



DOSSIÊ TÉCNICO

Produção mais Limpa no Setor Plástico

**Joseane Machado de Oliveira
Claudio Olavo Marimon da Cunha**

SENAI-RS

Centro Nacional de Tecnologias Limpas

**Novembro
2007**

Sumário

1 INTRODUÇÃO	2
2 PROCESSO PRODUTIVO	3
2.1 Identificação dos materiais utilizados	4
2.2 Simbologia dos materiais	5
3. INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO DO SETOR PLÁSTICO	6
3.1 Extrusão	6
3.2 Injeção	7
3.3 Sopro	7
3.4 Termoformagem	7
3.5 Calandragem	7
4 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE	8
5 OBJETIVOS	10
6 TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO / PROCESSO	10
6.1 Etapas da implementação da produção mais limpa	10
6.2 Exemplo de implementação de produção mais limpa no setor de plásticos - processo visto de um modo geral no setor	18
6.2.1 Estudo de caso Nº 1: redução da geração de varreduras (classe I e II) e particulados através da otimização do processo de moagem	20
6.2.2 Estudo de caso Nº.2: redução do consumo de energia elétrica pela regulagem da temperatura das resistências elétricas das extrusoras, com exceção dos cabeçotes, no horário de ponta	21
6.2.3 Estudo de caso Nº.3: redução da geração de resíduos sólidos pela otimização do processo de fabricação de sacos plásticos para uso doméstico	22
6.3 Oportunidades de produção mais limpa no setor plástico	23
7 SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - NORMAS REGULAMENTADORAS	24
8 LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÕES E NORMAS TÉCNICAS AMBIENTAIS	25
9 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	28
10 SITES DE INTERESSE	31
Referências	31

	DOSSIÊ TÉCNICO	
---	-----------------------	---

Título

Produção mais limpa no setor plástico

Assunto

Fabricação de artefatos de material plástico para outros usos não especificados anteriormente

Resumo

A produção mais Limpa (PmaisL) tem como objetivo a redução ou eliminação dos resíduos desde a escolha das matérias-primas, otimização dos processos até a reciclagem interna e externa e posterior armazenagem e destinação final dos mesmos. Como o conceito de PmaisL ainda não está difundido dentro da sociedade, este dossiê busca abordá-lo, mostrando suas etapas de implementação e seus benefícios econômicos e ambientais dentro das indústrias do setor de transformação de plásticos. Para melhor entendimento dessa técnica, será exibido de forma geral o processo de produção utilizado nestas indústrias e exemplos de estudos de casos realizados. Serão destacados ainda neste documento aspectos referentes à legislação ambiental pertinente.

Palavras-chave

Indústria química; legislação; plástico; polímero; produção mais limpa; resíduos sólidos

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

Devido à sua diversidade o plástico está sendo utilizado cada vez mais pela sociedade e por diversos segmentos industriais. As empresas do setor, para alcançar o desenvolvimento sustentável, são instigadas a assegurar a sustentabilidade de uma atividade industrial cujos produtos uma vez descartados de forma indevida, causam grandes impactos ambientais, entre eles a dificuldade e demora na sua degradação estimada em torno de 100 anos. Com o avanço tecnológico as indústrias de transformação do plástico enfrentam problemas com os resíduos gerados tanto no âmbito ambiental, da saúde ocupacional e segurança do trabalho, razão pela qual se deve ter uma visão integrada da evolução do problema. Para isto deve-se ter o comprometimento da alta direção das empresas na implementação de estratégias que assegurem a sustentabilidade deste setor. Diante desse contexto, se estabelece a necessidade dos empresários do setor de plástico adotarem ações estratégicas, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável das indústrias. Visando este desenvolvimento e na busca de oportunidades de melhorias econômicas, tecnológicas e ambientais, as empresas do setor necessitam de metodologias que previnam a poluição, reduzam os custos com matéria-prima e gerenciem os resíduos.

De acordo com dados divulgados pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast) o setor de transformação de plásticos no ano de 2006, teve um crescimento de 13,39% na exportação e 17,7 % na importação e um faturamento de R\$ 37,5 bilhões, configurando uma redução de 3,17 % em relação aos R\$ 38,7 bilhões alcançados no ano antecedente.

Em 2006 foram produzidas 4,69 milhões de toneladas de resinas termoplásticas resultando em um acréscimo de 12,7 %, já em termos de consumo nacional de resinas obteve-se aumento de 8,8 % em relação ao ano anterior atingindo 4,129 milhões de toneladas. Ainda segundo a Abiplast em relação a 2005 em 2006 houve um acréscimo de 10,89 % na produção de transformados de plástico atingindo 4,17 milhões de toneladas. Com base nesses dados estima-se que o consumo per capita de plástico no Brasil, é de 21,78 kg, mantendo-se o mesmo desde 2000.

A indústria de transformação do plástico se inter-relaciona com diversos ramos industriais em função de sua diversidade, tais como, o de embalagens rígidas e flexíveis, calçados, brinquedos, utilidades domésticas, máquinas e implementos agrícolas, componentes técnicos (peças e partes para as indústrias automotivas, eletroeletrônica, telecomunicações, informática, eletrodomésticos etc.), construção civil, moveleira, agricultura e outros produtos acabados e semi-acabados como cordas, descartáveis, artigos de toucador, bobinas e lâminas. Por esta razão devem utilizar metodologias que permitam um melhor aproveitamento das matérias-primas, gerenciamento efetivo de seus resíduos e aumento na eficiência do uso de água e energia. Diante do exposto, insere-se a aplicação da Produção mais Limpa (PmaisL) no setor de plásticos.

2 PROCESSO PRODUTIVO

A palavra plástico tem origem grega *plastikós*, e significa adequado à moldagem. Sua produção se dá por um processo químico denominado polimerização, que vem a ser a união de moléculas pequenas (monômeros) formando moléculas de grande cadeia ou macromoléculas (polímeros - do grego poly=muitos e meros=partes), que podem ser naturais como as proteínas e a celulose, ou sintéticos como os plásticos.

O petróleo que é composto por uma mistura de substâncias orgânicas (denominados derivados do petróleo) que são separadas pelo processo de destilação fracionada, é a matéria prima do plástico. Desse refino obtém-se a nafta que é enviada aos produtores de primeira geração, as centrais de matérias-primas petroquímicas ou unidades de craqueamento, para fracionamento de maneira a obter os produtos petroquímicos básicos, tais como, o eteno e o propeno, que são a matéria-prima básica utilizadas pelas empresas de segunda geração. Estas efetuam o processamento destes insumos petroquímicos produzindo resinas como polipropileno, estireno e polietileno, que são diretamente fornecidos para os produtores de terceira geração (transformadores) onde são transformados em produtos para uso do consumidor final. Estes produtos destinados ao consumidor final incluem:

- Embalagens plásticas (sacos, sacolas, frascos, entre outros);
- Utilidades domésticas (utensílios domésticos e eletrodomésticos, entre outros);
- Brinquedos;
- Calçados, solados, sandálias plásticas e de borracha;
- Pneus;
- Autopeças (painéis internos, pára-choques, entre outros).

A FIG. 1 ilustra resumidamente as diferentes fases envolvidas na produção petroquímica:

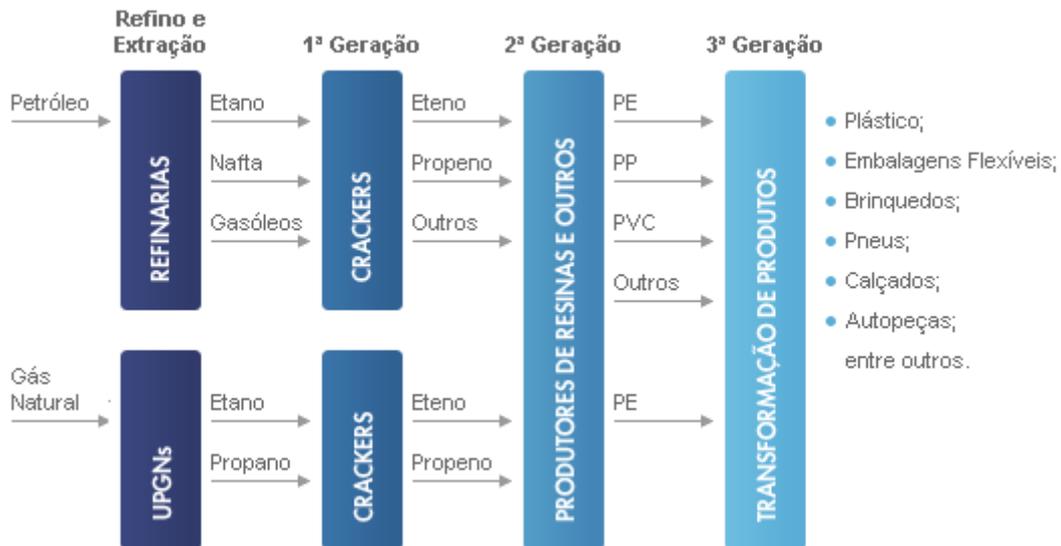


Figura 1 - Fases da produção petroquímica.
Fonte: Suzano, 2007.

Em torno de 4 % do consumo total do petróleo é utilizado na produção de materiais plásticos que, por ação do calor, fundem e são moldados.

Os plásticos são divididos em dois tipos principais:

- termoplásticos que amolecem quando aquecidos e endurecem novamente quando arrefecidos, razão pela qual podem ser moldados inúmeras vezes. Cerca de 80% dos plásticos que se utiliza são deste tipo.
- termoestáveis ou termoendurecíveis que não podem ser reaquecidos, pois na sua fabricação ocorrem transformações químicas no primeiro aquecimento que não podem ser modificadas com novo aquecimento, por isso utiliza-se pouco este tipo de material apenas para os bens duráveis.

2.1 Identificação dos materiais utilizados

Os plásticos utilizados para fabricar inúmeros produtos são reunidos em sete grupos ou categorias, conforme QUADRO 1:

Quadro 1 - Tipos de plásticos.

Identificação	Principais aplicações	Benefícios	Produtos
PET – Polietileno Tereftalato	Garrafas de refrigerantes, frascos para uso hospitalar, cosméticos, bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxtil, etc.	Transparente, inquebrável, impermeável e leve.	
PEAD – Polietileno de Alta Densidade	Engradados de bebidas, baldes, tambores, autopeças, embalagens para detergentes e óleo automotivo, sacolas de supermercado, tampas, potes, utensílios domésticos, etc.	Inquebrável, resistentes a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química.	
PVC – Policloreto de Vinila	Tubulações para água e esgotos, conexões, embalagens para água mineral, óleos comestíveis, maionese e sucos. Perfis para janelas, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, etc.	Rígido, transparente, resistente a temperatura e inquebrável.	
PEBD – Polietileno de Baixa Densidade PLEBD - Polietileno de Baixa Densidade	Embalagens de alimentos (sacos de arroz, feijão e leite), sacaria industrial, sacolas de supermercados, filmes para fraldas descartáveis, bolsa para soro medicinal, sacos de lixo, sacolas para supermercados e butiques, etc.	Flexível, leve, transparente e impermeável.	
PP – Polipropileno	Embalagens de massas e biscoitos, potes de margarina, utilidades domésticas, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, caixas de bebidas, autopeças, fibras para tapetes, fraldas e seringas descartáveis, etc.	Conserva o aroma, inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente à mudança de temperatura.	
PS – Poliestireno	Eletrodomésticos, copos descartáveis, potes para iogurtes, sorvetes e doces, frascos, bandejas de supermercado, geladeiras (parte interna da porta), pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, etc.	Impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante.	
Outros - ABS/SAN, EVA, PA e PC	Fabricação de solados, autopeças, chinelos, pneus, acessórios esportivos e náuticos, plásticos especiais e de engenharia, CDs, eletrodomésticos, corpos de computadores, etc.	Flexibilidade, leveza, resistência à abrasão, possibilidade de design diferenciado.	

