

## **BOAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NA UTILIZAÇÃO DE FLUIDOS DE CORTE NOS PROCESSOS DE USINAGEM**

**Penha Suely de Castro Gonçalves** <sup>1</sup>

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Endereço para correspondência <sup>1</sup>: Acesso Engenheiro Horácio Frederico Pyles, km 01 - Distrito Industrial - CEP 17039-470 - Bauru - SP

E-mail: [penhasuely@ig.com.br](mailto:penhasuely@ig.com.br)

**Prof. Dr. Eduardo Carlos Bianchi** <sup>2</sup>

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Bauru –

Departamento de Engenharia Mecânica <sup>2</sup>

Avenida Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Caixa Postal 473.

17033 - 360 - Bauru - SP

E-mail: [bianchi@feb.unesp.br](mailto:bianchi@feb.unesp.br)

**Prof. Dr. Paulo Roberto de Aguiar** <sup>3</sup>

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Bauru –

Departamento de Engenharia Elétrica <sup>3</sup>

Avenida Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa - Caixa Postal 473.

17033 - 360 - Bauru - SP

E-mail: [aguiarpr@feb.unesp.br](mailto:aguiarpr@feb.unesp.br),

**Resumo:** *A questão ambiental tornou-se uma das principais agendas de discussão das estratégias empresariais dos últimos anos visando atender um mercado cada vez mais restritivo para as empresas que agridem o meio ambiente. Na indústria mecânica, os fluidos de corte aparecem como um dos principais agentes poluidores nos processos de usinagem, o que requer cuidados especiais para o seu gerenciamento ambiental.*

*O objetivo deste trabalho é apresentar uma breve revisão bibliográfica sobre alguns conceitos de gestão ambiental e as possibilidades de minimização dos impactos dos fluidos de corte sobre o meio ambiente por meio da adoção do princípio dos “3 Rs” (Reduzir, Reusar e Reciclar).*

*Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as metodologias de gestão ambiental e citação de casos de sucesso de boas práticas ambientais utilizadas em processos de usinagem no que se refere aos fluidos de corte. Pode-se verificar que mesmo com o desenvolvimento de fluidos de corte ambientalmente menos agressivos e de métodos de aplicação em quantidades cada vez menores, ainda assim, este insumo básico requer gerenciamento com foco ambiental para a sua correta utilização. Como decorrência, pode-se constatar a necessidade de conscientização a respeito dos impactos ambientais que podem ser gerados pelo seu uso indevido e de estabelecimento de uma gestão ambiental sustentável que tenha como referência o princípio dos “3 Rs” (Reduzir, Reusar e Reciclar).*

**Palavras-chave:** *Fluidos de corte; Usinagem; Meio Ambiente; “3 Rs”; Sustentabilidade.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Segundo Braga et al<sup>(1)</sup>, os três principais componentes da crise ambiental enfrentada pela humanidade são: a população, os recursos naturais e a poluição. Do equilíbrio entre estes três elementos dependerá a qualidade de vida no planeta e o desenvolvimento sustentável que atenderá às necessidades da geração atual, sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem a suas próprias necessidades. Para Raven<sup>(2)</sup>, três fatores são, simultaneamente, importantes para que o ambiente possa ser sustentável e para que a biodiversidade seja conservada: os níveis da população, de consumo e de tecnologia.

Neste contexto de preocupação mundial com o meio ambiente, a indústria mecânica necessita adequar seus processos visando à minimização de seus rejeitos, dentre eles os fluidos de corte.

Os Fluidos de corte são composições complexas contendo agentes químicos que variam de acordo com o tipo de operação a ser executada e os metais a serem trabalhados. São partes integrantes dos processos de fabricação de peças cujas funções são refrigerar, lubrificar, melhorar o acabamento de superfície, reduzir o desgaste das ferramentas, remover os cavacos da área de corte, proteger contra a corrosão o sistema constituído pela máquina / ferramenta / peça em produção e os cavacos; lubrificar guias e mancais. Atualmente, há uma grande variedade de tipos e fabricantes de fluidos de corte disponíveis e também de alternativas de métodos de aplicação, o que requer uma seleção adequada e racional, que nem sempre é uma tarefa fácil. A seleção e o uso correto do fluido de corte influi diretamente sobre a qualidade de acabamento das peças, a produtividade, o custo operacional, a saúde do trabalhador e meio ambiente (RUNGE & DUARTE)<sup>(3)</sup>.

