



Acc4emic

INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

Vantagens Ambientais e Econômicas da Implementação de Produção Mais Limpa em uma Empresa de Polímeros

OLIVEIRA NETO, G. C. ^{a,b*}, SHIBAO, F. Y. ^a, CHAVES, L. E. C. ^a; SANTOS, L. C. ^a, GODINHO FILHO, M ^b

a. Universidade Nove de Julho, São Paulo

b. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos

**Corresponding author, geraldo.neto@uninove.br*

Resumo

O objetivo desse estudo foi de avaliar a vantagem ambiental e econômica da implementação da Produção mais Limpa em uma empresa fabricante de plástico na reciclagem em ciclo fechado de polímeros. O método de pesquisa utilizado foi qualitativo em estudo de caso único, desenvolvido por meio de entrevista semiestruturada e observação participante e quantitativo por meio do método *Wuppertall* para avaliar os ganhos ambientais. Os resultados da pesquisa apontam vantagens econômicas e ambientais bastante representativas.

Palavras-chave: *Produção Mais Limpa, Reciclagem de Polímeros, Vantagem ambiental, Vantagem econômica.*

1. Introdução

O Relatório da Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas diz que o desenvolvimento sustentável é aquele capaz de suprir as necessidades da população mundial atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras (CMMAD, 1998). Portanto, as empresas atualmente precisam reformular as suas estratégias operacionais para contribuir com a sustentabilidade, considerando as práticas de Produção Mais Limpa (P+L) nas decisões de fabricação.

Assim, o desenvolvimento sustentável começa a fazer parte do sistema econômico atual, exigindo que as empresas revejam o seu processo produtivo, incorporando o conceito de “produto verde” tanto com o objetivo de atender legislações, quanto para conquistar novos mercados que se formam nesse contexto. Porém, vale ressaltar que os gestores organizacionais poderão conquistar vantagem ambiental e econômica com a implementação da P+L para redução das emissões e reciclagem em ciclo fechado de resíduos sólidos.

Outro aspecto relevante da implementação da P+L consiste no atendimento à legislação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que visa à proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente, não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos para evitar o descarte indevido no sistema produtivo (BRASIL, 2010).

O objetivo desse estudo é avaliar a vantagem ambiental e econômica da implementação da P+L em uma empresa fabricante de plástico na reciclagem em ciclo fechado de polímeros.

O problema de pesquisa: **É possível obter vantagem ambiental e econômica com a gestão de resíduos sólidos utilizando produção mais limpa? Como podem ser mensuradas e comparadas essas vantagens?**

O trabalho encontra-se dividido em cinco seções. Na primeira seção é apresentada a introdução complementada pelo objetivo e questão de pesquisa. A revisão bibliográfica é apresentada na segunda seção. Na terceira, são apresentados os procedimentos metodológicos. A análise dos dados e resultados são apresentados na quarta seção e na quinta seção são apresentadas as conclusões e as sugestões para prosseguimento das pesquisas.

2. Revisão da Literatura

2.1 *Produção Mais Limpa – (P+L)*

A aplicação contínua da estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos de produtos com o objetivo de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, além da minimização ou reciclagem dos resíduos gerados, significa P+L, portanto visa a eficiência, lucratividade e a competitividade das empresas, enquanto protege o meio ambiente, consumidor e o trabalhador (SENAI-RS, 2003; UNEP, 2006).

O ponto a ser destacado nesse estudo se caracteriza pelo processo de reciclagem integrado ao processo produtivo, isto é, consiste no reaproveitamento do material do qual o resíduo é composto, para a mesma finalidade ou para finalidades distintas de uso, segundo Furtado (2005).

As ações de P+L diferem-se das ações de fim-de-tubo. Enquanto na primeira é feito um estudo direcionado para as causas da geração do resíduo e o entendimento das mesmas, a última dedica-se à solução do problema sem questionar (CTNL, 2003; YUKSEL, 2008). As tecnologias fim de tubo atuam visando remediar os efeitos negativos da produção, ou seja, depois que a poluição ou resíduo foi gerada no processo produtivo (THOMAS, 2010).

