

Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas

Eveline de Magalhães Werner <evelinewerner@gmail.com>

Alencar Garcia Bacarji <alencar.bacarji@blv.ifmt.edu.br>

Rosemar José Hall <RosemarHall@ufgd.edu.br>

Resumo: O objetivo deste estudo foi apresentar os conceitos e definições metodológicas acerca da Produção Mais Limpa. Além desses objetivos, o trabalho foi moldado de forma a apresentar os procedimentos necessários a implantação da Produção Mais Limpa, identificar as principais interações com os sistemas de gestão (sistema de gestão integrada) e, por fim, diagnosticar as barreiras a implementação de tal metodologia. Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizado um estudo exploratório, por meio do levantamento dos principais estudos teóricos e empíricos na área. Conclui-se que investir na implementação da metodologia de Produção mais limpa é um passo importante para garantir a competitividade das empresas, bem como para assegurar a melhoria da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Produção mais limpa; Melhoria contínua; Qualidade ambiental.

Cleaner production: methodological concepts and definitions

Abstract: The aim of this study was to present the methodological concepts and definitions about Cleaner Production. Beyond these objectives, the work was designed in order to present the procedures required to the implementation of Cleaner Production, identify the main interactions with the management systems (integrated management system) and, finally, to diagnose the barriers to implementing such a methodology. For development work, an exploratory study was conducted through a survey of major theoretical and empirical studies in the area. We conclude that investing in the implementation of the methodology of Cleaner Production is an important step in ensuring the competitiveness of enterprises and to ensure the improvement of environmental quality.

Keywords: Cleaner production; Continuous advance; Environmental quality.

1. Introdução

A produção em larga escala proposta como meta para o segmento industrial mundial fez com que, por muito tempo, não houvesse a devida atenção a aspectos que impactam direta e indiretamente ao meio ambiente.

Durante décadas o processo de degradação ambiental cresceu vertiginosamente, acreditando-se que o crescimento econômico, por si só, proporcionaria melhores condições de vida para a sociedade. Contudo, conforme afirma Lemos (1998), observou-se que o crescimento econômico descontrolado estava causando danos irreparáveis aos ecossistemas e que estes danos, a médio e longo prazos, tornariam o conjunto de ecossistemas inabitáveis a espécie humana.

Tal contexto foi evitado, pois conforme afirma Figueiredo (2004), a sociedade passou a exigir da indústria a adoção das melhores técnicas, não sendo suficiente somente atender a determinados padrões ambientais, isso porque a sociedade está, cada vez mais, tomando consciência de que a variável ambiental é importante e que ela diz respeito a todos, não somente a um segmento ou uma parcela da população.

A partir de então, buscou-se a integração de práticas socialmente responsáveis e ambientalmente corretas associadas às técnicas tradicionais de produção e de gestão do setor industrial, dado o anseio da sociedade de consumir produtos livres de desperdícios e ou efeitos danosos ao meio ambiente.

Foi a partir daí que buscou-se concretizar novas tecnologias de produção, visando melhoria da qualidade ambiental, além de reduzir custos e atender as novas expectativas do consumidor. Surge então a Produção Mais Limpa, cuja metodologia propõe aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos a sociedade e ao meio ambiente, além de minimizar os desperdícios, reduzir custos, e alavancar o potencial inovador da organização, visando ganhos de competitividade e, a otimização dos processos industriais.

De maneira geral, verifica-se a consolidação da metodologia de Produção Mais Limpa como um importante instrumento para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor produtivo brasileiro.

A terminologia “Produção Mais Limpa” é adotada neste estudo como a tradução adequada da terminologia inglesa “*cleaner production*” ou da terminologia espanhola “*producción más limpia*”, conforme afirma Lemos (1998).

Sendo assim, este estudo tem como objetivo apresentar os conceitos e definições metodológicas acerca da Produção Mais Limpa (PmaisL, ou P+L), e, especificamente, pretende-se apresentar os procedimentos necessário a sua implantação, identificar as principais interações com os sistemas de gestão (sistema de gestão integrada) e, por fim, diagnosticar as barreiras a implementação da Produção Mais Limpa.

2. Método

Segundo a metodologia proposta por Lakatos e Marconi (2001), utilizou-se nesse estudo o método dedutivo, pois dispõe para o esclarecimento, teorias previamente estabelecidas.

O método utilizado contempla um estudo exploratório, por meio do levantamento dos principais estudos teóricos e empíricos que abordam o objeto da pesquisa.

Dado a escolha de uma pesquisa exploratória, este estudo não teve como objetivo apresentar hipóteses e sim ajudar a estabelecer as prioridades a pesquisar.