Muitos aspectos dos problemas ambientais associados aos fluidos de corte podem ser evitados ou minimizados por meio de investimentos em pesquisas para desenvolvimento de novos tipos de fluidos e de métodos aplicação menos agressivos, assim como, em treinamentos voltados para a formação de uma nova cultura na indústria metal-mecânica, que possibilite o perfeito entendimento dos impactos ambientais causados pelo uso indisciplinado dos fluidos de corte e a conseqüente conscientização dos empresários e trabalhadores em relação à tomada de atitudes voltadas às boas práticas ambientais.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma breve revisão bibliográfica sobre os aspectos ambientais dos fluidos de corte utilizados nos processo de usinagem, abordando alguns conceitos e alternativas de gestão ambiental, assim como, analisando as possibilidades de minimização dos impactos dos fluidos de corte sobre o meio ambiente, por meio da adoção de um modelo de gestão ambiental baseado em Boas Práticas Ambientais e atendendo o princípio dos 3 Rs (Reduzir, Reusar e Reciclar).

## **2. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS**

### **2.1. Meio Ambiente**

De acordo com a legislação brasileira, meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas (Lei Federal 6.938 de 31/08/1981)<sup>(7)</sup>. No glossário do IBAMA<sup>(8)</sup>, o meio ambiente é definido como "tudo aquilo que cerca ou envolve os seres vivos e as coisas, incluindo o meio social-cultural e sua relação com os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem."

### **2.2. Aspecto Ambiental, Impacto Ambiental e Poluição Ambiental**

Aspecto ambiental pode ser definido como elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente e sendo assim é a causa da ocorrência de possíveis modificações no mesmo, enquanto que, impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização, isto é, é a conseqüência das ações implementadas. Portanto é

necessário identificar e avaliar qualquer impacto, sobre o meio ambiente, diretos ou indiretos, resultantes das atividades, produtos e serviços da empresa, quer sejam estes adversos ou benéficos, a fim de determinar aqueles que tenham ou possam ter impacto significativo sobre o meio ambiente (Coutinho e Tocchetto)<sup>(4)</sup>. Quanto à poluição, esta surge como resultado da utilização dos recursos naturais pela população, manifestando-se como uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies ou ainda deteriorar materiais, isto é, alterações indesejáveis provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente e que causam um impacto ambiental negativo (BRAGA et al)<sup>(1)</sup>.

### **2.3. Gestão Ambiental e Sustentabilidade**

Segundo Tochetto<sup>(4)</sup>, com a globalização das questões ambientais e a necessidade de buscar sustentabilidade foi preciso compatibilizar o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, o que pode ser conseguido por meio da aplicação dos conceitos de gestão ambiental. Conseqüentemente, novas situações do ambiente institucional passaram a dirigir as estratégias ambientais das empresas, tais como investidores e acionistas, que estariam interessados em correlações positivas entre performance econômica e ambiental; bancos, que estariam associando performance ambiental ruim a risco financeiro mais elevado e associações comerciais, educacionais e religiosas, que passaram a institucionalizar determinadas demandas ambientais. Os diferentes *stakeholders* perceberam que este novo cenário tem contribuído para a melhoria de uma vasta extensão de impactos ambientais (Tochetto apud Corbett e Pan)<sup>(4)</sup>.

Confirmando esta linha de raciocínio, segundo Lavorato<sup>(5)</sup>, “o maior desafio da empresa que é manter e aumentar a competitividade e ao mesmo tempo atender as pressões dos *stakeholders* (públicos de interesse), ficou bem mais complexo com a inclusão da variável ambiental. Neste novo cenário, surgiram outras formas de pressões e outras categorias de *stakeholders*. Uma nova postura se fez necessária, uma relação mais estreita foi estabelecida, começando aí o entendimento da importância do meio ambiente nas questões empresariais. E como resultado, o surgimento de novas áreas e práticas dentro das empresas: os SGAs - Sistemas de Gestão Ambiental e o Benchmarking Ambiental”. Segundo Lavorato<sup>(5)</sup>, “a Gestão Ambiental, é definida como um conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações e procedimentos para preservar a integridade dos meios físico e biótico, bem como a dos grupos sociais que deles dependem. A Gestão Ambiental visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta ordem vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros”.

