

BENEFICIAMENTO DE SUCATA PLÁSTICA: SUBSÍDIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Priscila Maria dos Santos Silva¹
Ênio Estevam de Santana²

Resumo

A reciclagem dos resíduos plásticos torna-se importante não apenas pelo volume significativo gerado e facilidade de reindustrialização desse material, mas, sobretudo pela sua característica de não degradabilidade quando disposto de forma inadequada em aterros industriais ou pela geração de toxinas, quando submetidos a processos de incineração. Além disso, este mercado demonstra-se atraente para iniciativas empresariais, com reflexos socioeconômicos diretos relacionados com a melhoria da qualidade de vida da população, geração de renda e atenuação de problemas ambientais. Contudo, o fluxo de sucatas plásticas gerado pelas unidades industriais que são encaminhados para processos de beneficiamento ainda apresenta desperdícios, que inviabilizam produções mais limpas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os aspectos ambientais do processo produtivo de beneficiamento da sucata plástica visando o desenvolvimento da produção mais limpa na empresa de reciclagem. A análise dos dados foi realizada com base na metodologia para implementação da produção mais limpa do Centro Nacional de Tecnologias Limpas contemplando as seguintes etapas: análise do fluxograma do processo produtivo, análise quantitativa de entradas e saídas e a identificação de oportunidades. A empresa analisada opera com o beneficiamento do plástico através da reciclagem mecânica de sucatas pós-industrial. Essa técnica é composta pelas etapas de seleção, moagem, aglomeração, extrusão, granulação para conversão dos resíduos plásticos em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, conduítes, componentes de automóveis, e outros. Os resultados indicaram que há necessidade da empresa desenvolver uma medição setorizada de cada etapa do processo produtivo para ter maior controle dos materiais de entrada e saída, juntamente com a aplicação de uma maior padronização do processo de beneficiamento, no uso e manutenção dos equipamentos, tendo em vista a implantação de procedimentos de melhoria contínua para economia de água e energia. Com isso, apontamos a necessidade de maiores investimentos nas áreas operacionais e tecnológicas para que não haja perda da sucata plástica beneficiada e de melhorar o sistema de gestão do produto para que o processo seja mais ecoeficiente, tendo em vista não só as questões ambientais, mas também a qualidade de seus produtos e serviços.

Palavras-chave: Produção mais Limpa. Prevenção a Poluição. Reciclagem.

¹Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador; Pós-graduanda em Gestão Ambiental em Municípios pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestre em Ecologia e Gestão Ambiental pela Universidade Federal da Bahia. Email: biocila@gmail.com (Autora).

²Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia; Especialista em Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; Pós-graduando em Gestão Ambiental em Municípios pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Email: bioenio@gmail.com (Co-autor).

1. INTRODUÇÃO

A crescente inserção das questões ambientais no processo produtivo por algumas empresas constitui um dos principais fatores de diferenciação e acréscimo de valor aos seus produtos e serviços (MCDONOUGH e BRAUNGART 2002, p.53, MORRISSEY e BROWNE 2004, p.13). Parte deste aumento se deve ao maior rigor das legislações ambientais, bem como à declarada opção pelas práticas de redução da geração e fomento ao reuso de materiais preconizada na Lei Federal 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que, no seu capítulo III, seção II, artigo 30, dispõe sobre objetivos da responsabilidade compartilhada (BRASIL, 2010, p.3).

Entre estes objetivos, podemos destacar a compatibilização dos interesses dos agentes econômicos / sociais e dos processos de gestão empresarial / mercadológica com os interesses da gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; a promoção do aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para as cadeias produtivas; e também o estímulo ao desenvolvimento de mercado, à produção e ao consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis (BRASIL, 2010, p.14).

Nessa perspectiva, a PNRS aborda a gestão integrada de resíduos sólidos como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa da sustentabilidade (BRASIL, 2010, p.2).

Este conceito abrange atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim. Uma vez definido um modelo de gestão de resíduos sólidos, deve-se criar nas empresas uma estrutura em que sejam considerados todos os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição segura, assim como os aspectos de reciclagem máxima dos resíduos, buscando, inclusive, incorporar mudanças dos padrões de produção e consumo.