3. Referencial Teórico

3.1. Conceito

Em 1989, a expressão “Produção Mais Limpa” foi lançada pela UNEP (United Nations Environment Program) e pela DTIE (Division of Technology, Industry and Environment) como sendo a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, visando o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente.

A indústria brasileira descobre a Produção Mais Limpa na década de noventa, mais precisamente após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92.

A partir desse novo paradigma, a poluição ambiental passa a ser sinônimo de desperdício nas empresas responsáveis, e seus processos passam por mudanças que buscam diminuir o consumo de água, energia e matérias-primas (BELMONTE, 2004, *apud* ARGENTA, 2007).

Fernandes *et al* (2001) define a Produção Mais Limpa da seguinte forma:

“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”. (FERNANDES *et. al.*, 2001).

De acordo com o conceito proposto por Fernandes (2001), a Produção mais Limpa pressupõe quatro atitudes básicas. A primeira, e a mais importante, é a busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção. Quando o primeiro conceito não pode ser aplicado integralmente, a segunda atitude proposta pela Produção Mais Limpa é a minimização da geração dos resíduos. Já o reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida pela Produção Mais Limpa, enquanto a quarta alternativa para a Produção mais Limpa é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais (CETESB, 2007, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007).

A Produção Mais Limpa é vista entre os especialistas como uma forma moderna de tratar as questões de meio ambiente nos processos industriais. Dentro desta metodologia pergunta-se “onde estão sendo gerados os resíduos?” e não mais somente “o que fazer com os resíduos gerados?”. Dessa forma, evita-se o desperdício, tornando o processo mais eficiente (MAROUN, 2003, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007).

A Produção Mais Limpa, com seus elementos essenciais, adota uma abordagem preventiva, em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de final de tubo, conforme proposto na figura 1:

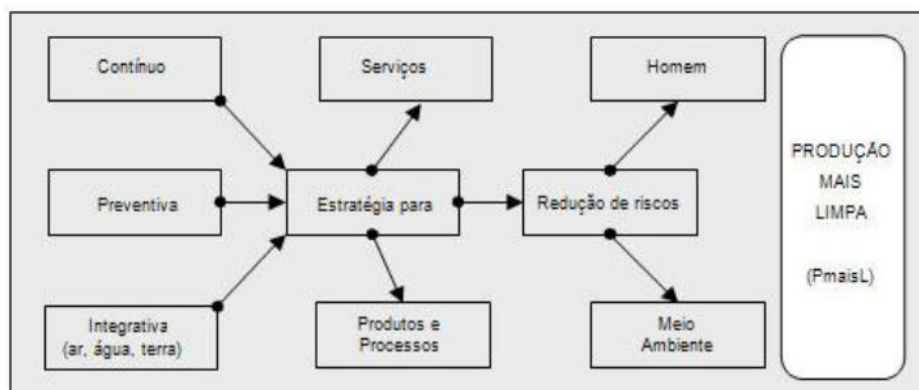


FIGURA1- Elementos essenciais da estratégia de Produção Mais Limpa. Fonte: Adaptado de UNIDO/ UNEP (1995).

A Produção Mais Limpa, relativamente ao desenho dos produtos, busca direcionar o design para a redução dos impactos negativos do ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até a disposição final. Em relação aos processos de produção, direciona para a economia de matéria-prima e energia, a eliminação do uso de materiais tóxicos e a redução nas quantidades e toxicidade dos resíduos e emissões. Em relação aos serviços, direciona seu foco para incorporar as questões ambientais dentro da estrutura e entrega de serviços.

O aspecto mais importante da Produção Mais Limpa é que a mesma requer não somente a melhoria tecnológica, mas a aplicação de *know-how* e a mudança de atitudes. Esses três fatores reunidos é que fazem o diferencial em relação às outras técnicas ligadas a processos de produção.

A aplicação de *know-how* busca melhorar a eficiência, adotando melhores técnicas de gestão, fazendo alterações por meio de práticas de *housekeeping* ou soluções caseiras e revisando políticas e procedimentos quando necessário. Mudar atitudes significa encontrar uma nova abordagem para o relacionamento entre a indústria e o ambiente, pois repensando um processo industrial ou um produto, em termos de Produção Mais Limpa, pode ocorrer a geração de melhores resultados, sem requerer novas tecnologias. Com isso, a estratégia geral para alcançar os objetivos é de sempre mudar as condições na fonte em vez de lutar contra os sintomas (CEBDS, 2009).

3.2. Princípios da produção mais limpa

Vários autores, entre eles, Henriques e Quelhas (2007) apontam que os sistemas de Produção Mais Limpa são circulares e usam menor número de materiais, menos água e energia. Desse modo, os recursos fluem pelo ciclo de produção e consumo em ritmo mais lento.

