

Produção Mais Limpa: Estudo da implantação em empresas do estado de São Paulo

Karina Souza Cruz (UTFPR) karinaacruz@hotmail.com
Gerson Lourenço Junior (UTFPR) lourencojr.g@hotmail.com

Resumo:

Em virtude da crescente preocupação com a melhoria da qualidade do meio ambiente, as empresas vêm implementando técnicas mais atrativas em busca de um modelo de produção mais sustentável e mais viável economicamente. Assim, as empresas vêm buscando maneiras para produzir mais produtos, com melhor qualidade, com menos poluição e menos uso dos recursos naturais. A Produção mais Limpa (P+L) apresenta-se como uma ferramenta simples de ser implantada, que não necessariamente requer grandes investimentos, e traz benefícios econômicos, ambientais e sociais para as empresas. Neste artigo, revisou-se o conceito de P+L, e apresentou-se oito exemplos práticos de sucesso, extraídos dos estudos de caso publicados pela CETESB, que evidenciam a potencialidade de ganhos econômicos, sociais e ambientais que a P+L traz para as empresas.

Palavras chave: Produção mais Limpa, Sustentabilidade, Casos de sucesso.

Cleaner Production: implementation of the study in companies of São Paulo

Abstract

The growing concern with improving the quality of the environment, companies have been implementing more attractive techniques in search of a model of more sustainable production and more economically viable. Thus, companies are seeking ways to produce more products with better quality, with less pollution and less use of natural resources. The Cleaner Production (P+L) is presented as a simple tool to be deployed, which does not necessarily require large investments, and brings economic, environmental and social benefits for companies. In this article we reviewed the concept of P+L, and introduced eight practical examples of success, drawn from case studies published on the site CETESB, which showed the potential of economic, social and environmental gains that P+L brings to businesses.

Key-words: Cleaner Production, Sustainability, Success Stories

1. Introdução

Até a década de 80, pouca importância era dada as questões ambientais no setor produtivo, tanto no aspecto econômico quanto no tecnológico (KIPERSTOCK, 1999). Os resíduos gerados pelas empresas eram despejados na água, no ar ou no solo, sem nenhum controle, não existindo dentro da empresa uma pessoa responsável pelo meio ambiente. (PIMENTEL, 2009).

Com o crescimento e a diversidade das atividades produtivas, e o aumento da geração de resíduos, os órgãos ambientais estaduais, que são responsáveis pela qualidade do meio ambiente, passaram a solicitar das empresas o Licenciamento Ambiental, e o controle e tratamento de suas emissões atmosféricas, resíduos sólidos e águas servidas (efluentes líquidos). Além disso, nas últimas décadas, houve ocorrências de alguns graves acidentes ambientais que fizeram com que muitas empresas decidissem melhorar seu desempenho ambiental, reduzindo suas emissões (PIMENTEL, 2009).

Com a crescente preocupação com a melhoria da qualidade do meio ambiente, seja por força da legislação ou pela conscientização da população, incentivam as empresas a implementarem técnicas mais ativamente na busca de um modelo de produção mais sustentável e economicamente mais viável (TEIXEIRA, 2011).

O Programa de Produção mais Limpa tem como objetivo identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de efluentes, resíduos e emissões, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos, unindo os esforços da empresa para alcançar uma melhoria ambiental contínua nas suas operações. É aplicada usando uma metodologia que procura solucionar problemas por meio de avaliações técnica, econômica e ambiental (OLIVEIRA, J., 2006).

A adoção da produção mais limpa poderá fazer com que as empresas minimizem seu consumo de matérias-primas, água e energia; reduzam a geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas; contribuindo também para o aumento de sua produtividade, adequação ambiental, redução de custos de produção, entre outros possíveis benefícios.

Este artigo tem como objetivo evidenciar, por meio da apresentação dos resultados de oito casos reais de sucesso da implantação da P+L no estado de São Paulo, o potencial de benefícios econômicos, ambientais e até sociais que a implantação traz para as empresas.

2. Produção mais Limpa (P+L)

Para uma empresa ser sustentável, ela tem que buscar, em todas as suas ações e decisões, em todos os seus processos e produtos, perene e permanentemente, a ecoeficiência. A empresa deve produzir mais e melhor com menos, ou seja, mais produtos com melhor qualidade, com menos poluição e menos uso dos recursos naturais. A empresa tem que ser socialmente responsável, pois toda empresa está inserida em um ambiente social, no qual influi e recebe influência. (ALMEIDA, 2002).