Fonte: Adaptado de Plastivida, 2007.

2.2 Simbologia dos materiais

A FIG. 2 apresenta a simbologia que com um número ou sigla no centro identifica o tipo de plástico, encontrada em inúmeras ocasiões no fundo do produto, conforme a Norma Brasileira - NBR 13230 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

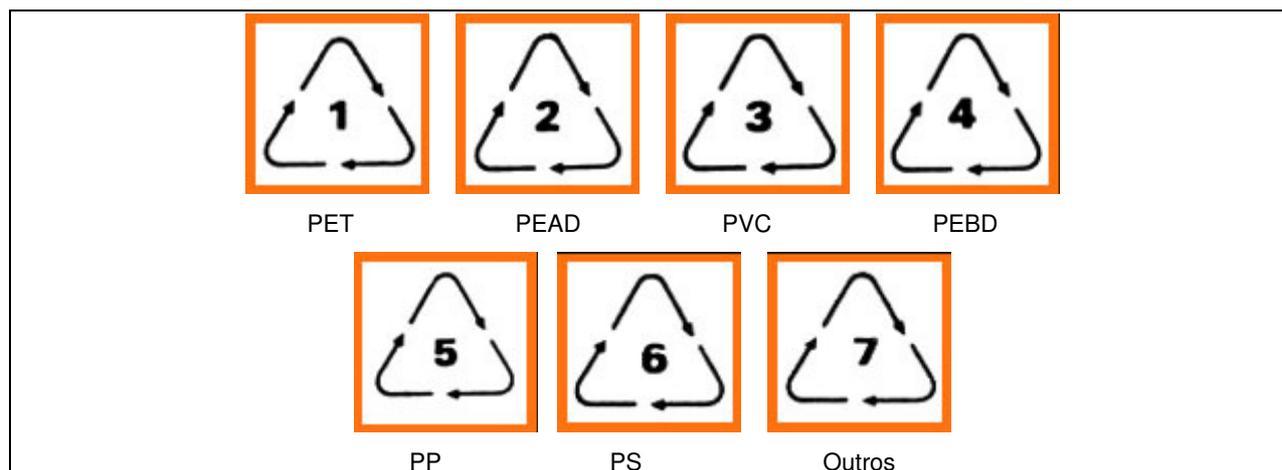


Figura 2 - Símbolo de reciclagem.

Fonte: UFRJ, 2007

3. INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO DO SETOR PLÁSTICO

O plástico encontrado no final do processo de polimerização sob a forma de grânulos pode conter impurezas (ocasionais ou provenientes deste processo) e aditivos incorporados, para conferir propriedades específicas aos polímeros, tanto durante a sua transformação quer enquanto produtos acabados:

- plastificadores - o seu papel é duplo: por um lado aumentam a processabilidade do plástico (permitindo baixar a temperatura de transformação), por outro lado garantem maior deformabilidade e menor fragilidade ao produto acabado;
- estabilizantes juntam-se às resinas para evitar a sua degradação por agentes físicos e químicos (calor, radiação UV, etc.). É comum utilizar o nome de estabilizador com os aditivos destinados a evitar a degradação do PVC e os seus co-polímeros, reservando o nome de antioxidantes para os estabilizadores de poliolefinas e elastômeros;
- corantes e pigmentos, para dotar a matéria plástica de uma cor particular;
- agentes antiestáticos, para reduzir a atração de poeiras devido à eletricidade estática;
- agentes antichoque, que dotam o plástico de maior resistência a impactos;
- retardantes de chama - para aumentar a resistência à combustão.

Os produtos plásticos utilizados no dia-a-dia são obtidos a partir da transformação do plástico granulado por industria transformadoras deste setor por diversos processos, tais como:

3.1 Extrusão

O processo de extrusão (FIG. 3), utilizado para fabricar perfis para forros, portas e janelas (interiores e exteriores), portas sanfonadas, calhas, perfis para acabamento de móveis, revestimento de fios e cabos elétricos, de telefonia, mangueiras, tubos para distribuição e saneamento, tubos para uso médico-hospitalar, etc., a resina geralmente na forma de grãos ou pós é plastificada com o auxílio do cilindro de plastificação equipado com resistências elétricas e uma rosca. Essa resina plastificada é forçada a passar por uma matriz que tem o “perfil” do produto a ser fabricado.

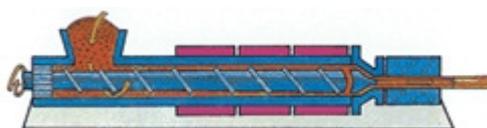


Figura 3 - Modelagem por extrusão.

Fonte: Dacarto Benvic, 2007

3.2 Injeção

O processo de injeção (FIG. 4), utilizado na confecção de utensílios plásticos, tais como, bacias, tampas, caixas, pára-choques, calotas, etc., a resina geralmente na forma de grãos, é alimentada através de um funil no cilindro de plastificação equipado com resistências elétricas, a alta pressão. Com o auxílio de uma rosca a resina é plastificada e injetada na cavidade do molde adquirindo seu formato.

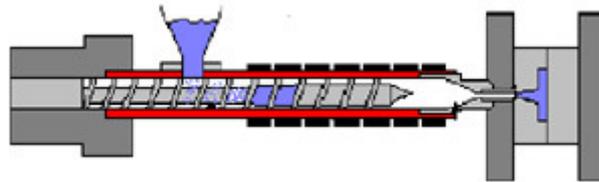


Figura 4 - Modelagem por Injeção.
Fonte: Innova, 2007

3.3 Sopros

O processo de moldagem por sopro, utilizado para a produção de objetos como garrafas, tambores e cântaros para água, plastifica-se a resina auxiliada por um cilindro de plastificação equipado com resistências elétricas e de uma rosca. Este material é plastificado por uma matriz formando o parison (uma espécie de mangueira aquecida), que deve ser alojado dentro do molde onde através de um pino de sopro é injetado ar em se interior para que o material adquira a forma do molde (FIG. 5).

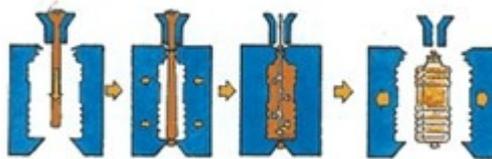


Figura 5 - Modelagem por sopro.
Fonte: Dacarto Benvic, 2007

3.4 Termoformagem

O processo de termoformagem, que produz, por exemplo, potes de iogurte, os artigos são produzidos a partir de uma chapa plana de termoplástico, aplicando-se uma pressão negativa (vacuum forming) e temperatura (FIG. 6).

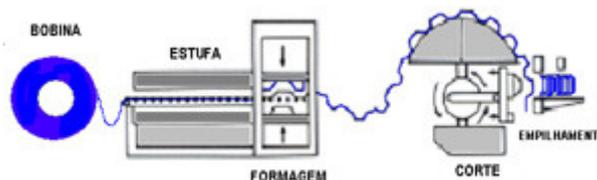


Figura 6 - Modelagem por extrusão.
Fonte: Innova, 2007

3.5 Calandragem

O processo de calandragem, utilizado para confecção de filmes planos, chapas e laminados, a resina plástica é extrusada formando um cordão ou uma fita que será depositado em um sistema de cilindros aquecidos que formam a calandra (FIG. 7). A espessura da folha é controlada pela folga, ajustável, entre os rolos.

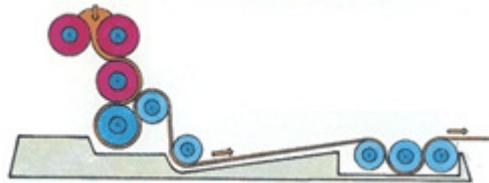


Figura 7 - Modelagem por extrusão.
Fonte: Dacarto Benvic, 2007

4 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE

Devido à resistência do plástico a radiações, calor, ar e água este pode permanecer no meio ambiente por longos períodos conservando suas propriedades físicas ocasionando danos ao meio ambiente, sendo este um dos principais impactos ambiental causado quando de sua disposição inadequadamente. Dados de 2000 revelaram que 3502 municípios brasileiros, ou seja, 63,6 % do total dispõem seus resíduos em lixões, causando graves problemas ambientais, como contaminação do ar, do solo e das águas subterrâneas. Atualmente são geradas diariamente aproximadamente 125 mil toneladas de resíduos domiciliares no Brasil, sendo que só a cidade de São Paulo gera cerca de 15 mil toneladas/dia de resíduos sólidos, dos quais possivelmente mais de 700 toneladas são constituídas por embalagens plásticas descartáveis. Estas embalagens são fabricadas principalmente com polietileno de tereftalato - PET; polietileno - PE; policloreto de vinila - PVC; polipropileno - (PP) e o poliestireno (PS). Se comparado aos demais resíduos como material orgânico, papel e papelão, vidro, metais e entulho de construção civil, a contribuição do plástico como mostra a figura a seguir é pequena, no entanto possui um aspecto negativo devido a seu volume aparente, o chamado "lixo visual". No caso do PVC, por exemplo, além deste aspecto negativo temos o problema quando de sua queima devido à liberação de cloro, que pode formar ácido clorídrico, extremamente corrosivo e altamente tóxico e do tempo que este tipo de resíduo necessita para se decompor. Estima-se que seriam necessários de 100 a 150 anos para que estes polímeros fossem degradados na natureza.

As FIG. 8 e 9 mostram a composição percentual dos materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos.

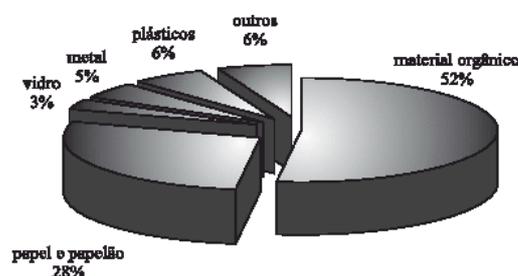


Figura 8 - Composição percentual dos materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos
Fonte: Yoshiga; Toffoli; Wiebeck, 2007.

Do total de material plástico disposto em lixões estima-se conforme figura a seguir que 14 % sejam resíduos de PVC, ou seja, 0,8 % do resíduo sólido urbano. Isto equivale a aproximadamente 1050 toneladas/dia de resíduo de PVC no Brasil, sendo que deste total 126 toneladas são geradas na cidade de São Paulo.