De modo geral, os princípios da Produção Limpa questionam a necessidade real do produto ou procuram outras formas pelas quais essa necessidade poderia ser satisfeita ou reduzida.

Os autores acima citados ressaltam que a Produção Mais Limpa implementa o princípio de prevenção e precaução, de uma nova abordagem holística e integrada para questões ambientais centradas no produto. Essa abordagem assume como pressuposto que a maioria de nossos problemas ambientais é causada pela forma e ritmo no qual produzimos e consumimos os recursos, além de considerar a necessidade da participação popular na tomada de decisões políticas e econômicas.

Segundo Kind (2005, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007) a tecnologia de Produção Mais Limpa é um exemplo de como os recursos naturais podem ser utilizados em prol do desenvolvimento sustentável. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industrial e menores investimentos para soluções de problemas ambientais. Em contrapartida, reduzir a poluição através do uso racional de matérias-primas significa uma opção ambiental e econômica definitiva, conforme afirmam os autores.

Assim, o processo de transformação de matérias-primas e insumos em produtos, e não em resíduos, tornam uma empresa mais competitiva. (LEMOS e NASCIMENTO, 1999)

3.3. Descrição das fases de implantação da metodologia da produção mais limpa

A implantação da metodologia de Produção Mais Limpa pressupõe inovação, incremento competitivo e responsabilidade sócio-ambiental, uma vez que tal processo prevê

em sua origem, a prevenção da poluição e a busca do crescimento e desenvolvimento econômico sustentado.

Assim nesta seção busca-se apresentar, de maneira breve, as fases de implantação e as ações necessárias para operacionalização de tal metodologia, conforme proposto pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL (*apud* ARAÚJO, 2002).

3.3.1. Fase 1: Pré-avaliação

De acordo com o CNTL (*op cit.*), a etapa de pré-avaliação consiste em realizar uma breve avaliação das atividades executadas pela empresa através da realização de uma visita técnica, a qual tem como objetivo identificar as possibilidades da implantação da Produção Mais Limpa, bem como o tempo dedicado a ela. Sendo assim, deve-se buscar atender três objetivos básicos:

- definir a amplitude da avaliação: consiste em definir o escopo da avaliação, ou seja, se o trabalho irá atender a toda a planta industrial ou processos previamente selecionados;
- estabelecer a estratégia a ser adotada para execução do trabalho: consiste em definir o tempo de aplicação da metodologia e os horários para capacitação e sensibilização dos funcionários;
- elaborar o(s) fluxograma(s) de produção: consiste em identificar as etapas que compõe os serviços a serem analisados.

3.3.2. Fase 2: Capacitação e sensibilização dos profissionais da empresa

Segundo o CNTL (*ibid*), um dos pontos cruciais da metodologia fundamenta-se na elaboração de uma equipe de trabalho ou força tarefa, também denominada *Ecotime*. Esta equipe deve ser capacitada e sensibilizada, de forma a disseminar os fundamentos da Produção Mais Limpa para os demais funcionários da empresa.

Dependendo do porte da empresa e da complexidade da sua planta industrial, deve se buscar um *Ecotime* que “cubra” todos os setores da empresa. Para microempresas, muitas vezes pode ser formado por apenas uma pessoa.

A sensibilização do *Ecotime* deve consistir no reconhecimento da prevenção como etapa anterior às ações de “fim-de-tubo” e no entendimento da Produção Mais Limpa como princípio de melhoria contínua. Nesta fase, deve-se ressaltar os problemas ambientais atuais e os impactos ambientais causados pelo setor em que se enquadra a empresa.

A capacitação do *Ecotime* consiste na explicitação das etapas que compõe a implementação da P+L, assim como no atendimento a dúvidas que por ventura podem vir a surgir durante o decorrer do trabalho em campo.

3.3.3. Fase 3: Elaboração do diagnóstico ambiental e de processos

De acordo com o CNTL (*ibid*), o diagnóstico ambiental e de processos é a base de dados da Produção Mais Limpa. Este deve fornecer uma “fotografia” da real situação da empresa diante da sua relação com o meio ambiente. Assim, tal diagnóstico deve permitir reconhecer: as principais matérias-primas, auxiliares e insumos utilizados no(s) processo(s) produtivo(s), inclusive os toxicologicamente mais importantes com respectiva quantidade utilizada e custo de aquisição; o volume de produtos produzidos; os principais equipamentos utilizados no(s) processo(s) produtivo(s); as fontes de abastecimento e finalidades do uso de água, bem como o tipo de tratamento utilizado; o consumo de energia; o consumo de combustíveis; os locais de armazenamento e formas de acondicionamento de matérias-primas,

insumos e produtos; a conformidade ou não com a legislação ambiental; os resíduos sólidos gerados, a forma de acondicionamento, o local e tipo de armazenamento e a sua destinação final; a existência ou não de emissões atmosféricas e sistemas de controle utilizados; a existência ou não de efluentes líquidos e sistemas de tratamento utilizados; os custos relativos ao controle dos resíduos gerados (armazenamento, tratamento, transporte, disposição, e outros) e perdas de matéria-prima e insumos.

