

BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA REVERSA DO POLIETILENO: UM ESTUDO DE CASO

BENEFITS OF POLYETHYLENE REVERSE LOGISTICS: A CASE STUDY

Luis Eduardo Mansano

Engenharia de produção, Centro Universitário Unisagrado, le.mansano@outlook.com

Erica Morando Paveloski

Faculdade do Ensino Superior do Interior Paulista, ericaloski@gmail.com

Edilson Moura Pinto

Engenharia de Produção, Faculdades Integradas de Bauru, edilson.pinto@cnpq.pq.br

RESUMO

O uso extensivo de caixas de madeira para o transporte de hortifrúti se transformou nos últimos anos, em decorrência das políticas públicas referentes às boas práticas de higiene no setor de transporte de alimentos. Após a proibição do trânsito de objetos de madeira nos estabelecimentos de alimentações, os produtores de caixotes foram impelidos a buscar alternativas para permanecer competitivos no mercado. Como resultado, houve mudança do tipo de produto ofertado e as caixas de madeira foram substituídas por caixas de polietileno de alta densidade (PEAD), modificando, assim, toda a cadeia de suprimentos, introduzindo processos de reciclagem. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar e demonstrar a viabilidade econômica, social e ambiental proporcionadas pela logística reversa do PEAD neste setor. O estudo feito a partir de pesquisa de campo demonstra os benefícios da mudança na cadeia produtiva para a empresa, sociedade e ambiente, alcançados a partir da reciclagem do PEAD. A empresa que buscou vantagens competitivas obteve benefícios sociais com a melhoria de qualificação e de salário do quadro de colaboradores e resultados ambientais positivos com a reciclagem dos resíduos. Além disso, impetrou vantagens financeiras com uma cadeia de produção que permite lucros superiores aos do processo envolvendo a madeira.

Palavras-chave: Logística reversa, Sustentabilidade, Polietileno de alta densidade, Reciclagem.

ABSTRACT

The extensive use of wooden boxes for the transportation of hortifruit has changed in recent years as a result of public policies regarding good hygiene practices in the food transport sector. Following the ban on the transit of wood objects in food establishments, crate producers were compelled to seek alternatives to remain competitive in the market. As a result, there was a change in the type of product offered and the wooden boxes were replaced by high density polyethylene (HDPE) boxes, thus modifying the entire supply chain by introducing recycling processes. In this context, this work aimed to evaluate and demonstrate the economic, social and environmental viability provided by HDPE reverse logistics in this sector. The study made from field research, demonstrates the benefits of change in the production chain for the

company, society and environment, achieved from the recycling of HDPE. The company that sought competitive advantages obtained social benefits by improving the qualification and salary of its staff and positive environmental results with the recycling of waste. In addition, it has brought financial advantages with a production chain that allows for higher profits than the process involving wood.

Keyword: Reverse logistics, Sustainability, High density polyethylene, Recycling.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se considerar que a logística reversa pós-consumo é responsável por recuperar os bens ao final de sua vida útil, dos bens usados, mas que se encontra com a possibilidade de reutilização e ainda dos resíduos industriais que necessitam de uma destinação ou descartes ambientalmente corretos. Mutha; Pokharel (2009) consideram que a logística reversa tem recebido apreciável atenção no mundo, devido aos potenciais de valorização dos produtos utilizados, que vão além de legislações e diretrizes, da consciência do consumidor e da responsabilidade social com o meio ambiente.

A logística reversa tem conquistado maior importância na operação logística das empresas, principalmente por seu potencial econômico. Nos Estados Unidos, a logística reversa contabiliza cerca de 4% dos custos logísticos totais, um valor estimado de 35 a 42 bilhões de dólares ao ano, o que representa a importância do melhoramento dos processos envolvidos com os produtos e materiais retornados (NOREK, 2003; ROGERS, 2001).

A logística reversa de pós-venda segue o propósito da criação deste determinado setor, agregando valor ao produto e garantindo um diferencial competitivo. A confiança entre os dois extremos da cadeia de distribuição pode se tornar o ponto chave para a próxima venda (MUELLER, 2005).

Outro fator de pressão sobre as organizações vem no sentido do aprimoramento da legislação brasileira. (A Política Nacional do Meio Ambiente, por meio da Lei Federal nº 6938/1981), estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada, denominada como o princípio do poluidor-pagador. Tal princípio imputa a responsabilidade pelo destino dos produtos gerados após o fim de uso, como forma de reduzir os impactos ambientais que os mesmos causam ao meio ambiente. Este princípio pressionou as empresas a se readequarem para elaboração de produtos e mudanças em seus processos a fim de gerarem menos materiais descartados e também a elaboração de alternativas para o reaproveitamento do material após o consumo, podendo este ser absorvido na cadeia produtiva ou de negócios.