Historicamente, os órgãos de proteção ambiental têm focado suas ações, por programas e políticas de redução de poluição que impõem medidas de controle após a geração de resíduos, ou seja, após os danos ambientais já terem acontecido, como resultado de uma liberação de poluentes no meio ambiente. Este procedimento, é conhecido como gerenciamento de fim-de-tubo, inclui medidas de tratamento, disposição e recuperação de locais contaminados (SILVA, 2003). Verifica-se que as tecnologias de fim-de-tubo há tempo não mais respondem as necessidades das empresas na busca pelo desenvolvimento sólido e sustentável (KAKUDA; BARRERA; HURTADO; GOUVÊA, 2011)

A filosofia fim-de-tubo preocupa-se mais com os prejuízos ambientais causados pelo sistema produtivo, remediando seus efeitos, mas sem combater as causas que os produzem. Já a filosofia da P+L, contempla mudanças nos produtos, processos e nas matérias-primas a fim de reduzir ou eliminar todo tipo de rejeito (OLIVEIRA FILHO, 2001).

A Produção mais limpa pode ser definida como a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental em conjunto aos processos e produtos, com a finalidade de aumentar a

eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos (CNTL, 2003).

Segundo CNTL (2005), por meio da Produção Mais Limpa é possível observar a maneira como um processo de produção está sendo realizado e detectar em quais etapas as matérias-primas e os recursos estão sendo desperdiçados. Desta forma, é possível melhorar o seu aproveitamento e diminuir ou impedir a geração de resíduos. Isto faz com que produzir de forma limpa seja, basicamente, uma ação econômica e lucrativa, um instrumento importante para manter-se adequado à legislação ambiental e ainda promover o desenvolvimento sustentável.

Por sua simplicidade, a Produção Mais Limpa vem sendo implantada com sucesso, sem a necessidade de grandes investimentos em estruturas, equipamentos e consultorias. Além da contribuição para a melhoria do meio ambiente, estão a redução de perdas de matéria-prima e insumos, melhoria na qualidade dos produtos e mudanças no clima organizacional devido as melhores condições de trabalho e o envolvimento dos colaboradores com o processo produtivo (OLIVEIRA, M., 2006).

A geração de resíduos em um processo produtivo muitas vezes está relacionada a problemas de saúde ocupacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver a Produção mais Limpa minimiza estes riscos, na medida em que são identificadas matérias-primas e auxiliares menos tóxicas, contribuindo para a melhor qualidade do ambiente de trabalho (PAULA, 2014).

Segundo o CNTL (2000), pode-se assumir que a gestão convencional de resíduos questiona: O que fazer com os resíduos sólidos, efluentes e as emissões existentes? Já a Produção mais limpa questiona: De onde vêm os resíduos sólidos, efluentes e emissões e por que se transformaram em resíduos? Portanto, a P+L não busca simplesmente tratar os sintomas, mas tenta atingir as raízes dos problemas.

Dessa forma, é evidente que principal objetivo da P+L é eliminar ou reduzir a emissão de poluentes para o meio ambiente, e simultaneamente, otimizar o uso de matérias-primas, água e energia. Assim, além de um efeito de proteção ambiental de curto prazo, também se tem eficiência no uso de recursos naturais, gerando melhorias sustentáveis de longo prazo (CNTL, 2003).

CNTL (2002) estabelece alguns fatores relacionados a origem dos resíduos e emissões, tais como: falta de disponibilidade de recursos humanos qualificados; operação ritualística; falta de instalações e de um sistema de treinamento; falta de informações; uso de tecnologias ultrapassadas e de equipamentos obsoletos; uso de matérias primas de baixo custo e abaixo do padrão; falta de especificações de qualidade; deficiência no suprimento; uso de matérias-primas que geram muitos resíduos não recicláveis; mau controle de estoque; produtos com pouca longevidade; proporção ineficiente entre produtos e subprodutos; design do produto impraticável; embalagem; má utilização dos parâmetros de processo; falta de intercâmbio com os parceiros comerciais.

Dessa forma, é possível utilizar técnicas ou medidas de Produção mais Limpa visando à minimização de resíduos. Estas estão agrupadas representando níveis diferenciados de eficiência de aplicação de P+L (ALMEIDA, 2002). A Figura 1 apresenta estes níveis e constitui um organograma de Produção mais Limpa.