3.3.4. Fase 4: Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo

Conforme o CNTL (*ibid*), o balanço ambiental deve ser “alimentado” com os dados obtidos no diagnóstico ambiental e de processos, principalmente os que dizem respeito às entradas e saídas do processo produtivo. Utilizam-se os fluxogramas simplificados realizados na etapa de Pré-Avaliação de forma combinada com os dados obtidos no diagnóstico. Desta forma, elabora-se o balanço ambiental através da construção de fluxogramas de processo (entrada e saída).

O desenvolvimento de fluxogramas para os processos e atividades setoriais da empresa fornece as informações sobre os locais das saídas de poluentes de cada atividade ou processo.

Considera-se que, num processo industrial, as entradas são constituídas pelas matérias-primas, produtos auxiliares, água e energia. As saídas são os produtos acabados e semi-acabados. No entanto, encontram-se nos processos industriais outras saídas que são os poluentes gerados, os quais devem ser tratados de maneira adequada.

Ainda de acordo com o CNTL (*ibid*), a metodologia de Produção Mais Limpa expõe de maneira contundente a proteção ambiental integrada à produção, a qual propõe os seguintes questionamentos: De onde vêm nossos resíduos e emissões? Por que afinal se transformaram em resíduos?

Desta forma, o balanço ambiental deve responder a tais questionamentos, a fim de procurar identificar os pontos críticos da geração dos resíduos, bem como as informações sobre a sua causa e, posterior consequência.

Com relação ao Balanço Econômico, este deve conter os custos referentes ao controle dos resíduos, ou seja, a soma dos custos de tratamento de efluentes, resíduos sólidos e emissões atmosféricas, além dos custos com transporte, acondicionamento e disposição final dos resíduos gerados.

De igual maneira devem-se apurar os custos com perdas de matéria-prima, sendo possível analisar o real custo do resíduo gerado, sendo este muitas vezes desconhecido pela empresa (CNTL, *ibid*).

Em relação ao Balanço Tecnológico, deve-se verificar o nível de tecnologia adotada pela empresa.

Nascimento (2000, *apud* ARAÚJO, 2002) descreve que é de fundamental importância a realização e difusão de pesquisas, como por exemplo, o concurso das Universidades e Centros de Pesquisa Nacionais, uma vez que durante a execução das atividades são identificadas demandas tecnológicas reais, as quais devem alimentar o trabalho em campo.

3.3.5. Fase 5: Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de produção mais limpa

A avaliação do balanço consiste na identificação de oportunidades e/ou problemas diagnosticados na elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo. Estas oportunidades e ou problemas podem estar relacionados ao impacto ambiental proporcionado por determinada atividade, a problemas de saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores, a custos associados ao controle de resíduos (fim-de-tubo), a problemas tecnológicos, entre outros.

As informações apuradas, até então, devem permitir a identificação de oportunidades de aplicar a metodologia de Produção Mais Limpa para a solução dos problemas diagnosticados (possíveis desperdícios de materiais, procedimentos operacionais inadequados, entre outros).

Além disso, devem-se determinar as interfaces com outras áreas ou ambientes da empresa, que afetam a área avaliada. Sendo assim, a avaliação consiste em descrever os problemas encontrados, as oportunidades de aplicação da metodologia proposta para solução dos mesmos, a estratégia ou ação a ser implementada, bem como as barreiras e necessidades para efetiva aplicação.

Valle (1995, *apud* ARAÚJO, 2002) afirma que deve ser dada especial atenção aos pontos críticos dos sistemas que geram maior quantidade de resíduos e ao controle dos processos produtivos que apresentam desvios em sua eficiência, gerando mais resíduos do que originalmente estimado.

3.3.6. Fase 6: Priorização das oportunidades identificadas na avaliação

O CNTL (CNTL/SENAI-RS *apud* BARBIERI, 2006) propõe que a priorização das oportunidades esteja fundamentada na escala de prioridades para prevenção de resíduos, ou seja, os níveis de aplicação da Produção Mais Limpa, conforme figura 2.

