

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
PHA 3001 Engenharia e Meio Ambiente

Autor: Rafael Augusto Amorim Ribeiro

Revisão: Prof. Raphael Rodrigues

## **Prevenção à Poluição e Produção Mais Limpa na Indústria**

### **Introdução**

Dentro do paradigma de produção atual, que busca a produção sustentável, tendo em vista os recursos limitados que temos à disposição no nosso planeta, ganham importância os conceitos P2 - Prevenção à Poluição - e P+L - Produção Mais Limpa.

Este relatório buscará definir os conceitos P2 e P+L de produção na indústria e depois apresentar estudos de casos resultantes da aplicação desses conceitos.

Este relatório será dividido em três partes: apresentação do termo P2, apresentação do termo P+L e a apresentação de estudos de caso.

É importante notar que a definição do significado mais preciso e atual dos termos P2 e P+L será dado logo no início da parte do trabalho, reservada à apresentação de cada um.

### **P2 (Prevenção à Poluição):**

A prevenção à poluição consiste em medidas tomadas na fonte geradora com o intuito de diminuir a poluição. Assumindo que uma atividade irá produzir poluição, as medidas P2 tem o intuito de diminuir quantitativamente a produção desses poluentes.

O termo Prevenção à Poluição foi se desenvolvendo ao longo da história até atingir a definição atual, a primeira referência ao seu significado remonta a 1975, quando a multinacional 3M iniciou um programa que defendia que a prevenção da poluição traria vantagem econômica: a Prevenção da Poluição se Paga, (3P Program – Pollution Prevention Pays Program). A concepção desse programa era de que a eliminação ou redução da poluição na fonte: eliminaria ou reduziria os custos de limpeza; proveria soluções, também, para os problemas de poluição de segunda e terceira gerações e; uma vez que a maioria dos poluentes provêm das matérias primas transformadas nos processos, evitar a geração da poluição também conservaria aquelas, tornando os processos mais eficientes e menos custosos (SHEN, 1995)

A P2 foi definida por Duncan (1994) como qualquer prática que reduz a quantidade ou impacto ambiental e na saúde de qualquer poluente antes de sua reciclagem, tratamento ou disposição final, incluindo modificação de equipamentos ou tecnologias, reformulação ou redesign de produtos, substituição de matérias-primas e melhoria organizacional (housekeeping), treinamento ou controle de inventário.

Segundo LaGreca (1994, pg.355), a prevenção da poluição consiste de todas as atividades que reduzam a geração dos resíduos perigosos.

Ainda segundo consta na obra Introdução à Engenharia Ambiental (BRAGA, B. et. al.), “pelo conceito de Prevenção da Poluição, em vez de ficarmos tentando resolver os problemas de poluição após os mesmos terem sido originados, o melhor é procurarmos reduzir, de todas as maneiras, a geração de poluição, almejando promover mudanças ou modificações de planos, práticas e hábitos, incluindo-se, também, as atividades que protegem os recursos naturais, pela conservação ou uso mais eficiente dos recursos disponíveis.”

No manual da Cetesb para a implantação do P2 em empresas, a Prevenção à Poluição é descrita como qualquer prática, técnica, e tecnologia que visem a redução ou eliminação em volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora. Inclui também modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matérias primas, eliminação de substâncias tóxicas, melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias-primas, energia, água e outros recursos naturais

Aqui, as visões das quatro fontes é convergente, descrevendo a P2 como **a redução da emissão do poluente a partir de sua origem**, ou seja, é mitigar determinado poluente ainda no processo produtivo. O fato das quatro fontes concordarem em relação ao conceito de Prevenção à Poluição se deve ao fato de todas serem de depois de 1990, ano em que o Pollution Prevention Act determinou o que é o conceito Prevenção à Poluição - P2.