Almeida (2002) ressalta que no nível 1, a prioridade é resolver o problema na fonte fazendo modificações no produto e/ou no processo de produção, ou seja, usar cuidadosamente as matérias primas e o processo, incluindo mudanças organizacionais, substituição de matérias-

primas/insumos tóxicas por outras menos agressivas e modificações tecnológicas com adoção de tecnologias limpas. Enquanto que o nível 2 (reciclagem interna) é usado quando não é possível evitar os resíduos com a ajuda das medidas classificadas como de nível 1, estes podem ser reintegrados ao processo de produção da empresa: dentro do próprio processo original de produção, em outro processo, ou por meio da recuperação parcial de uma substância residual. Por fim, no nível 3 (reciclagem de resíduos e emissões fora da empresa) pode ser feita uma reciclagem externa ou de uma reintegração ao ciclo biogênico (por exemplo, compostagem).

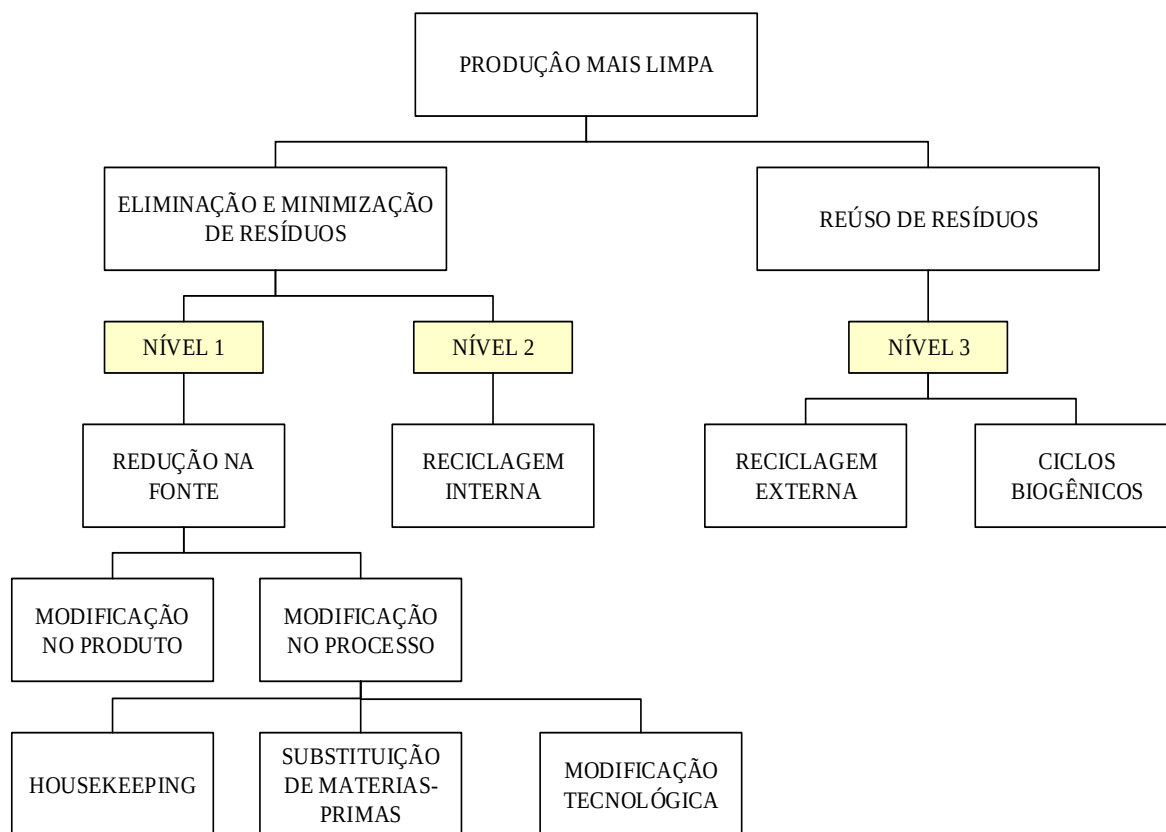


Figura 1 – Organograma da Produção mais Limpa. Fonte: CNTL (2002)

3. Metodologia para implantação da P+L

De acordo com CNTL (2003), a metodologia de implementação de um programa de produção mais limpa pode ser feita em 6 etapas:

