



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Agregando Benefícios Ambientais a Benefícios Econômicos: Um Estudo de Caso com Aplicação de P+L

K. Faccin^a, T. Benvenuti^b, D. Maffessoni^c, J. M. Rocha^d

a. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, kadigia@msn.com

b. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, tati.eng.biobio@gmail.com

c. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, daiamafa@hotmail.com

d. Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, jeffersonrocha@unipampa.edu.br

Resumo

O novo contexto econômico, pautado na concorrência acirrada em busca da liderança de mercado, associado à rígida postura dos clientes, voltada à expectativa de interagir com organizações que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma ecologicamente responsável, faz com que as empresas busquem aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões, trazendo benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos.

Este artigo descreve a aplicação de um programa de Produção mais Limpa (P+L) em uma empresa metalúrgica típica, localizada no Cluster produtivo da serra gaúcha. Os métodos utilizados foram o estudo de caso único e a pesquisa-ação. Utilizou-se de várias fontes de dados como: documentos, índices, relatórios escritos e planilhas utilizadas pela empresa. O presente estudo objetivou contribuir para o esclarecimento deste tema, considerado emergente no mundo globalizado. Buscou-se também, prover informações que poderão contribuir com o aprendizado de outras organizações que estejam neste mesmo contexto, bem como enfatizar os benefícios de P+L para as empresas.

Com a aplicação da metodologia de produção mais limpa a empresa reduziu consideravelmente a geração de resíduos bem como os gastos associados aos mesmos. Também se reduziram os custos com o consumo de matérias-primas. Com mínimos investimentos que retornaram em pequenos espaços de tempo foi possível acumular benefícios econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Produção mais limpa. Eficiência produtiva. Benefícios Econômicos. Benefícios ambientais.

1 Introdução

Os diferentes modos de produção surgidos ao longo da história sempre tiveram uma única fonte de matéria-prima: a natureza (NIETO-GALÁN, 2004) e ao considerarmos a natureza como único meio de alcançar o progresso e o desenvolvimento, admite-se um

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009

conflito entre a sustentabilidade natural dos ecossistemas e os meios de produção utilizados (BERMEJO, 2005).

A Revolução Industrial, séculos XVIII e XIX, estabeleceu a necessidade social da expansão permanente do mercado, como forma de garantir a acumulação de capital que realimenta a economia capitalista. Ao examinar as sociedades atuais verifica-se o enaltecimento do perfil consumista (FREITAS, 2000). Então, pode-se concluir que a crise ambiental remonta as nossas raízes e foi transmitida de geração para geração sem nenhuma responsabilidade.

A questão ambiental não é só um problema ecológico e tecnológico, sua solução não se reduz a incorporar normas ecológicas aos agentes econômicos e dispositivos tecnológicos aos processos produtivos, pois isto se configura numa simples aplicação prática da ciência e constitui o meio com que a economia se relaciona com a natureza (BERMEJO, 2005).

O pensar ambiental se constitui a partir de uma nova percepção das relações entre processos naturais, tecnológicos e sociais (LEFF, 2001). A sustentabilidade ecológica aparece como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, ela torna-se uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para alavancar um desenvolvimento durável (LEFF, 2002).

Considerando este aspecto, Vinha (2003) afirma que as mudanças no comportamento empresarial em relação à gestão ambiental são motivadas por diversas fontes de pressão: sociedade, legislação ambiental e pela consciência de um risco de escassez.

Hart apud Vinha (2003), diz que a perspectiva de obter vantagem competitiva dependerá, fundamentalmente, da capacidade da empresa de desenvolver habilidades específicas para operar em ambientes de alta sensibilidade ecológica. O mercado consumidor estimula as empresas a se tornarem mais competitivas, mais inovadoras e ambientalmente mais responsáveis (Cramer e Lochem, 2001). A capacidade de internalizar continuamente valores que levem a organização aos crescentes desafios que o ambiente externo lhe impõe, permite que esta alcance uma incomparável vantagem frente à concorrência (JOHANN, 2004).

Com o melhor entendimento da cadeia de geração de resíduos, as políticas de controle da poluição evoluíram dos métodos conhecidos como de "fim-de-tubo" para as tendências mais recentes, baseadas no princípio de prevenção, que modificou a abordagem convencional de buscar a solução do problema sem questioná-lo, para encontrar formas de evitá-los. O resíduo, antes visto apenas como um problema a ser resolvido, passou a ser encarado também como uma oportunidade de melhoria. Isto só foi possível após a percepção de que este não era inerente ao processo, mas pelo contrário, era um claro indicativo da ineficiência deste. Sobre este princípio fundamenta-se a Produção mais Limpa (SENAI-2003).

