

**MANUFATURA E MEIO AMBIENTE:  
PRODUÇÃO MAIS LIMPA NOS SETORES PRODUTIVOS**

**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](mailto:marzely@sociesc.com.br)

**Marcelo Teixeira dos Santos**

Sociedade Educacional de Santa Catarina  
Instituto Superior TUPY  
R. Albano Schmidt , 3333  
89227-700 Joinville  
47 461 0246 / 47 99724 1949  
[teixeira@sociesc.com.br](mailto:teixeira@sociesc.com.br)

**José Cláudio Macedo Cardoso**

Empresa TUPY Fundições Ltda.  
Diretoria de Usinagem  
Rua Albano Schmidt, 3400  
89227-901 JOINVILLE  
TEL: + 55 (47) 441-8181  
FAX: + 55 (47) 441-8141  
[jcardoso@tupy.com.br](mailto:jcardoso@tupy.com.br)

**Carlos Eduardo Turino**

Empresa TUPY Fundições  
Rua Albano Schmidt, 3400  
JOINVILLE - SC - BRASIL  
CEP: 89227-901  
TEL: + 55 (47) 441-8181  
FAX: + 55 (47) 441-8141  
[ceturino@tupy.com.br](mailto:ceturino@tupy.com.br)

**Resumo.** *A crescente preocupação pela sustentabilidade industrial transformou-se em um grande desafio para as empresas de manufatura, em especial para a cadeia do setor automobilístico, que estão se defrontando com novas exigências sociais e legais tanto de seus clientes e consumidores como dos organismos internacionais preocupados com a qualidade ambiental do produto ou serviço consumido. Para se adequar a essa nova realidade, as empresas precisam incorporar aos seus sistemas de manufatura a filosofia de produção mais limpa (P+L), que inclui tecnologias de fabricação ambientalmente adequadas, que buscam melhorar continuamente a interação ao meio ambiente à engenharia de produtos e de processos - condizente com os princípios do Desenvolvimento Sustentável. Utilizar-se-á como ilustração o estudo de caso da TUPY FUNDIÇÕES Ltda, importante empresa da cadeia produtiva do Setor Automobilístico para mostrar como os resultados deste tipo de análise podem fornecer subsídios necessários à elaboração de planos de ação e acompanhamento da melhoria contínua almejada na área de planejamento e gestão da manufatura.*

**Palavras Chaves:** *Produção Mais Limpa, Setor automotivo, Usinagem*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico nos sistemas produtivos de bens e serviços trouxe benefícios fundamentais para a melhoria de qualidade de vida principalmente na área da saúde, comunicações e transporte. Os avanços da medicina promoveram a cura de muitas doenças com o conseqüente aumento da expectativa de vida; na área de telecomunicações viabilizando a sustentabilidade dos negócios com a economia de tempo e de deslocamento; e, as novas tecnologias, que viabilizam meios de transportes mais eficientes e mais seguros permitindo a integração de diferentes culturas do planeta na evolução dos conhecimentos técnico-científicos da humanidade.

O desenvolvimento tecnológico que seguiu a revolução industrial foi acompanhado de um crescimento na produção e comercialização de produtos. Nos últimos 300 anos, o comércio internacional de mercadorias cresceu 800 vezes. Nos últimos 100 anos, a produção industrial mundial cresceu 100 vezes e o consumo de combustíveis fósseis foi multiplicado por 50 (Graedel e Allenby, 1998)<sup>(1)</sup>. A conseqüência desse crescimento é a diminuição da capacidade local e global de absorver as emissões antropogênicas.

Para Graedel e Allenby (1995)<sup>(2)</sup>, o crescimento dos impactos ambientais decorrentes dos produtos se deve basicamente a três fatores: em primeiro lugar, ao crescimento populacional; em segundo, ao aumento da renda *per capita* que estimula o consumo; e, em terceiro, ao impacto ambiental por unidade produzida ou consumida. Eles usam a seguinte equação para explicar o crescimento do impacto ambiental:

$$\text{Impacto ambiental} = (\text{População}) \times (\text{Renda per capita}) \times (\text{Impacto ambiental} / \text{Unidade de produção})$$

Considerando que o crescimento da população (primeira variável da equação) deve parar em algum momento e que a renda *per capita* ou o PIB (produto interno bruto)/pessoa, (segunda variável da equação) tende a aumentar, a variável que deve ser diminuída, para que seja possível reduzir o impacto ambiental provocado pelo homem está diretamente relacionada com o impacto ambiental por unidade de Produção (terceira variável da equação).