- Pré-sensibilização: Por meio de uma visita técnica, fazendo a exposição de casos bem-sucedidos, ressaltando seus benefícios econômicos e ambientais.
- Planejamento e Organização: Obter comprometimento e envolvimento da alta direção, estabelecer a equipe do projeto (ecotime), estabelecer a abrangência da P+L e identificar barreiras e soluções.
- Pré-avaliação e Diagnóstico: Desenvolver o fluxograma do processo, avaliar as entradas e saídas e selecionar o foco da avaliação da P+L.
- Avaliação de P+L: Originar um balanço material e de energia, conduzir uma avaliação de P+L, gerar opções de P+L e selecionar opções de P+L.

e) Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental: Avaliação preliminar, avaliação técnica, avaliação econômica, avaliação ambiental e selecionar as opções a serem implementadas.

f) Implementação de Opções e Plano de Continuidade: Preparar plano de implementação de P+L, implementar as opções de P+L, monitorar, avaliar e sustentar atividades de P+L.

“É indispensável anunciar os resultados obtidos para que toda a empresa tenha conhecimento dos benefícios atingidos com o empenho e a dedicação de cada um. Já que, os benefícios não são apenas econômicos, mas principalmente ambiental e social” (OLIVEIRA, M., 2006, p. 28).

A metodologia de Produção mais Limpa é o resultado de um esforço conjunto da UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial) e da UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), que foi desenvolvido com base no conhecimento europeu sobre gestão de resíduos e desperdícios energéticos e materiais (ALMEIDA, 2002).

A UNIDO/UNEP baseiam-se no programa *Ecoprofit (Ecological Project for Integrated Environmental Technologies)* que é uma das metodologias empregadas para identificar as perdas e para promover inovações no processo produtivo. O prefixo Eco, vem do termo de ecoeficiência, refere-se à ecologia e à economia, para traduzir eficiência ambiental e econômica. Significa adicionar valor a partir da maximização da eficiência econômica, minimizando-se o impacto ambiental através da redução do consumo de recursos naturais e das emissões (CNTL, 2001).

“Por sua simplicidade e aplicabilidade, a Produção Mais Limpa vem sendo implantada com sucesso por pequenos e médios empreendimentos, sem a necessidade de grandes investimentos em estruturas, equipamentos e consultorias” (OLIVEIRA, M., 2006, p. 2).

O sucesso da metodologia depende, na maioria das vezes, das sugestões dos funcionários da empresa e de seu desempenho. Por isso, deve ser dada especial atenção na etapa de sensibilização e escolha da equipe ecotime, levando em conta a experiência, liderança, envolvimento com a situação e tempo disponível para a participação nas reuniões. Outro ponto fundamental é a precisão das informações obtidas, as quais as vezes não estão disponíveis, cabendo assim ao ecotime buscá-las, a fim de que as decisões possam ser tomadas com base em fatos e dados (ELIAS; PRATA; MAGALHÃES, 2004).

4. Dificuldades com a implantação da P+L

Apesar de ganhos econômicos e reduções nos impactos ambientais, a adoção da P+L ainda é limitada. A CTNL (2003) expõe uma série de barreiras potenciais que podem impedir ou retardar a adoção de P+L em empresas que está apresentadas no Quadro 1.

BARREIRAS	SUBCATEGORIAS
CONCEITUAIS	• Falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais; • Interpretação limitada ou incorreta do conceito de P+L; • Resistência à mudança.
ORGANIZACIONAIS	• Falta de liderança interna para questões ambientais; • Percepção pelos gerentes do esforço e risco relacionados à implementação de um programa de P+L (falta de incentivos para participação no programa e possibilidade de revelação dos erros operacionais existentes); • Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa; • Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto; • Experiência limitada com o envolvimento dos empregados em projetos da empresa.

TÉCNICAS	• Ausência de uma base operacional sólida (com práticas de produção bem estabelecidas, manutenção preventiva, etc.); • Complexidade da P+L (necessidade de empreender uma avaliação extensa e profunda para identificação de oportunidades de P+L); • Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa.
ECONÔMICAS	• Investimentos em P+L não são rentáveis quando comparados a outras alternativas de investimento; • Desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa; • Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados.
FINANCEIRAS	• Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias; • Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em P+L; • Percepção incorreta de que investimentos em P+L representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora destes projetos.
POLÍTICAS	• Foco insuficiente em Produção Mais Limpa nas estratégias ambiental, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial • Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes.