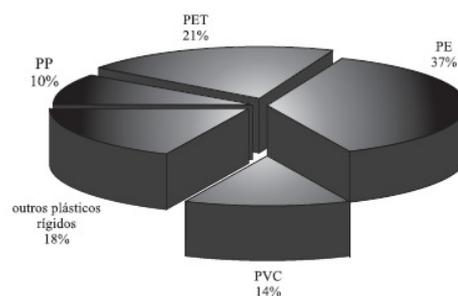


Figura 9 - Composição percentual dos materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos
 Fonte: Yoshiga; Toffoli; Wiebeck, 2007.

O lançamento de plásticos em aterros causa problemas ambientais, como a dificuldade de compactação e a criação de camadas impermeáveis que influenciam nas trocas de líquidos e gases no seu interior, prejudicando a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis. Além disso, essas áreas não poderão ser reaproveitadas posteriormente para construções ou cultivo agrícola. Já nas empresas de transformação de plásticos os principais cuidados ambientais que deverão ser tomados são em relação aos efluentes líquidos, emissões atmosféricas, resíduos sólidos e consumo de energia. A atividade industrial no setor plástico pode ser desempenhada de modo seguro e saudável, tanto do ponto de vista de saúde ocupacional quanto da proteção ambiental, desde que sejam conhecidas e corretamente controladas as emissões de efluentes líquidos industriais, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruído e vibração.

Neste sentido, o Programa de Produção mais Limpa (PmaisL) é um procedimento planejado com o objetivo de identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de efluentes, resíduos e emissões, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos, catalisando os esforços da empresa para atingir uma melhoria ambiental contínua nas suas operações. É uma metodologia que busca solucionar problemas por meio de avaliações técnica, econômica e ambiental.

Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos. A implementação de um programa de PmaisL possibilita à empresa o melhor conhecimento do seu processo industrial através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema eco-eficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processo. Este monitoramento permite à empresa identificar necessidades de: pesquisa aplicada, informação tecnológica e programas de capacitação. Além disso, o programa de PmaisL pode integrar-se aos Sistemas de Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional, proporcionando o completo entendimento do sistema de gerenciamento da empresa.

Além disso, a PmaisL pode propiciar a eliminação dos desperdícios, minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente, redução dos resíduos e emissões, redução dos custos de gerenciamento dos resíduos, minimização dos passivos ambientais, incremento na saúde e segurança no trabalho, melhoria na imagem da empresa, aumento da produtividade, conscientização ambiental dos funcionários e redução de gastos com multas e outras penalidades.

A PmaisL dentro do setor Plástico tem como principal foco a minimização de resíduos. Para isto, ela deve trabalhar na **prevenção**, buscando alternativas para evitar a geração do resíduo e, quando for inevitável, propor as melhores alternativas para o seu destino final. Além disso, com a implementação da PmaisL pretende-se que as pessoas envolvidas nesse processo levem consigo conceitos que as auxiliem na forma de pensar no meio ambiente em que vivem.

5 OBJETIVOS

O objetivo deste dossiê é fornecer informações referentes à utilização da Produção mais Limpa como uma ferramenta de prevenção à geração de resíduos, bem como o aumento da eficiência e redução de custos para o setor Plástico.

6 TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO / PROCESSO

Para facilitar o entendimento do processo de implementação de PmaisL no setor Plástico, serão apresentadas as etapas de um programa de PmaisL e, posteriormente, um exemplo de processo dentro de um segmento industrial do setor plástico, seguido de estudos de caso, demonstrando os benefícios econômicos e ambientais.

6.1 Etapas da implementação da produção mais limpa

O primeiro passo antes da implementação de um Programa de Produção mais Limpa é a pré-sensibilização do público-alvo (empresários e gerentes) por meio de uma visita técnica, fazendo a exposição de casos bem sucedidos, ressaltando seus benefícios econômicos e ambientais. Além disso, devem ser também salientados:

- reconhecimento da prevenção como etapa anterior às ações de fim-de-tubo;
- as pressões dos órgãos ambientais para o cumprimento dos padrões ambientais;
- custo na aquisição e manutenção de equipamento de fim-de-tubo;
- outros fatores relevantes para que o público-alvo visualize os benefícios da abordagem de Produção mais Limpa.

É enfatizada, durante a pré-sensibilização, a necessidade do comprometimento gerencial da empresa, sem o qual não é possível desenvolver o programa de Produção mais Limpa. Após a fase de pré-sensibilização, a empresa pode iniciar a implementação de um Programa de Produção mais Limpa por meio de metodologia própria ou com o auxílio de instituições que possam apoiá-la nesta tarefa. Um programa de implementação de Produção mais Limpa deve seguir as seguintes etapas, conforme a FIG. 10.

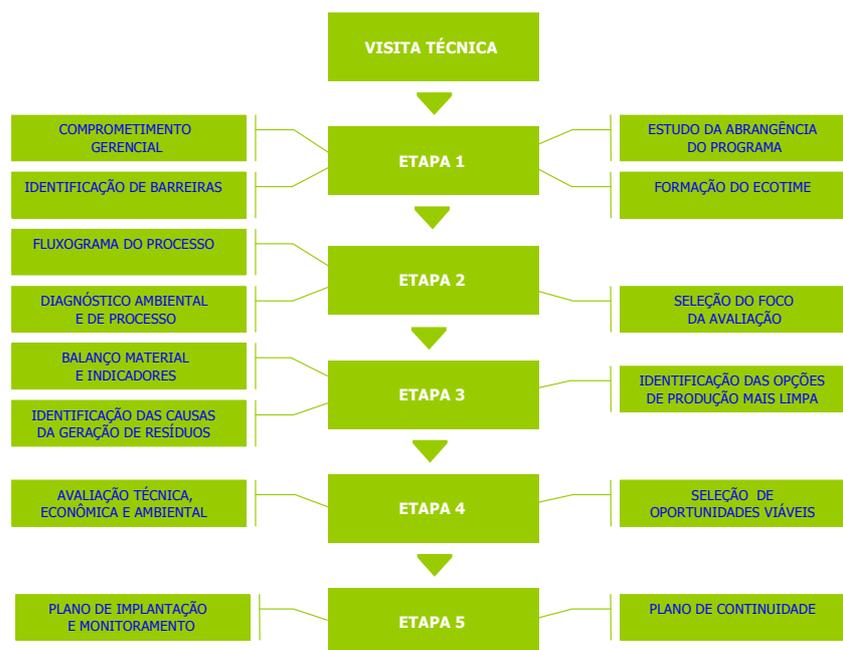


Figura 10 - Etapas da implementação de um programa de Produção mais Limpa.
Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Na ETAPA 1 a metodologia de implementação de um Programa de Produção mais Limpa contempla as seguintes fases:

- obtenção do comprometimento gerencial: é fundamental sensibilizar a gerência para garantir o sucesso do Programa. A obtenção de resultados consistentes depende decisivamente do comprometimento da empresa com o Programa;
- identificação de barreiras à implementação e busca de soluções: para que o Programa tenha um bom andamento é essencial que sejam identificadas às barreiras que serão encontradas durante o desenvolvimento do mesmo e buscar soluções adequadas para superá-las;
- estabelecimento da amplitude do Programa de Produção mais Limpa na empresa: é necessário definir, em conjunto com a empresa, a abrangência do Programa (incluindo toda a empresa, iniciará em um setor crítico, etc).
- formação do Ecotime (FIG. 11).

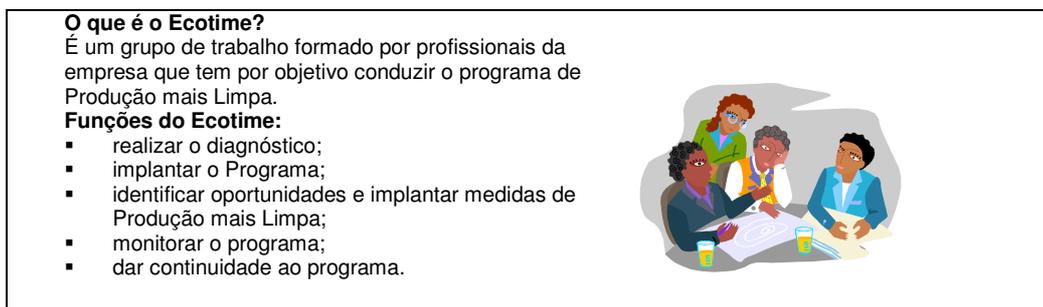


Figura 11 - Descrição do Ecotime.

Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

A ETAPA 2 contempla o estudo do Fluxograma do Processo Produtivo, realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação.

A análise detalhada do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, visualização da geração de resíduos durante o processo, agindo, desta forma, como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões. A FIG. 12 apresenta o fluxograma qualitativo de um processo produtivo.

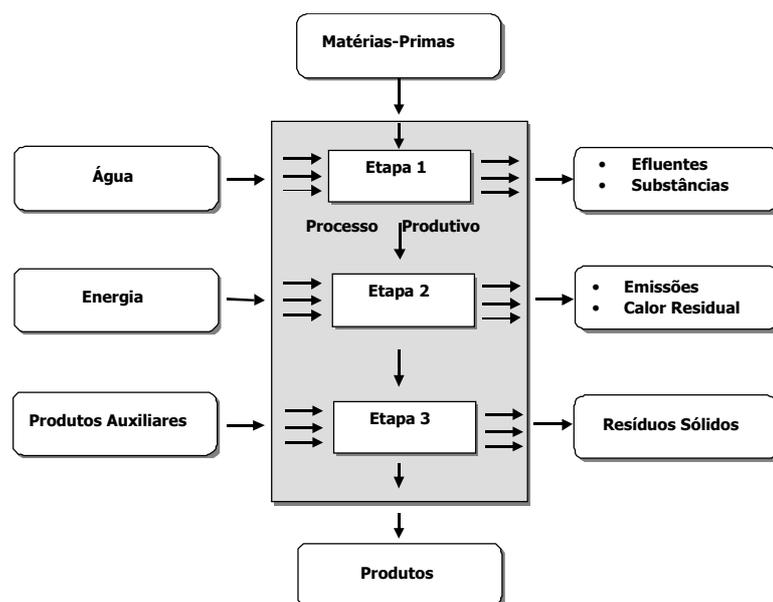


Figura 12 - Fluxograma qualitativo do processo produtivo.

Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Após o levantamento do fluxograma do processo produtivo da empresa, o Ecotime fará o levantamento dos dados quantitativos, ambientais e de produção existentes, utilizando fontes disponíveis, como por exemplo, estimativas do setor de compras, etc (FIG. 13):

- quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos), com maior enfoque para água e energia, mas sem detalhá-las por etapa do fluxograma;
- quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos), mas sem detalhá-las por etapa do fluxograma;
- dados da situação ambiental da empresa;
- dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento.