Dessa forma, a implantação da gestão integrada de resíduos sólidos pode proporcionar a redução da carga poluidora gerada, porque envolve a revisão do processo produtivo com vistas à melhoria contínua do desempenho ambiental das organizações. Assim, pode resultar em redução do consumo de matéria-prima e insumos, e das emissões atmosféricas de poluentes e resíduos sólidos.

Além dos aspectos legais focarem num processo produtivo mais sustentável, o fator econômico tem conduzido as empresas a introduzirem tecnologias mais limpas nos seus processos produtivos. Para Kiperstok et al. (2002, p.32), as exigências de aplicação da melhor tecnologia disponível proporcionam a interiorização de medidas de controle ambiental nas fábricas, trazendo, inclusive, critérios econômicos para a decisão das técnicas a serem adotadas.

Nesse contexto, a cultura crescente da produção mais limpa, buscando técnicas de minimização de resíduos, traz à tona o grande desperdício que tem sido o descontrole nos pontos geradores de resíduos, bem como o custo de envio e manutenção destes em aterros industriais controlados.

Tanimoto (2004, p.24), ressalta que as estratégias de produção mais limpa pode ser aplicada tanto a processos de produção (conservação de matéria prima e energia, eliminação de material tóxico e redução da geração de efluentes sólidos, líquidos e gasosos), produtos (redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto desde a sua extração até a disposição final) e serviços (incorporação de conceitos ambientais no projeto e na distribuição dos serviços).

Todas essas ações resultam na prevenção da poluição, que representa um novo paradigma para equacionar o problema da poluição, pois transfere o eixo da discussão dos limites da fábrica para o interior do processo produtivo. Para tal, torna-se necessário identificar as causas da geração de resíduos, que estão normalmente associadas às falhas no processo produtivo.

Neste cenário, o presente estudo busca analisar os aspectos ambientais do processo produtivo de beneficiamento da sucata plástica visando o desenvolvimento da produção mais limpa na empresa de reciclagem.

2. BENEFICIAMENTO DA SUCATA PLÁSTICA

Os plásticos destacam-se dentre os resíduos recicláveis gerados pelas empresas por serem aqueles produzidos em volumes mais significativos e apresentarem um elevado potencial de reaproveitamento (JESUS-FILHO, 2012, p.3). Devido ao baixo custo de produção, peso reduzido, resistência e capacidade de ser moldado nas mais diversas formas, esses materiais são utilizados por inúmeros setores da cadeia produtiva, no Brasil e no mundo, estando presente em muitos dos produtos que consumimos.

O processo de reciclagem do plástico pode ser dividido em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária. A reciclagem primária (polímero pós-industrial) e a secundária (pós-consumo) são conhecidas como reciclagem mecânica. A reciclagem terciária também é chamada de química e a quaternária de energética (SPINACÉ E DE PAOLI, 2005, p.66).

A reciclagem mecânica, que é a forma de reaproveitamento mais difundida no Brasil, consiste na combinação de um ou mais processos operacionais (moagem, aglomeração, extrusão, granulação) para conversão dos resíduos plásticos (descartes plásticos pós-industriais e pós-consumo) em grânulos com a mesma atuação e características do plástico virgem, que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não alimentícias e outros (AMARAL *et al.*, 2011, p.45; BELCHIOR, 2009, p.22; SPINACÉ E DE PAOLI, 2005, p.66).

Nesse processo de beneficiamento o plástico inicialmente é moído por um moinho de facas e, após ser triturado, passa por uma etapa de lavagem para a retirada dos contaminantes e volta ao processamento industrial. Nesta etapa, o excesso de água é retirado em um secador rotativo (AMARAL *et al.*, 2011 p.45; FIESP, 2007 p.26; JESUS-FILHO E ALMEIDA, 2012, p.4).