Produção mais Limpa (P+L) é a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, com objetivo de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, trazendo benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos (SENAI-CNTL, 2007).

Assim, a Produção mais Limpa, sugere que as empresas atuem na fonte geradora, buscando alternativas para o desenvolvimento de um processo eco-eficiente, permitindo uma redução permanente dos custos gerais (SENAI-CNTL, 2007).

A tendência aponta para o desenvolvimento de uma nova cultura. Uma cultura baseada na responsabilidade ecológica, que nos permitirá, portanto combinar eficiência produtiva a benefícios econômicos e ambientais.

2 Metodologia

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho será o estudo de caso, por permitir a análise de um fenômeno contemporâneo, dentro de um contexto real, sendo que os limites entre o contexto e o fenômeno não são claramente definidos (Yin, 2005). Este tipo de pesquisa, segundo Roesch (1999), é especialmente adequado ao estudo de processos e explora fenômenos com base em vários ângulos. Gil (2002) destaca que o método de estudo de caso explica as variáveis que causam um determinado fenômeno em situações complexas, que não possibilitariam a utilização de levantamentos ou experimentos.

Utilizou-se também uma estratégia de pesquisa que nos permitiu obter conhecimento de primeira mão sobre a realidade social empírica, já que dois pesquisadores estiveram envolvidos com esta situação por algum tempo, denominada pesquisa-ação (ROESCH, 1999). A partir desta, pode-se estar mais perto dos dados, o que possibilitou o desenvolvimento de componentes analíticos, conceituais e categóricos de explicação a partir da realidade. As técnicas de coleta utilizadas foram principalmente documentos, índices, relatórios escritos e planilhas utilizadas pela empresa e criados pelos pesquisadores durante o estudo.

O objeto abordado neste estudo de caso foi a Metalúrgica Meber Ltda., localizada no cluster produtivo da Serra Gaúcha. A escolha deste objeto de estudo deu-se devido a sua representatividade dentro do setor metalúrgico, setor de grande potencial de geração de resíduos perigosos e não perigosos (Das Chagas e Silva *et al*, 2003). Assim, as informações e experiências fornecidas por este estudo poderão contribuir com o aprendizado de outras organizações que estejam no mesmo contexto ou que possuem características semelhantes e desejem iniciar um processo de P+L.

2.1. O objeto da pesquisa: Metalúrgica Meber Ltda

O programa de produção mais Limpa foi implementado na **Metalúrgica Meber Ltda**, que atua no mercado de metais sanitários desde 1961, na cidade de Bento Gonçalves, RS. A atividade de metalurgia com tratamentos de superfície é considerada de elevado potencial poluidor pela Fepam (Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente), órgão fiscalizador do estado do RS. O setor metalúrgico ocupou, de acordo com os dados da Fepam, em 2002, o terceiro lugar no estado, com 20.624t/ano de resíduos perigosos (Classe I), e o segundo lugar, com 296.624 t/ano, em se tratando de resíduos não perigosos (Classe II) (Das Chagas e Silva *et al*, 2003).

3 Resultados e Discussões : Implementação de P+L na Metalúrgica Meber

A metodologia de implementação do programa de produção mais limpa na Metalúrgica Meber foi dividida em cinco etapas, pautadas nas instruções do SENAI-CNTL (2007):

Etapa 1 - *Planejamento e Organização*: etapa de sensibilização da gerência, estabelecimento de metas e formação do Ecotime (grupo de pessoas, de áreas distintas que auxiliam no andamento dos trabalhos). Nesta primeira fase ocorreu uma exposição da metodologia ao Diretor Industrial e à Gerente de Qualidade, e estes indicaram alguns resíduos a ser estudados e os membros que comporiam Ecotime.

Etapa 2 - *Pré-avaliação e Diagnóstico*: contempla o estudo do fluxograma do processo produtivo, realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação. Com a elaboração do fluxograma global do processo, foram verificadas as principais etapas de geração de resíduos, e realizou-se a priorização global, qualitativa.

Etapa 3 - *Realização dos estudos e avaliação*: elaboração do balanço material e estabelecimento de indicadores, identificação das causas da geração de resíduos e a identificação das opções de produção mais limpa. As prioridades elencadas foram avaliadas na elaboração de um fluxograma intermediário, verificando etapas do processo mais significativas quantitativamente – as oportunidades de P+L.