### **2.4 - O PRINCÍPIO DOS “3 Rs”**

De acordo com Tocchetto<sup>(4)</sup>, o princípio dos 3 Rs constitui-se de estratégias para diminuir a exploração de recursos naturais e o impacto ambiental das diversas atividades, relacionadas com a vida em sociedade. Tocchetto<sup>(4)</sup>, define da seguinte forma os 3 Rs: a redução envolve atividades e medidas para evitar o descarte de resíduos; a reutilização consiste no reaproveitamento antes do descarte ou da reciclagem e por fim, a reciclagem é a forma de reaproveitar os resíduos gerados ou parte destes, no mesmo ou em outro processo produtivo.

A figura 1 apresenta a hierarquia dos 3 Rs, a qual segue o princípio de evitar a geração, posteriormente a reutilização ou reuso e, por último, a reciclagem; o que significa colocar em prática a política dos “3 Rs” (Reduzir, Reusar e Reciclar). Considerando que a geração de resíduos representa perdas no processo, ineficiência produtiva e custos ambientais de gerenciamento, o estabelecimento de estratégias de prevenção vai ao encontro dos princípios de proteção ambiental e de sustentabilidade (TOCCHETTO)<sup>(4)</sup>.

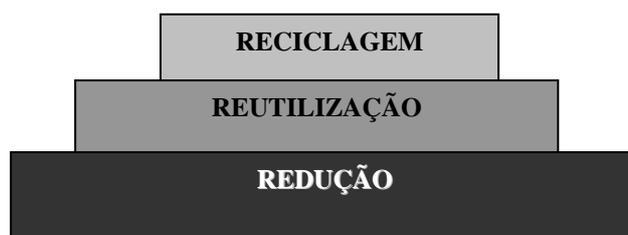


FIGURA 1 - Pirâmide do Consumo Sustentável - Prática dos 3 Rs <sup>(4)</sup>

## 2.5. Boas Práticas Ambientais, Indicadores de Desempenho e Benchmarking Ambiental

Segundo Lavorato<sup>(5)</sup>, ao se analisar as ferramentas de gestão ambiental disponíveis, nota-se que a evolução da percepção da variável ambiental nas organizações surgiu do conceito da qualidade. A ferramenta de gestão da qualidade *PDCA (Plan-Do-Check-Act)* ilustra bem esta evolução que foi alavancada pela eficiência de resultados obtidos em processos gerenciais de Melhoria Contínua. A partir da década de 70 houve uma evolução sistemática de normas e procedimentos com o objetivo da excelência dos processos. A partir da década de 80, o surgimento de inúmeros modelos de gestão ambiental com reconhecimento internacional objetivando principalmente a padronização das normas e procedimentos para a melhoria do desempenho ambiental das empresas. Desde, por exemplo, modelos dirigidos a determinados ramos de atividade, como por exemplo, o “Responsible care” ou seja, “atuações responsáveis”, recomendados para empresas químicas, até modelos universais como as certificações ISOs, no caso, a ISO 14000 recomendada a todo ramo de atividade.

Tochetto<sup>(4)</sup>, cita alternativas de metodologias de gestão ambiental que permitem a introdução de estratégias preventivas, tais como, o Ciclo de Vida do Produto completo (ACV), do “berço a cova”, Waste Minimization, Best Available Techniques “BAT”, Descarte Zero, Produção Limpa, Produção Mais Limpa e Tecnologias Limpas.

