem como fabricante de componentes para a indústria aeronáutica. A SOCIESC Ferramentaria é considerada como importante empresa do setor de produção sob encomenda, do terceiro pólo de ferramentarias do Brasil, desta forma para socialização dos resultados foi associada à implementação a realização de um projeto final e um relatório de estágio de conclusão de curso de Tecnologia Mecânica, com ênfase em fabricação, desenvolvido pelo próprio líder do Ecotime, funcionário da empresa; e, ainda, uma dissertação de mestrado em engenharia mecânica no âmbito da Rede MCT/IFM.

Por meio destes estudos foi possível a identificação de problemas comuns em várias empresas fabricantes de moldes e matrizes; a realização de pesquisa bibliográfica em busca de soluções para os problemas identificados pelo Ecotime; pesquisa de campo para verificação da aplicabilidade das soluções encontradas; adequação da metodologia a aplicação em produção sob encomenda; e, conseqüente, aplicação prática da metodologia. A permanência do pesquisador na empresa, líder do ecotime, durante todas as etapas permitiu o desenvolvimento e a aplicação da metodologia em tempo real, fato este, importante para a precisão dos resultados. Estes resultados obtidos foram

avaliados e comparados aos dados inicialmente coletados para monitoramento das opções P+L implementadas, bem como para o estabelecimento de novas metas para o Programa P+L para ferramentaria.

Nesse estudo foram identificadas e implantadas tecnologias alternativas, cujos resultados demonstraram o desenvolvimento do processo na SOCIESC Ferramentaria com a eliminação do emprego de fluidos de corte em todas as etapas do processo de fresamento de moldes e na fase preparação das peças para a indústria aeronáutica. Isto foi possível pela substituição de tecnologia de revestimento dos insertos, que após afiação recebem cobertura PVD. Cite-se ainda a otimização do fresamento propriamente dito dos componentes da indústria aeronáutica pela minimização da concentração de óleo em água para por meio da introdução de dosadores. No segundo caso, em parceria com os fabricantes de ferramentas, foram realizados ensaios tecnológicos com três meses de duração, que comprovou a hipótese inicial. A vida útil foi elevada de 100 a 390% de rendimento, minimizando consideravelmente o impacto ambiental do descarte de insertos. Após a implementação das duas opções no processo, os resultados demonstram uma redução de 20 % nos custos levantados inicialmente e um aumento de 70% na produtividade.

2.4. Conclusões

A P+L é uma eficiente estratégia de gestão ambiental para empresas de manufatura, pois se baseia tanto na melhoria do desempenho ambiental do processo de produção como na melhoria de todo o ciclo de vida do produto. Tipicamente, as medidas de P+L requerem baixo investimento e apresentam rápido retorno. Dessa forma, a P+L concilia ganho ambiental e à saúde dos colaboradores com ganhos econômicos, o que traz aumento de competitividade para a empresa e aumento da satisfação de seus colaboradores.

3. AGRADECIMENTOS

A Diretoria, Coordenador, Supervisor e colaboradores da SOCIESC Serviços de Engenharia pela participação ativa na implementação da metodologia P+L em parceria com ao Instituto Superior TUPY e o Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura (AMA) do Núcleo de Manufatura Avançada.

5. REFERÊNCIAS

1. QUASSIM, R. Y. **Environmental Management in Industry: Historical Evolution and Futures Perspectives**. International Journal of Technology Management, No 1, 1994, p 129-132.
2. LEMOS, Harol Mattos de. **Mudança na Mentalidade das Empresas**. Gazeta Mercantil, São Paulo, 15.06.2000.
3. BARBIERI, J.C (1997). **Políticas públicas indutoras de inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis nas empresas**.RAP. Rio de Janeiro, v.31,n^o2, p. 135-52, mar/abr
4. AHMED, Nazim U. **Incorporating Environmental Concerns Into TQM**. Production and Inventory Management Journal. v 42, n 1, 2001, p 25-30.
5. CALLENBACH, E.et al. (1993). **Gerenciamento ecológico: guia do Instituto Elmwood de auditoria ecológica e negócios sustentáveis**. São Paulo:Cultrix,1993.247p
6. UNEP: UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. Disponível em <http://www.unep.org/>
Acesso em 17 agosto 2004
7. MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING. Disponível em <http://www.3m.com>
Acesso em 17 agosto 2004
8. FRESNER, J. **Cleaner Production as a Means for Effective Environmental Management**. Journal of Cleaner Production. V6,1998,p171-179.
9. Rede Brasileira de Produção mais Limpa.Disponível em <http://www.pmais1.com.br>
Acesso em 17 agosto 2004
10. AGOSTINHO, O.L. (1996). Integração estrutural dos sistemas de manufatura como pré requisito de competitividade. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1996.
11. BYRNE, G.; ESCHOLTA, E. (1993). Environmentally clean machining processes: strategic approach. Annals of the CIRP, Paris, v.42, n.1, p.471-474.
12. COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS (2001). Livro verde sobre la política integrada relativa aos produtos.Disponível em <http://europa.eu.int/comm/off/green/index_pt.htm#2001>.
Acesso em 22 Mar. 2004.
13. ALTING, L.; LEGARTH, J.B. (1995). **Life cycle engineering and design**. *Annals of the CIRP*, Paris, v.44, n.2, p.569-580.