Para Graedel e Allenby (1998)<sup>(1)</sup>, a redução de impactos ambientais por unidade produzida é a opção que oferece maiores oportunidades de diminuição de impactos no curto prazo. Eles consideram que se a população dobrar neste século 21 e se a segunda variável, o padrão de vida, aumentar de 3 a 5 vezes; então o impacto ambiental por unidade produzida deve ser de 6 a 10 vezes menor para que seja possível manter os impactos nos níveis atuais. Como muitos desses impactos são considerados insustentáveis, a tecnologia empregada nos sistemas produtivos de bens e serviços deve proporcionar reduções ainda maiores para manter a possibilidade de um desenvolvimento sustentável para a sociedade.

Graedel e Allenby (1998)<sup>(1)</sup>, empregaram a equação mestra do Impacto ambiental para fazer uma comparação entre o impacto ambiental do automóvel dos anos cinquenta e dos anos noventa, desenvolvendo uma análise de ciclo de vida para esses veículos, incluindo não apenas o produto em si, mas toda a infra-estrutura a ele relacionada. Se, por um lado, o impacto ambiental de uma unidade do produto automóvel, reduziu-se neste período, a infra-estrutura a ele relacionada em toda a cadeia produtiva, aumentou seu impacto. O resultado aponta para uma pequena redução do impacto ambiental do produto automóvel. As perspectivas mais otimistas segundo a “Pegada Ecológica”, nos próximos 30 anos, a evolução tecnológica do automóvel deveria reduzir o seu impacto ambiental por unidade de produto para um terço da atual! Reduções de impacto ambiental, desta ordem de grandeza, só poderão ser atingidas a partir de um intenso esforço pela racionalização do uso dos recursos naturais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos e pela otimização dos processos de fabricação na cadeia do setor automobilístico.

As exigências sob os aspectos técnicos e industriais para os aspectos políticos e legais envolvidos, portanto, não são somente dos designers, engenheiros, fabricantes e seus fornecedores, mas também de organizações governamentais e não governamentais. As novas tendências ambientais apontam para a necessidade do setor produtivo se voltar para soluções preventivas a partir da não geração ou minimização dos resíduos no próprio processo produtivo. Na procura de

níveis mais altos de ecoeficiência busca-se otimizar os processos de fabricação e/ ou implementam-se inovações tecnológicas. Analisam-se, também, oportunidades de articulação ao longo das cadeias produtivas e entre setores afins.

Este trabalho visa uma abordagem deste enfoque segunda à filosofia e a metodologia “Produção mais Limpa” na fabricação de componentes de ferro fundido para a indústria automobilística em uma das principais empresas de fundição a nível mundial. Apresentam-se resultados de melhorias e ganhos ambientais e econômicos, que ilustram como uma visão abrangente e voltada para a prevenção ou minimização da poluição permite não apenas um melhor desempenho ambiental do setor, mas a identificação de oportunidades para a própria sustentabilidade do negócio e, conseqüentemente, do planeta.

## **2. A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E O MEIO AMBIENTE**

Para manterem-se competitivas no mercado internacional, as empresas norte-americanas e européias fabricantes de automóveis, devido à pressão dos japoneses, focarem as estratégias de inovações tecnológicas e organizacionais tanto na redução dos tempos entre concepção e comercialização de novos modelos quanto na adoção de soluções ambientais, identificadas nas diretivas da União Européia para o fim de vida de veículos (NORMA Diretiva 2000/53/EC: *End-of Life Vehicles*)<sup>(3)</sup>. Estas exigências foram aceitas como barreiras não tarifárias por meio da transposição do direito comunitário, sejam as diretivas da União Européia, para o direito interno de cada um dos países membros da União Européia, bem como para os demais países por meio do sistema de normas internacionais de qualidade ambiental da Série ISO 9001:2000 e ISO 14000. Conseqüentemente, uma grande quantidade de opções e o grande esforço na melhoria da qualidade e da redução dos impactos ambientais foram os principais objetivos.

Apenas a certificação ambiental de empresas de grande porte não seria suficiente para atender estas necessidades de mudanças na forma de pensar o processo produtivo para permitir um crescimento sustentável do ponto de vista ambiental e econômico. Algumas empresas foram mais além em pensar não apenas no impacto ambiental provocado pelas suas plantas industriais, mas também no impacto provocado ao longo de todo o ciclo de vida dos seus produtos e processos. A ferramenta Avaliação do ciclo de vida (“*Life Cycle Analysis*” ou LCA) tornou-se uma ferramenta importante para se atingir o desenvolvimento sustentável.