Etapa 4 - *Estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental*: resultados encontrados durante estudo técnico, ambiental e econômico possibilitam a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime. A elaboração de tabelas e planilhas, verificando a viabilidade econômica da solução, é essencial para sensibilizar Ecotime, gerência e direção, das vantagens de implantar a medida de P+L.

Etapa 5 - *Implementação e planos de continuidade*: na implementação é preparado um plano descrevendo a duração do projeto e os recursos humanos e financeiros necessários. O desempenho das opções de P+L implementadas precisa ser monitorado através de indicadores e a empresa deve continuamente procurar modos de melhorar seu desempenho ambiental.

A grande vantagem da Metodologia de P+L está no fato de a maior parte das soluções encontradas se tratarem de medidas de relativa simplicidade, baixos investimentos e retorno rápido. Depois de implantada, torna-se parte do processo produtivo, facilitando o monitoramento dos resultados obtidos. Assim, a empresa optou por readequar os processos descritos a seguir.

Caso 1: Redução da geração de resíduo de areia fenólica de fundição, de pó de corte, canais de latão e cavaco de peças fundidas e conseqüente redução de escória de fundição através da readequação de caixas de machos e coquilhas

Para produção de peças fundidas são utilizadas coquilhas (fôrmas para vaziar o metal). Essas fôrmas, feitas em liga de cobre-cromo, têm uma vida útil média de cinco anos. Para as peças ocas são necessários machos de areia (que contém resina fenólica) que atuam como moldes para as peças. Os machos são feitos nas caixas de macho –

fôrmas de ferro fundido onde é soprada a areia fenólica de fundição sob pressão e elevada temperatura –, as caixas de macho possuem uma vida útil média de 25 anos. O macho de areia é colocado na coquilha, restando um espaço de 3mm de espessura para a formação da peça metálica. O metal fundido, vazado pelos canais da coquilha, envolve o macho, que é removido posteriormente na etapa de tamboreamento (num tambor rotativo são separados: o resíduo de areia fenólica de fundição, as peças individuais, as peças que são fundidas em galhos, os canais e rebarbas).

O resíduo gerado neste processo contém, além da areia fenólica de fundição, pó metálico, e é enviado à disposição em ARIP (aterro para resíduos industriais perigosos) como resíduo Classe I.

Os canais e rebarbas de latão das peças voltam ao forno para ser fundidos. Na fundição desse material sempre ocorre uma perda de aproximadamente 5% com a geração de escória de fundição (resíduo classe II, que é comercializado).

As peças fundidas em galhos que não são separadas no tamboreamento (devido à espessura dos canais) precisam ser cortadas nos discos de corte, etapa em que é gerado o pó de corte, outro resíduo comercializado. Depois de separadas no tamboreamento ou no disco de corte, as peças podem ser usinadas. Na usinagem – em que são feitos as roscas e os furos das peças –, surge o cavaco ou limalha de latão, que volta ao forno para ser fundido. Na fundição do cavaco, uma porção se transforma em escória de fundição, podendo atingir 15% de perda.

Com o novo processo, foi desenvolvida uma caixa de machos e uma 'coquilha ecológica'. Desta forma, foi possível reduzir o consumo de areia por peça, o tamanho dos canais para fundir a peça e o volume de material desses canais que retornam ao forno, eliminação da etapa de corte e do resíduo de pó de corte e menor quantidade de cavaco que é gerado na usinagem da peça (e volta ao forno, gerando escória).

A adoção da estratégia de readequação de coquilhas e caixas de machos demandou um investimento de R\$2.750,00. O benefício econômico obtido a partir da redução de custos com consumo de areia e latão, e com a redução do volume de resíduos gerados, corresponde a 0,1% do faturamento anual (ano base 2006), que se traduz num tempo de retorno de 0,95mês. O benefício ambiental anual se deu na redução de resíduos: 523,77kg do resíduo de areia de fundição (Resíduo Classe I), e redução do consumo de insumos: 523,77kg de areia, e de matéria-prima: 3.098,25kg de latão.