Piazza, et al. (2007) já consideravam que a sociedade estava diante de uma nova tendência, e as empresas, para permanecerem no mercado, precisariam atualizar-se na busca de novas alternativas para a redução nos impactos ambientais de seus processos e produtos. Assim, deveriam considerar desde os insumos materiais e energéticos da produção até o reaproveitamento e a disposição final dos resíduos e dos próprios produtos.

Somando-se à questão de custo e de legislação, há, ainda, a escassez de matérias-primas que colaboram para a busca de alternativas de recuperação de tais descartes como insumos para o processo de transformação e recuperação energética.

As transformações da vida moderna de lá para cá trouxeram consigo hábitos de consumo que favorecem a praticidade para um público que, possuindo um estilo vida urbanizado, consomem produtos cada vez mais industrializados. Esses produtos, por questões mercadológicas, têm aperfeiçoado suas embalagens, como recurso de oferecer mais praticidade e também se diferenciar dos demais no ponto de venda, buscando a preferência do consumidor.

Estas práticas aumentaram consideravelmente o consumo de resinas termoplásticas de forma geral, atingindo 6,5 milhões de toneladas em 2015 no Brasil, e 269 milhões de toneladas no mundo (ABIPLAST, 2016).

Estes produtos são chamados termoplásticos: as resinas que podem ser moldadas várias vezes por ação de temperatura e pressão, podendo ser recicláveis. Já as resinas chamadas termofixas sofrem reações químicas em sua moldagem, que impedem uma nova fusão, impossibilitando a sua reciclagem (ABIPLAST, 2016).

Os termoplásticos são subdivididos em tipologias diferentes, de acordo com a sua usabilidade. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira (NBR) 13230 (1994), em revisão atualmente, estabelece esta identificação por simbologia indicativa por sua reciclabilidade.

Denota-se a viabilidade da reciclagem, recuperação energética e logística reversa, atendendo aos princípios propostos na PNRS, como uma das formas de se adquirir a matéria-prima para o setor, ressaltando a observação de legislação específica para o uso do material reciclado e seus fins. O processo de reciclagem economiza 70% da energia, considerando todo o processo desde a exploração da matéria-prima primária, até a formação do produto final. Além disso, se o produto descartado permanecesse no meio ambiente, poderia causar maior poluição (AMBIENTE BRASIL, 2017). O Quadro 1 apresenta exemplos de uso das resinas plásticas recicladas.

Vale ressaltar que a viabilidade do uso de matérias-primas recicladas, sob a ótica econômica depende de fatores como a disponibilidade e preço, fatores intrinsecamente ligados. A escassez da oferta de matéria-prima empurra sua cotação para cima, tornando o seu uso menos atraente.

Quadro 1 - Exemplos de uso das resinas plásticas recicladas.

	Aplicação	Reciclagem
PET	Garrafas para refrigerante, água, óleo comestível, molho para salada, antisséptico bucal, shampoo.	Fibra de carpete, tecido, vassoura, embalagem de produtos de limpeza, acessórios diversos.
PEAD	Garrafas para iogurte, suco, leite, produtos de limpeza, potes para sorvete, frascos para shampoo.	Frascos para produtos de limpeza, óleo para motor, tubulação de esgoto, conduíte.
PVC	Filmes estiráveis, berços para biscoitos, frascos para antisséptico bucal, shampoo, produtos de higiene pessoal, <i>blister</i> .	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto, cones de tráfego, cabos.
PEBD	Filme encolhível, embalagem flexível para leite, iogurte, saquinhos de compras, frascos <i>squeezable</i> .	Envelopes, filmes, sacos, sacos para lixo, tubulação para irrigação.
PP	Potes de margarina, sorvete, tampas, rótulos, copos descartáveis, embalagem para biscoitos, shampoo.	Caixas e cabos para bateria de carro, vassouras, escovas, funil para óleo, caixas, bandejas.
PS	Copo descartável, pratos descartáveis, pote para iogurte, bandejas, embalagem para ovos, acolchoamento.	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório, bandejas.
Outros	Embalagem multicamada para biscoitos e salgadinhos, mamadeiras, CD, DVD, utilidades domésticas.	Madeira plástica, reciclagem energética.