O objetivo de uma indústria é a transformação de matérias-primas e energias retiradas do meio ambiente para produzir bens e serviços para a sociedade. Logo, a P+L reduz a quantidade de reagentes tóxicos descartados no meio ambiente, fazendo com que a água e matérias-primas circulem o máximo possível dentro do processo de produção antes do descarte, resultando em um ganho de eficiência, conforme Yuksel (2008).

2.2 *Reciclagem de polímeros*

Plásticos são constituídos de grandes moléculas chamadas de polímeros que dependendo de sua composição apresentarão propriedades físicas e químicas deferentes, segundo Mano (1985). A produção de polímeros é resultante das reações de substâncias químicas menores cujas estruturas dependem do método de polimerização empregado.

A polimerização por adição produz uma macromolécula com repetidas unidades monoméricas, por exemplo, monômeros de cloreto de vinila produzem o cloreto de vinila (PVC).

Na polimerização por condensação, dois monômeros com grupos funcionais diferentes se combinam e forma um dímero, que por sua vez reage com um dos monômeros, formando o trímero e assim por diante, fazendo crescer a cadeia polimérica.

Os materiais plásticos mais utilizados no mundo são o PVC, PET e o polietileno, e a reciclagem dos mesmos é viável do ponto de vista econômico e ambiental, segundo Anon (1997).

A reciclagem primária é o reaproveitamento de peças defeituosas, aparas, rebarbas das linhas de produção da própria fábrica (PIVA; WIEBECK, 2004).

Enquanto a reciclagem secundária ou mecânica é a transformação dos resíduos plásticos descartados, em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros materiais, como pisos, sacos de lixo, solados, mangueiras, componentes de carros etc., conforme Piva e Wiebeck (2004). Os fatores que impulsionam esse tipo de reciclagem são a grande quantidade de material disponível, o custo de separação, coleta, transporte, armazenamento e preparação do resíduo, antes do processamento e também o custo do processamento e principalmente pela demanda do mercado de material reciclado.

A reciclagem terciária ou química é o reprocessamento de plásticos descartados, transformando em petroquímicos básicos como monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima, em refinarias ou centrais petroquímicas. O objetivo dessa reciclagem é a recuperação dos componentes químicos individuais para serem reutilizados como produtos químicos ou para a

produção de novos plásticos. Essa reciclagem permite produzir plásticos novos com a mesma qualidade de um polímero original (PIVA; WIEBECK, 2004).

Outro tipo de reciclagem conhecida como quaternária ou energética, é a recuperação de energia por meio do tratamento térmico aplicado aos resíduos plásticos. A energia contida em 1 kg de plásticos é equivalente a 1 kg de óleo combustível, conforme Anon (1997). Portanto, a reciclagem de plásticos por esse tipo pode economizar até 88% de energia elétrica, quando comparada com a produção a partir de derivados de petróleo (CEMPRE, 2012).

Neste artigo os polímeros estudados são os Polietilenos e os Polipropilenos, que são as chamadas Poliolefinas, que são obtidas de monômeros originados da indústria petroquímica, via polimerização em cadeia. São as mais produzidas no mundo devido custo baixo em larga escala e facilidade de processamento (CBIP, 2001)

Nesse trabalho a empresa estudada tratará os resíduos sólidos por meio da reciclagem primária e secundária ou mecânica, por ser a mais difundida nos meios produtivos, além de não necessitar de muita tecnologia para implantação, porque esta técnica consiste na seleção e limpeza de resíduos termoplásticos provenientes da produção ou de material descartados, em seguida o material é submetido à trituração, produzindo flocos, que são lavados, secos e depois submetidos a uma extrusora para produção dos grãos do material. O granulado poderá ser misturado com materiais novos do mesmo tipo para ser novamente processados.

2.3 Vantagem ambiental e econômica da implementação de P+L na reciclagem

Embora exista muitas opiniões e discursos à respeito das vantagens de se reciclar, é preciso que o empreendedor que irá se dedicar ao negócio tenha em mente de que o seu negócio é como qualquer um outro no sentido de que ele deve gerar lucros para que possa ser realmente sustentável. A reciclagem deve ser encarada como um negócio que vai gerar resultado financeiro, justificando a sua prática além do aspecto educativo e ambiental. Para isso, uma série de premissas devem ser levadas em consideração, tais como: nunca confiar em financiamento como forma de sobrevivência do negócio (ABIVIDRO, 2009).