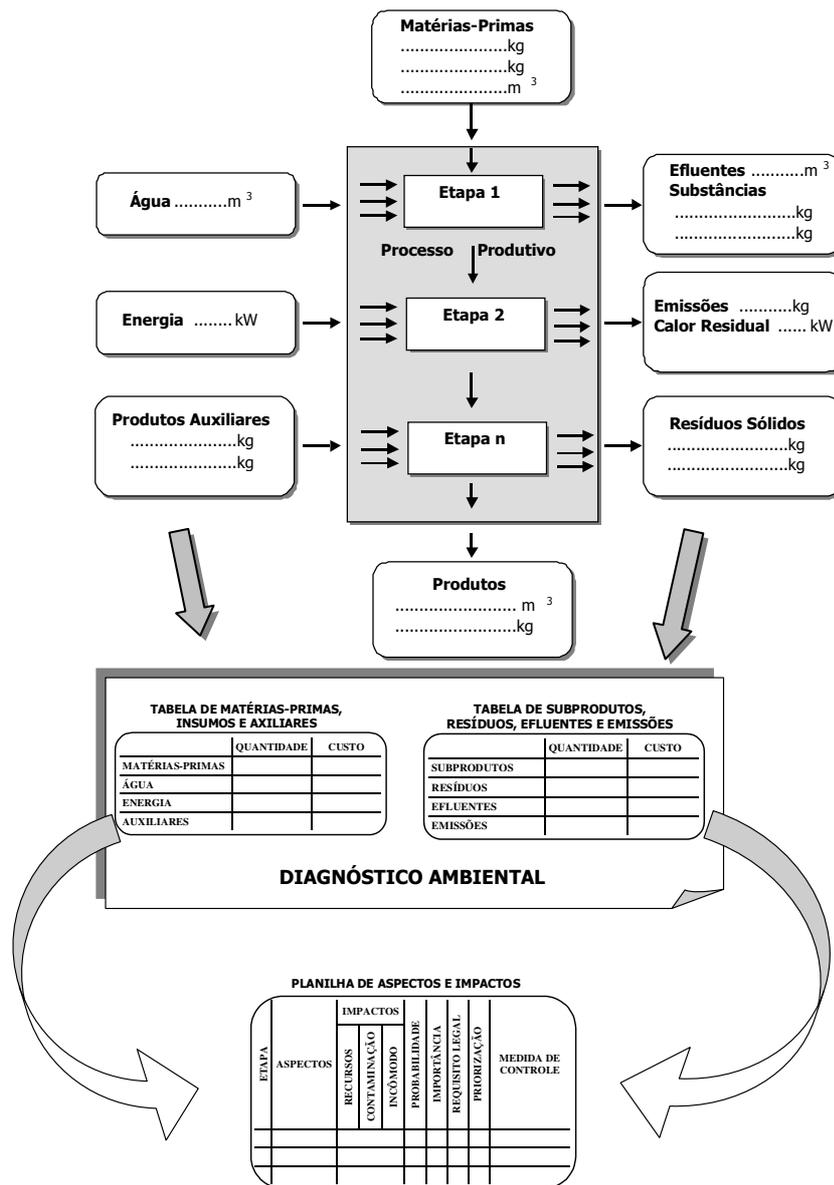


Figura 13 - Fluxograma quantitativo do processo produtivo, elaboração do diagnóstico ambiental e planilha de aspectos e impactos.

Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

De posse das informações do diagnóstico ambiental e da planilha dos principais aspectos ambientais é selecionado, entre todas as atividades e operações da empresa, o foco de trabalho (FIG. 14). Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, a

quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos. Por exemplo: se a empresa tem um determinado prazo para cumprir um auto de infração, será priorizado o item regulamentos legais.

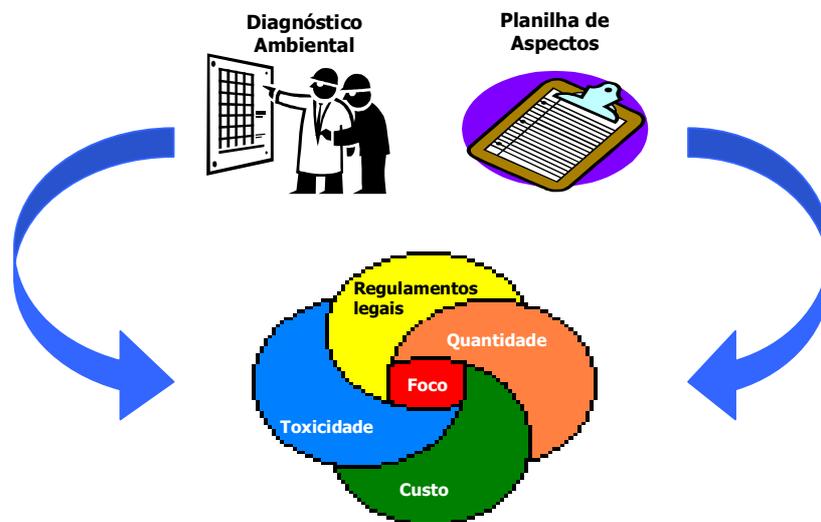


Figura 14 - Prioridades para seleção do foco de avaliação
Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Na ETAPA 3 é elaborado o balanço material e estabelecidos indicadores, são identificadas as causas da geração de resíduos e a identificadas as opções de Produção mais Limpa. Cada fase desta etapa é detalhada a seguir.

Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de indicadores (FIG. 15): esta fase inicia com o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo priorizadas durante a atividade de seleção do foco da avaliação. Os itens avaliados são os mesmos da atividade de realização do diagnóstico ambiental e de processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes antes da implementação do Programa de Produção mais Limpa e aqueles levantados pelo programa:

- Análise quantitativa de entradas e saídas;
- Quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos);
- Quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos);
- Dados da situação ambiental da empresa;
- Dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.

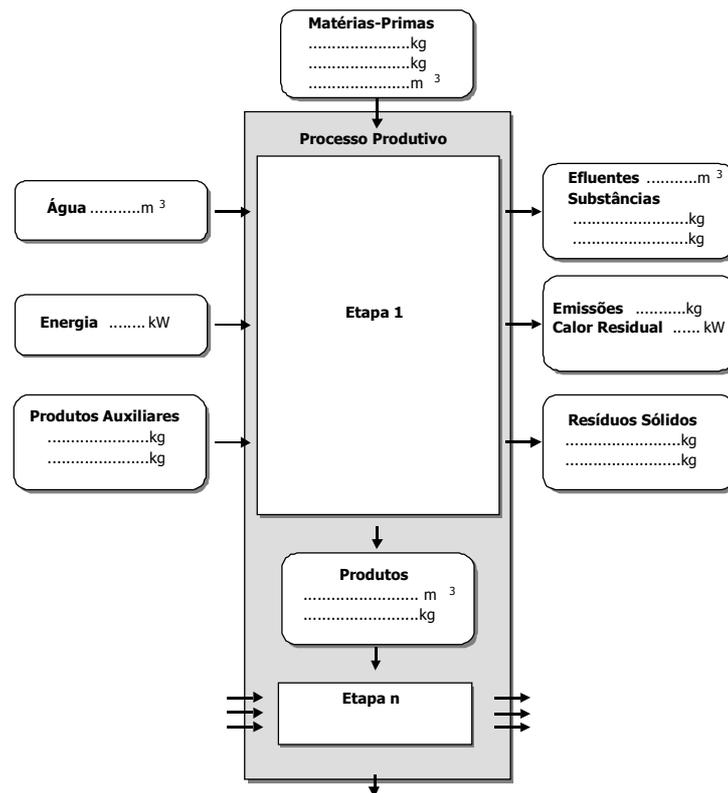


Figura 15 - Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo
 Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

A identificação dos indicadores (FIG. 16) é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção mais Limpa implantadas. Serão analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção mais Limpa.

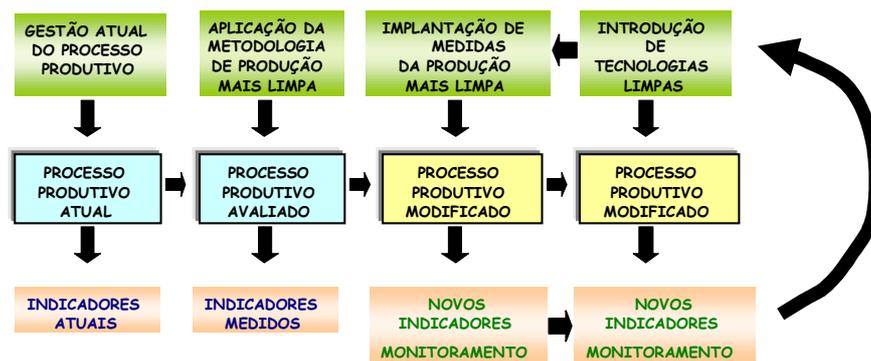


Figura 16 - Indicadores ambientais e econômicos
 Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Com os dados levantados no balanço material (quantificação) são avaliadas, pelo Ecotime, as causas de geração dos resíduos na empresa. Os principais fatores na origem dos resíduos e emissões (FIG. 17) são:

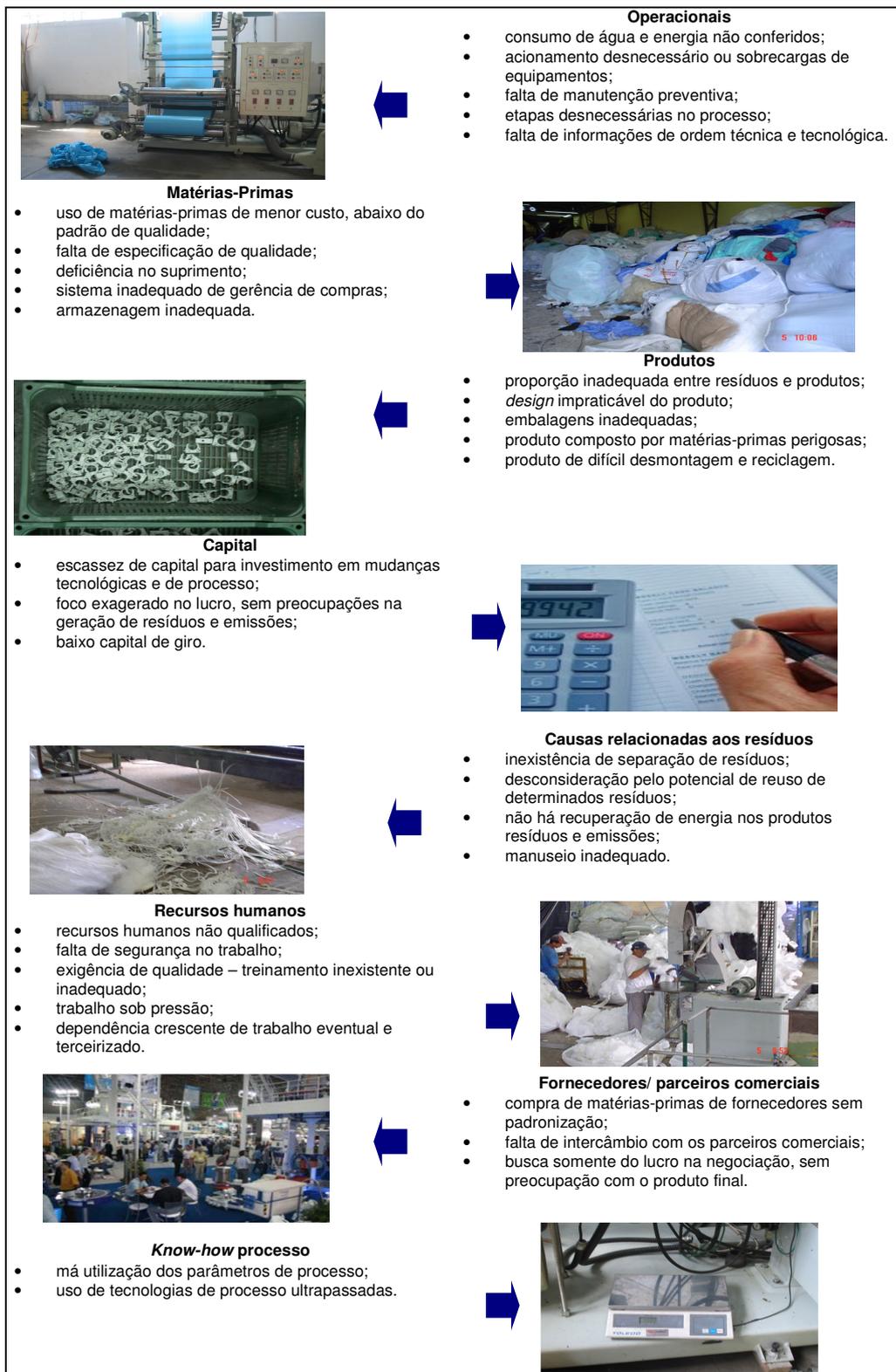


Figura 17 - Principais fatores na origem dos resíduos e emissões
 Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Com base nas causas de geração de resíduos já descritas, são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicação de estratégias visando ações de Produção mais Limpa (FIG. 18).