Para ilustrar a necessidade de mudanças no modelo de produção vigente, no ano 2000 surgiu a importante obra dedicada à Ecologia Industrial e a sua relação com o veículo para aumentar a competitividade do setor automobilístico português á nível internacional. Dois Projetos<sup>(4)</sup>, denominados de “Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Componentes Automóvel” e “Eco-gestão no cluster Automóvel Portugal” foram desenvolvidos no âmbito da parceria entre empresas, Institutos de Ensino Superior e Governo. Foram analisados soluções tecnológicas, que contribuem para o ciclo de materiais e de energia associados ao automóvel e para a sua interação com outros ciclos de vida, considerando novas exigências e novos princípios ligados ao projeto e processos de fabricação de componentes da indústria automobilística. Isto foi o início de uma estratégia, complexa, mas necessária, para se articular a excelência na qualidade ambiental de produtos e processos de fabricação pela possibilidade de se analisar ao longo de toda a cadeia produtiva o emprego da melhores tecnologias disponíveis. O primeiro passo seria a otimização dos processos de fabricação, em substituição a tecnologia fim de tubo, com enfoque em produção mais limpa (P+L) e ecologia industrial empregando tecnologias de fabricação ambientalmente adequadas, que se caracterizam por voltarem-se as fontes de geração de resíduos, visando aproximar o processo produtivo da condição de emissão zero e afastando da visão do binômio tratamento/ disposição final (fim de tubo) como solução para os problemas ambientais gerados nos sistemas produtivos de bens e serviços promovendo o desenvolvimento sustentável.

## 2.1. Competitividade e Meio Ambiente

O conceito de desenvolvimento sustentável abrange muito mais que apenas o meio ambiente. Ele tem implicações sobre as causas do aumento dos impactos ambientais tais como: crescimento populacional, suprimento de alimentos, limites nos recursos naturais, destruição de habitat e redução da biodiversidade (UNEP, 1997) <sup>(5)</sup>. Desenvolvimento sustentável implica em mudanças nos sistemas de produção envolvendo fornecedores e clientes para orientar investimentos, desenvolvimento tecnológico, políticas institucionais e comportamento de consumo na direção da redução do uso de recursos naturais e da redução de emissões danosas ao meio ambiente. O objetivo dessas mudanças deve ser o de atender às necessidades das atuais e futuras gerações.

O desenvolvimento sustentável não se opõe ao desenvolvimento econômico, pois este também é necessário para o atendimento das necessidades das futuras gerações, mas exige estratégias para maximizar o valor agregado, reduzindo o consumo de recursos e de energia (Provost, 1998) <sup>(6)</sup>.

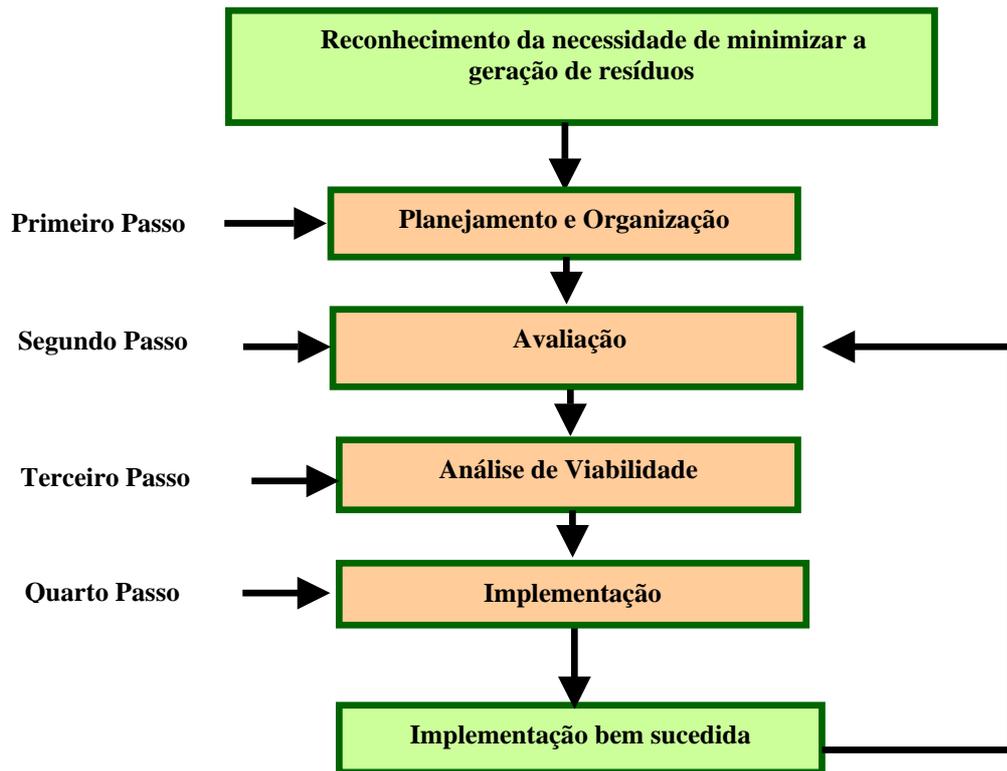
Na busca do desenvolvimento sustentável existem diferentes abordagens, dependendo do aspecto ambiental focado.