Fonte: Adaptado de Coltro et al. (2008).

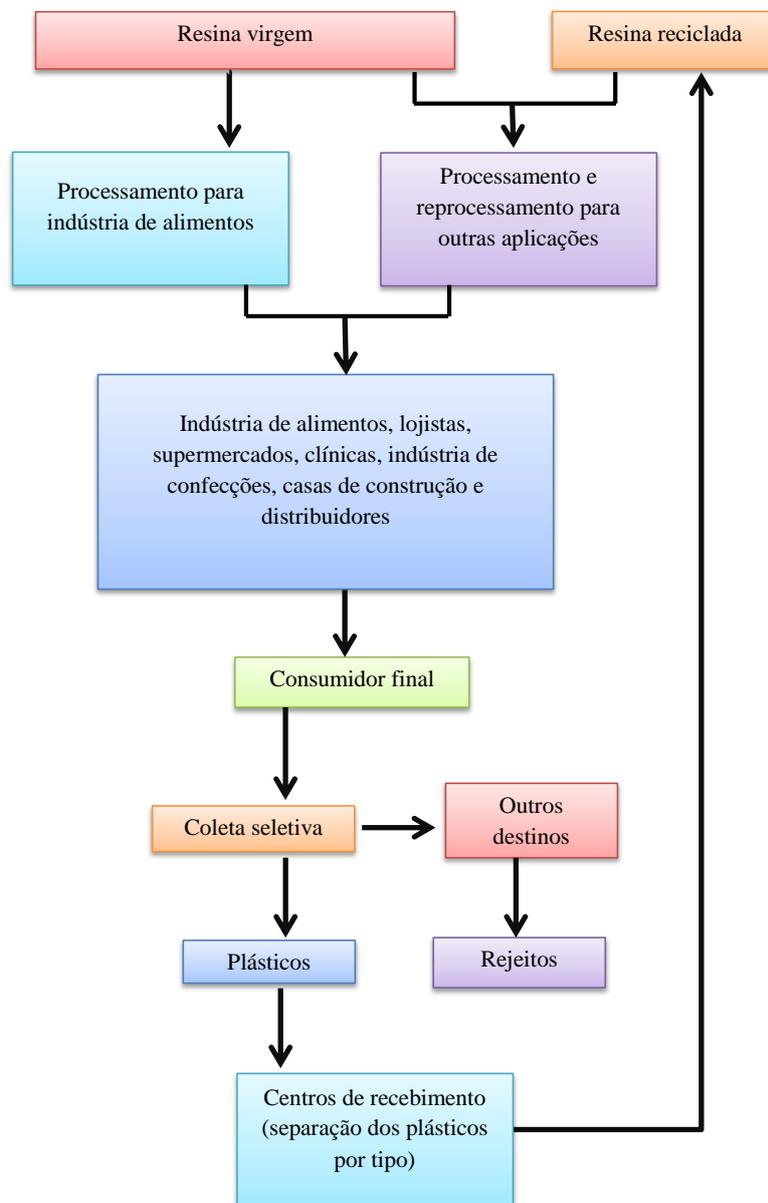
Com a grande quantidade de polímeros existentes para a fabricação de produtos derivados do plástico nos dias atuais, o processo inicial da logística reversa tem início na coleta e na separação dos materiais adquiridos que foram retirados do meio ambiente e dos canais de descarte por catadores e cooperativas.

A Figura 1 representa a interação das cadeias direta e reversa com a indústria de transformação de materiais plásticos.

Após a coleta, seleção e separação de cada tipo de resíduo plástico, o material reciclado é vendido para indústrias especializadas na fabricação e no tratamento adequado até chegar ao produto final.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo analisar a contribuição da logística reversa do polietileno, nas etapas do gerenciamento adequado das caixas no pós-consumo, mediante a reciclagem e o reaproveitamento da matéria-prima, visando ao desenvolvimento da sustentabilidade e das responsabilidades ambiental, econômica e social.

Figura 1 - Interação das cadeias direta e reversa com a indústria de transformação de materiais plásticos



Fonte: Adaptado de DA SILVA e NETO (2011).