Podem ser consideradas medidas P2:

- Substituição de materiais e insumos
- Mudanças de Procedimentos
- Melhorar a organização (housekeeping)
- Programas educacionais

**Tabela 1 - Exemplos de medidas que podem ser consideradas P2 (CETESB)**

<b>Medida</b>	<b>Descrição</b>
Alteração no layout	Disposição física mais eficiente dos equipamentos
Controle de estoque	Medidas que visam boas práticas na estocagem de produtos químicos
Manutenção preventiva	Evita problemas ambientais causados por falhas
Melhoria nas práticas operacionais	Padronização dos parâmetros operacionais e dos procedimentos para execução de uma tarefa, dentro de uma sistemática que garanta efetividade e eficiência.
Mudança de processo/tecnologia	É a substituição de tecnologia por uma mais limpa
Reuso	É a reutilização de um componente usado na produção, gera a economia de matéria prima
Reformulação ou replanejamento dos produtos	Muda-se o produto final para que seu descarte seja menos poluente ou sua reciclagem mais fácil
Reciclagem interna ao processo	É a reutilização de um resíduo produzido no processo. Pode ser necessário um tratamento específico para que o resíduo possa ser usado

Substituição de matéria-prima	Visa substituir uma substância tóxica por uma menos tóxica
Substituição ou alteração de equipamentos	Substituição de equipamento usado na produção por um que realize a mesma função e seja menos poluente
Segregação de resíduos	Isolar os resíduos tóxicos para que esses não afetem os resíduos que podem ser reusados
Treinamento	Aumentar o conhecimento em relação à problemática ambiental por parte dos indivíduos que participam da produção

**Observação importante:** Algumas das medidas sugeridas na tabela, só são consideradas medidas de P2 em casos específicos. Por exemplo, reúso. A prática de reúso só é considerada prevenção à poluição quando se trata de uma prática de reúso direto, sem tratamento. Da mesma forma, o item “Reciclagem interna ao processo”, que é uma forma de reúso, pode ser questionado quanto a sua classificação como prevenção à poluição, uma vez que ao precisar de um tratamento específico (que demanda recursos e energia) este deixa de ser um processo que previne a poluição. O ideal seria planejar este processo de modo que não gere resíduos que precisem ser reciclados.

O manual da Cetesb estabelece a seguinte sequência para o estabelecimento do Programa de P2 em uma empresa:

1. Comprometimento da direção da empresa
2. Definição da equipe de P2
3. Elaboração da Declaração de Intenções
4. Estabelecimento de prioridades objetivos e metas
5. Elaboração cronograma de atividades
6. Disseminação de informações sobre P2
7. Levantamento de dados
8. Definição de indicadores de desempenho
9. Identificação de oportunidades de P2
10. Levantamento de tecnologias
11. Avaliação econômica
12. Seleção das medidas de P2
13. Implementação das medidas de P2
14. Avaliação dos resultados
15. Manutenção do programa