A decisão de investir em Produção mais Limpa depende da relação custo-benefício que o investimento terá. Os gráficos de cada caso apresentam os custos e benefícios com a implementação de P+L na Metalúrgica Meber:

Na Fig. 1 verifica-se que, quando não há investimentos, a estrutura de custos totais não apresenta variações substanciais ao longo do tempo, comportamento que está representado pela linha horizontal (sem produção mais limpa). Quando foi implementada a estratégia de P+L no caso 1, ocorreu um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para a renovação das caixas de macho e coquilhas (segmento B). Com a entrada em ação dos processos otimizados e novas tecnologias, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (segmento C).

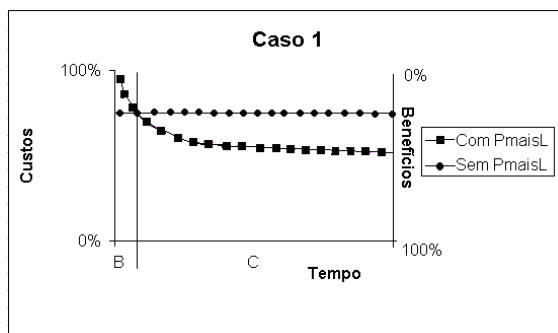


Fig 1. Benefícios Econômicos do Caso 1
Fonte: Elaborado pelos autores

A readequação de ferramentas trouxe vantagens ambientais e econômicas num curto tempo de retorno de investimento.

Caso 2: Reaproveitamento do resíduo de areia fenólica na fundição de peças novas através da mistura deste com areia ainda não utilizada

O resíduo de areia fenólica de fundição, gerado na etapa de desmoldagem das peças metálicas é atualmente um grave problema ambiental do setor metalúrgico.

No processo de vaziar o metal fundido na coquilha (conforme mencionado anteriormente) o macho é recoberto pelo metal, queimando a areia (que contém resina fenólica), que fica escura. Em alguns machos, dependendo da peça final que se deseja, são necessários reforços, ou que os machos sejam maiores que a peça metálica para evitar defeitos na mesma. Essas partes, que não são queimadas pelo metal fundido, podem ser reaproveitadas, pois ainda apresentam resina.

A recuperação se dá separando a areia clara (não vazada) da areia escura (cuja resina fenólica está mais queimada), através de uma “batida” na retirada da peça fundida da coquilha, e os pedaços de macho reaproveitáveis, que compõem a areia clara, são colocados em recipientes, pesados e transferidos para tambores. Posteriormente, os pedaços de machos são desaglutinados numa peneira rotativa e a areia, em grãos, acondicionada em tambores. A areia escura, separada das peças metálicas no tamboreamento, é colocada na caçamba para posterior disposição (resíduo Classe I).

Para a utilização da areia clara a ser misturada à areia fenólica de fundição nova, na produção de machos, a proporção dessa mistura é de 2:1, 3:1, e 4:1 (areia nova:areia clara) dependendo do macho a ser feito.

Foi acompanhado o aproveitamento de areia clara em 66 machos diferentes. Os machos analisados durante a aplicação da Metodologia P+L correspondem a 47,8% do total de peças fundidas que necessitam de machos de areia. E a média de recuperação para cada macho é de 29,5%, variando de 3,46% a 66,36%.

A partir da produção de cada uma das peças metálicas, percebeu-se que a quantidade de areia que poderia ter sido reaproveitada com essa mudança no procedimento, corresponde a 14,74% de todo o resíduo de areia destinado ao aterro em 2006.

A estratégia de separação da areia clara e da areia escura não exigiu investimentos, apresentando retorno imediato. O benefício econômico anual é da ordem de

R\$3.887,86,00 com a redução do resíduo de areia fenólica gerado, somados aos R\$8.294,09 correspondentes à redução do consumo de insumos (areia fenólica de fundição para as 66 peças em 2006). Os benefícios ambientais se verificam na redução do consumo de recursos naturais – areia – 25.919,04 kg/ano e na redução da geração de resíduo de areia fenólica de fundição em 25.919,04 kg/ano.

Ao implementar a solução de P+L no Caso 2, conforme a Fig. 2, percebe-se uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento, como as ações de boas práticas operacionais da separação da “areia clara” (segmento A). Sem a necessidade de investimentos econômicos/tecnológicos para a melhoria dos processos, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (segmento C).