**Produção mais limpa** é um passo importante para o desenvolvimento sustentável. O conceito de Produção mais Limpa foi criado em 1989 pela ONU (Organização das Nações Unidas) por meio do PNUMA – Programa das ações Unidas para o Meio ambiente (UNEP - *United Nations Environmental Program*) <sup>(7)</sup>. Segundo a UNEP, 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. Para a Rede Brasileira de Produção mais Limpa <sup>(8)</sup>, 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.

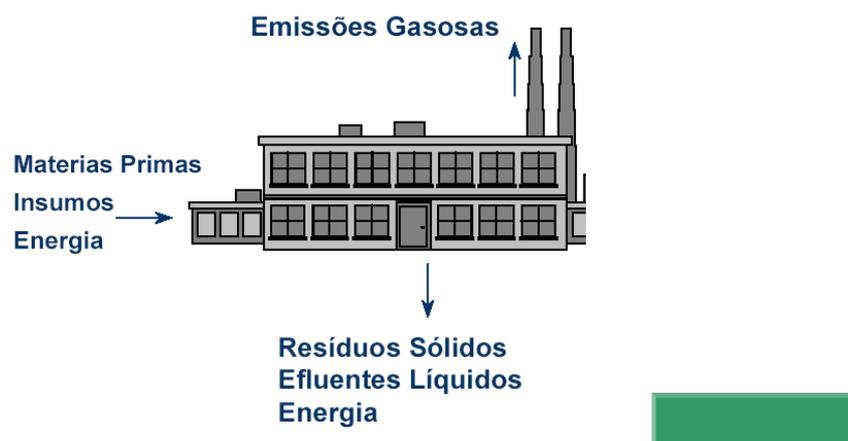
A **Ecologia Industrial** visa igualmente, como a Prevenção da Poluição ou a Produção Mais Limpa, prevenir a poluição, reduzindo a demanda por matérias primas, água e energia e a devolução de resíduos à natureza. Porém, enfatiza a sua obtenção através de sistemas integrados de processos ou indústrias, de forma que resíduos ou subprodutos de um processo possam servir de matéria prima de outro. Difere, nesse ponto, da Produção Mais Limpa, que prioriza os esforços dentro de cada processo, isoladamente, colocando a reciclagem externa entre as últimas opções a considerar. A abordagem ECOLOGIA INDUSTRIAL incentiva às empresas a trabalharem em conjunto, com foco no reuso dos materiais, que são descartados, e não na prevenção do descarte de materiais. O objetivo da ecologia industrial é usar os materiais descartados por uma empresa como matérias-primas para os processos produtivos de outra empresa (UNEP, 1997) <sup>(5)</sup>. Assim, a ecologia industrial busca implantar no ciclo de vida do produto um sistema parecido com o dos ecossistemas naturais que vivem próximos do equilíbrio. O objetivo é o de transformar o lixo de um em recurso de outro. Por exemplo: No Pólo Industrial de Joinville, insertos (ferramentas de corte), que se tornam resíduo na área de usinagem da Tupy Fundições por não atenderem mais os requisitos de tolerância dimensional e de acabamento especificados no projeto do componente para o veículo, se transforma, após o processo de afiação do inserto, em ferramenta para a fabricação de moldes de

injeção para a própria indústria automobilística (Farias e Albano, 2004)<sup>(9)</sup>. Os ganhos ambientais e econômicos associados a P+L e a ecologia industrial promovem o aumento da competitividade da empresa, posto que os custos com tratamento e disposição de resíduos (os quais compõem o preço final do produto) tornam-se menores ao se reduzir a geração de resíduos. Simultaneamente, melhora-se a imagem da empresa, que passa a ser vista como ambientalmente correta por um mercado cujos consumidores estão cada vez mais interessados nos impactos ambientais dos produtos e serviços que consomem. Esses ganhos em competitividade auxiliam as empresas de classe mundial como a TUPY Fundições a buscar novos mercados e mesmo a sobreviver em mercados arduamente conquistados. Segundo a ONU/PNUMA, a metodologia empregada para o processo de implementação de um programa e/ou projeto de P+L em uma empresa segue os seguintes passos (etapas) descritos na figura 1:



**FIGURA 1: Etapas na Implementação da P+L**

Para identificação das fontes geradoras, as ferramentas utilizadas são os fluxogramas dos processos expressos em suas operações unitárias (visão qualitativa) e balanços de massa e energia (visão quantitativa). A figura 2 ilustra um balanço de massa e energia.