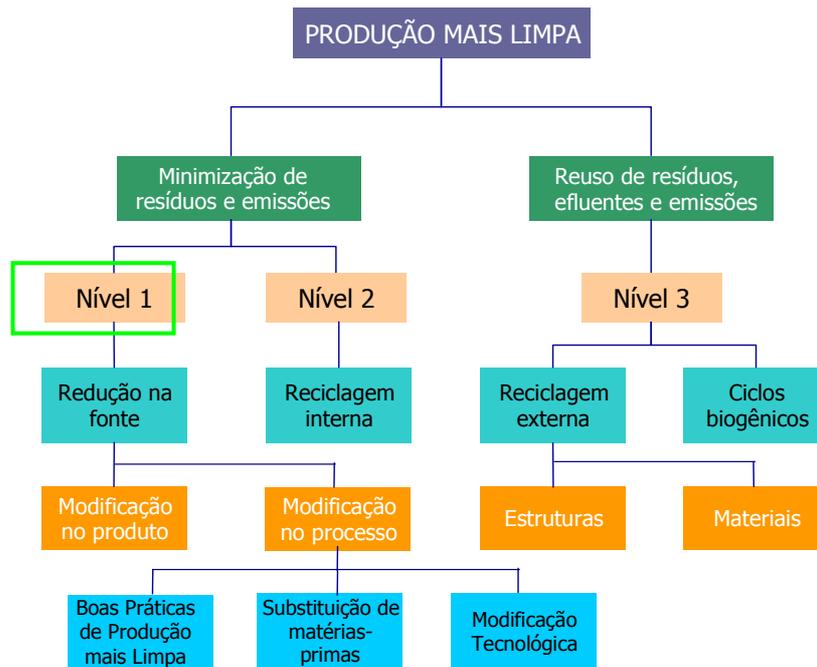


Figura 18 - Fluxograma da geração de opções de Produção mais Limpa
 Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

A Produção mais Limpa é caracterizada por ações que privilegiam o Nível 1 como prioritárias, seguidas do Nível 2 e Nível 3, nesta ordem.

Deve ser dada prioridade a medidas que busquem eliminar ou minimizar resíduos, efluentes e emissões no processo produtivo onde são gerados.

A principal meta é encontrar medidas que evitem a geração de resíduos na fonte (**nível 1**). Estas podem incluir modificações tanto no processo de produção quanto no próprio produto.

Sob o ponto de vista de resíduos, efluentes e emissões e, levando-se em consideração os níveis e as estratégias de aplicação, a abordagem de Produção mais Limpa pode se dar de duas formas: através da minimização (**redução na fonte**) de resíduos, efluentes e emissões ou através da reutilização (**reciclagem interna e externa**) de resíduos, efluentes e emissões. As medidas relacionadas aos níveis 1 e 2 devem ser adotadas preferencialmente quando da implementação de um Programa de Produção mais Limpa. Somente quando tecnicamente descartadas deve-se optar por medidas de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa (nível 3).

A ETAPA 4 constitui-se da avaliação técnica, econômica e ambiental e da seleção de oportunidades viáveis. A primeira atividade desta etapa é a avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de Produção mais Limpa levantadas, sempre visando o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos através da não-geração, minimização, reciclagem interna e externa, conforme visto anteriormente.

Na **avaliação técnica** é importante considerar:

- Impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;



- Testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;
- Experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;
- Todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;
- Necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.

Na **avaliação ambiental** é importante considerar:

- A quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- A qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados – verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;
- A redução na utilização de recursos naturais.

Na **avaliação econômica** é importante considerar:

- Os investimentos necessários;
- Os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- A economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Os resultados encontrados durante as atividades de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ecotime, gerando os **estudos de caso**.

A 5ª e última ETAPA é constituída por um plano de implementação e monitoramento e do plano de continuidade. Após a seleção das opções de Produção mais Limpa viáveis é traçada a estratégia para implementação das mesmas. Nesta etapa é importante considerar:

- As especificações técnicas detalhadas;
- O plano adequado para reduzir tempo de instalação;
- Os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto;
- A instalação cuidadosa de equipamentos;
- A realização do controle adequado sobre a instalação;
- A preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Juntamente com o Plano de Implementação deve ser planejado o Sistema de Monitoramento das Medidas a serem implantadas. Nesta etapa é essencial considerar:

- Quando devem acontecer as atividades determinadas;
- Quem é o responsável por estas atividades;
- Quando serão apresentados os resultados;
- Quando e por quanto tempo monitorar as mudanças;
- Quando avaliar o progresso;
- Quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- Quando a gerência deve tomar uma decisão;
- Quando a opção deve ser implantada;
- Quanto tempo deve durar o período de testes;
- Qual é a data de conclusão da implementação.

O plano de monitoramento (FIG. 19) pode ser dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, registros e análise de dados.



Figura 19 - Estágios da implementação do plano de monitoramento
Fonte: Implementação de Programas de Produção mais Limpa - SENAI-RS, 2007.

Após a aplicação das etapas e atividades descritas no Plano de Monitoramento, o Programa de Produção mais Limpa pode ser considerado como implementado. Neste momento é importante não somente avaliar os resultados obtidos mas, sobretudo, criar condições para que o Programa tenha sua continuidade assegurada através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

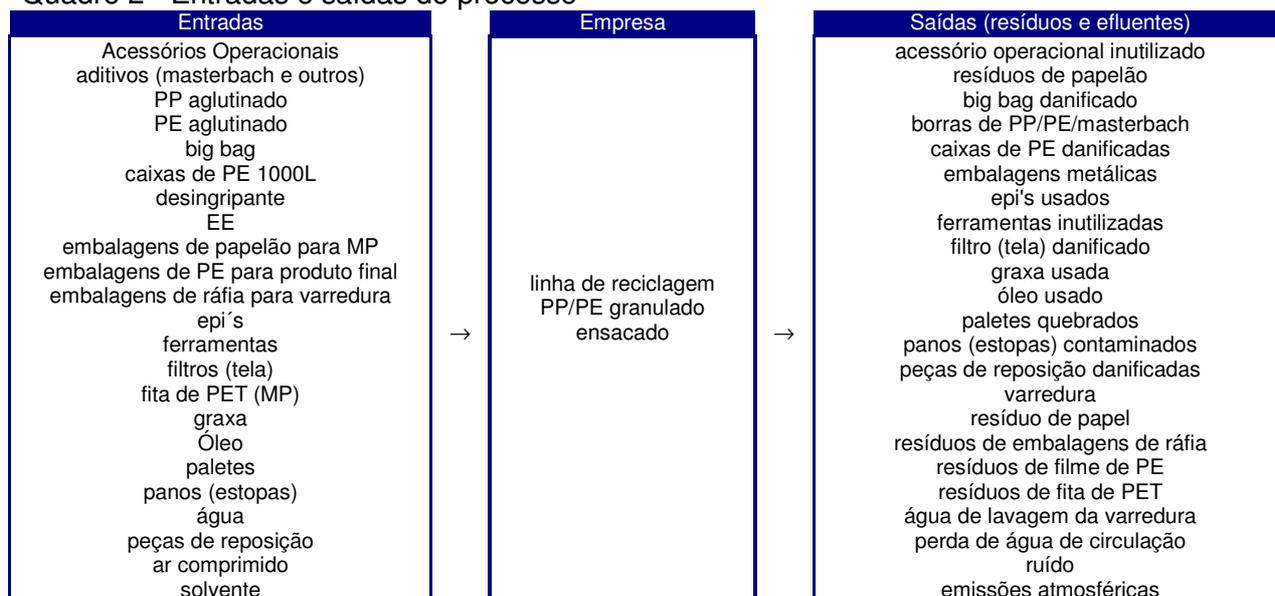
6.2 Exemplo de implementação de produção mais limpa no setor de plásticos - processo visto de um modo geral no setor

Na análise deste setor a PmaisL foi aplicada em diversos estudos de casos, os quais contém basicamente a redução do consumo de água e de energia elétrica. A redução da geração e o reaproveitamento de efluentes líquidos e a redução da geração de resíduos de classe I – perigosos e de classe II – não perigosos.

Descrição do processo Geral:

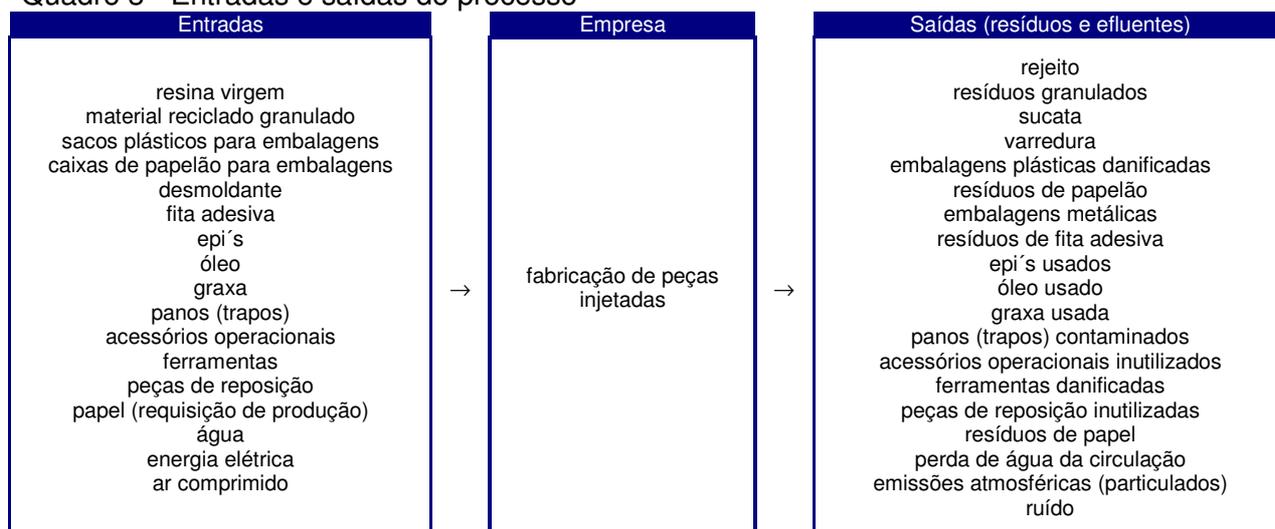
Trata-se da análise de entradas de matérias-primas, processo de produção e saídas de resíduos e desperdícios. Esta primeira análise pode ser observada nos QUADROS 2, 3 e 4 que exemplificam as entradas e saídas do processo de indústrias de transformação de plástico com ênfase na linha de reciclagem PP/PE granulado ensacado, fabricação de peças injetadas e fabricação de sacos plásticos.