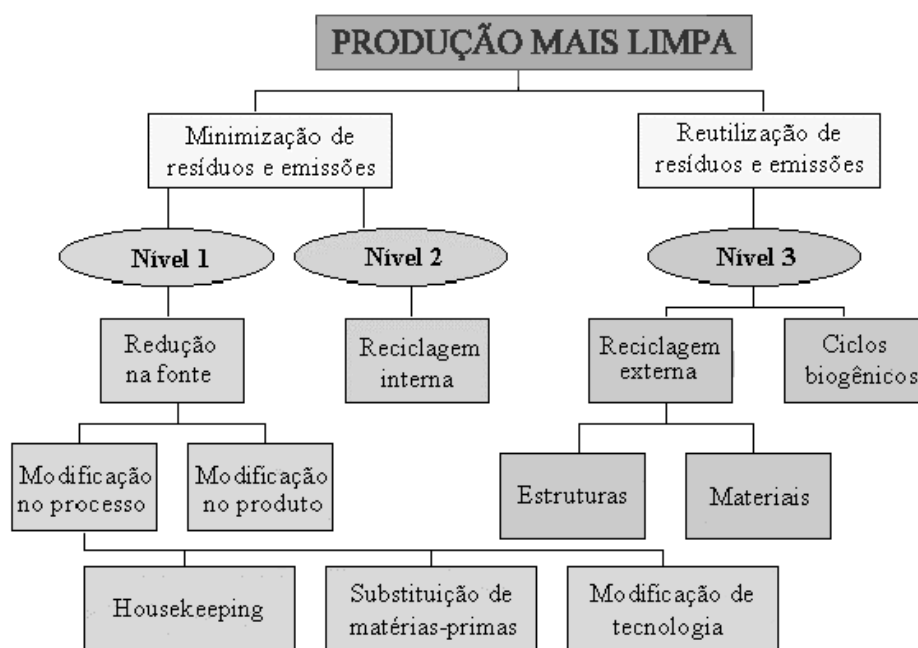


FIGURA 2 - Níveis de aplicação da produção mais limpa. Fonte: CNTL/SENAI-RS *apud* BARBIERI, 2006.

Desta forma, deve-se evoluir do nível 1 para os demais níveis, pois os mesmos representam o quão preventivo é a ação a ser implementada. Ao analisar a alternativa de redução de resíduos na fonte (Nível 1), percebe-se que existem duas opções a serem seguidas, ou seja, a modificação no processo ou a modificação no produto.

De acordo com o CNTL (*apud* ARAÚJO, 2002), a modificação no processo pode envolver:

- *técnicas de housekeeping*: consiste em limpezas periódicas, uso cuidadoso de matérias-primas e com o processo, alterações no *layout* físico, ou seja, disposição mais adequada de máquinas e equipamentos que permitam reduzir os desperdícios, elaboração de manuseio para materiais e recipientes, etc. O *housekeeping* permite, ainda, mudanças nas condições operacionais, ou seja, alterações nas vazões, nas temperaturas, nas pressões, nos tempos de residência e outros fatores que atendam às práticas de Prevenção de Resíduos;
- *substituição de matérias-primas*: consiste na identificação de materiais mais resistentes que possam vir a reduzir perdas por manuseio operacional, ou ainda, a substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não-renováveis por renováveis;
- *mudanças tecnológicas*: utilização de equipamentos mais eficientes do ponto de vista da otimização dos recursos utilizados, uso de controles e de automação que permitam rastrear perdas ou reduzir o risco de acidentes de trabalho, entre outras.

Quanto às modificações do produto (nível 1), o CNTL (*op cit*) propõe que se leve em consideração as seguintes opções para minimização de resíduos:

- *substituição de produto*: essa opção pode envolver o cancelamento de uma linha produtiva, no qual o produto acabado apresente problemas ambientais significativos, ou ainda, a substituição de um produto com características tóxicas por outro menos tóxico;
- *redesenho do produto (ecodesign)*: consiste em desenvolver uma nova concepção do produto que leve em consideração a variável ambiental como fator de redução de custos e oportunidades de negócios. Nesta fase, há necessidade de uma análise combinada de substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não renováveis por renováveis, alterações nas dimensões do produto, aumento da vida útil do produto, facilidade de reciclagem de seus componentes e otimização produtiva ou de processos.

Encerradas as opções de redução de resíduos na fonte (nível 1), deve-se buscar alternativas para reciclagem interna (nível 2). Neste nível, considera-se que os resíduos que não podem ser evitados, devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa. A reciclagem interna busca fazer com que o resíduo possa retornar a cadeia produtiva ou mesmo ser reaproveitado por setores administrativos.