Após a secagem, o material é transferido para o aglutinador, que tem a forma de um cilindro contendo hélices que giram em alta rotação e aquecem o material por fricção, transformando-o numa pasta plástica (aglutinado). Além de completar a secagem, o aglutinador compacta o material, reduzindo-se, assim, o volume que será enviado à extrusora. O aglutinador também é utilizado para incorporação de aditivos – como cargas, pigmentos e lubrificantes (AMARAL *et al.*, 2011 p.45; FIESP, 2007 p.26; JESUS-FILHO E ALMEIDA, 2012, p.4).

Em seguida, é aplicada água em pequena quantidade para provocar resfriamento repentino, que faz as moléculas dos polímeros se contraírem, aumentando sua densidade. Assim, o plástico adquire a forma de grânulos e entra na extrusora, máquina que funde e dá aspecto homogêneo ao material, que é transformado em tiras. Na saída da extrusora, encontra-se o cabeçote, do qual sai a tira contínua (AMARAL *et al.*, 2011 p.45; FIESP, 2007 p.26; JESUS-FILHO E ALMEIDA, 2012, p.4).

Nessa última etapa, essas tiras de material derretido passam por um banho de resfriamento, que as solidificam. Depois, são picotados em grãos, chamados "*pellets*", ensacados e vendidos para confecção dos artefatos plásticos, que podem misturar o material reciclado com resina virgem para produzir novas embalagens, peças e utensílios (AMARAL *et al.*, 2011 p.45; FIESP, 2007 p.26; JESUS-FILHO E ALMEIDA, 2012, p.4).

Nesse contexto, a reciclagem dos plásticos torna-se claramente importante não apenas pelo volume gerado e facilidade de reindustrialização, mas sobretudo pela sua característica de não degradabilidade quando disposto de forma inadequada em aterros industriais ou pela geração de toxinas, quando submetidos a processos de incineração (AMARAL *et al.*, 2011 p.45; FIESP, 2007 p.26; JESUS-FILHO E ALMEIDA, 2012, p.4).

Ressaltamos que o processamento da matéria-prima reciclada apresenta benefícios em relação à produção da matéria-prima virgem. Entretanto existem alguns gargalos que devem ser ultrapassados para utilização dessa tecnologia. Dentre eles a obtenção de matéria-prima de boa qualidade e os entraves operacionais relacionados à segregação do material útil à reciclagem.

Nesse sentido, ao analisar o processo de beneficiamento da sucata plástica pode-se construir ferramentas essenciais ao gerenciamento dos resíduos como a aplicação da produção mais limpa. Vale ressaltar, que conforme relatado por Faria e Pacheco (2011, p.3) a ferramenta produção mais limpa aparece como uma boa opção para otimizar o consumo de água e energia, bem como minimizar os resíduos e emissões na fonte geradora. As autoras (2011, p.3) afirmam que é possível adotar medidas preventivas, referentes aos aspectos de mudança de matérias-primas, mudança tecnológica no processo ou no equipamento, mudanças no produto, reuso tornando assim a produção mais limpa uma ferramenta viável para práticas de gerenciamento voltadas para reciclagem de resíduos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A atual pesquisa apresenta a configuração de um estudo de caso, que de acordo com Ponte (2006, p.25), trata-se de uma investigação que se debruça sobre uma situação exclusiva,

procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, dessa forma, contribuir para a compreensão global de certo fenômeno de interesse.

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa de gerenciamento de resíduos industriais, localizada na Região Metropolitana de Salvador, no município de Simões Filho – BA e analisa somente o processo de beneficiamento da sucata plástica, que se constitui como a produção de pellets de plástico reciclado, obtido preferencialmente a partir de sucata pré-selecionada de polietileno e destinado às indústrias fabricantes de artefatos / peças plásticas, moldadas principalmente por extrusão, injeção e sopro.

A empresa analisada opera com o beneficiamento do plástico através da reciclagem mecânica de sucatas pós-industrial. Os principais tipos de resíduos plásticos convertidos pela empresa em grânulos são o Polietileno (PE), o Polipropileno (PP) e o Polipropileno Biorientado (BOPP).