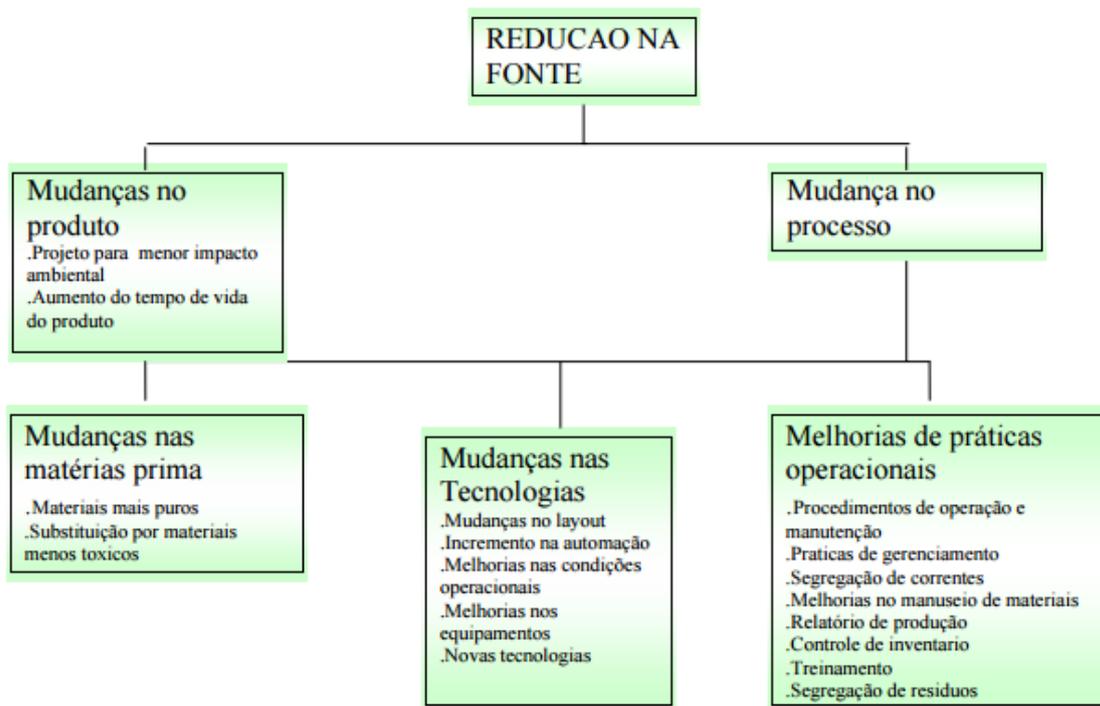


Figura 1 - Diagrama com os métodos de redução na fonte.

Fonte: EPA/600/R-92/088, may 1992 (Shen, 1995, pág.26)

O programa P2 estabelece melhora contínua, ao final do programa novas metas são estabelecidas, reiniciando-se novamente o ciclo de melhorias. Esta prática segue os princípios do ciclo PDCA (Plan, DO, Check and Act) que serve como base para estabelecer as normas de gestão ambiental da família ISO 14001.

### **P+L (produção mais limpa):**

A P+L, Produção Mais Limpa, ou “Cleaner Production” (Lemos, 1998), é o termo que se refere ao conjunto de todas as medidas que tenham o intuito de produzir de forma mais próxima ao que se pode considerar ambientalmente amigável, seja reduzindo a produção da poluição, seja tomando medidas para lidar com poluentes produzidos. É um termo mais abrangente porque inclui todas as medidas P2, porém não se limita à redução na fonte geradora. Medidas como a logística reversa e o tratamento de resíduos gerados são exemplos de P+L que não são P2. As medidas P+L podem ser aplicadas tanto ao processo produtivo, quanto ao produto, que pode ser elaborado dentro das ideias de Produção Mais Limpa.

**O conceito de P+L deve ser entendido, portanto, não como um conjunto de medidas avulsas, mas como uma estratégia integrada a todo o ciclo de vida do produto, estratégia essa guiada pelas ideias da sustentabilidade, da preservação, da eficiência ambiental e da contínua melhora da relação das atividades produtivas com o meio ambiente.**

**A importante relação que se deve perceber é que as medidas P2, consideradas também medidas P+L, são as que devem ser priorizadas ao se buscar implementar a Produção mais Limpa.**

**Desta forma, é possível obter uma Produção Mais Limpa por outros meios que não necessariamente a prevenção à poluição. Exemplo: Compare duas indústrias com processos parecidos. Uma descarta efluentes diretamente no rio local, a outra faz um tratamento**

**preliminar antes de lançar esse efluente. A segunda tem uma produção mais limpa que a primeira. O ideal seria que ambas não liberassem efluente algum. Se conseguissem aplicar métodos de prevenção à poluição, conseguiriam reduzir ou eliminar esses efluentes. No entanto, ao invés de prevenir, a segunda optou por tratar. Não deixa de ser uma P+L.**

O conceito de produção mais limpa foi lançado pela UNEP (United Nations Environment Program) e pela DTIE (Division of Technology, Industry and Environment) em 1998 como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada de prevenção ambiental em processos, produtos e serviços, incorporando o uso mais eficiente de recursos naturais e minimizando resíduos e poluição, da mesma forma que os riscos para a saúde humana e segurança (FURTADO, 2001). Na definição da UNEP, P+L também engloba a não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos.

Fernandes et al (2001) define a Produção Mais Limpa da seguinte forma: “é a 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. Produção Mais Limpa também pode ser chamada de Prevenção da Poluição, já que as técnicas utilizadas são basicamente as mesmas”

Já em 2005, José Luis Fernandes e outros autores, em UM ESTUDO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO AMBIENTAL (2005), definem a Produção mais Limpa como uma estratégia ambiental preventiva aplicada de acordo com uma sequência de prioridades das quais a primeira consiste em reduzir resíduos e emissões na fonte.

Aqui foram citadas três fontes que buscam definir Produção Mais Limpa (P+L ou PmaisL). A primeira consiste no lançamento do termo, que foi dada pela UNEP em 1998.