Conforme o CNTL (*ibid*), após analisadas as possibilidades de modificação no processo e modificação no produto (nível 1) e reciclagem interna (nível 2), deve-se proceder uma análise da reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, ou seja, através da reciclagem externa (nível 3). Nesta fase, deve-se adotar medidas internas que viabilizem uma reciclagem externa dos resíduos, como a segregação de resíduos na fonte. Entende-se que se um resíduo não tem valor “para mim”, pode ter valor “para outro”. Pode ser obtida através da reorientação de resíduos gerados para uso em outros processos, ou recuperação, para venda, de resíduos valiosos.

É importante ressaltar que a priorização deve ser feita em conjunto com a alta gerência, pois são eles que determinam o planejamento estratégico da empresa, assim como a

sua disponibilidade financeira e tecnológica para mudanças nos processos produtivos e/ou produtos. (ARAÚJO, 2002)

3.3.7. Fase 7: Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades

Nesta fase deve-se analisar a viabilidade das opções de Produção Mais Limpa por meio de dados econômicos, técnicos e dos conseqüentes benefícios ambientais.

O CNTL (*ibid*) afirma que a elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades baseia-se no fato de que algumas oportunidades de Produção Mais Limpa podem implicar em investimentos, geralmente devido à compra de equipamentos com alto grau de inovação tecnológica.

Desta forma, deve-se obrigatoriamente comparar as alternativas de Produção Mais Limpa, a fim de identificar qual a opção mais viável do ponto de vista econômico.

Segundo Braga (1989, *apud* ARAÚJO, 2002) os métodos de avaliação mais difundidos para avaliar as propostas de investimento são o Prazo de Retorno, também conhecido como *Payback*, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). De acordo com o autor, não existe uma única metodologia que seja adequada para tal avaliação. O autor sugere o estudo de cada caso, bem como o emprego de mais de um método de avaliação, dado as limitações previstas em cada metodologia de avaliação.

No entanto, de acordo com o objetivo desse estudo, não cabe descrever de forma detalhada os métodos de avaliação, somente ressaltar a importância de se utilizar a metodologia adequada para cada situação, visando eficiência ao final do processo.

3.3.8. Fase 8: Estabelecimento de um plano de monitoramento

O plano de monitoramento consiste em estabelecer os pontos de medição para analisar a eficiência do processo produtivo. Conforme o CNTL (*ibid*), deve-se indicar no fluxograma produtivo os pontos de monitoramento e os parâmetros a serem monitorados, a fim de que seja possível manter um controle sobre as operações realizadas na empresa. Tais procedimentos têm como objetivo principal assegurar a melhoria contínua dos processos e produtos.

Para processos não complexos, geralmente, utiliza-se da ferramenta *5W 1H* para fins de monitoramento das operações. Conforme Souza (1995, *apud* ARAÚJO, 2002), a ferramenta do *5W 1H* provém das palavras em inglês *what* (o que), *who* (quem), *where* (onde), *when* (quando), *why* (por que) e *how* (como). Desta forma, sabe-se o que será monitorado, quem, onde, quando e por que irá se monitorar determinado processo.

Para processos complexos, recomenda-se utilizar, de forma combinada, o *5W 1H* com outras ferramentas (*check-list* - para verificação das etapas a serem cumpridas, gráficos de controle para fins de análise de tendências na ocorrência de problemas e, comparações, entre outras que se fizerem convenientes).

Conforme afirma Araújo (2002) o monitoramento pode envolver desde uma simples medição de efluentes, até um completo programa para realização de um balanço ambiental, tecnológico e econômico por etapa do processo.

3.3.9. Fase 9: Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas

Nesta fase tem-se o controle das opções economicamente viáveis, ou seja, após análise das oportunidades de implantação de Produção Mais Limpa devem-se colocar as opções em

prática. Tal procedimento consiste, de maneira restrita, na implantação propriamente dita das oportunidades de Produção Mais Limpa priorizadas pela alta direção.

Segundo a CNTL (*apud* ARAÚJO, 2002) o sucesso da implantação das oportunidades de Produção Mais Limpa consiste em atender os seguintes critérios: discutir com a equipe de avaliação, supervisores, gerentes e trabalhadores operacionais as opções; executar serviços de suporte e antecipar problemas que poderão ocorrer; desenhar projetos fáceis de acompanhar, para demonstrar resultados benéficos desejados; prever mecanismos de realimentação, para atualização de dados, correção de erros, preenchimento de falhas, etc; acompanhar e avaliar as novas tecnologias de prevenção de resíduos.