Quadro 2 - Entradas e saídas do processo



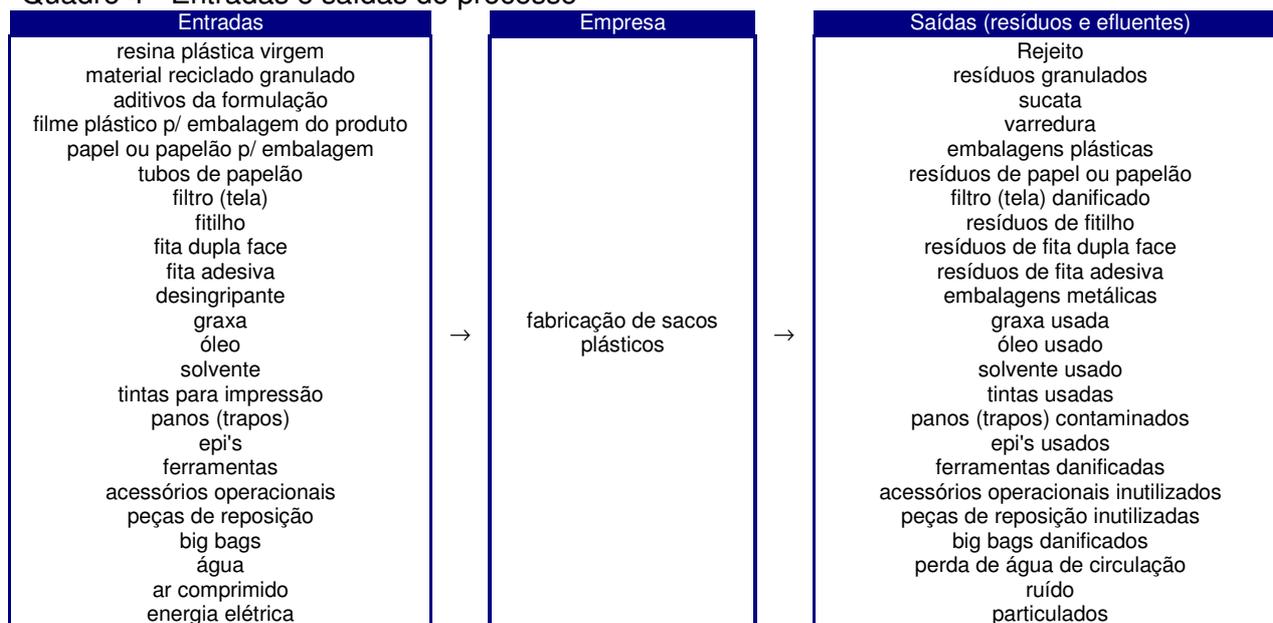
Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Quadro 3 - Entradas e saídas do processo



Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Quadro 4 - Entradas e saídas do processo



Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Serão apresentados a seguir os estudos de caso referentes à redução dos resíduos das matérias-primas, redução do consumo de energia elétrica, bem como a redução de resíduos em indústrias de transformação do setor de plásticos, utilizando-se a metodologia de Produção mais Limpa.

6.2.1 Estudo de caso Nº 1: redução da geração de varreduras (classe I e II) e particulados através da otimização do processo de moagem

Descrição:

A empresa produz materiais plásticos para laboratório e injeção de peças plásticas. Durante a implantação do Programa de Produção Mais Limpa, nas etapas de Avaliação e Quantificação dos resíduos gerados, observaram-se perdas de material moído no processo de moagem e que este poderia ser otimizado através da realização de algumas melhorias. Inicialmente a empresa utilizava neste processo uma caixa coletora na tubulação de saída do moinho depois efetuou a troca desta por um saco plástico, após a aplicação da PmaisL, houve a substituição do saco plástico por um silo acoplado na tubulação de saída do moinho, possibilitando desta forma a utilização do material moído armazenado no silo, minimizar a geração de resíduos classe I e II na varredura, alteração do layout do Setor e colocação de Cabine para isolar o moinho granulador, visando à minimização de particulados e do ruído no ambiente de trabalho. Estas melhorias contribuíram tanto na organização das tarefas e do local de trabalho, na motivação dos colaboradores e a conseqüente otimização do processo de moagem resultando em benefícios tecnológicos, ambientais, econômicos e de Saúde Ocupacional (FIG. 20).

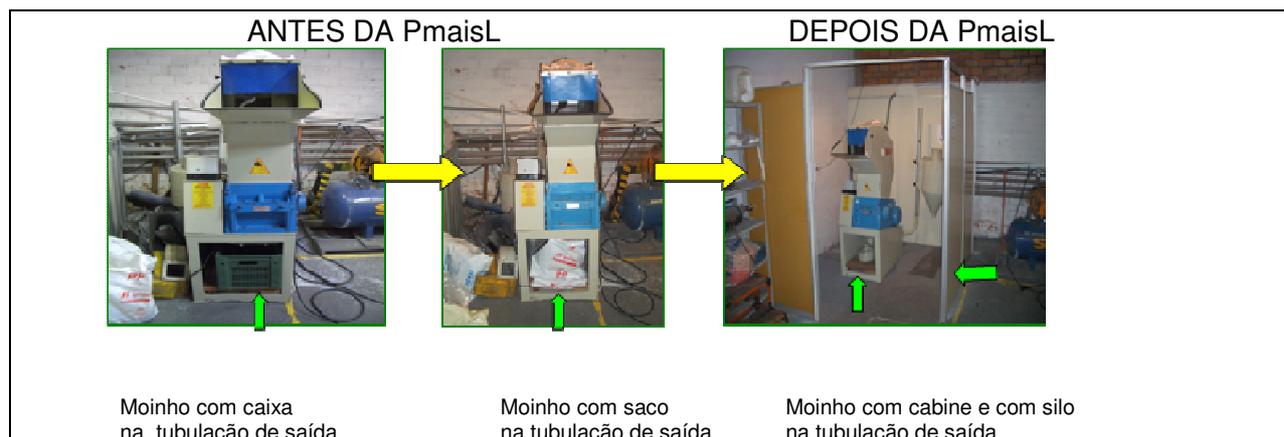


Figura 20 - Fotos antes e depois da implementação da PmaisL

Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Benefício Econômico Anual:

- Redução de 93 % de varredura do moinho, representando uma economia de R\$2.586,00.

Benefícios Ambientais Anual:

- Redução do desperdício de 270 kg de varredura plástica, que seria disposta em aterro industrial classe II;
- Redução de aproximadamente 26 kg de varredura plástica pigmentada com metais pesados que seria disposta em aterro industrial classe I;
- Redução de 93 % de varredura do moinho, representando uma economia de R\$2.586,00.

6.2.2 Estudo de caso Nº.2: redução do consumo de energia elétrica pela regulação da temperatura das resistências elétricas das extrusoras, com exceção dos cabeçotes, no horário de ponta

Descrição:

A empresa produz polipropileno reciclado granulado e masterbatch e desejava diminuir o consumo de energia elétrica durante seu processo produtivo, na implantação do programa de PmaisL, quando da análise tarifária das contas de energia elétrica de 12 meses e durante a visita aos setores da empresa, observou-se à importância da implementação de várias medidas relativas à redução do consumo de energia elétrica. Dentre estas medidas, investigou-se a possibilidade de regulação da temperatura nas resistências das extrusoras, com exceção dos cabeçotes, no horário de ponta no verão e no inverno para reduzir o consumo de energia elétrica nesse horário, já que as extrusoras ficam inoperantes no período das 18 às 21 horas. No horário de ponta o consumo de energia é, aproximadamente, dez vezes mais caro do que fora do horário de ponta (FIG. 21). Esta medida também atua na Correção do Fator de Potência.



Consumo no horário de ponta	
ANTES DA PmaisL	DEPOIS DA PmaisL
944 kWh	274 kWh

Figura 21 - Fotos antes e depois da implementação da PmaisL
Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Benefícios Ambientais Anual:

- Preservação dos recursos naturais através da redução das perdas de energia elétrica;
- Economia de aproximadamente 8.040 kWh, em horário de ponta.

Benefício Econômico Anual:

- Redução estimada em R\$ 6.000.

6.2.3 Estudo de caso Nº.3: redução da geração de resíduos sólidos pela otimização do processo de fabricação de sacos plásticos para uso doméstico

Descrição:

Na fabricação de sacos plásticos há várias etapas do processo que ocasionam a geração de resíduos sólidos. A etapa mais suscetível à geração destes resíduos é na extrusão, quando da formação do balão que dá origem à bobina e, posteriormente, aos sacos plásticos. Nesta etapa, qualquer problema relativo à qualidade da matéria-prima reflete na formação do balão, que dependendo do caso, pode resultar na geração de resíduos e parada de processo.

Como as matérias-primas usadas para a fabricação de sacos para lixo, são constituídas de materiais virgens e reprocessados, na implantação do programa de PmaisL, observou-se durante o período de quantificação que a qualidade dos materiais reprocessados em determinados lotes ocasionavam perdas contribuindo para a geração de resíduos, bem como grandes diferenças no balanço material realizado.

Para encaminhar estas questões a empresa atuou tanto na comunicação com seus fornecedores, elaborou procedimentos para melhorar a qualidade dos materiais reprocessados, referente à uniformidade do grão e das respectivas embalagens e investiu na compra de uma balança digital, com boa precisão, para pesar grandes quantidades de materiais. (FIG. 22).



Figura 22 - Fotos antes e depois da implementação da PmaisL
 Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

Benefícios Ambientais Anual:

- redução de 10.186 kg referente ao consumo de matérias-primas com a conseqüente redução na geração de resíduos sólidos.

Benefícios Econômicos Anual:

- Economia de R\$ 50.054,00.

6.3 Oportunidades de produção mais limpa no setor plástico

O QUADRO 5 exibe algumas oportunidades de Produção mais Limpa nas indústrias plásticas, e as estratégias a serem adotadas para atingi-las.