A segunda, de Fernandes et al (2001), foi citada para destacar um erro, que é bastante comum, que é igualar a Prevenção à Poluição (P2) à Produção mais Limpa (P+L). Deve-se atentar que todas as medidas P2 podem ser consideradas P+L, porém há medidas P+L, como a reciclagem, que não são P2. Ou seja, P2 está contido em P+L, mas não necessariamente o contrário se aplica.

A última definição, trazida em “Um Estudo da Produção Mais Limpa na Gestão Ambiental” é bem concisa e deixa claro este aspecto de P2 estar contida em P+L, sendo que as medidas de redução na fonte geradora, que é o que define P2, se destacam dentro das medidas P+L por terem o maior grau de prioridade, como se percebe na figura 2.

As etapas para do processo de implantação P+L são de acordo com a UNEP (UNITED..., 1998):

1. Pré-avaliação
2. Estabelecimento de contrato entre os Núcleos de P+L e a empresa (no Brasil, o núcleo P+L é a Rede Brasileira de Produção mais Limpa)
3. Sensibilização e capacitação dos profissionais da empresa
4. Elaboração de um balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo.
5. Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de P+L
6. Priorização das oportunidades identificadas na avaliação
7. Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades
8. Estabelecimento de um Plano de Monitoramento para a fase de implantação
9. Implantação das oportunidades de P+L priorizadas

10. Definição dos indicadores do processo produtivo
11. Documentação dos casos de P+L
12. Plano de continuidade dos indicadores de P+L

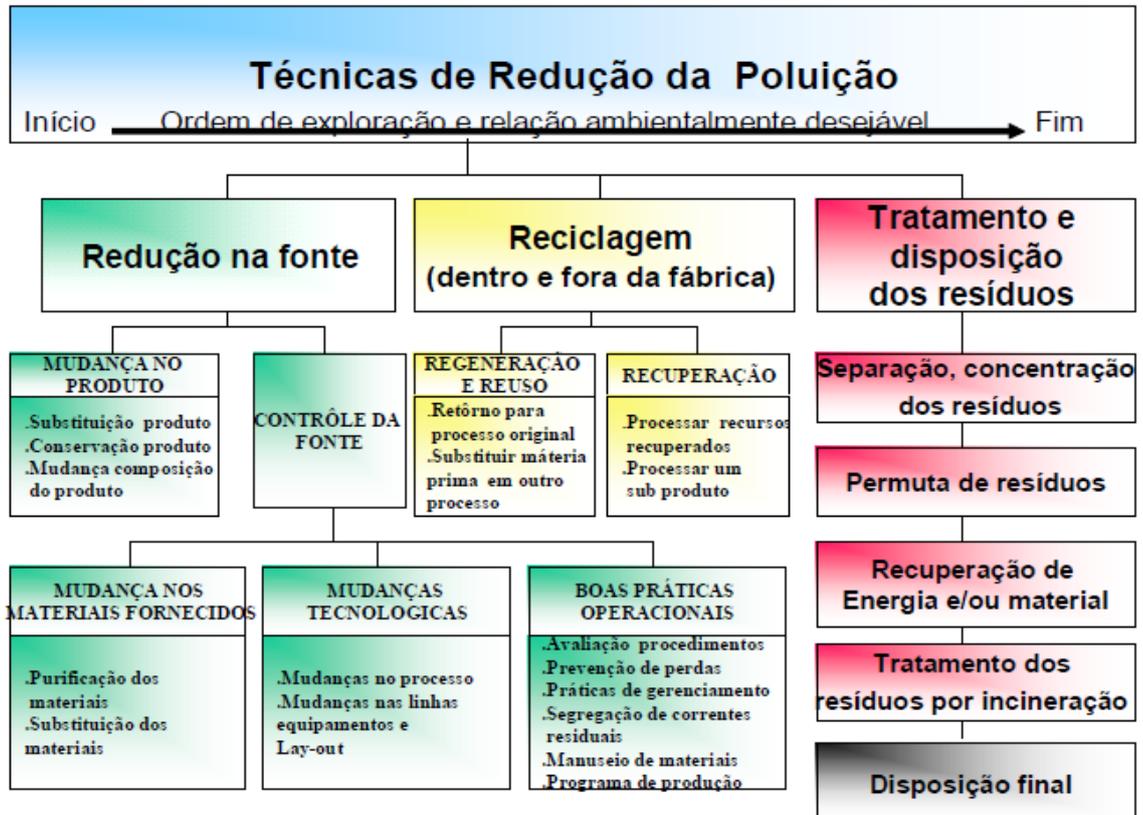


Figura 2 - Técnicas para redução da poluição.  
 Fonte: Adaptado pelo autor da figura 7-1 de LaGreca - 1994