**FIGURA 2 - Balanço de massa e energia . Unep**

O processo de geração de opções de P+L para a redução da geração de resíduos envolve, em síntese, as práticas de P+L, as quais estão listadas na figura 3.

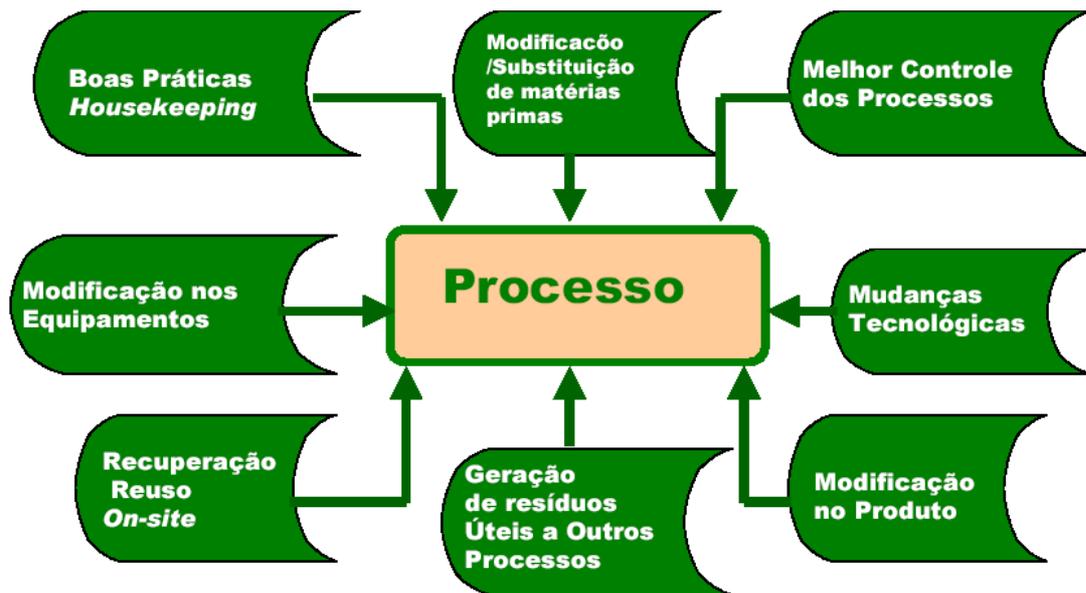


FIGURA 3: Práticas utilizadas para a geração de opções de P+L. UNEP (2004)

O Brasil, signatário da ONU, assinou a Declaração Internacional de Produção mais Limpa em Novembro de 2003. Comprometeu-se a implantar a Política Nacional de Produção mais Limpa com os respectivos mecanismos legais de implementação até o final de 2005. O processo envolve seis ministérios do governo brasileiro e é liderado pelo Ministério do Meio Ambiente.

## 2.2. Produção Mais Limpa - Case Tupy Fundições

A Tupy Fundições<sup>(10)</sup> é a maior fundição da América Latina e uma das maiores do mundo entre as fundições independentes, sendo certificada pelas normas ISO 14001 e ISO/ TS 16949. A empresa Tupy se consolida como global *player* no mercado de fundição, graças à qualidade ambiental dos seus produtos e à confiabilidade como fornecedor permanente.

Fundada em Joinville, Santa Catarina, região Sul do Brasil, em 9 de março de 1938, tem sua trajetória associada à própria história do setor metalúrgico no país. Os primeiros produtos fabricados pela Tupy foram conexões de ferro maleável para instalações hidráulicas, segmento em que logo se destacou como líder. Com sede e principal parque fabril em Joinville, a empresa conta também com uma unidade de fundição em Mauá (SP), além de escritórios de negócios em São Paulo (SP), Estados Unidos, México, Alemanha, França, Argentina e Japão.

Com o desenvolvimento da indústria automobilística no Brasil, em fins da década de 50, a Empresa Tupy passou a fabricar peças especiais para este segmento e, em 1975, inaugurou a unidade de blocos e cabeçotes de motores. Atualmente, mais de 75% da produção se destinam ao setor automotivo, com grande destaque para as exportações. Produzidos sob especificação e encomenda dos clientes. Os produtos automotivos são frutos da área de Engenharia de Desenvolvimento associada à excelência técnica em metalurgia, que resultam em peças de máxima qualidade e desempenho. Fabricadas em ferro fundido cinzento, nodular ou vermicular, peças automotivas Tupy atendem a todas as exigências e especificações do mercado mundial. Componentes essenciais para sistemas de motor, freio, transmissão e direção, eixo e suspensão, peças fornecidas pela Tupy, em estado bruto, oleadas, pintadas, pré-usinadas e usinadas, agregam valor à fabricação de automóveis, utilitários, caminhões, ônibus, tratores e outros equipamentos agrícolas.