Quadro 1- Barreiras na implantação da P+L. Fonte: CNTL 2003

5. Casos de Sucesso da implantação da Produção mais Limpa (P+L)

A CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) utiliza a P+L como ferramenta para promover as ações de produção e consumo sustentáveis. Como uma maneira de divulgar e incentivar a adoção de medidas de Produção Mais Limpa e de Produção e Consumo, a CETESB divulga, no endereço eletrônico da companhia, diversos casos de sucesso em P+L nas empresas do estado de São Paulo.

Neste trabalho, apresentou-se oito resultados da aplicação da Produção Mais Limpa nas empresas do estado de São Paulo durante os anos de 2003 a 2012.

Ressalta-se que outros estudos de caso foram divulgados no site do CETESB, porém, em virtude das limitações deste artigo, utilizou-se apenas oito. Optou-se por estudos de casos em empresas de segmentos amplos, visando evidenciar que a implantação da P+L pode trazer benefícios independente do ramo de atuação da empresa.

Dessa forma, os resultados da implantação da P+L, em base anual, estão apresentados nas tabelas 1 a 8.

Empresa 1: Indústria de bebidas de grande porte. Dentre os principais produtos é possível citar: Cerveja, Chope, Isotônicos e Água mineral. A empresa produz em média 5.000.000 hl de bebidas.

No processo de fabricação de bebidas existe um elevado consumo de água, em razão dos processos de limpeza de equipamentos, geração de vapor, pasteurização, bem como a água incorporada aos produtos. A água é captada no rio e submetida a tratamento físico-químico antes de sua utilização. O consumo excessivo de água e o problema de escassez de água na região de coleta motivaram a empresa a identificar oportunidades para redução do uso de água no processo produtivo e em outras áreas da fábrica.

O investimento foi de R\$ 97.500,00 para implantação da P+L.

Medidas Adotadas	Benefício ambiental	Benefício Econômico
1. Utilização de indicador de PH; 2. Segregação das águas e armazenamento em um tanque para reuso; 3. Realização de inspeções e manutenção em dutos, uniões, cotovelos registros e válvulas; 4. Recuperação das águas de lavagens dos filtros da Estação de Tratamento de Água, por meio de bombas e dutos; 5. Controle analítico da concentração da solução dos produtos de limpeza; 6. Treinamento dos funcionários; 7. Substituição das torneiras comuns por automáticas e sob pressão nos banheiros; 8. Eliminação de torneiras destinadas à irrigação dos jardins; 9. Detecção e eliminação de vazamentos em tubulações subterrâneas.	Redução de 650.000 m ³ /ano de água.	R\$ 249.503,00

Fonte: Adaptada da CETESB

Tabela 1- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 1

Empresa 2: Empresa de grande porte que produz peças e acessórios em ligas de alumínio, para sistema de motor de combustão interna, a diesel e a gasolina. Dentre os produtos, destacam-se os pistões, bielas e trem de válvulas. A empresa atende o mercado nacional e internacional, e produz cerca de 92.000.000 peças ao ano.

Os produtos passam pelos processos de usinagem, tratamento superficial, montagem, inspeção, controle e são embaladas. As peças são colocadas em bandejas, com concavidades para colocação de 12 peças, que são acomodadas em caixas com capacidade para armazenar 65 bandejas, totalizando 780 peças por pallet.

O sistema hidráulico permanece ligado, mesmo com as máquinas ociosas, consumindo energia elétrica, gerando superaquecimento do óleo hidráulico, ocasionando vazamentos pelo circuito e ruído desnecessário.

Não houve investimentos significativos na realização das mudanças apresentadas na Tabela 2.

Medidas Adotadas	Benefício ambiental	Benefício Econômico
1. Alteração dos compartimentos de 12 para 15 peças em cada bandeja.	Redução de 20% ao ano nos insumos; Redução de 5 fretes rodoviários e de 5 fretes marítimos.	R\$ 31.200,00
2. Alteração do software das máquinas, introduzindo novas variáveis e ajustes, para reduzir o consumo de energia.	Diminuição das ocorrências de vazamento de óleo hidráulico e aumento de 50% da vida útil; Diminuição de ruído; Redução de 20% da quantidade de refugos de peças; Redução do consumo de energia elétrica em de 146 kWh por ano.	R\$ 30.000,00

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 2- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 2

Empresa 3: Empresa de grande porte que fabrica, principalmente, tintas e vernizes. A produção média anual é de 219.000 t/ano. As resinas, que são utilizadas na formulação de esmaltes e vernizes da linha imobiliária de tintas, são alquídicas, formadas por reação entre um poliácido, um poliálcool e um óleo vegetal.