No cenário nacional, houve a tentativa de criar um centro de referência em P+L: a Rede Brasileira de Produção Mais Limpa, que surgiu no Rio Grande do Sul, com a instalação, em 1995, do Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL, que integra uma rede internacional com mais de 20 centros similares. Esta rede é parte de um programa preventivo criado pela UNIDO – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial e a UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Freitas, 2005). Com o tempo e a Rede Brasileira de Produção Mais Limpa foi perdendo relevância, o que ficou forte foi o conceito P+L que se constitui em um excelente meio de se direcionar uma atividade produtiva tendo em vista a problemática ambiental.

## Estudos de caso

### Estudo de caso da empresa gráfica (P2)

Este caso aconteceu na empresa ERIMPRESS Etiquetas, que fabrica etiquetas auto-adesivas. É uma empresa pequena que atua em nível nacional. Ela se localiza no estado de São Paulo e produz 600.000 metros quadrados de papel adesivado para etiqueta.

No processo de produção é utilizado silicone como matéria prima. E durante um ano após o início das atividades da fábrica foi usado silicone à base de solventes orgânicos. O uso desta matéria prima acarretava problemas ocupacionais e incômodo, devido à emissão de odor, à população vizinha. A medida de Prevenção à Poluição foi tomada após autuação da CETESB, quando empresa substituiu o silicone à base de solvente orgânico pelo silicone à base de água. A quantidade de silicone usado se manteve e não houve necessidade de ser realizada nenhuma mudança operacional ou de equipamento. A empresa inclusive continuou usando o mesmo cilindro de aplicação (foto 1)



Foto 1 - Cilindro de aplicação de silicone

A mudança realizada não exigiu nenhum investimento. Além do mais, o silicone à base de água é mais barato, o valor da quantidade necessária para a siliconização de 100.000 m<sup>2</sup> de papel é de U\$ 2500, enquanto que o valor da quantidade equivalente do silicone à base de solvente orgânico é U\$ 3000, uma economia de quase 17%.

Foram obtidos os seguintes ganhos ambientais:

1. Eliminação dos riscos associados ao armazenamento de 1000 litros/mês de solventes orgânicos
2. Fim das emissões odoríferas para a atmosfera
3. Fim do uso de solventes orgânicos no processo

Outros ganhos foram a melhoria da qualidade do produto, no que se refere a destacar o papel adesivo e a eliminação dos problemas com a CETESB e com a vizinhança.

Este estudo de caso é curioso pelo fato da mudança do tipo de silicone ter acontecido somente após uma autuação à empresa por parte da CETESB. Uma mudança que acarretou economia e a melhora da qualidade do produto só ocorreu após a atuação da agência ambiental.

Provavelmente isso aconteceu pela falta de conhecimento do processo por parte da própria empresa e a autuação acabou auxiliando no econômico de práticas econômicas e mais eficientes.

## **Estudo de caso do circuito fechado para limpeza de peças (P2)**

A empresa Mahle Metal Leve fabrica peças e acessórios para sistemas motores, principalmente para automóveis. Sua produção média é de 10.800.000 peças por ano.

O processo que foi melhorado foi o de lavagem de peças. Após o processo de usinagem (desgaste mecânico para dar forma a uma peça) de carcaças de alumínio, estas ficavam impregnadas com óleo solúvel, produtos químicos e cavacos de alumínio, sendo necessárias lavagens com desengraxante e água para a sua limpeza. Todo o processo de lavagem era manual, e gerava efluentes. Estes efluentes eram enviados para uma Estação de Tratamento.

A solução encontrada foi a de estabelecer um ciclo fechado para a lavagem. Esse processo consiste em colocar as peças em cestos e lavá-las com jatos de água a alta pressão, em um ambiente com a temperatura condicionada a 30°C. A temperatura auxilia tanto na lavagem quanto na secagem.

O investimento realizado foi de R\$500 para comprar a máquina de lavagem.