Ainda segundo a Abividro (2009) outros aspectos como o envolvimento da comunidade é um pré-requisito para qualquer programa de reciclagem. Toda empresa de reciclagem terá mais sucesso se estiver inserida em um programa de coleta seletiva de lixo no Município onde atua. A empresa deve possuir uma excelente logística. Bons veículos, devidamente equipados e adequados à legislação local, uma rota muito bem definida a fim de que o gasto de combustível seja minimizado e, ao mesmo, tempo todos os clientes sejam visitados na frequência adequada. Sendo absolutamente fundamental que o programa de coleta seja regular, confiável, e a estrutura de armazenamento deve ser adequada.

Conhecimento do mercado é pré-requisito para garantir a compra dos resíduos a preços que possam sustentar a operação. É essencial que o empresário tenha uma noção dos custos envolvidos bem como das oscilações de mercado para a compra e venda de seus respectivos produtos. Nesse sentido, a organização de várias empresas em um sistema de cooperativas ou de franquias poderá ser muito útil, principalmente no sentido de apressar o retorno do investimento no negócio e de prover uma troca de experiência (ABIVIDRO, 2009).

Portanto, é possível obter vantagem econômica por meio de uso ecoeficiente dos recursos produtivos, permitindo reduzir custos em detrimento de uso matérias-primas recicladas, dentro das especificações técnicas, de modo que não prejudique a qualidade do produto e principalmente resultando na vantagem ambiental por meio da eliminação de resíduos, no controle da poluição, no uso racional de energia e na melhoria da saúde e segurança do trabalho (SENAI-RS, 2003). Segundo Giannetti e Almeida (2006), a ecoeficiência é uma filosofia proativa, reconhecida pelos setores industriais e que pode trazer vantagens competitivas.

3. Método de pesquisa

Toda ciência utiliza-se de métodos científicos, em contrapartida nem todos os ramos de estudo que empregam estes métodos são ciências como descreveram Marconi e Lakatos (2003). Dessas

afirmações se pode concluir que a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos.

Vale salientar que o objetivo do presente artigo consiste em mensurar as vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de aparas de plástico em estudo de caso. E para isso, os gestores de operações e ambientais se uniram para avaliar o ciclo de vida do produto para mensurar as condições técnicas de reuso de resíduos industriais de polímeros no sistema produtivo, permitindo a implementação da Produção Mais Limpa por meio de reciclagem no sistema produtivo.

Sendo assim, em primeiro momento realizou-se pesquisa bibliográfica para fundamentar conceitos sobre a implementação da Produção Mais Limpa na reciclagem de polímeros no sistema produtivo, pesquisando a possibilidade de ganho econômico e ambiental por meio dessa ação.

Segundo o Gil (1991) é importante em estudos exploratórios desenvolver arcabouço teórico apropriado para fundamentar a pesquisa de campo.

Para complementar este estudo de acordo com Yin (2005), o que justifica a utilização do método de estudo de caso único é o fato de preencher as condições exigidas para testar os objetivos propostos no trabalho. Para Eisenhardt (1989) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa focada em compreender a dinâmica presente em cada cenário, normalmente combinando métodos de coleta de dados, como arquivos, entrevistas, questionários e observações, podendo as evidências ser qualitativas ou quantitativas, ou ambas. Desta maneira é possível criar as condições adequadas para a compreensão, a contestação ou o confirmação da teoria, sendo um elemento chave para estudos exploratórios, segundo Yin (2005).

Em seguida, foi agendada a visita para realizar entrevista semi estruturada em conjunto com a observação participante com o gestor de operações e gestor ambiental da empresa de fabricação de componentes plásticos, que havia implementado no sistema produtivo o processo de reciclagem de aparas e possíveis avarias que pudessem ocorrer no sistema produtivo.

Essa organização tornou-se interessante para ajudar a responder o seguinte problema de pesquisa: **É possível obter vantagem ambiental e econômica com a gestão de resíduos sólidos utilizando produção mais limpa? Como podem ser mensuradas e comparadas essas vantagens?**

Para tanto, utilizou-se das técnicas de observação participante e a entrevista semiestruturada que são os instrumentos mais comuns da pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1992). Quando a pesquisa parte da observação participante geralmente constitui "uma poderosa técnica da metodologia qualitativa" (McCracken, 1991, p. 7). Enquanto a entrevista, por sua vez, provê acesso ao contexto do comportamento da pessoa e, desse modo, fornece um modo de compreender o significado desse comportamento, conforme Seidman (1991).