Lavorato<sup>(5)</sup>, reforça em seu artigo que, “independente do modelo de gestão adotado, é imperativo a aferição dos resultados, pois de outra forma perde-se a garantia de comprovação da eficiência do modelo. Diante desta necessidade, os modelos de gestão sugerem a adoção de indicadores de desempenho como forma de aferição e subsídios para tomadas de decisão e ajustes que se fizerem necessários. Ainda segundo Lavorato<sup>(5)</sup>, Indicadores de Desempenho são entendidos como expressões quantitativas ou qualitativas que fornecem informações sobre determinadas variáveis e suas inter-relações, ou seja, informações indispensáveis para processos de melhoria contínua nas empresas. E, por fim, Lavorato<sup>(5)</sup>, defende a idéia do Benchmarking entre empresas de setores correlatos e define: “Benchmarking trata-se de uma ferramenta que serve para descobrir, analisar, comparar, aprender com empresas líderes em seus segmentos, métodos e processos competitivos, e assim adaptar este novo conhecimento nos próprios processos para aumentar a competitividade de seu negócio”.

## 2.6. Produção Mais Limpa

O conceito de Produção Mais Limpa (P+L) foi definido pelo PNUMA, no início da década de 1990, como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Aplica-se a:

- processos produtivos: inclui conservação de recursos naturais e energia, eliminação de matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos e emissões;
- produtos: envolve a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final, e

- serviços: estratégia para incorporação de considerações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

Na figura 2 é apresentado o fluxograma de um programa de produção mais limpa, no qual 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 não podem ser evitados 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).

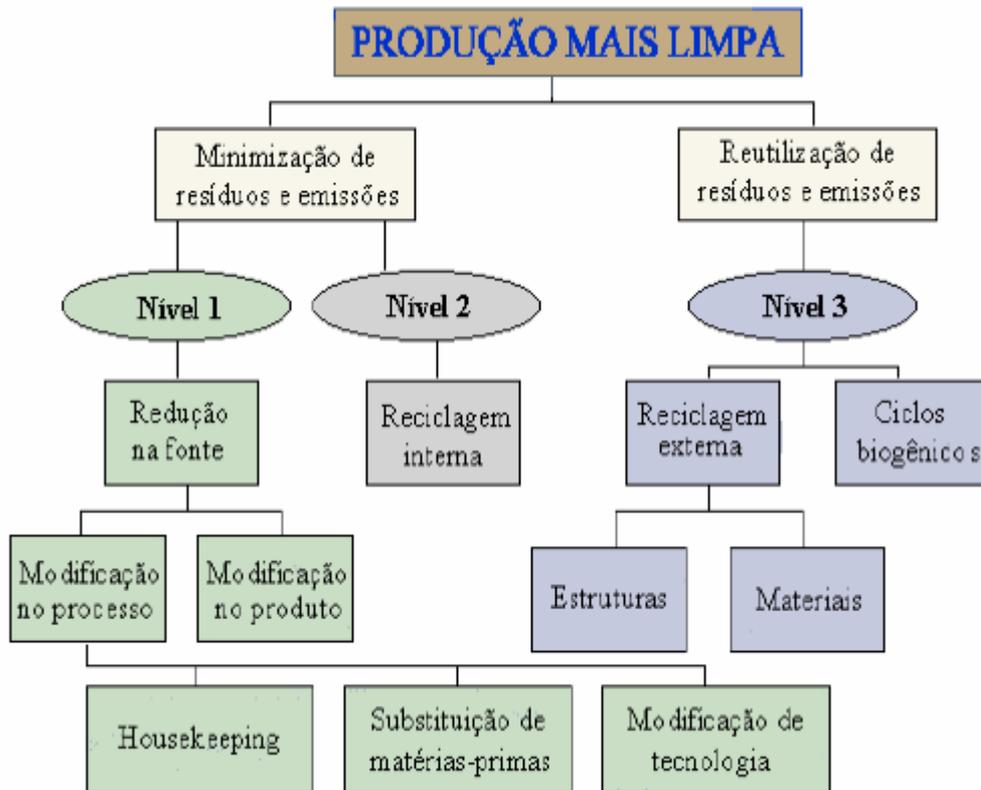


Figura 2 – Fluxograma Programa Produção Limpa<sup>(4)</sup>

### 3. O PRINCÍPIO DOS “3 Rs” E A (P+L) NA UTILIZAÇÃO DOS FLUÍDOS DE CORTE

#### 3.1. A CETESB dissemina e incentiva a adoção de medidas de Produção mais Limpa nas indústrias do Estado de São Paulo