Quadro 5 - Oportunidades e estratégias para implementação de PmaisL

Oportunidades de PmaisL	Estratégias
Substituição da caixa de saída do moinho granulador	Substituir por saco plástico e, posteriormente, por silo acoplado na tubulação de saída do moinho granulador
Minimização de particulados e do ruído no moinho granulador	Colocação de cabine para isolar o moinho granulador
Melhorar eficiência no moinho granulador	Colocação de inversor de frequência no moinho granulador
Substituição de pigmentos tóxicos	Substituir por pigmentos atóxico
Substituição de trapos para limpeza	Substituir por toalhas laváveis e retornáveis
Costura dos sacos plásticos	Adquirir máquina manual para costurar os sacos plásticos
Setor de armazenagem dos moldes	Organizar e otimizar o espaço físico do setor de armazenagem dos moldes
Redução do consumo de Energia Elétrica no horário de ponta	Regular a temperatura das resistências das extrusoras, exceto nos cabeçotes no horário de ponta no verão e no inverno.
Redução do consumo de Energia Elétrica no horário de ponta	Substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas tipo "energy save" e isolar os interruptores das mesmas
Iluminância dos setores da empresa	Colocar de telhas translúcidas onde for possível efetuar o desligamento das lâmpadas
Substituição dos motores elétricos antigos	Substituir por motores de alto rendimento;
Nas máquinas e equipamentos da empresa	Elaborar o plano de manutenção preventiva para máquinas e equipamentos
Pesagem de materiais pesados com balança comum	Substituir por balança digital para pesar materiais pesados
Substituição do material utilizado na alimentação da extrusora fora do padrão - grão não homogêneo	Substituir por material dentro do padrão - grão homogêneo Contactar os fornecedores de materiais reprocessados solicitando a melhora na qualidade de seus produtos
Consumo de matéria prima	Monitorar e controlar o consumo de matéria-prima versus quantidade de produtos fabricados
Resíduos industriais	Segregar os resíduos em compartimentos individualizados por cor e por tipo de destinação Implantar a coleta seletiva visando à venda de todos os tipos de resíduos recicláveis
Corte manual da válvula no saco valvulado	Substituir por corte realizado em prensa

Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

7 SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - NORMAS REGULAMENTADORAS

Com o intuito de preservar a saúde, a integridade física dos trabalhadores e desenvolver a consciência prevencionista na redução de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, melhorando desta forma a qualidade de vida do trabalhador, existem alguns programas que além de atender as exigências das legislações vigentes visam amparar as organizações referentes a fiscalizações e ações civis e trabalhistas, dentre eles:

Norma Regulamentadora Nº 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR 7 - PCMSO: a Norma Regulamentadora NR-7 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores.

Norma Regulamentadora Nº 9 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais – NR 9 - PPRA: a Norma Regulamentadora NR-9 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores

como empregados, do PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Com estes programas espera-se que a organização conheça os riscos ambientais pertinentes aos seus processos, adote medidas para eliminação, minimização, monitoramento e controle periódico destes riscos, faça a integração do PPRA com o PCMSO e implemente a cultura de segurança com vistas qualidade de vida.

Estes programas que são parte integrante do conjunto mais amplo de iniciativas das empresas no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores devem estar articulados com o disposto nas demais Normas Regulamentadoras a serem adotadas pelas indústrias do setor plástico dentre elas:

- NR 5 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;
- NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI;
- NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NR 12 – Máquinas e equipamentos;
- NR 13 - Caldeiras e vasos de pressão;
- NR 14 – Fornos;
- NR 15 - Atividades e operações insalubres;
- NR 16 - Atividades e operações perigosas;
- NR 17 – Ergonomia;
- NR 20 - Líquidos combustíveis ou inflamáveis;
- NR 23 - Proteção contra incêndios;
- NR 25 - Resíduos industriais;
- NR 26 - Sinalização de segurança;
- NR 33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados.

8 LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÕES E NORMAS TÉCNICAS AMBIENTAIS

Neste capítulo são apresentadas algumas normas e legislações relacionadas ao meio ambiente que podem ser interessantes ao setor plástico:

Leis

Lei n° 7.804/89 - Altera a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei n° 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei n° 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências.

Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - LEI DE CRIMES AMBIENTAIS - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.

Decretos-leis

Decreto Legislativo n° 67/95 - Aprova o texto da Convenção n° 170, da Organização Internacional do Trabalho, relativa à segurança na utilização de produtos químicos no trabalho, adotada pela 77ª reunião da Conferência Internacional do Trabalho, em Genebra, em 1990.

Decreto-Lei n° 1.413/75 - Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.

Decretos

Decreto n° 157/91 - Promulga a Convenção n° 139, da Organização Internacional do Trabalho - OIT, sobre a Prevenção e o Controle de Riscos Profissionais causados pelas Substâncias ou Agentes Cancerígenos.

Decreto n° 2.657/98 - Promulga a Convenção n° 170 da OIT, relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990.

Decreto n° 4.340/02 - Regulamenta artigos da Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Com alterações pelo Decreto n° 5.566, de 26.10.2005.

Decreto n° 50.877/61 - Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País e dá outras providências.

Decreto n° 76.389/75 - Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o Decreto-Lei n° 1.413/75, e dá outras providências.

Decreto n° 93.413/86 - Promulga a Convenção n° 148, sobre a Proteção dos Trabalhadores Contra os Riscos Profissionais Devidos à Contaminação do Ar, ao Ruído e às Vibrações no Local de Trabalho.

Portarias

Portaria n° 261/MT/89 - Promove ajustamentos técnico-operacionais no Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Revogada, substituída pela Resolução n° 420/ANTT, de 12.2.2004.

Portaria n° 110/INMETRO/MICT/94 - Aprova as Instruções que estabelecem os requisitos a serem satisfeitos pelos veículos e equipamentos utilizados no transporte rodoviário de produtos perigosos, quando carregados ou contaminados.

Portaria n° 125/ANP/99 - Estabelece a regulamentação para a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado. Com alterações pelas Portarias (ANP) n° 162, de 28.9.1999, e n° 71, de 25.4.2000.

Portaria n° 127/ANP/99 - Estabelece a regulamentação para a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no País, organizada de acordo com a lei brasileira. Com alterações pelas Portarias (ANP) n° 164, de 28.9.1999, e n° 71, de 25.4.2000

Portaria n° 254/MT/01 - Altera as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, anexas à Portaria n° 204/MT, de 20/5/97. Revogada, substituída pela Resolução n° 420/ANTT, de 12.2.2004.

Portaria n° 342/MT/OO - Reclassifica o Alquil Fenóis Sólidos, N.E., sob o número UN 2430, Classe 8 e retifica/autoriza o Óleo Combustível Tipo C, como substância da Classe 9, UN 3082. Revogada, substituída pela Resolução n° 420/ANTT, de 12.2.2004.

Portaria n° 3.214/MTE/78 - Aprova as Normas Regulamentadoras NR do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Com alterações e regulamentações pelas Portarias (MTE) n° 01, de 25.4.1980; n° 03, de 21.2.1992; n° 08, de 1°7.1993; n° 4, de 11.4.1994, e n° 26, de 29.12.1994.

Resoluções

Resolução CONAMA n° 001/86 - Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Com alterações pela Resolução n° 11/86.

Resolução CONAMA n° 001-A/86 - Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional.

Resolução CONAMA n° 001/90 - Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais.

Resolução CONAMA n° 002/91 - Dispõe sobre adoção ações corretivas, de tratamento e de disposição final de cargas deterioradas, contaminadas ou fora das especificações ou abandonadas.

Resolução CONAMA n° 003/90 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Resolução CONAMA n° 005/89 - Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR.

Resolução CONAMA n° 006/88 - Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos.

Resolução CONAMA n° 008/90 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Resolução CONAMA n° 009/93 - Estabelece definições e torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado.

Resolução CONAMA n° 011/88 - Dispõe sobre as queimadas nas Unidades de Conservação.

Resolução CONAMA n° 012/89 - Dispõe sobre a proibição de atividades em Área de Relevante Interesse Ecológico que afete o ecossistema.

Resolução CONAMA n° 237/97 - Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.

Resolução CONAMA n° 275/01 - Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.

Resolução CONAMA n° 281/01 - Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.

Resolução CONAMA n° 302/02 - Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Resolução CONAMA n° 303/02 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Resolução CONAMA n° 313/02 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

Resolução CONAMA n° 362/05 - Dispõe sobre o Rerrefino de Óleo Lubrificante.

Resolução ANTT n° 420/04 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do

Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Com alterações pela Resolução ANTT n° 701/04.

RESOLUÇÃO ANTT n° 701/04 - Altera a Resolução n° 420, de 12 de fevereiro de 2004, que aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos e seu anexo.

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 7.500 (SB54) - 11/05 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

NBR 8.969/85 - Poluição do ar –Terminologia

NBR 9.800-04/87 - Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgotos sanitários.

NBR 10.004 (Cb155) - 05/04 - Resíduos sólidos: classificação.

NBR 10.005/87 - Lixiviação de resíduos - Procedimento.

NBR 10.006/87 - Solubilização de Resíduos Procedimento.

NBR 10.151/00 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento

NBR 10.152 (NB 95) - 12/87 - Níveis de ruído para conforto acústico.

NBR 10.702/89 - Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias - Determinação da massa molecular -base seca -Método de ensaio,

NBR 10.703/89 - Degradação do solo - Terminologia.

NBR 11.174/89 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento.

NBR 12.235 (NB 1183) - 04/92 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: procedimento.

NBR 13.221 - 06/05 - Transporte terrestre de resíduos.

NBR ISO 14.044 - 10/05 - Sistemas de gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio

NBR 14.725 - 07/05 - Ficha de informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.

9 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Um Plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS - tem por objetivo organizar e atender as questões ambientais desde a geração do resíduo, envolvendo a segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final de acordo com as normas e legislação pertinentes. O gerenciamento de resíduos permite ainda a possibilidade de comercialização dos resíduos recicláveis.

A primeira etapa do gerenciamento de resíduos é a classificação e quantificação dos resíduos gerados na Empresa. A classificação dos resíduos deve seguir as recomendações da NBR 10.004/04. Após a classificação, é possível promover a segregação dos resíduos. A

classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que os originou de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Os resíduos são classificados em:

Resíduos Classe I – Perigosos: Resíduos que Apresentam periculosidade, como por exemplo, lâmpadas fluorescentes, óleo combustível / lubrificante, embalagem fitossanitária, e bateria veicular.

Resíduos Classe II - Não-Perigosos:

Resíduos Classe II A - Não-Inertes: resíduos biodegradáveis, solubilidade em água, como por exemplo, sucata de madeira, cinzas da fornalha da caldeira de queima de bagaço, lixo doméstico, papel / papelão, resíduos de alimentos.

Resíduos Classe II B – Inertes: - Insolúveis em água, conforme NBR 10.007/04 e 10.006/04, como por exemplo, sucata de borracha, sucata ferrosa e não ferrosa, vidro, eletrodos, pneu, cartucho de impressora.