Os dados foram coletados através de visita *in loco*, tendo em vista observar este processo fabril sendo executado. Além da observação direta não participante da linha de produção foram realizadas entrevistas semiestruturadas junto aos operadores do processo com o objetivo de coletar dados para análise e verificação de possibilidades de melhoria, no processo de reciclagem de plástico, sob o ponto de vista ambiental.

Os questionamentos foram baseados nos requisitos descritos pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) para a implementação de Programas de Produção mais Limpa (SENAI, 2003, p.15) e abordaram informações sobre: a) dados gerais da empresa; b) matéria-prima; c) produto final; d) fluxograma do processo e maquinário envolvido em cada etapa; e) consumo de energia; f) consumo de água; g) consumo de produtos químicos; h) geração de resíduos; i) dados mensais de produção.

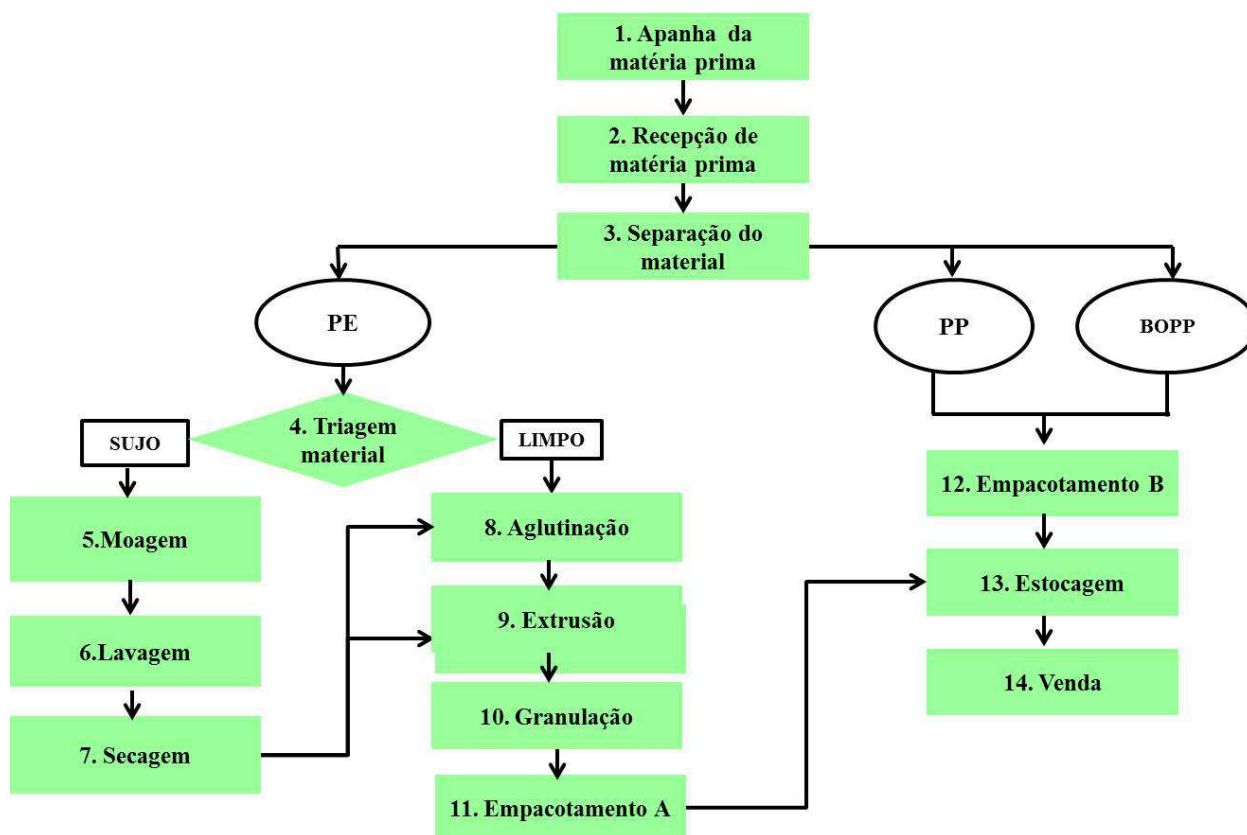
A análise dos dados foi realizada com base na metodologia para implementação da produção mais limpa do CNTL contemplando as seguintes etapas: análise do fluxograma do processo produtivo, análise quantitativa de entradas e saídas e a identificação de oportunidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fluxograma do processo produtivo