Esta pesquisa identificou algumas medidas pró-ativas no que diz respeito à utilização dos fluidos de corte pela indústria mecânica no Brasil, associadas ao conceito de produção mais limpa com foco no princípio dos 3 Rs. Os casos que foram publicados pela CETESB e tratam justamente do assunto objeto deste trabalho, isto é, a questão dos aspectos ambientais dos fluidos de corte utilizados nos processos de usinagem e as possibilidades de minimização dos impactos dos mesmos sobre o meio ambiente, pela adoção de um modelo de gestão baseado no princípio dos 3 Rs (Reduzir, Reusar e Reciclar). Estes casos de sucesso são relatos de empresas do Estado de São Paulo que adotaram esta postura pró-ativa por entenderem que a poluição nada mais é do que a matéria-prima que foi adquirida e passou pelo processo produtivo consumindo energia e mão-de-obra, e não agregou valor como produto, tendo então que ser descartada de modo adequado, com custos de tratamento, transporte e disposição final.

#### 3.2. P+L CASO DE SUCESSO

##### Reuso de óleos e emulsões na indústria mecânica

Relato apresentado, em julho de 2002, por indústria mecânica de grande porte, localizada no Vale do Paraíba, com atuação no mercado internacional e produção média anual de 192.000 motores, 216.000 transmissões e 860.000 componentes de chassis. Segundo a empresa, a oportunidade foi identificada nos processos de usinagem de peças metálicas na fabricação de motores, transmissões e componentes de chassis que geravam um total médio de 375 t/mês de cavacos metálicos, provenientes dos diferentes tipos de processos e impregnados com diferentes tipos de óleos e emulsões oleosas de corte, os quais eram depositados em 03 caçambas móveis, para separação do óleo/emulsões pelo processo de decantação, gerando um volume decantado na ordem de 35,2 t/mês. Os óleos/emulsões decantados eram drenados e conduzidos para um canaleta impermeabilizado interligado à rede coletora de efluentes industriais e, por gravidade, seguiam para a ETE – Estação de Tratamento de Efluentes. Uma vez identificada a oportunidade as seguintes medidas foram tomadas pela empresa: reavaliação dos tipos de óleos/emulsões de corte utilizados em cada etapa do processo e separação dos mesmos em oito famílias de óleos. A partir daí implantou-se uma coleta seletiva dos cavacos metálicos impregnados com óleos/emulsões coletados em 08 caçambas móveis, sendo que 05 delas foram cedidas pela empresa coletora de cavacos em regime de parceria. Também foi necessário construir sete novos mini-tanques em alvenaria, com capacidade de 250 litros cada, impermeabilizados e revestidos com chapa metálica de aço para receber as oito famílias de óleos/emulsões, decantadas nas caçambas móveis, para que pudessem ser separados, bombeados e armazenados em contêineres e analisados quanto às características e propriedades físico-química para verificação e eventual ajuste das condições técnicas. A partir desta determinação os óleos/emulsões são reutilizados no processo de corte de que foram originário ou encaminhado para outros equipamentos dentro da empresa, cujas operações permitissem o uso de óleo/emulsões de corte com características menos exigentes. Caso não apresentassem condição de uso, eram enviados para a ETE. Consta no relato que a implantação das medidas, no que se refere às obras civis, treinamento de pessoal e estabelecimento de logística com a empresa que faz remoção dos cavacos, ocorreu ao longo dos meses de fevereiro, março e abril de 2002, entrando em regime de operação em maio/2002 e totalizando um investimento de R\$10.000,00 com previsão de retorno de 1 mês. Os resultados obtidos indicaram: redução na compra de óleo para corte na ordem de 1.400 litros/mês, representando uma economia de aproximadamente R\$ 11.000,00/mês; redução média de 1% no consumo de água da unidade industrial, representando 20.000 litros água/mês e uma economia de cerca de R\$ 78,00/mês; redução de 88% da quantidade de óleo enviada para a ETE, com redução de 3% do volume geral de efluentes líquidos a serem tratados, gerando uma economia de 3% no consumo de produtos químicos utilizados na ETE, ou seja, R\$ 120,00/mês. No relato deste caso, consta ainda, como ações futuras, que a empresa pretendia em médio prazo instalar uma estação de secagem de cavacos e de regeneração de óleos de corte para seu melhor aproveitamento.