A FIG. 23 exibe um fluxograma de como classificar os resíduos, segundo a NBR 10.004/04:

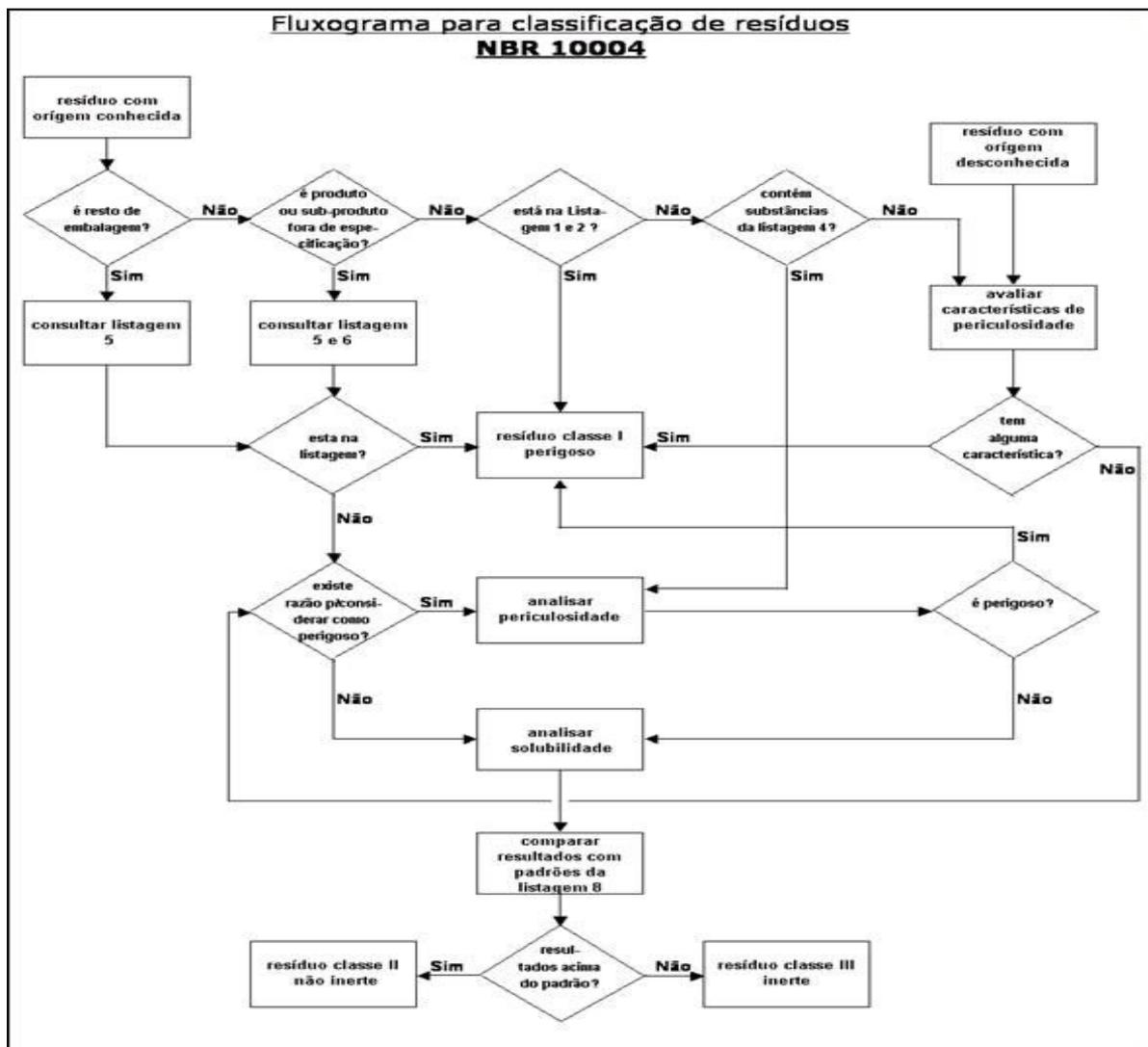


Figura 23 – fluxograma de classificação dos resíduos
Fonte: @mbiental-e, 2007.

Os resíduos sólidos gerados pela indústria plástica, em grande parte, podem ser classificados como resíduos Classe II A – Não-Inertes que podem ser descartados como resíduo doméstico. São eles restos de papel, sucatas de madeiras, embalagens de papelão, etc. No entanto, também são gerados outros resíduos sólidos classificados como Classe I –perigos, como as embalagens contendo restos de tinta, graxas e óleos, as borras de tinta, os materiais de limpeza como panos, estopas e roupas contaminados com óleos e graxas etc. Os efluentes líquidos gerados em uma empresa de plástico estão relacionados ao nível de tecnologia empregada e a perda de água de circulação, e por isso geralmente estão classificados como efluentes domésticos. No entanto, caso o efluente esteja fora dos padrões normais estabelecidos pelo órgão ambiental do estado onde está sendo localizado o empreendimento, é necessário à criação de uma estação de tratamento de efluentes – ETE adequada para a realização de tratamento antes da disposição final do efluente.

Além dos efluentes e dos resíduos sólidos, no setor plástico pode ocorrer a emissões de poluentes atmosféricos como os particulados provenientes dos processos de transformação do plástico, e a geração de ruídos e vibrações que podem ocasionar riscos à saúde das pessoas envolvidas no processo. Para melhor avaliação destes poluentes são necessários um estudo e acompanhamento por profissionais capacitados desta área.

Considerando que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água, foi criada a resolução CONAMA 275/01, que exhibe o código de cores para a coleta seletiva a fim de facilitar o processo de reciclagem. O QUADRO 6 exhibe o código de cores para a coleta seletiva segundo a CONAMA 275/01.

Quadro 6 - Código de cores para coleta seletiva segundo a resolução do CONAMA 275/01

Cor	Resíduo	Exemplos
AZUL	Papel e papelão	Caixas de papelão, folha de ofício, papel toalha, jornal, papel timbrado, rótulos, embalagens, etc.
VERMELHO	Plástico	Garrafas plásticas, filme ou embalagens plásticas.
VERDE	Vidro	<i>Embalagens de vidro</i>
AMARELO	Metais	Embalagens metálicas não contaminadas, latas de alumínio, chapas metálicas, anéis de vedação dos produtos, etc.
PRETO	Madeira	Resíduos derivados de madeira, tábuas, cadeiras, classes etc.
LARANJA	Resíduo perigoso	Resíduo contaminado com óleo, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, embalagens contaminadas, resíduos do ambulatório, etc.
BRANCO	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde	Seringas, agulhas, gases, algodão etc.
ROXO	Resíduos radioativos	Raios-X, baterias, etc.
MARROM	Orgânico	Guardanapos usados, restos de comida e frutas, resíduos de podas, meios de cultura descontaminadas, etc.
CINZA	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação	

Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2007.

10 SITES DE INTERESSE

Agencia Nacional de Vigilância sanitária – ANVISA:
<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2007/150807_2.htm>.

Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis – ABIEF:
<<http://www.abief.com.br/>>.

Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM: <<http://www.abiquim.org.br/>>.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico - ABIPLAST: <www.abiplast.org.br>.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT: <<http://www.abnt.org.br/>>.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRES: <<http://www.cempre.org.br/>>.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>.

CNTL SENAI: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais renováveis - IBAMA:
<<http://www.ibama.gov.br/>>.

Ministério do Trabalho e Emprego – MTE: <www.mte.gov.br/>.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE:
<http://www.sebrae.com.br>.

Conclusões e Recomendações

Por meio deste trabalho, é possível verificar que a Produção mais Limpa (PmaisL) é uma importante ferramenta para conseguir o desenvolvimento sustentável econômico e ambiental, tanto para o setor plástico quanto aos demais. Com a PmaisL é possível obter um melhor gerenciamento de resíduos, prevenir a geração dos mesmos, além de contribuir para a redução de custos e desperdícios. Uma vez que para a implementação da PmaisL são necessárias a qualificação e a quantificação de entradas e saídas do processo.

Recomenda-se o auxílio de consultoria especializada para desenvolver pela primeira vez atividades de PmaisL na empresa, de forma a adquirir conhecimentos e técnicas que possibilitem a continuidade do trabalho de forma independente. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL SENAI/UNIDO/UNEP presta serviços de consultoria em PmaisL para empresas do setor estudado. Contato: cntl.att@dr.rs.senai.br

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Classificação dos Resíduos**. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/eventos/abes/SeminaResiSolid/Classificacao%20de%20Residuos.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2007.

@MBIENTAL-E. **Fluxograma para a Classificação dos Resíduos**. Disponível em: <http://www.ambiental-e.com.br/residuos_classificacao.php>. Acesso em: 31 ago. 2007.

ATLAS, Equipe. Segurança e Medicina do Trabalho – Manual de Legislação. 60ª ed. São Paulo: Atlas, 2007, 692 p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2007.

DACARTO BENVIC. **Modelagem por extrusão**. Disponível em: <<http://www.dacartobenvic.com.br/processosdetransformacao/specificprocesstech/0,,17184-5-0,00.htm>>. Acesso em: 01 out. 2007.

ESTUDO da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/forCompetitividade/impZonLivComercio/23transfo rmadosplasticoscompleto.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2007.

FESURV. **Processamento termo-mecânico de plásticos**. Disponível em: <http://www.engmec.fesurv.br/Aula6_pl%E1sticos_process_reciclagem.ppt>. Acesso em: 31 ago. 2007.

INNOVA. **Por processo**. Disponível em: <http://www.innova.ind.br/site2004/por_processo.asp>. Acesso em: 10 set. 2007.

JORNAL de plásticos. **Politeno estará presente na maior feira de plásticos da América Latina**. Disponível em: <<http://www.jorplast.com.br/jpfev03/pag16.html>> Acesso em: 28 ago. 2007.

PLASTIVIDA. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/os_plasticos/tiposdeplastico.htm>. Acesso em: 28 ago. 2007.

RESOLUÇÃO Nº 275/01. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>>. Acesso em: 29 ago. 2007.

SIMPEP. **Mundo do plástico**. Disponível em: <http://www.simpep.com.br/mundo_id.php?id=9> Acesso em: 10 set. 2007.

SOLVAY INDUPA. **Processos de transformação**. Disponível em: <<http://www.solvayindupa.com/processosdetransformacao/processingmethod/0,,12538-5-0,00.htm>>. Acesso em: 31 set. 2007.

SOUZA, M. C. A. F. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/forCompetitividade/impZonLivComercio/23transfo rmadosplasticoscompleto.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2007.

SUZANO. **O setor petroquímico**. Disponível em: <<http://www.suzanopetroquimica.com.br/webste/home/SobreaEmpresa/osetorpetroquimico.cfm #setor>>. Acesso em: 29 ago. 2007.

UFRJ. **Reciclagem de lixo e química verde**. Disponível em: <http://www.ccmn.ufrj.br/curso/trabalhos/pdf/quimica-trabalhos/quimica_meioambiente/quimicaeamb2.pdf>. Acesso em: 03 set. 2007.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. **Crescimento sustentável da indústria de plásticos criando estratégias de ação**. Disponível em: <<http://www.mackenzie.com.br/editoramackenzie/revistas/administracao/adm5n1/145.pdf>> Acesso em: 30 ago. 2007.

YOSHIGA, A.; TOFFOLI, S. M.; WIEBECK, H. **Estudo do composto de PVC**

reciclado/CaCO₃ em pastas vinílicas. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/po/v14n3/21554.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2007.

Nome do técnico responsável

Joseane Machado de Oliveira – Engenharia Química
Claudio Olavo Marimon da Cunha – Engenheiro Ambiental

Nome da Instituição do SBRT responsável

SENAI-RS - Centro Nacional de Tecnologias Limpas

Data de finalização

23 nov. 2007