Verificou-se, que o PET (polietileno tereftalato) tem base química parecida (poliácido + poliálcool) e, devido à alta disponibilidade de garrafas de PET dispostas no meio ambiente, identificou-se a oportunidade de usar PET na formulação das resinas.

Foram realizadas pequenas adaptações nas instalações e um treinamento para o pessoal. Pode-se considerar que não houve investimentos significativos com a mudança realizada.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
Utilização de cerca de 50 a 60 milhões de garrafas PET para fabricação de resinas.	Redução de cerca de 3% do total de garrafas PET enviados para aterros sanitários ou jogadas em rios e esgotos; Diminuição da quantidade de água gerada na reação de esterificação; Redução do volume de efluentes gerados em torno de 250 m ³ /ano; Redução no consumo de matérias-primas em torno de 3.000 toneladas/ano.	R\$ 3 milhões/ano

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 3- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 3

O benefício social deste projeto, foi a criação de aproximadamente 550 novos empregos na cadeia de reciclagem do PET (catadores e recicladores).

Empresa 4: Empresa de pequeno porte prestadora de serviços para terceiros no ramo de galvanoplastia em eletrodeposição de cobre, níquel, estanho (maior produção), prata, anodização e fosfatização. A empresa processa cerca de 4 t / dia de materiais contendo latão, bronze e cobre, revestidos com elementos protetores como cobre cianídrico, prata cianídrica, estanho ácido ou níquel watt e/ou anodização para ligas de alumínio ou coloridas com compostos orgânicos. Em seus processos, é importante citar o grande consumo de água potável, a grande geração de efluentes líquidos industriais e iodo de processo. Os efluentes líquidos gerados contêm de 1 a 5% de substâncias e compostos químicos solúveis e insolúveis, orgânicos e inorgânicos, com elevado potencial contaminante para mananciais e corpos d'água.

Foi investido R\$115.000,00 em equipamentos e em consultoria para implantação das ações de P+L.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Segregação das águas nas células de estanho utilizando lavadores de 5 estágios tipo cascata em contra fluxo ao processo.	Redução do consumo de água em 778,5 m ³ /ano; Redução da geração de efluentes líquidos, necessidade de tratamento e da geração e disposição de resíduos sólidos resultantes do tratamento (lodos etc.).	R\$ 46.000,00
	Diminuição do consumo de estanho metálico em aproximadamente 100 kg/ano; Redução de insumos utilizados no tratamento de efluentes e no transporte de resíduos sólidos.	R\$ 6.000,00

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 4- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 4

Empresa 5: Empresa de grande porte, atua no setor metalúrgico que fabrica eletrodomésticos de linha branca. Dentre seus principais produtos é possível citar fogões e cookies. A empresa produz em média 754.677 unidades.

A empresa observou que no sistema da linha de pré-tratamentos de superfícies (fogões e cookies) era utilizado a tecnologia denominada de pintura eletrostática, que é à base de fosfato de zinco, e composta por sete tanques: um de enxague de pré-desengraxe, um banho de desengraxe, um tanque refinador, um banho fosfato seguido por dois tanques de enxague.

Os investimentos com a mudança somaram R\$ 30.000,00, relativos à mão-de-obra para reativação dos tanques de água deionizada na linha de pré-tratamento.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Utilização da tecnologia à base de nanopartículas composta por um tanque de desengraxe, um tanque de Bordenite e três de enxágue.	Redução no consumo de água; Redução na geração da borra de fosfatos que era gerada no tratamento de fosforização.	R\$ 199.277,7

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 5- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 5

Empresa 6: Graxaria de grande porte. Dentre os principais produtos é possível citar: sebo, farinha de carne e osso, sabão em barra, detergentes sintéticos e sabonetes em barra. A empresa produz cerca de 85.000 t/ano.