Consta, ainda, no referido endereço eletrônico da CETESB<sup>(6)</sup>, um outro caso de sucesso de gerenciamento ambiental de fluidos de corte, sendo este da divisão de transmissões de uma indústria metalúrgica da região de Campinas, referente a trabalhos realizados em outubro de 2003 com Reciclagem de óleos de corte, hidráulicos e lubrificantes.

#### **4. CONCLUSÃO**

A elaboração deste trabalho confirma a percepção de que a adoção, pela indústria mecânica, de um gerenciamento voltado para as boas práticas ambientais é capaz de minimizar os impactos negativos que podem ser provocados pelo descaso e/ou pela utilização pouco eficiente dos fluidos de corte e dos recursos naturais, descaso este que podem levar a vida no planeta a uma situação insustentável e ter como resultado a extinção de espécies da fauna e da flora, a degradação de ambientes naturais, a contaminação do solo e das águas, bem como vários problemas para a saúde humana.

Indica também que há desenvolvimento de tecnologias novas e menos poluentes, assim como modelos de gestão ambiental que incentivam e privilegiam soluções técnicas ambientalmente menos agressivas. No caso da indústria metal-mecânica, independentemente de seu porte, a leitura

deste resumo contribui para reforçar a necessidade de conscientização a respeito dos impactos ambientais que podem ser gerados pelo uso indevido de fluido de corte. Os estudos pesquisados indicam ainda, que é preciso muito mais do que se preocupar e refletir. É necessário investir em desenvolvimento tecnológico e em pesquisas visando à minimização da utilização de fluido de corte, assim como, tomar medidas pró-ativas no sentido de implementação de boas práticas ambientais, estimulando assim a produção dos bens que necessitam de processos de usinagem, por meio de consumos sustentáveis de seus insumos básicos, como por exemplo, o fluido de corte, necessários em seus processos de fabricação. Estimular uma produção responsável, com qualidade, respeito ao meio ambiente e à segurança do trabalhador, bem como um consumo consciente e o combate ao desperdício são, portanto, questões fundamentais para resolvermos os grandes problemas ambientais atualmente colocados. A preocupação ambiental não é uma onda. É permanente. E dos cuidados e atitudes gerados a partir desta atenção com o meio ambiente dependerá o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida na Terra.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, Benedito et al. Introdução À Engenharia Ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
2. RUNGE, P. R. F. e DUARTE, G. N. "Lubrificantes nas indústrias – Produção, manutenção e controle" São Paulo: Triboconcept – Edições Técnicas, p. 71-171, 1990.
3. RAVEN, P. Conhecer para preservar. Boletim da Agência FAPESP, 27/07/2006. Disponível em <http://www.agencia.fapesp.br/>. Acesso em: 28 julho 2006.
4. TOCCHETTO, M.R.L. e COUTINHO, H.L., "Curso De Gerenciamento De Resíduos Sólidos Industriais". Edição Revisada 2004 - Realização ABES Associação Brasileira De Engenharia Sanitária E Ambiental Porto Alegre - RS de 17 a 19/11/2004. Disponível em:  
[http://www.marta.tocchetto.com/atividades/cursos/gerenciamentoderesiduosindustriais/Apostila/ger\\_residuos\\_completa.pdf](http://www.marta.tocchetto.com/atividades/cursos/gerenciamentoderesiduosindustriais/Apostila/ger_residuos_completa.pdf) Acesso em: 31 julho 2006
5. LAVORATO, M. L.A., "Benchmarking Ambiental Brasileiro" e "A Importância Dos Indicadores de Desempenho Ambiental para a Competitividade das Empresas e Iniciativas Ambientais". Disponível em:  
[http://www.maisprojetos.com.br/bench/artigos/benchmarking\\_ambiental.pdf](http://www.maisprojetos.com.br/bench/artigos/benchmarking_ambiental.pdf), Acessados em 29/12/2005
6. CETSB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. P+L Casos de Sucesso. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/producao\\_limpa/casos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/producao_limpa/casos.asp). Acesso em: 01/08/2006.
7. Lei Nº 6938/1981 - "Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências" - Data da legislação: 31/08/1981 - Publicação DOU: 02/09/1981. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq> Acesso em 28/07/2006.
8. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Disponível em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em 28/07/2006.