A confecção do fluxograma completo do processo de beneficiamento da sucata plástica da empresa de reciclagem analisada permitiu o dimensionamento de todas as etapas envolvidas na produção do material reciclado, conforme demonstra a Figura 1. Esse mapeamento detalhado ilustra como ocorre o processo desde a recepção da matéria-prima até a venda para o cliente na unidade industrial.

Figura 1: Fluxograma do processo de beneficiamento da sucata plástica



Fonte: Elaboração própria

Segundo o SENAI (2003, p. 20), 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.

Amaral *et al* (2011, p.52) menciona que a reavaliação dos processos produtivos sob o foco dos seus aspectos ambientais certamente auxiliará as empresas transformadoras e recicladoras de material plástico na busca de uma maior participação nos mercados nacional e internacional, tornando-as aptas a competir e ampliando o volume de produtos plásticos elaborados dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável.

4.2 Análise quantitativa de entradas e saídas

Essa etapa da implementação da produção mais limpa correspondente à quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos) e saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos) das operações, juntamente com o levantamento dos dados mais detalhados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento dessas entradas

e saídas. A síntese analítica das entradas e saídas dos materiais identificados no presente estudo encontrasse descrita no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese analítica de entradas e saídas do processo de beneficiamento da sucata plástica

MATÉRIAS-PRIMAS GERAIS - usados em todas as etapas do processo			MATERIAIS SÓLIDOS GERAIS – usados em todas as etapas do processo			
48t/mês Matéria-prima (27t PE; 1t BOPP; 9t PP); 65 und / mês de EPI's			5t/mês perdas (2,5t impurezas; 2,3t rejeitos; 200kg lodo ETE); 37,5kg de EPI's usados			
ENTRADAS		PROCESSO		SAÍDAS		
Matérias-Primas Auxiliares**	Água*	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Materiais Sólidos**	Emissões Atmosféricas
Combustível; Pneu; Papel; Caneta			1. Apanha matéria prima		Pneu usado; Baterias gastas; Papel e Caneta usados	Fumaça - Caminhão**
Combustível; Pneu; Papel; Caneta; Lona			2. Recepção de matéria prima		Pneu usado; Baterias gastas; Papel e Caneta usados	Fumaça - Caminhão**
Big Bag's; Ferramentas			3. Separação		Big Bag's usados; Ferramentas gastas	
Big Bag's; Ferramentas			4. Triagem		Big Bag's usados; Ferramentas gastas	
Big Bag's; Ferramentas		2700kw/mês (moinho)	5. Moagem		Big Bag's usados; Ferramentas gastas	
Ferramentas; 60kg/mês Soda Cáustica; 136kg/ mês Policloreto de alumínio; 80gr/mês Polímero catiônico	120m ³ / mês	900kw/mês (lavadora) / 36kw/mês (roda gigante) / 63kw/mês (bomba ETE)	6. Lavagem	Água (ETE)**	Ferramentas gastas; Embalagens produtos químicos vazias	Vapor d'água**
Ferramentas;		2700kw/mês (secadora) / 360kw/mês (ventilador)	7. Secagem	Água (ETE)**	Ferramentas gastas	Vapor d'água**
Ferramentas;	1,28m ³ / mês	6480kw/mês (aglutinador)	8. Aglutinação		Ferramentas gastas	
Ferramentas;	0,07m ³ / mês	720kw/mês (extrusora) / 444kw/mês (motor resistência) / 12kw/mês (bomba banheira)	9. Extrusão	Água (ETE)**	Ferramentas gastas	Vapor d'água**
Ferramentas;		120kw/mês (picotador)	10. Granulação		Ferramentas gastas	
Ferramentas; Embalagens		0,24kw/mês (balança)	11. Empacotamento A		Ferramentas gastas	
Ferramentas; Embalagens		1080kw/mês (prensa)	12. Empacotamento B		Ferramentas gastas	
Palets de madeira; Gás empilhadeira; Pneu.			13. Estocagem		Palets quebrados; Botijão de Gás; Pneu usado.	
Telefone; Computador; Papel; Caneta		35kw/mês (computador)	15. Venda		Aparelhos danificados; Papel e Caneta usado	
	121,35m³	15.616kw	Média mensal			

* Valor aproximado; ** Quantidades não calculadas por falta de informação.