A empresa Tupy está preparada para produzir peças acabadas – fundidas e usinadas – e assim atender diretamente as linhas de montagem de seus clientes. Mensalmente, cerca de 170 mil peças são usinadas.

A área de Usinagem atua a partir de três grandes linhas: blocos e cabeçotes *International* Motores, blocos e cabeçotes Perkins/ Caterpillar e peças diversas, tais como: tambores de freio, coletores de escape, capas de mancal e camisas de cilindro, fornecidos para Volkswagen, Honda, MWM, Mercedes Benz, Cummins, Delphi e Chrysler, entre outros. A linha de usinagem *International*, instalada em meados de 1999, foi concebida a partir do conceito de flexibilidade e os ferramentais utilizados no processo foram adquiridos dentro do que há de mais moderno no mercado mundial.

Para tanto, a empresa Tupy conta com a parceria de grandes fornecedores de equipamentos e ferramentas. Destacam-se, entre os fornecedores de equipamentos em geral: Okuma, Heller, Mazak, Mori-Seiki e Nagel; entre os equipamentos de controle: Zeiss, Mitutoyo e Mahr; e entre os de ferramentais: Mapal, Kennametal, Sandvik e Guhring.

Atenta aos novos paradigmas de competitividade, no âmbito da rede MCT/ IFM<sup>(11)</sup> em parceria com Instituto Superior Tupy (IST)<sup>(12)</sup> institui o grupo de pesquisa em usinagem de materiais ferrosos e, em setembro de 2003, os funcionários da Tupy Fundições foram capacitados na metodologia de produção mais limpa. Nesta ocasião foi oficializado na rede MCT/ IFM a área de produção mais limpa. Através dessa parceria, e de forma integrada com o diretor da área de usinagem, engenheiros, técnicos e os operadores, a implementação da P+L na usinagem visou reduzir os riscos para a saúde humana e meio ambiente e conseguir benefícios econômicos para a empresa Tupy Fundições..

A empresa Tupy Fundições Ltda possui importantes casos de sucesso em produção mais limpa. Após análise sistemática das oportunidades de P+L elegeu-se dois dos principais problemas na área de usinagem, que são o descarte de ferramentas (insertos) e o de óleo solúvel. Estes problemas exigem da área de meio ambiente muita atenção tanto relativo ao impacto ambiental como nos crescentes aumentos dos custos cada vez mais elevados do tratamento de efluentes e da disposição final no aterro industrial, além do passivo ambiental de responsabilidade da empresa. Estes custos são agregados ao custo final do produto comprometendo a competitividade da empresa. Desta forma, de forma sistematizada apresentou-se soluções tecnológicas para estes problemas e realizaram-se estudos de viabilidade econômica e ambiental, que são relatados a seguir.

### **2.2.1. Reaproveitamento de Insertos de Cerâmica por meio de Afição**

As tecnologias voltadas para os processos elevam a eficiência produtiva, segundo a tríade da engenharia: meio ambiente, tecnologia e economia. Numa palavra, a tecnologia permite melhorar a produtividade e reduzir o consumo de recursos naturais do planeta Terra, por meio da redução de custos e da economia de vários componentes da produção, desde a energia, insumos e matéria prima, até o trabalho e a organização.

Nas áreas de usinagem busca-se obter dos equipamentos o máximo de produtividade, uma vez que os custos associados à depreciação podem ter impacto substancial no custo total da peça, daí surge à necessidade de se trabalhar em altas velocidades de corte para reduzir o tempo de usinagem. Os materiais cerâmicos empregados como materiais para insertos de ferramentas de corte permitem usinagem com velocidades de corte superior a 600m/min.

Outra vantagem inerente ao uso de cerâmica nos processos de usinagem é a não utilização de fluido de corte refrigerante. Evita-se, assim, o consumo de óleo solúvel, considerado de elevado nível de impacto ambiental, além dos custos elevados tanto na aquisição quanto no descarte, ~~que~~ serão incorporados ao custo total da produção.