A coleta de dados por meio de entrevista semiestruturada em observação participante permitiu conhecer o processo e levantar as quantidades em massas de resíduos por mês que eram reutilizadas na fabricação de componentes de plástico levando-nos a desenvolver um estudo de caso único.

Outro aspecto relevante, foi contabilizar os custos de implementação do processo de reciclagem, possibilitando estabelecer análise econômica com o objetivo de avaliar o retorno do investimento.

Também, com base nos dados mensais em massa dos resíduos de polímeros reusados foi possível mensurar por meio do método Wuppertal (2008) as vantagens ambientais, em relação as mudanças ambientais associadas à extração de recursos de seus ecossistemas naturais. Desta forma, para suprir com um fluxo de material no sistema, uma quantidade maior de material foi previamente processada em vários compartimentos ambientais. Os compartimentos são classificados em: abiótico, biótico, água e ar.

O ecossistema é composto de compartimentos bióticos e abióticos com interação entre si, o compartimento biótico consiste no conjunto de todos os organismos vivos como plantas e decompositores, enquanto o compartimento abiótico é o conjunto de fatores não vivos, mas que influenciam no meio biótico, como a temperatura, pressão, pluviosidade de relevo, entre outros, conforme Odum (1998).

Denomina-se Intensidade Material, a quantidade total de material de cada compartimento que foi processado para suprir um dado material e para determinar essa Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (*Mass Intensity Factors*) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Os valores de MIF usados no presente trabalho estão na Tabela 1.

Apesar dos estudos de intensidade de material desenvolvido no instituto Wuppertal ter base na matriz energética da Alemanha e da Europa, esse fato não impossibilita a implementação dessa ferramenta no Brasil, porque segundo o instituto, os dados quantitativos são muito próximos.

Na Tabela 1 também apresenta-se a produção total de cada polímero e sua respectiva fração reciclada. No caso do PEBDL toda a reciclagem vai para a produção do preto.

Tab. 1 - Fatores de Intensidade de Material (dados da Europa, Alemanha)

| Resíduos | Total Produção Kg | Massa por Mês reciclada | Uni. | Intensidade de Material | | | |
|---|-------------------|-------------------------|------|-------------------------|---------|-------|-------|
| | | | | Abiótico | Biótico | Água | Ar |
| PEBD > Polietileno de baixa densidade | 100000 | 1000 | kg | 2,49 | | 122,2 | 1,617 |
| PEAD > Polietileno de alta densidade | 70000 | 600 | kg | 2,52 | | 105,9 | 1,904 |
| PP > Polipropileno granulado | 23000 | 200 | kg | 2,09 | | 35,8 | 1,482 |
| PEBDR > Polietileno Reciclado | 19500 | 19500 | kg | 2,12 | | 162,1 | 2,805 |
| PEBDL branco + PEBDL preto > (Coextrusado) Polietileno de baixa densidade liner branco e preto | 25000 | 300 | kg | 2,12 | | 162,1 | 2,805 |

Fonte: Os autores.

Para finalizar a pesquisa relacionou-se as vantagens econômicas com as vantagens ambientais, com o objetivo de mostrar que é possível ter vantagens econômicas e ambientais na implementação da Produção Mais Limpa no sistema produtivo.

4. Estudo de caso e análise dos dados

4.1 Apresentação do processo de reciclagem da empresa pesquisada

A estrutura básica da empresa conta com uma área de 10.000 m², que abriga um galpão dividido em quatro áreas: galpão industrial, escritório, vestiários e os sanitários.

A operação da empresa é constituída pela etapa de abastecimento, onde é a entrada dos polímeros virgem direto das usinas, no passo seguinte é a produção onde é realizado a extrusão, impressão se tiver na embalagem (rótulo) corte e solda, embalagem e expedição. A fase de envase/consumo é realizada no cliente onde o mesmo realiza o envase das embalagens para envio aos estabelecimentos onde os produtos vão chegar ao consumidor final.