Os ganhos ambientais foram:

1. Redução do consumo anual de água
2. Redução da mesma quantidade de geração de efluente industrial
3. Menor geração de lodo
4. Redução do uso do desengraxante

### **Estudo de caso da reciclagem de retalhos de PVC na indústria química (P+L):**

A fábrica da 3M do Brasil, localizada no município de Sumaré é considerada grande, com uma produção de 36.500 toneladas de produtos diversos (adesivos, abrasivos, tapetes de PVC, esponjas de poliuretano e produtos médicos). A empresa tem atuação internacional.

A empresa gerava 46.000 m<sup>2</sup> por mês de um resíduo composto basicamente por retalhos gerados na produção de tapetes de PVC. Esses retalhos eram vendidos para reciclagem.

Surge a oportunidade de reutilizar esses resíduos para produzir tapetes personalizados. Para possibilitar isso foram gastos U\$\$3000 com facas especiais para cortar e trabalhar os retalhos.

A empresa passou a fabricar 14.400 tapetes de PVC personalizados por ano, gerando uma receita anual extra de U\$\$35.700.

Este caso da 3M demonstra o 3P Program – Pollution Prevention Pays Program que foi lançado pela companhia. A medida gera benefício ambiental e também gera benefício econômico.

### **Estudo de caso da areia (P2)**

A empresa do caso chama-se Indústrias Romi. É uma marca que atua internacionalmente e nacionalmente e tem porte grande. Produz anualmente 14 mil toneladas de peças fundidas.

O processo de produção das peças fundidas utiliza grande quantidade de areia - entre 800 e 1000 kg de areia por 1000 kg de peça produzida. Essa areia normalmente é extraída de jazidas de cava (foto 2) ou de rios, com granulometrias variadas. São usados dois tipos de mistura com a areia para a produção de peças de tamanhos diferentes. Peças menores são produzidas com areia verde, que é preparada com um ligante, por exemplo bentoita, outros aditivos e água. Peças maiores são produzidas com areia misturada com resina e catalisador, que conferem maior resistência às peças produzidas.

A empresa utilizava resina fenólica na areia para peças maiores. Essa areia era de recuperação e reutilização, e a areia descartada chegava a 1000 toneladas por mês. Esse resíduo era disposto em aterro industrial, gerando um custo de 500 mil reais por ano.

Em 1995, após realizar estudos, a empresa tomou as seguintes medidas:

1. Substituição da resina fenólica pela resina furânica
2. Recuperação da areia com resina furânica, por meio de processo mecânico à temperatura ambiente. Permitiu que novas peças sejam produzidas com 98% de areia recuperada e 2% de areia nova
3. A areia verde também é recuperada, sendo as suas peças produzidas com 85% de areia recuperada.



Foto 2 - Exemplo de jazida de cava

As medidas tiveram um custo que girou em torno de R\$50.000, gastos com treinamento, aquisição de dosadores para mistura de areia nova com areia recuperada e confecção de caixas de moldagem anatômica para os itens de maior volume de produção.

Os benefícios gerados foram os seguintes:

1. Menor descarte de areia em aterros industriais
2. Economia anual de R\$ 1 milhão, devido à redução de compra de areia e principalmente com o menor gasto de descarte. Atualmente a empresa destina apenas 200-300 toneladas por mês de resíduo para o aterro industrial.
3. Aumento da satisfação dos funcionários, devido ao treinamento e a participação no processo de melhoria

Esse estudo de caso revela-se muito rentável. Teve um custo aproximado de 50 mil reais e resultou na economia de 1 milhão de reais anuais.

### **Estudo de caso da fábrica de papel (P2)**

Este caso se deu na unidade fabril da Votorantin em Mogi das Cruzes. Esta unidade produziu 20233 toneladas de papel em 2001. O estudo de caso foi publicado em julho de 2002.

Na produção utiliza-se vapor para o aquecimento de cilindros metálicos que são usados para secar as folhas de papel que ficam úmidas durante a sua produção.

A medida tomada foi a substituição do combustível usado no queimador da caldeira que produz o vapor. Era usado óleo combustível BPF - óleo combustível pesado. Os problemas gerados pela queima desse combustível eram:

1. Emissão de monóxido de carbono, óxidos de enxofre e partículas de fuligem. A empresa tinha dificuldades no controle de emissão desses poluentes
2. Necessária limpeza e manutenção constantes do queimador, gerando resíduos sólidos
3. O transporte e a estocagem do combustível eram de alto risco

Em 2001, a empresa substituiu o óleo combustível por gás natural. Essa mudança custou U\$55.000, gastos com mudanças da infraestrutura e a sua montagem. Foram necessários instalar tubulações internas para o gás natural e realizar a automação do queimador da caldeira.