~~Os materiais cerâmicos utilizados na confecção de ferramentas de corte podem ser reciclados com a tecnologia disponível. Portanto, com o objetivo de minimizar o descarte e, ainda, reduzir os custos nas compras de mais insertos cerâmicos, a área de usinagem da Tupy Fundições realiza com sucesso a afiação dos insertos SPHX 70° e 90° do fornecedor Kennametal<sup>(13)</sup>, SNGN do fornecedor Ceran Tec<sup>(14)</sup> e a pastilha LNHW da Iscar<sup>(15)</sup>. Obtêm-se ótimos resultados com ganhos econômicos e ambientais, sejam de ganhos com a redução de custos com a diminuição de compra de novas ferramentas de corte, seja pela redução da quantidade a ser descartada de material cerâmico no aterro industrial que geraria um passivo para a empresa. Os dados são mostrados na tabela 1.~~

**Tabela 1:** Ganhos obtidos na Usinagem Tupy com reafiação de insertos de cerâmica

Descrição	Média mensal de consumo de insertos (pçs)	Média Anual de gastos com insertos novos (R\$)	Média anual de gastos com insertos reafiados (R\$)	Média de redução de custos anual com a reafiação de insertos de cerâmica (R\$)	Peso de cerâmica descartada (kg/ano)	Volume de cerâmica descartada (cm³/ano)
INSERTO CERAMICA SPHX 70°	406	245.797,20	48.720,00	197.077,20	7	457,46
INSERTO CERAMICA SPHX 90°	150	93.600,00	18.000,00	75.600,00	3	1.238,20
INSERTO CERAMICA SNGN	180	90.914,40	21.600,00	69.314,40	5	610,72
INSERTO CERAMICA LNHW	267	154.374,40	32.000,00	122.374,40	10	323,99
TOTAL GERAL		584.686,00	120.320,00	464.366,00	25	2.630,37

Com o reaproveitamento dos insertos obteve-se uma redução de 80% no custo, que representa uma economia de R\$ 464.366,00/ano pela redução na aquisição de novos insertos cerâmicos para a área de usinagem da empresa TUPY. Ocorreu, ainda, conseqüentemente a redução de descarte de insertos de cerâmica no meio ambiente (aterro industrial) no valor de 25 Kg/ano (2.630 cm³/ano). Isto significa diretamente a preservação dos recursos naturais necessários a fabricação de insertos cerâmicos para ferramentas de usinagem.

### 2.2.2. Redução no Consumo de Fluido de corte (Óleo Solúvel)

A função do fluido de corte (óleo solúvel), na usinagem de materiais metálicos é de refrigerar, lubrificar, proteger contra a oxidação e remover os cavacos da região da usinagem.

A utilização do óleo solúvel deve ser minimizada ao máximo, pois em seu preparo 90% da composição é água, que é fonte de vida da humanidade e que está cada vez mais escassa. Associado a isto está, no pós-uso, o descarte do óleo, que provoca impactos ambientais significativos associados aos custos de descartes cada vez maiores. Entretanto, ainda, em muitos casos, é muito difícil sob o aspecto tecnológico não utilizar fluido de corte no processo de usinagem como, por exemplo, no caso de processos de furação profunda e, em alguns casos, de usinagem com metal duro, exigindo que as empresas tenham a necessidade de conviver com o gerenciamento de fluido de corte em seu parque fabril.

Na área de usinagem da Tupy Fundições foram reformuladas as caçambas de coleta de cavacos dos centros de usinagem visando minimizar o uso de fluido de corte, neste caso óleo solúvel. Por meio de um novo projeto da caçamba promoveu-se um melhor escoamento do óleo solúvel agregado neste cavaco para o fundo da caçamba e através de uma tubulação ligada à máquina-ferramenta fez-se o retorno deste óleo solúvel para ser reutilizado na mesma. Outra ação realizada foi à construção de um sistema de tubulação na caçamba central de descarte, onde todos os cavacos das caçambas menores das máquinas são depositados, o que viabilizou o escoamento e o reaproveitamento do óleo solúvel, que ainda não havia escoado direto para as máquinas. Isto promoveu uma redução significativa de gastos relacionados a aquisição de fluido de corte, bem como ao descarte do mesmo.

Outras ações P+L tomadas que ajudaram na eliminação de desperdícios no emprego de fluido de corte foram: treinamento de todos as pessoas envolvidas com o processo de usinagem com orientação sobre a importância de reutilização do óleo solúvel; preparação fora das máquinas da solução “óleo mais água” na concentração especificada, evitando assim desperdícios durante o

abastecimento; e, limpeza programada dos tanques de óleo evitando perdas com óleos contaminados.

Com as mudanças realizadas em relação ao óleo solúvel obteve-se:

- redução do consumo de óleo solúvel em 35%;
- redução de consumo de 66.000 litros/ano de óleo puro;
- redução de consumo de 759.000 litros/ano de água; e,
- economia de R\$ 792.000,00/ano na aquisição de óleo do fabricante.