3.3.10. Fase 10: Definição dos indicadores do processo produtivo

Diversos autores, entre eles Nascimento (2000, *apud* ARAÚJO, 2002) argumentam que, após a realização das etapas anteriores, torna-se possível a obtenção de uma ferramenta muito importante no processo de implantação da Produção Mais Limpa: os indicadores de eficiência ou, indicadores de desempenho dos setores de produção que, em geral, serão legítimos, naturais e insuspeitos ao processo.

Segundo o o CNTL (*apud* ARAÚJO, 2002), os indicadores ambientais podem ser absolutos como, por exemplo, o consumo total de energia elétrica e água na empresa. Contudo, são os indicadores de processo que permitem uma análise ambiental mais precisa. Estes caracterizam-se pelas medições realizadas no “chão-de-fábrica” e são extremamente importantes para identificação de pontos críticos no processo, pois determinam em qual parte do processo está havendo maiores perdas ou desperdícios.

Com relação aos indicadores financeiros, estes geralmente são expressos através da linguagem técnica da alta direção. Ao invés de medidas físicas como quilograma (kg), toneladas (ton), os mesmos são associados a valores em moeda corrente. Esta associação permite à alta direção verificar o benefício econômico da implementação das opções da Produção Mais Limpa, conforme afirma Araújo (2002).

3.3.11. Fase 11: Documentação dos casos de produção mais limpa

O CNTL (*apud* ARAÚJO, 2002) considera que a documentação dos casos de Produção Mais Limpa deve ser realizada a fim de que a alta direção tenha de maneira eficiente relatórios, demonstrando as opções propostas pela metodologia implementada, assim como opções de Produção Mais Limpa a serem implementadas. Da mesma forma, deve servir de exemplo para futuras aplicações da metodologia na empresa.

3.4. Sistemas de gestão integrada: relação entre programas de produção mais limpa e sistemas de gestão ambiental

Segundo Hubmaier (2003, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007), o sistema de gestão integrada combina processos, práticas e procedimentos adotados por uma organização, para implementar uma política integrada, atingir objetivos e traçar metas quanto a qualidade (NBR ISO 9001), meio ambiente (NBR ISSO 14001), saúde e segurança no trabalho (OHSAS 18001), entre outras variáveis, buscando eficiência compartilhada, ao invés de utilizar sistemas de gestão isolados.

Diversos autores, entre eles Henriques e Quelhas, 2007 afirmam que entre as principais vantagens da implementação do sistema de gestão integrada, sobressaem-se: redução da duplicação de recursos internos e infra estrutura, diminuição do número de

documentos e complexidade na organização, minimização dos custos de implantação, certificação e manutenção dos sistemas, melhora da gestão e do desempenho organizacional.

A figura 3 apresenta como os sistemas de gestão se integram. Neste, verifica-se o sistema de gestão ambiental, juntamente com a gestão da qualidade, saúde e segurança, prevenção da poluição e responsabilidade social fazem parte de um sistema compartilhado, o sistema de gestão integrada.



FIGURA 03 - Esquema de Integração dos Sistemas de Gestão. Fonte: Adaptado de MAFFEI (2001) *apud* HENRIQUES e QUELHAS (2007).

É interessante ressaltar que a implantação de um sistema de gerenciamento ambiental (SGA) constitui numa estratégia para que o empresário, em processo contínuo, identifique oportunidades de melhoria para a redução de impactos ambientais gerados dentro da empresa. Dessa forma, seguindo a premissa inicial de prevenção a poluição, surge a integração dos sistemas de gerenciamento ambiental (SGA) com a Produção Mais Limpa (P+L). Assim, este novo sistema leva em consideração todos os fatores e aspectos ambientais envolvidos nas diferentes etapas, como: transporte de matérias-primas para a produção, entrada, estocagem, manuseio e consumo de matéria-prima no processo; a operacionalização do processo e, por fim, as saídas do processo. (KIND, 2005, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007)

A aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa impõe às empresas que a questão ambiental é mais uma estratégia para a competitividade, pois através da redução do uso de matérias-primas, água e energia, assim como na eliminação ou minimização dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas geradas, torna-se possível a adequação aos requisitos do desenvolvimento sustentável, dentro de uma condição essencialmente relacionada à “eficiência” (HENRIQUES E QUELHAS, 2007).

Desta forma, conforme afirma Maroun (2003, *apud* HENRIQUES e QUELHAS, 2007) o sistema de gestão ambiental assegura o envolvimento de toda a empresa com a melhoria contínua, através de programas na área de meio ambiente, como a Produção Mais Limpa, que provê métodos de análise dos impactos e propõe soluções econômicas, técnica e ambientalmente viáveis no caminho da “eficiência” dos processos industriais.

3.5. Barreiras a implementação da produção mais limpa

De acordo com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS existe uma grande relutância a prática de Produção Mais Limpa.