A etapa de coleta, no caso do produto apresentar algum problema no processo ou ocorrer o vencimento da validade, o cliente entra em contato com a empresa que classifica o material para reuso no polímero virgem (Reciclagem primária). Na fase do reprocessamento manda diretamente para o processo de reciclagem onde o material será transformado novamente em polímeros e reclassificado com resina reciclada e também recebe a indicação para que tipo de embalagem será destinada (reciclagem secundária). Neste último caso ele já vem preparado pelo selecionador.

O reuso significa que todo o ciclo pode ser realizado novamente da mesma forma, e a cadeia se fecha novamente no ciclo de reciclagem como apresentado na Figura 1.



Fig. 1: Ciclo de operação da empresa.

Fonte: Os autores.

Portanto, a transformação mecânica em novos materiais ou produtos, consiste em submeter os materiais plásticos a processos mecânicos, moldando-os fisicamente em uma forma diferente da original. Os materiais termoplásticos, como é o caso das embalagens plásticas primárias, adequam-se vantajosamente ao processo, preservando, em grande parte, as propriedades físicas, químicas e mecânicas dos polímeros originais (GARCIA, 1998).

Na reciclagem primária, normalmente o volume de reuso é mais baixa, principalmente hoje que o controle do processo é muito maior. As organizações não querem ter estoque alto, compra-se o necessário. Desta forma, os gestores organizacionais implementaram o processo de reciclagem e reuso de polímeros para economizar na compra de polímero virgem. São reaproveitados após serem moídos, originando produtos com características idênticas ao polímero virgem (CBIP, 2001). Neste caso, por ter um volume pequeno em comparação à produção, ele é incorporado nela em pequena quantidade.

No processo de reuso utiliza-se o polímero reciclado junto com o polímero virgem. Vale ressaltar que a empresa deve analisar com cuidado as proporções a serem processadas para não prejudicar as características técnicas dos produtos fabricados. Na Tabela 2 mostra-se a proporção de carga de enchimento adicionada pela empresa pesquisada dado volume produzido.

Tab. 2 – Porcentagem de carga de enchimento de polímero na produção total.

| POLÍMERO | PRODUÇÃO TOTAL (Kg) | RECICLAGEM | % |
|-------------|---------------------|------------|------|
| PEBD | 100.000 | 1.000 | 1 |
| PEAD | 70.000 | 600 | 0,86 |
| PP | 23.000 | 200 | 0,87 |
| PEBDL Preto | 12.500 | 300 | 2,4 |

Fonte: Empresa pesquisada.

Os dados mostram que a quantidade a ser adicionada é muito pequena e não haverá nenhuma queda de qualidade no produto final. Um aspecto relevante é que o PEBDR é oriundo da reciclagem secundária, os produtos obtidos apresentam características inferiores as da resina virgem (CBIP, 2001), portanto o que entra na empresa vira produto reciclado e tem, além da identificação na embalagem, um valor de venda menor.

4.2 Resultados da implementação da Produção Mais Limpa na empresa pesquisada

Após conhecer as condições técnicas para a reciclagem dos resíduos plásticos oriundos de sobras e aparas, a empresa conseguiu implantar a Produção Mais Limpa por meio de reciclagem no sistema produtivo em ciclo fechado, que resultou em vantagem econômica e ambiental para a organização, além também de praticar reciclagem oriunda de reciclagem secundária, como apresentado na Figura 2.



Fig. 2: Ciclo de operação da empresa.

Fonte: Os autores.

Optou-se pela reciclagem de plásticos para produzir matéria-prima reciclada e é composto por uma série de operações unitárias como: ruptura dos aglomerados plásticos coletados, seleção manual, redução de tamanhos, lavagem, filtragem, enxague, separação, centrifugação, secagem ar quente, extrusão, granulação, silo e empacotamento do produto final.

4.2.1 Vantagem ambiental da implementação da Produção Mais Limpa

Nessa seção será mensurado a vantagem ambiental da implementação da reciclagem em ciclo fechado. Os dados mostram que o total de materiais em massa que não foram dispensados no meio ambiente devido à reciclagem no sistema produtivo em ciclo fechado foi o total de mensal 21600 Kg de resíduos de polímeros. Para determinar a Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (*Mass Intensity Factors*) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Os valores de MIF usados no presente trabalho estão na Tabela 1. Por exemplo: $MM * MIF$

Na Tabela 2 mostra-se o fator de intensidade de material por compartimento. Os dados mostram que devido à implementação da reciclagem no sistema produtivo não ocorreu a contaminação no compartimento abiótico em 43396 Kg por mês, que contribui com a redução da poluição que proporciona o aquecimento global, o desgaste da camada de ozônio, a pressão atmosférica, etc. Outro aspecto relevante é que deixou de contaminar a água em 3402480 Kg e o ar em 58594,8 kg mensais. Segundo o instituto Wuppertall (2008) o resíduo de polímero não contamina a vegetação, o solo e os decompositores.