No processo de fabricação de glicerina bi-distilada é extraído de glicerol por meio da lavagem da massa base de sabão com salmoura. No processo é descartado todo o sal utilizado na lavagem, em forma de resíduo pastoso, denominado de piche. Sua composição é basicamente 25 a 35% de glicerol e 55 a 65% de sal (NaCl). Os custos para coleta e destinação elevados e os impactos ambientais associados foram os principais fatores que motivaram a procurar novas tecnologias para reduzir a geração deste resíduo e reaproveitá-lo no processo produtivo.

Para realizar as mudanças, a empresa investiu R\$ 80.000,00, na aquisição e instalação de uma centrífuga de sal e R\$ 16.000,00, na aquisição e instalação dos demais equipamentos. As medidas adotadas e os benefícios estão apresentados na Tabela 6.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Instalação de uma centrífuga para separação de sal; 2. Alteração na tubulação de condução do piche até a centrífuga; 3. Instalação de bomba para sucção e bombeamento do piche até a centrífuga; 4. Instalação de tubulação de condução do glicerol até o tanque de destilação de glicerina;	Redução de 300 t/ano de resíduos de piche;	R\$ 62.000,00
5. Instalação de Talha manual para retirada de sal seco e envio para o tanque de preparação da Salmoura; 6. Treinamento dos operadores da Planta Industrial, para operação e controle do sistema.	Recuperação de 135 toneladas/ano de sal (NaCl).	R\$ 376.500,00

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 6- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 6

Empresa 7: Empresa de grande porte que fabrica material elétrico para veículos, aparelhos e ferramentas. A produção média anual de produtos e componentes automotivos é em torno de 53.000.000 unidades, e de ferramentas elétricas são em média 2.600.000 unidades.

A iminência da expiração da vida útil dos equipamentos de abastecimento de ar comprimido com compressores e secadores de ar o alto custo com sua reforma, motivou a empresa a buscar alternativas para sua substituição.

A empresa investiu cerca de R\$ 6.000.000,00 com a aquisição de equipamentos, instalação e pequenas adaptações na infraestrutura.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Instalação de cinco compressores com motores de alto rendimento e secado por equipamentos auxiliares que utiliza o próprio ar quente gerado pelo sistema para secagem do ar.	Redução de 9,23% de consumo de energia por hora; Aumento da oferta de 16% do volume de ar produzido para a fábrica; Aumento na qualidade da pressão e do ar comprimido; Eliminação dos serviços de compras de gás refrigerante; Eliminação da manutenção do sistema de secadores; Redução de manutenções em geral; Eliminação de 900 kg de gás refrigerante R22.	R\$ 165.372,00
2. implantação de um sistema de supervisão automático.		

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 7- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 7

Empresa 8: Empresa de grande porte, atua no setor metalúrgico que fabrica eletrodomésticos de linha branca. Dentre seus principais produtos é possível citar fogões e cookies. A empresa produz em média 754.677 unidades.

A empresa observou que no sistema da linha de pré-tratamentos de superfícies (fogões e cookies) era utilizado a tecnologia denominada de pintura eletrostática, que é à base de fosfato de zinco, e composta por sete tanques: um de enxague de pré-desengraxe, um banho de desengraxe, um tanque refinador, um banho fosfato seguido por dois tanques de enxague.

Os investimentos com a mudança somaram R\$ 30.000,00, relativos à mão-de-obra para reativação dos tanques de água deionizada na linha de pré-tratamento.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Utilização da tecnologia à base de nanopartículas composta por um tanque de desengraxe, um tanque de Bordenite e três de enxágue.	Redução no consumo de água; Redução na geração da borra de fosfatos que era gerada no tratamento de fosforização.	R\$ 199.277,7

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 8- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 8

Empresa 9: Microempresa de fundição de peças em ligas de prata e latão 70/30, que produz anéis, correntes, pulseiras, pingentes e brincos. A produção média anual é de 1.980 quilos de peças fundidas.

No processo produtivo de fundição de alta fusão em liga metálica 70/30, utiliza fornos e muflas elétricas, que tem um consumo considerável de energia. É realizado fundição à cera perdida,

com aspectos de recuperação e reuso. Também usa chips ureico, usados para a rebarbação e limpeza das peças fundidas, na qual se utiliza detergentes, água e os chips. No processo de rebarbação e limpeza, é gerado lodo que vem das peças e dos chips consumidos durante o processo.

Não houve gastos significativos com a modificação realizada apresentada na Tabela 9.