### 3. CONCLUSÃO

- A reversão do processo de degradação ambiental, com o crescimento econômico, somente é possível, se for introduzida mudança na forma de se pensar na relação processo produtivo – meio ambiente. Esta mudança aponta na direção do próprio processo produtivo e não mais, apenas, para ações na interface empreendimento – corpo receptor (Fim de tubo). Devem acontecer tanto no comportamento dos fabricantes como dos órgãos ambientais e agências regulamentadoras. Mecanismos devem ser procurados para promover o uso de produção mais limpa e Tecnologias de fabricação ambientalmente adequadas. Estas práticas aliam critérios ambientais a econômicos tornando-as acessíveis e recomendáveis para empreendimentos de qualquer porte em toda a cadeia do setor automobilístico. No caso das empresas maiores, que detêm ou procuram a sua certificação ambiental, a utilização de Produção mais limpa permitirá uma consistente e inadiável ampliação dos seus resultados como ilustrada pela Empresa Tupy Fundições, que em dois casos obteve ganhos econômicos na ordem de R\$ 464.366,00/ano pela redução na aquisição de novos insertos cerâmicos e de R\$ 792.000,00/ano na aquisição de novas quantidades de fluido de corte. Os ganhos ambientais são bastante consideráveis relacionados ao a redução de descarte de insertos de cerâmica no meio ambiente (aterro industrial) no valor de 25 Kg/ano (2.630 cm<sup>3</sup>/ano) e redução de consumo de 66.000 litros/ano de óleo puro, oriundo do petróleo, e do consumo de 759.000 litros/ano de água. A indústria brasileira busca rapidamente e conscientemente se adequar a nova realidade de sustentabilidade industrial exigida pelo mercado global.

### 4. AGRADECIMENTOS

A Diretoria e funcionários da TUPY Fundições - área de usinagem, SOCIESC - Instituto Superior TUPY e o Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura (AMA) da USP/EESC.

### 5. REFERÊNCIAS

1. GRAEDEL, T.E., ALLENBY B. R. **Industrial Ecology and the automobile**, New Jersey: Prentice Hall, 1998. 243 p.
2. GRAEDEL, T.E., ALLENBY B. R. **Industrial Ecology**, New Jersey: Prentice Hall, 1995. 412 p.
3. CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS *Directiva 2000/53/EC de 18 de Setembro de 2000 relativa ao fim de vida de veículos, Jornal Oficial da Comunidade Européia* N. 257 de 21/10/2000. 2000. p. L 269 (34-42)
4. Paulo Ferrão e José Miguel Figueiredo (Editores). **A Ecologia Industrial e o automóvel em Portugal**. 2000 ISBN: 972-774-092-8
5. UNEP. **Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption**. Paris: United Nations Environment Programme Industry and Environment, 1997.
6. PROVOST, Michel **Le développement durable: concept, réactions et positions de l'entreprise**. Palestra na “École de design industriel – Université de Montreal”, fev. 1998.

7. UNEP: United Nations Environmental Program - <http://www.unep.org/> - Acessado em 17.08.2004
8. Rede Brasileira de Produção mais Limpa, 2004 – <http://www.pmaisl.com.br> - Acessado em 17.08.2004
9. FARIAS, M. G.; ALBANO, A. E. ; HULLER, E. Implantação da Metodologia de Produção Mais Limpa e de Tecnologia de Fabricação ambientalmente adequada na SOCIESC Ferramentaria. Monografia (Curso de tecnologia Mecânica – Fabricação). Instituto Superior Tupy. Joinville. 2004.
10. TUPY Fundições S.A., 2004 – <http://www.tupy.com.br> - Acessado em 17.08.2004
11. Instituto Fábrica do Milênio, 2004 – <http://www.ifm.org.br> - Acessado em 17.08.2004
12. SOCIESC – Sociedade Educacional de Santa Catarina, 2004 – <http://www.sociesc.com.br> - Acessado em 17.08.2004
13. <http://www.kennametal.com> – acessado em 29.09.2004
14. <http://www.ceranTec.com/>
15. <http://www.iscar.com/> - acessada em 29.09.2004

### **Manufacturing and Environmental: Cleaner Production in the Productive Sector**

**Abstract:** The needed speed of reduction of the environmental impact of productive activities, demands a change on the way the relationship between these and the environment is actually considered. An evolution from end of pipe practices to pollution prevention is required. This change obliges an active participation of Automotive productive sector. The automotive sector is going through a worldwide re-structuring process, started by the 70's oil shocks and by the Japanese boom, which was strongly increased by the emergence of the environmental paradigm. This paradigm represents a technical, economical and social changes that settled the basis for a Sustainable Development commitment among the auto-industry stakeholders'. Sustainable Development is a new option for development that outlines the eco-development on the social and economic growth models, incorporating "environmental suitable strategies for fostering more equitable socioeconomic development. This paper discusses the issue of cleaner production in the auto industry Tupy S.A

**Keywords:** Cleaner Production, Automotive Sector, Machining.