Tab. 3 – Vantagens ambientais da implementação de reciclagem no sistema produtivo.

| Resíduos | Intensidade de Material | | | | Redução do impacto ambiental por resíduo gerado Kg |
|--|-------------------------|---------|---------|---------|--|
| | Abiótico | Biótico | Água | Ar | |
| PEBD > Polietileno de baixa densidade | 2490 | | 122200 | 1617 | 126307 |
| PEAD > Polietileno de alta densidade | 1512 | | 63540 | 1142,4 | 66194,4 |
| PP > Polipropileno granulado | 418 | | 7160 | 296,4 | 7874,4 |
| PEBDR > Polietileno Reciclado | 41340 | | 3160950 | 54697,5 | 3256987,5 |
| PEBDL branco + PEBDL preto > (Coextrusado) Polietileno de baixa densidade liner branco e preto | 636 | | 48630 | 841,5 | 50107,5 |
| Total de redução de impacto ambiental por compartimento. | 46396 | | 3402480 | 58594,8 | |
| Redução do impacto ambiental total Kg | | | | | 3507470,8 |

Fonte: Os autores.

A seguir serão apresentada a vantagem econômica com a implantação da Produção Mais Limpa (P+L).

4.2.2 Vantagem econômica da implementação da Produção Mais Limpa

Nessa seção será apresentada a vantagem econômica e o retorno sobre o investimento da implantação da Produção Mais Limpa (P+L) na reciclagem de polímeros em ciclo fechado. Segundo Senai-RS (2003) é possível obter vantagem econômica por meio de uso ecoeficiente dos recursos produtivos, permitindo reduzir custos em detrimento do uso de matérias primas recicladas dentro das especificações técnicas, de modo que não prejudique a qualidade do produto.

Embora existam muitas opiniões e discursos a respeito das vantagens de se reciclar, é preciso que o empreendedor que irá se dedicar ao negócio tenha em mente de que o seu negócio é como qualquer outro no sentido de que ele deve gerar lucros para que possa ser realmente sustentável.

Neste contexto, sugere-se avaliar a rentabilidade do processo de reciclagem, visando pelo menos o custeio das despesas operacionais com esse processo. Porém, é possível obter retorno sobre o investimento. Desta forma é possível aliar os ganhos econômicos com a preservação da natureza

Depois de ter estudado e avaliado todas as possíveis implicações para a implantação da reciclagem, a empresa optou por investir conforme apresentado na Tabela 4.

Tab. 4 – Investimentos para implantar a Produção Mais Limpa (P+L)

| Equipamentos | Valor R\$ |
|---------------------|-------------------|
| Esteira | 24.000,00 |
| Moinho | 15.000,00 |
| Agitador | 8.900,00 |
| Roda Transportadora | 11.000,00 |
| Lavadora | 18.000,00 |
| Secadora | 16.500,00 |
| Ventoinhas | 1.800,00 |
| Silos | 9.000,00 |
| Aglutinador | 17.000,00 |
| Extrusora 1 | 40.000,00 |
| Extrusora 2 | 36.000,00 |
| Resfriamento | 6.000,00 |
| Granulador | 16.000,00 |
| Ensacador | 25.000,00 |
| Montagem da fábrica | 120.000,00 |
| Empilhadeira | 8.000,00 |
| T O T A L | 372.200,00 |

Fonte: Empresa pesquisada.

A empresa informou que o principal ganho com a implantação da reciclagem foi com a economia obtida na aquisição da matéria-prima de R\$ 75.384,00/mês, conforme a Tabela 5.