Medidas Adotadas	Benefício Ambiental	Benefício Econômico
1. Substituição do chips ureicos para chips com material cerâmico	Redução de 46,3% em energia elétrica no processo de rebarbação; Redução de mão de obra na separação de alguns tipos de peças; Economia de 82,63% no custo de aterro para disposição do lodo gerado; E redução de 87% na aquisição de matérias primas.	R\$ 941,00

Fonte: Adaptado da CETESB

Tabela 9- Resultados da implantação da Produção Mais Limpa na empresa 9

6. Conclusão

A Produção Mais Limpa é uma ferramenta moderna importante para acabar com os problemas ambientais das empresas de diversas áreas de atuação. Além disso, essa ferramenta sinaliza para as empresas a possibilidade de redução de seus custos com a eliminação dos desperdícios encontrados nos processos produtivos. Mesmo existindo algumas barreiras na implantação, não tem sido difícil implantar essa ferramenta nas organizações.

O trabalho pode contribuir para a apresentação de significativos ganhos ambientais e econômicos que as empresas alcançam quando adotam práticas de P+L, e com isso, estimular a disseminar este programa pelo setor empresarial. Evidenciou-se os benefícios referentes à economia no consumo de água, melhor aproveitamento de recursos naturais, redução no consumo de matérias primas, redução de refugo, redução da geração de resíduos, redução de ruído, redução de vazamento de óleo, diminuição do impacto ambiental nas áreas de disposição e etc.

Assim, P+L constitui-se como uma ferramenta moderna do meio ambiente, que apresenta para as empresas, possibilidades que além de preservar o meio ambiente, proporciona vantagens econômicas e sociais com a eliminação de desperdícios em seus processos produtivos e até geração de novos empregos.

Referências

ALMEIDA, Fernando. *O Bom negócio da sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL. *Manual 4 – Relatório da implantação do programa de produção mais limpa*. Porto Alegre, 2000.

_____. *Manual questões ambientais e produção mais limpa*. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, dez. 2001.

_____. *Implementação de Programas de produção Mais Limpa*. Apostila. Porto Alegre, 2003.

_____. *Resultados da implementação de PmaisL no setor de construção civil*. Porto Alegre, 2005. Banco de dados.

_____. *Manual: Metodologia de Implantação do Programa de Produção Mais Limpa*. Apostila. Porto Alegre, 2002.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- CETESB. *Casos de sucesso.* Disponível em: <<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/casos-de-sucesso/listagem-geral/>>. Acesso em: 08 jul. 2015.

ELIAS, S. J. B.; PRATA, A. B.; MAGALHÃES, L. C. *Experiência de implantação da Produção mais Limpa: estudo de múltiplos casos.* In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina, novembro, 2004.

KAKUDA, S. M.; BERRETA_HURTADO, A. L.; GOUVÊA, C.A. K. *Aplicação da Filosofia Produção Mais Limpa em Indústria de Tampas de Embalagem Metálica para Pescado.* In: International worksjop advances in cleaner production, São Paulo, 2011.

KIPERSTOK, A. *Tecnologias Limpas – Por que não Fazer já o que Certamente se Fará Amanhã?* Tecbahia – Revista Baiana de Tecnologia, v. 14, n. 2, p. 45-51, 1999.

OLIVEIRA FILHO, Francisco A. *Aplicação do conceito de produção limpa: estudo em uma empresa metalúrgica do setor de transformação do alumínio.* 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

OLIVEIRA, J. M. *SENAI-RS. Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL, 2006.* Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTA=>>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

OLIVEIRA, M. A. *Produção mais Limpa como ferramenta de gestão ambiental para as indústrias do município de Juiz de Fora.* 2006. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora. Curso de Engenharia de Produção. 2006.

PAULA, M. P. *Produção mais Limpa: Um estudo de caso em uma empresa metalúrgica do ramo de forjaria no município de queimados-RJ.* In: X Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, agosto, 2014

PIMENTEL, S. H. *Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental.* Universidade Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Curso de Engenharia Ambiental, 2009.

SILVA, R. C. *Financiamento para produção mais limpa: a análise do caso brasileiro.* 2003. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Programa de Pós-Graduação em Administração Pública, Escola Brasileira em Administração Pública, Rio de Janeiro, 2003.

TEIXEIRA, A. O. *Avaliação de oportunidade de implementação de P+L em uma marcenaria de pequeno porte e proposta de ecoproduto.* 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2011.