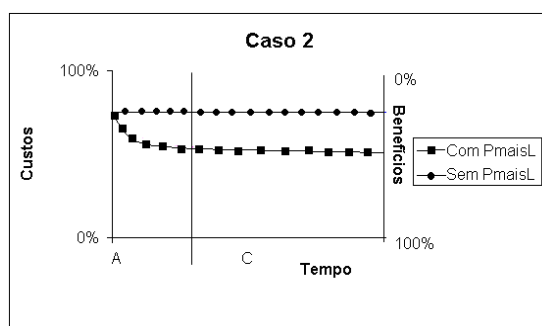


Fig 2. Benefícios Econômicos do Caso 2
Fonte: Elaborado pelos autores

As boas práticas operacionais proporcionaram à empresa redução de custos e de geração de resíduo classe I.

Caso 3. Redução da Geração de Sucata de Metais Não Ferrosos através da Readequação de Equipamentos

Na Metalúrgica Meber as operações de usinagem em barras de latão são realizadas em tornos. Nesse processo, uma quantidade de material é removida com auxílio da ferramenta de corte, produzindo o cavaco. Verificou-se, a possibilidade de redução da espessura da ferramenta de corte em 1mm na produção de duas peças, para assim, reduzir a quantidade de cavaco gerado e produzir mais peças por barra.

A modificação da ferramenta de corte, estratégia que exigiu um investimento de R\$50,00, trouxe benefícios econômicos da ordem de R\$4.473,61/ano com a redução do consumo de latão, possibilitando um retorno do investimento em 4 dias. Como vantagem ambiental, reduziu-se o consumo de 255,01kg/ano de latão minimizando a geração de 255,01kg/ano de sucata de metais não-ferrosos (Resíduo Classe II).

Na Fig. 3 é verificado que, ao implementar a estratégia de P+L no caso 3, ocorreu um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para as adaptações na ferramenta de corte (segmento B). Com um processo otimizado e a nova ferramenta, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (segmento C).

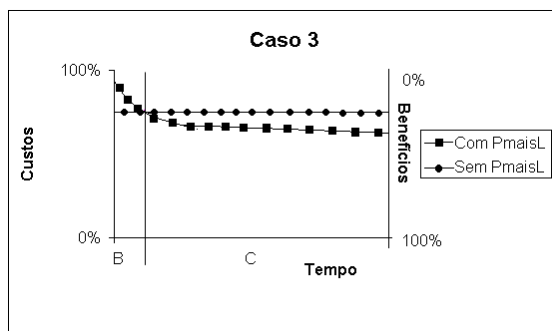


Fig.3. Benefícios Econômicos do Caso 3

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir de conversa com operador do torno pode-se ajustar internamente o processo sem custos elevados.

Estudo de caso 4. Redução da geração do efluente de cromo através de modificações nos tanques do banho de cromo e de água de enxágüe

Parte dos produtos da Metalúrgica Meber Ltda. passa por uma etapa de tratamento superficial. No setor de galvanoplastia da empresa, são realizados os processos manuais de niquelação e cromagem das peças. Esta etapa do processo produtivo é responsável pela geração de efluentes líquidos.

Após a cromagem das peças, as capas de proteção dos operadores eram atingidas por respingos do banho de cromo e das águas de lavagem e, para evitar a contaminação dos demais banhos da linha, os operadores enxaguavam suas capas com as águas de enxágüe finais (água limpa). A água do enxágüe das capas escorre pelo chão e, através das canaletas, chega à estação de tratamento de efluentes industriais (ETE).

Em 2006, foram gerados 665 m³ de efluente de cromo (águas de enxágüe das peças cromadas e águas que escorrem pelo chão do setor, na área dos tanques de cromo). Uma média de 55.000L tratados mensalmente.

A modificação consistiu em adaptar abas de polipropileno ao tanque do banho de cromo, e ao primeiro tanque de enxágüe das peças cromadas (efluente mais concentrado), para evitar que os banhos respingassem nas capas de proteção dos operadores durante o processo, e assim, o enxágüe das capas é dispensável ou, se necessário, é realizado com quantidade bem menor de água.

A estratégia adotada demandou um investimento de R\$422,00 e trouxe como benefício ambiental, a redução da geração de efluente de Cromo a ser tratado e lançado no corpo receptor em 120m³/ano, decorrentes da redução do consumo de 120m³/ano de água. O benefício econômico é de R\$4.800,00/ano com a redução do consumo de produtos químicos no tratamento de efluentes, além de R\$36,48 - bombeamento de 120m³ de água, assim o tempo de retorno do investimento foi de 3 dias.

Uma representação legítima de implementação de uma estratégia de p+L está na Fig. 4. Neste caso, a princípio ocorre uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento, como as ações de boas práticas operacionais para enxágüe dos aventais (segmento A). Num segundo momento (segmento B) ocorre um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para as abas de

polipropileno nos tanques de cromo e de enxágue do cromo. Com a entrada em ação dos processos otimizados, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais (segmento C).