Os resultados econômicos obtidos foram os seguintes (no total houve uma redução de 5,7% no custo total na geração de vapor):

1. Redução de R\$1280 mensais no custo de manutenção da caldeira
2. Redução de R\$1092 mensais no gasto com energia elétrica
3. Corte do gasto de R\$7676 mensais que o aquecimento do óleo nos tanques de estocagem gerava
- 4.

Os resultados ambientais:

1. Eliminou as emissões de material particulado e de óxidos de enxofre para a atmosfera
2. Eliminou o risco de desastres ambientais causados pelo derramamento/vazamento do óleo

Este estudo de caso apresenta um caso de Prevenção à Poluição, foi gerado benefício econômico, mas o benefício ambiental, neste caso, foi o mais relevante.

### **Estudo de caso da reciclagem dos óleos (P+L)**

Envolve a Eaton Ltda. – Divisão Transmissões, tem atuação nacional e internacional e produz transmissões de veículos automotivos e suas componentes. A fábrica se localiza no município de Valinhos e é grande.

No processo da fabricação das transmissões são utilizadas grandes quantidades de óleo de base mineral (derivado do petróleo). Esses óleos recebem aditivos específicos de acordo com a função que irão desempenhar. Na fábrica estudada existem 3 tipos, óleo de corte integral, lubrificante e hidráulico.

Até 1985, os óleos eram usados e depois vendidos para empresas que os reutilizavam em seus processos, porém essa destinação não era garantida, o que fazia com que a Eaton tivesse que armazenar e manejar grandes quantidades do óleo usado, o que representava riscos.

Em 1985 a empresa iniciou um programa interno de reciclagem desses óleos, conhecido como "PRO". Este programa, iniciado em 1985, antecipou-se ao desenvolvimento de ações com vistas à disposição adequada e à reciclagem de óleos lubrificantes usados, que viriam a ser regulamentadas pela Resolução CONAMA No. 9, de 31/08/93.

A fase de implantação aconteceu em duas etapas, a primeira lidou com os óleos de corte e a segunda lidou com os óleos hidráulicos e lubrificantes.

Os óleos de corte são regenerados em uma empresa externa de reciclagem, que é responsável por retirar o óleo usado e entregar o óleo regenerado para a Eaton. A aditivação desse óleo acontece na própria Eaton.

Os óleos hidráulicos e lubrificantes são enviados à mesma empresa de reciclagem, mas a sua aditivação acontece também na empresa de reciclagem, por demandar uma estrutura que não existe na Eaton.

Foi necessária a instalação de 4 tanques de 30 m<sup>3</sup> para o armazenamento dos óleos na empresa de reciclagem. O investimento foi feito na modalidade comodato, a empresa de reciclagem arcou com os custos da instalação em troca de exclusividade para com a Eaton. Foram gastos no total R\$43.800 pela empresa de reciclagem.

Os benefícios obtidos foram os seguintes:

1. Ganhos ambientais - conservação dos recursos naturais, no caso o petróleo
2. Ganhos econômicos - o uso do óleo de corte reciclado gera uma economia de R\$0,80 por litro; usar o óleo lubrificante e hidráulico reciclado significa economizar R\$0,42/litro

Calculou-se uma economia gerada total de R\$ 358.650,00 no primeiro ano, o que significa que o retorno do investimento levou menos de 1,5 mês.

### **Estudo de caso do cemitério (P+L)**

O cemitério Memorial Parque Paulista tinha problema com os resíduos da exumação (desenterrar corpos que foram sepultados há mais de 3 anos), que são a maior parte dos resíduos gerados por um cemitério. Esses resíduos caracterizam-se por serem do tipo II-a, ou seja, não perigosos e não inertes.

Os principais problemas eram os impactos ambientais associados ao seu descarte e também os custos elevados para sua coleta e destinação.

A solução encontrada foi a reutilização desses resíduos. Esses resíduos passaram a ser destinados à processo de compostagem e produção de adubo orgânico.