Com a análise do levantamento dos dados quantitativos descritos no Quadro 1 verificou-se que a matéria-prima principal compreendia resíduos do plásticos Polietileno (PE), sendo adquirido tanto de indústrias como de cooperativas. A energia elétrica e a água eram fornecidas pelos órgãos municipais competentes e utilizadas nas várias etapas do processo.

O vapor d'água gerado pelas máquinas de moagem, secagem e extrusão dissipava-se dentro dos limites das empresas e não sendo quantificado. Já a água residual, originada nos estágios de lavagem, secagem e extrusão, por sua vez, era encaminhada para Estação de Tratamento de Efluentes – ETE com capacidade para 5m³/h, com filtro pressurizado e leito de secagem. A ETE executa automaticamente os processos de oxidação química, aeração, coagulação, floculação, decantação e filtração.

O sistema de tratamento de efluentes líquidos utilizado pela empresa permite o reuso da água utilizada na lavagem dos resíduos plásticos, minimizando dessa forma o custo com o consumo de água e descarte do efluente gerado no processo industrial. Salientamos que o reuso de efluentes tratados, para fins não potáveis tem sido cada vez mais aceito e estimulados pelos órgãos ambientais, sendo essa motivação derivada de fatores como o controle no consumo de água potável e a redução dos custos operacionais, além da segurança do contínuo abastecimento de água para o processo produtivo.

4.3 Identificação de oportunidades.

Os resultados observados indicam que a empresa investigada pode aumentar sua eficiência produtiva e possui uma perda anual relevante nos seus custos operacionais. Foi avaliado o processo produtivo e propostas de melhorias que podem auxiliar a empresa no alcance de uma maior eficiência operacional, otimização de custos e redução de resíduos.

Após a análise do processo por meio do fluxograma, foram sugeridas oportunidades de melhorias seguindo os princípios de adequação de La Grega (1994, p. 54), referentes à prevenção da poluição na fonte, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Identificação de oportunidades

Oportunidades e ou problemas	Área da empresa	Tipo de medida segundo “La-grega”	Barreiras e Necessidades
1. Racionalização do consumo hídrico	Produção	Boas práticas operacionais	Recursos Humanos e Treinamento
2. Medição setorizada da energia	Administração	Boas práticas operacionais	Recursos Humanos e Treinamento
3. Controle do uso do EPI	Administração	Boas práticas operacionais	Recursos Humanos e Treinamento
4. Padronização das técnicas	Administração	Boas práticas operacionais	Resistência operadores
5. Diminuição do ruído na área de trabalho	Produção	Mudanças na tecnologia	Custos, instalações e equipamentos antigos
6. Monitoração do sistema ETE	Produção	Boas práticas operacionais	Recursos Humanos e Treinamento
7. Substituição de insumos tóxicos	Produção	Mudança no insumo	Estudos analíticos
8. Gestão integrada de matérias e energias	Produção	Boas práticas operacionais	Recursos Humanos e Treinamento

A partir destas oportunidades, verifica-se que as melhorias estão evidenciadas na racionalização do consumo hídrico e na medição setorizada da energia. A racionalização do consumo hídrico tende resolver o problema da ausência de controle hídrico na empresa, para tanto identificamos como oportunidade o estabelecimento de uma medição contínua do consumo hídrico e sugerimos a adoção da medição diária dos hidrômetros com o objetivo de padronizar o consumo e evitar vazamentos, juntamente com o treinamento de funcionário para realização efetiva do controle diário.