Os maiores obstáculos identificados, segundo o CEBDS, ocorrem em função da resistência à mudança, da concepção errônea (falta de informação sobre a técnica e a importância dada ao ambiente natural), a não existência de políticas nacionais que dêem suporte às atividades de produção mais limpa, barreiras econômicas (alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos) e barreiras técnicas (novas tecnologias).

De modo geral, as organizações ainda acreditam que sempre necessitariam de novas tecnologias para implementar a Produção Mais Limpa, quando na realidade, uma parcela significativa da poluição gerada pelas empresas poderia ser evitada somente com a melhoria em práticas de operação e mudanças simples em processos.

Estudos recentes demonstram os principais impedimentos que servem como barreiras a adoção de posturas ambientalmente corretas, entre eles destacam-se: as preocupações econômicas, a falta de informações e as atitudes tomadas pela alta direção.

Essas barreiras impedem a visualização da diversidade de benefícios da metodologia, tanto para as empresas quanto para a sociedade. Os benefícios mais evidentes são a melhoria da competitividade (por meio da redução de custos ou melhoria da eficiência) e a redução dos encargos ambientais causados pela atividade industrial. Além disso, verifica-se a melhoria da qualidade do produto, bem como das condições de trabalho, contribuindo direta e indiretamente para a segurança dos consumidores e dos trabalhadores.

4. Considerações Finais

Este estudo partiu da necessidade de se conhecer os principais conceitos e definições metodológicas acerca da metodologia da Produção Mais Limpa.

O estudo constatou que a metodologia abordada tem propiciado a adoção de abordagens preventivas no processo produtivo, ao invés de abordagens de “fim-de-tubo”.

De modo geral, verifica-se que a metodologia proposta é um importante instrumento para alcançar os requisitos propostos pelo desenvolvimento sustentável, apesar de ainda não ser uma prática na maioria das empresas, sobretudo empresas brasileiras.

Constatou-se ainda que a aplicação da Produção Mais Limpa é de fundamental importância para as indústrias, pois visa otimizar o consumo de matérias-primas, água e energia, reduzindo custos operacionais, além de buscar soluções lucrativas para a redução da geração dos resíduos, ou até mesmo a não-geração de “sobras” nas etapas ao longo do processo produtivo, conforme destacam Henriques e Quelhas (2007).

É importante salientar que investimentos propostos ao longo da implantação da metodologia estão fortemente atrelados ao desenvolvimento da indústria e seu fortalecimento no mercado. Assim, ao investir na implementação da metodologia de Produção Mais Limpa tem-se um passo importante tanto para garantir a competitividade, quanto para a melhoria da qualidade ambiental.

Enfim, a disseminação e a prática dessa metodologia oferece oportunidades para uma relação em que a melhoria ambiental pode andar junto com os benefícios econômicos, além de se revelar como uma estratégia eficiente ao combate à degradação ambiental, uma vez que visa minimizar os impactos ambientais e sensibilizar a sociedade a melhor aproveitar os recursos existentes.

Referências

ARAÚJO, A. F. *A aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa: Estudo em uma empresa do setor de construção civil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

ARGENTA, D. O. F. *Alternativas de melhoria no processo produtivo do setor moveleiro de Santa Maria/RS: Impactos Ambientais*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

BARBIERI, J. C. *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva, 2006.

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. PmaisL. Disponível em <<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-rede-brasileira.asp>>. Acesso em 15 jun 2009.

CNTL - *Centro Nacional de Tecnologias Limpas* – SENAI. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acesso em 12 abril de 2009.

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. p. 157-164.

FIGUEIREDO, V. F. Produção mais limpa nas pequenas e micro empresas: elementos inibidores. In: *XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2004, Florianópolis. Anais do XXIV ENEGEP, 2004.

HENRIQUES, L. P.; QUELHAS, O. L. G. *Produção Mais Limpa: Um exemplo para sustentabilidade nas organizações*. 2007. Disponível em:

<http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016_CAS_ProducaoMaisLimpa.pdf>. Acesso em 10 jun 2009.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. *Metodologia de trabalho científico: Procedimentos básicos, pesquisas bibliográficas, projetos e relatórios, publicação e trabalho científico*. São Paulo: Atlas, 2001.

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.

LEMOS, A. D.; NASCIMENTO, L. F. A Produção Mais Limpa como Geradora de Inovação e Competitividade. *Revista de Administração Contemporânea*, v.03, n.01, jan/abril. Curitiba, 1999.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME INDUSTRY AND ENVIRONMENT. Voluntary Initiative for Responsible Entrepreneurship: a question and answer guide. *Industry and Environment*, v. 21, n. 1-2, p.4-9. jan./jun. 1998.