Tab. 5 – Vantagem econômica com a implantação da Produção Mais Limpa (P+L)

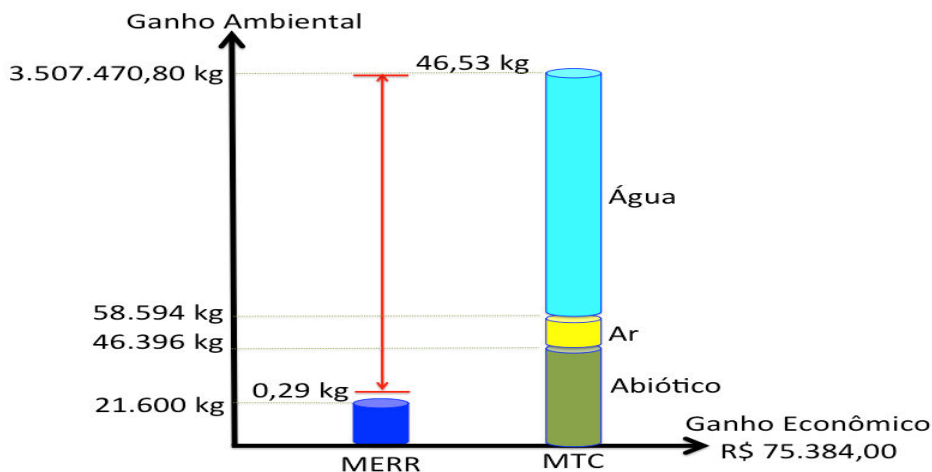
| Custo do polímero - 21600 kg | Retorno sobre o Investimento (ROI) (Lucro Líquido / Investimento) | Período de ROI (Investimento / Lucro Líquido) |
|-------------------------------|--|--|
| Preço virgem R\$ 3,49 kg | R\$ 75.384,00 / R\$ 372.200,00 | R\$ 372.200,00 / R\$ 75.384,00 |
| R\$ 75.384,00 (Lucro Líquido) | 20,26% | 5 meses |

Fonte: Empresa pesquisada.

Portanto, com o resultado obtido foi possível retornar o capital investido 20,26% por mês, que significou que em 5 meses obtiveram o retorno de todo o capital investido nos equipamentos para reciclagem de polímeros, depois passou a ter um lucro líquido de R\$ 75.384,00/mês.

4.2.3 Comparação entre vantagem ambiental e econômica da implementação da Produção Mais Limpa

O reaproveitamento de 21600 kg mensais (soma dos materiais) de resíduos de polímeros corresponde a 46396 kg de redução de material no nível abiótico, a 3402480 kg na água e 58594,8 kg no ar. Os benefícios financeiros pelo reaproveitamento de 21600 kg por mês foi de R\$ 75.384,00. Sendo assim, se for definida a razão (Material Economizado com Reuso e Reciclagem (MERR) / Dinheiro Economizado (DE)), ele muda de 0,29 kg considerando só os materiais reaproveitados para 46,53 kg quando é considerado os Materiais de Todos os Compartimentos (MTC), conforme Gráfico 1.



Graf. 1: Comparação entre vantagem ambiental e econômica.

Fonte: Os autores.

No primeiro caso (MERR), cada real economizado corresponde a 0,29 kg de material. Quando se considera a escala global (MTC), por cada real, há um benefício de 46,53 kg de material que não é modificado nem retirado dos ecossistemas.

5. Conclusão

Assim, para responder as questões de pesquisa que nortearam esse artigo: **É possível obter vantagem ambiental e econômica com a gestão de resíduos sólidos utilizando produção mais limpa? Como podem ser mensuradas e comparadas essas vantagens?**

Esse estudo mostrou que a organização obteve ganho econômico de R\$ 75.384,00 mensais e benefícios ambientais pelo reaproveitamento de 21600 kg de resíduos de polímeros devido à implementação da reciclagem em ciclo fechado no sistema produtivo, que deixou de poluir 46396 kg de materiais no nível abiótico, a 3402480 kg na água e 58594,8 kg no ar. Portanto, mostrou que é possível obter vantagem ambiental e econômica com a gestão de resíduos sólidos utilizando produção mais limpa e que essas vantagens podem ser mensuradas e comparadas.

É importante salientar que a organização investiu em infraestrutura de reciclagem equivalente a R\$ 372.200,00 e que o retorno desse investimento foi em cinco meses.