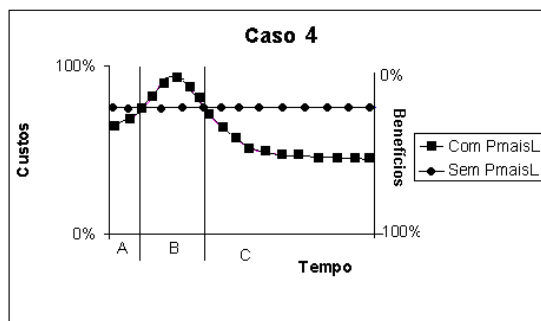


Fig 4. Benefícios Econômicos do Caso 4
Fonte: Elaborado pelos autores

A adaptação do processo de cromagem proporcionou uma redução no consumo de água e na geração de efluente, diminuindo, portanto, os custos de tratamento na ETE.

4 Conclusões

O Programa de Produção mais Limpa trouxe benefícios na ordem técnica, econômica e ambiental a todos os setores da empresa em diversas áreas. Proporcionando uma análise detalhada de seus processos, resíduos e produtos, através da geração de dados que fizeram com que a empresa pudesse vislumbrar as informações, buscando a melhoria contínua.

Foram quatro pequenas ações, bastante simplistas em sua natureza. As mesmas apresentaram um investimento médio de R\$ 850,00, com retorno numa média de 2 dias. O Benefício Econômico agregado à P+L nestes quatro casos foi em torno de R\$ 40.000,00 anuais.

O Programa de Produção mais Limpa trouxe para a Metalúrgica Meber benefícios ambientais, como a redução dos resíduos de areia e sucatas de metais não ferrosos, além de ter reduzido consumo de matérias-primas como latão, produtos químicos para tratamento de efluentes e a areia, fazendo com que fosse gerada uma eficiência global do processo produtivo, tornando menor o custo associado à matéria-prima. Ainda, contribuiu para melhorar a imagem da empresa, aumentar sua produtividade, conscientizar os funcionários quanto à questão ambiental e evitar gastos com multas e outras penalidades. A formação do Ecotime fez com que a empresa conquistasse a sensibilização generalizada do quadro funcional, permitindo assim que novos diagnósticos sejam avaliados e viabilizados continuamente.

Esta nova concepção do negócio permitiu uma revisão nos valores empresariais, trazendo mais transparência aos processos e a constante distribuição de benefícios sociais à comunidade.

5 Referências Bibliográficas

BERMEJO, Roberto. La Gran transición hacia La sostenibilidad principios y estrategia e economia sostenible. Madrid-ES: Catarata, 2005.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). Manual Metodologia de Implantação do Programa de Produção mais Limpa. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, Bento Gonçalves, dez. 2007.

CRAMER, Jacqueline. LOCHEM, Herman. The practical use of the 'eco-efficiency' concept in industry: The case of Akzo Nobel. The Journal of Sustainable Product Design, Kluwer Academic Publishers, 200, p.171-180

DAS CHAGAS E SILVA, R. (Coord.) SANGOI, R. F., ESPINOZA, M. W. Relatório sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul. 2003. Disponível em: <<http://www.agirazul.com.br/fsm4/relatoriofepamresiduos.pdf>> Acesso Em 03/02/09 às 8:25.

FREITAS, Maria Ester de. Cultura organizacional: identidade, sedução e carisma?. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2000. 178 p.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JOHANN, Sílvio Luiz. Gestão da cultura corporativa: como as organizações de alto desempenho gerenciam sua cultura organizacional. São Paulo: Saraiva, 2004. 184 p.

LEFF, Enrique. Epistemologia ambiental. São Paulo, Cortez Editora, 2001. 240 p.

LEFF, Enrique. Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidad, complejidad, poder. United Nations Environment Programme. Staff ,Publicado por Siglo XXI, 2002. p.414.

NIETO-GALAN, A. Cultura Industrial Historia e médio ambiente. Barcelona – ES: Rubes editorial, 2004.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guias para estágio, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de caso. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SENAI.RS. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. 42 p. il. (CD)

VINHA, Valéria. Economia do Meio-ambiente. Teoria e Prática. Rio de Janeiro, Elsevier, 2003.

YIN, Robert. K. Case study research: design and methods. California: Sage, 1994.