A implantação se deu da seguinte forma:

1. Mapeamento de todo os resíduos gerados pelas unidades de acordo com a sua classificação
2. Avaliação da geração, armazenamento, coleta e destinação dos resíduos por empresas contratadas
3. Criação de "Ecoponto" para coleta e armazenamento dos resíduos
4. Compra de um triturador de resíduos orgânicos
5. Treinamento dos operadores das unidades, para operação e controle do processo

Foram investidos R\$29.000,00, sendo destinados 28 mil para aquisição de dois trituradores de resíduos orgânicos e mil reais destinados à compra a Equipamento de Proteção individual e ferramentas para manutenção do equipamento.

Os resultados foram:

1. Redução de gastos com a compra de adubos orgânicos para uso nos jardins do cemitério, já que grande parte desse adubo passou a ser produzido pelo próprio cemitério
2. Otimização do armazenamento em caçambas de resíduos de madeira provenientes das urnas funerárias, antes eram 33 urnas por caçamba, depois da implantação passaram a caber 56 urnas em cada caçamba. Isso representou uma economia anual de R\$4466,00 na contratação de caçambas
3. Redução do volume anual de resíduos classe IIA destinados a aterro. De 352,5 m<sup>3</sup> para 270 m<sup>3</sup>

## **Conclusão**

O correto conhecimento e aplicação dos conceitos P2 e P+L é importante e está de acordo com a única forma correta de se produzir: a que leva em conta o meio ambiente e suas limitações/fragilidades. Esta ideia se opõe à antiga ideia de que os recursos e a capacidade do meio ambiente de suportar a ação humana são infinitos.

Os conceitos P2 e P+L são resultado do desenvolvimento de uma contínua preocupação com o tema. Ajudam a propagar as boas práticas ambientais e a ideia de melhoria contínua. Servem de referência.

Os estudos de caso ajudam a demonstrar a aplicação desses conceitos na prática, em casos reais e concretos.

## Bibliografia

SHEN, T.T. Industrial pollution prevention. Springer-Verlag, Berli: [s.l.]. 1995. 371 p.

DUNCAN, A. bibliographic teaching outline, introductory pollution prevention materials: National pollution prevention center for higher education. December, 1994

BRAGA, B. et. al. Introdução à engenharia ambiental. São. Paulo : Prentice Hall - 2ª edição. 2005

LAGRECA M.D.; BUCKINGHAM P.L.; EVANS J.C.; et al. Hazardous Waste Management  
New York: McGraw-Hill, 1994

MANUAL DA CETESB - Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição. Disponível em:  
[http://www.cgpp.sp.gov.br/gt\\_licitacoes/publicacoes/cetesb%20manual%20programa%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20poluicao.pdf](http://www.cgpp.sp.gov.br/gt_licitacoes/publicacoes/cetesb%20manual%20programa%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20poluicao.pdf) Acesso em: 04/02/2017

LEMOS, A. D. C. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: o caso da fazenda Cerro do Tigre. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998

FURTADO, João S. ADMINISTRAÇÃO DA ECO-EFICIÊNCIA EM EMPRESAS NO BRASIL: PERSPECTIVAS E NECESSIDADES. Novembro, 2001

FERNANDES, J. V. G et al. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001

FERNANDES, J. L. et. al. UM ESTUDO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA GESTÃO AMBIENTAL. 2015

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM – UNEP. UNEP's Fifth International High Level Seminar on Cleaner Production, Set., 1998

FREITAS, F. USO DO CONCEITO PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO NO CONTEXTO DA NORMA ISO 14001: O CASO DA FÁBRICA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DA PETROBRAS. Outubro, 2005

### Estudos de caso:

Estudo de caso do circuito fechado para limpeza de peças disponível em:  
<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso76.pdf>  
Acesso em 04/02/2017

Estudo de caso da reciclagem de retalhos disponível em:  
<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso03.pdf>  
Acesso em 04/02/2017

Estudo de caso da areia disponível em: <http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso01.pdf>

Acesso em 04/02/2017

Estudo de caso da fábrica de papel disponível em: <http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso14.pdf>

Acesso em 04/02/2017

Estudo de caso da reciclagem dos óleos disponível em:

<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso25.pdf>

Acesso em 04/02/2017

Estudo de caso do cemitério disponível em:

<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2015/01/caso011.pdf>

Acesso em 04/02/2017