Outro aspecto relevante dessa análise é sobre a comparação entre o ganho econômico e ambiental. Os dados mostram que os benefícios ambientais são mais relevantes. Sobre a vantagem econômica, cada real economizado corresponde a 0,29 kg de material e quando se considera a escala global, por cada real, há um benefício de 46,53 kg de material que não é modificado nem retirado dos ecossistemas.

Portanto, para as pesquisas futuras sugere-se que a mesma metodologia seja aplicada envolvendo mais empresas do setor de polímeros para que se possa ter uma visão mais abrangente dos benefícios da Produção Mais Limpa, porque a limitação dessa pesquisa reside no estudo de caso único.

Referências

- Abividro – Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidros. 2012. Benefícios da reciclagem do vidro. 2009. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso em: 28 Dez.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2001. NBR ISO 14040 Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Brasil: ABNT.
- Anon, M. C.1997. Curso básico intensivo de plásticos. Jornal de plásticos, Niterói.
- Bogdan, R.; Biklen, S. 1992. Qualitative research for education: an introduction to theory and methods. Boston: Allyn and Bacon.
- Braskem. Diagnóstico Socioambiental de Reciclagem. 2011. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/reciclagem/diagnosticosocioambiental.pdf>>. Acesso em: 28. Dez. 2012.
- Cempre. 2012. Disponível em:<<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 28 Dez.
- CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. 1998. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- Conceição, M. M. 2005. Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade. 2. ed. Campinas: Editora Atomo.
- CNTL. Implementação de Programas de Produção mais Limpa.2003. Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 42p., Porto Alegre.
- Exame. 2012. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/sao-paulo-recicla-1-de-todo-lixo-produzido-diariamente>>. Acesso em: 28 Dez.
- Furtado, J. S. 2005. Sustentabilidade Empresarial – Guia de Práticas Econômicas, Ambientais e Sociais. Salvador: Centro de Recursos Ambientais (CRA).
- Garcia, E. E. 1998. Boletim Técnico do Centro de Tecnologia de Embalagem, v. 10, n. 1, p. 8.
- Gil, A. C.1991. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo, Atlas, 3. ed.
- Lacerda, L. 2002. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Centro de Estudos em Logística – Blücher, 1985CEL da UFRJ.
- Mano, E. B.2005. Introdução aos polímeros. São Paulo: Edgard.
- Mccracken, G.1991. The long interview, Newbury Park: Sage.
- MME – Ministério das Minas e Energia. 2012. Informativo Tarifário Energia Elétrica Brasil. 2012. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/acoes/Energia/Resumo Informativo Portal MME maio 2012.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/acoes/Energia/Resumo%20Informativo%20Portal%20MME%20maio%2012.pdf)>. Acesso em: 28 Dez.
- Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. 2003. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas.
- Martins, E. 2000. Contabilidade de custos. 7. ed. São Paulo: Atlas.
- Odum, E.P.1998. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Piva, M. A.; Wiebeck, H. 2004. Reciclagem do plástico. São Paulo: Artliber.
- Rogers, D. S,; Tibben-Lembke, R. S. 1998. Going Backwards: Reverse Logistics Practice; IL: Reverse Logistics Executive Council.
- Sabesp – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Comunicado 08/11 de 24 de novembro de 2011, publicada no Diário Oficial do Estado em 25/11/2011; do artigo no. 28 do Regulamento do Sistema Tarifário. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br>>. Acesso em: 28 Dez. 2012.
- Seidman, I. E. 1991. Interviewing as Qualitative Research. A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences, New York: Teachers College/Columbia University Press.
- Senai-RS. Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003.
- Silva, G. A.; Kulay, L. A. 2006. Avaliação do Ciclo de Vida. In: Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora Senac.
- Thomas, J. M.; Callan, S. J. 2010. Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações. São Paulo: Cengage Learning.
- Unep – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. 2006. Applying cleaner production to MEAs: global status report. Paris: Unep publication.
- Wuppertal. 2008. Institute. Calculating MIPs, resources productivity of products and services. Disponível: <http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiberitrag/MIT_v2.pdf> Acesso em : 28 Dez. 2012.
- Yin, R. K.2005. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Yuksel, H. 2008. An empirical evaluation of clean production practices in turkey, Journal of Clean Production, v. 16, n. 1, p. 50-57.