No que diz respeito à medição setorizada da energia percebe-se a ausência de controle energético sendo necessário também o estabelecimento de uma medição contínua do consumo energético podendo ser revisto o contrato de demanda de energia.

Segundo La Grega (1994) as boas práticas operacionais por meio de melhorias no manuseio dos equipamentos e materiais e programação da produção, podem reduzir e/ou eliminar perdas na produção. Com base nos dados coletados, observam-se oportunidades de melhorias possíveis e com baixo custo a serem implementadas pela empresa com objetivo de reduzir e eliminar perdas no processo produtivo.

Ao reduzir seus custos, as empresas elevam sua competitividade, pois podem praticar preços menores e melhorar sua imagem junto aos consumidores, cada vez mais conscientes e bem informados sobre efeitos ambientais e processos produtivos ambientalmente saudáveis. Para que o gerenciamento ambiental atinja a sua efetividade há a necessidade de adequá-lo às características e cultura da empresa, considerando sempre os objetivos desejados com a mudança almejada. Além disso, é crucial a existência de um sistema de informações moderno que proporcione o desenvolvimento de tecnologias, bem como fontes alternativas que possibilitem a compreensão de práticas, procedimentos, processos e recursos, objetivando o aprimoramento continuado das atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicaram que há necessidade da empresa desenvolver uma medição setorizada de cada etapa do processo produtivo para ter maior controle dos materiais de entrada e saída, juntamente com a aplicação de uma maior padronização do processo de beneficiamento, no uso e manutenção dos equipamentos, tendo em vista a implantação de procedimentos de melhoria contínua para economia de água e energia.

Com isso, apontamos a necessidade de maiores investimentos nas áreas operacionais e tecnológicas para que não haja perda da sucata plástica beneficiada e de melhorar o sistema de gestão do produto para que o processo seja mais ecoeficiente, tendo em vista não só as questões ambientais, mas também a qualidade de seus produtos e serviços.

Dessa forma sugerimos a implantação de procedimentos de melhoria contínua para economia de água e energia aliado a combinação de diversos instrumentos, agindo em diferentes pontos da cadeia de produção por meio da integração e complementação com as práticas dos conceitos de Prevenção da poluição, Produção mais limpa, Eco-eficiência.

REFERÊNCIAS

AMARAL, G.; KUMAGAI-JUNIOR, A. O.; FRAGA, S. C. L.; SOUZA, A. H.C. B. 2011. **Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos**. Série P + L. São Paulo: CETESB: SINDIPLAST, 2011. 90 p.: il. color.

BELCHIOR, D. 2009. **Estudos sobre os problemas gerados durante o processo de reciclagem de materiais termoplásticos. Estudo de caso: Cooperativa de catadores de**

materiais reciclados do Grande ABCD. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado no curso de Tecnologia em Produção com ênfase em Plásticos na Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. São Paulo, 90 p.

BRASIL. 2010. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília.

FARIA, F.P.; PACHECO, E.B.A.V. **A reciclagem de plástico a partir de conceitos de Produção Mais Limpa.** GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 6, nº 3, Jul-Set/2011, p. 93-107

JESUS-FILHO, N.; ALMEIDA, E. S. **Simbiose Industrial: Viabilidade a partir de Resíduos Plásticos gerados no Pólo Industrial de Camaçari-Ba.** Revista Meio Ambiente Industrial. v. 98. p. 82-90. 2012. ISSN 1809-650x.

LA GREGA, M. D., BUCKINGHAM, P.L., EVANS, J.C., 1994. **Hazardous Waste Management: environmental resources management.** McGraw-Hill, New York.

PONTE, J. P. **Estudos de caso em educação matemática.** Bolema, 25. 2006.

TANIMOTO, A. H. 2004. **Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos no Pólo Petroquímico de Camaçari.** 169 f. Dissertação apresentada ao de Curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Departamento de Engenharia Ambiental, UFBA, Salvador.

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

SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI M. A. 2005. **A tecnologia da reciclagem de polímeros.** Revisa Química Nova, Vol. 28, No. 1, 65-72.