O estudo devota-se a analisar os resultados ambientais, econômicos e sociais obtidos pela Logística Reversa do Polietileno, utilizado como insumo na confecção de caixas plásticas no modelo conhecido como hortifrúti e identificar os benefícios da logística reversa para o meio ambiente e para a economia da empresa que promove a reciclagem deste material; demonstrar os resultados obtidos a partir da alteração do processo e insumos de confecção de caixas para hortifrúti e analisar os ganhos ambientais, sociais e organizacionais que a reutilização e o descarte do plástico realizado de maneira correta e consciente proporcionam.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de um estudo de caso que, segundo Andrade (2010, p. 117), “é o conjunto de métodos ou caminhos que são percorridos na busca do conhecimento”, este estudo, classifica-se como uma pesquisa qualitativa quanto a sua abordagem, pois traz a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados básicos no processo de pesquisa e não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados, e o pesquisador é o instrumento-chave (GIL, 1991). Trata-se de uma pesquisa básica que objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa é exploratória quando do interesse em compreender a logística reversa do polietileno, de forma a atender a necessidade de preservar o meio ambiente, de acordo com a indicação de Gil (2007, p.41), quando diz que

estas pesquisas têm como objetivos proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.” e que permite afirmar as palavras de Triviños (1987, p.189), sobre a possibilidade real do pesquisador em “aumentar sua experiência em torno de determinado problema.

Na pesquisa descritiva, realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador.

Para se obter os dados que embasaram este estudo foi realizada uma pesquisa de campo, caracterizada pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, realiza-se coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (FONSECA, 2002).

O estudo de caso visou conhecer em profundidade o como e porquê de uma determinada situação, analisando-a sob os aspectos da logística reversa do polietileno, buscando o que há de mais essencial neste fluxo. Não houve a intervenção do pesquisador no objeto estudado, mas sim se revelou como ele o percebe.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa estudada iniciou suas atividades como uma microempresa familiar em meados de 1980, com a produção das primeiras caixas de madeira e tinha no seu quadro de funcionários quatro irmãos. Devido à baixa concorrência regional, a empresa logo foi crescendo no mercado, onde foi possível a realização de implementações para melhorar a linha de produção.

A compra de serras mais sofisticadas acelerou o ciclo produtivo, sendo necessária a contratação de mais funcionários para suprir a demanda, que foi constante por um grande período.

Já em 2005, surgiram alguns empecilhos que, futuramente, acabariam prejudicando e reduzindo a produção das caixas de madeira, que possuíam um ciclo de vida útil de apenas um ciclo de uso e, depois, eram descartadas, gerando uma grande quantidade de resíduos sólidos.

A situação foi ficando complicada quando, em função de mudanças impostas para reduzir-se esse grande consumo de caixas utilizadas no mercado (supermercados, CEASA, produtores rurais em geral) e a escassez de eucalipto na região, acabaram elevando seu preço de mercado. A soma dos fatores reduziu significativamente a margem de lucro da empresa.

A partir de então, foi necessário realizar a modernização e a aquisição de uma máquina injetora plástica, que fosse capaz de atender as demandas por caixas plásticas, reduzindo a atratividade da caixa de madeira ao mercado. Como resultado, as vendas caíram significativamente, e os números mostraram aos proprietários que a mudança era de extrema urgência para que a empresa permanecesse ativa no mercado e não corresse riscos de perder clientes de sua carteira.

Foi realizada a compra da injetora plástica diretamente com uma distribuidora chinesa, que exportou a máquina para o Brasil. Representantes nacionais da Haitian realizaram todo o processo de montagem e treinamento para que se pudesse realizar um trabalho correto com o equipamento em questão. Já no início de sua produção, era utilizado como insumo o PEAD virgem, porém, em um curto prazo, foi constatada a inviabilidade da produção com material virgem (R\$9,00 / Kg), pois, para se obter uma significativa margem de lucro, era preciso elevar o preço da caixa, e as vendas, que já eram baixas devido ao fato de a empresa ser iniciante no ramo, demonstrou a necessidade da busca de alternativas viáveis de exploração do equipamento.

Diante deste cenário, buscou-se a utilização de produtos reciclados que eram comercializados por indústrias próximas, reduzindo o custo produtivo, com o intuito de proporcionar ao cliente um produto de qualidade, com um preço mais acessível aos clientes (R\$4,30 / k). Esse produto foi processado por um terceiro, de quem era comprado, mas apresentou problemas técnicos, pois a falta de qualidade do insumo reciclado apresentou muitas impurezas, causando o entupimento de bicos injetores.

O entupimento dos bicos é um processo muito complicado, que exige um tempo consideravelmente alto para seu conserto e reparo e, para resolver esse novo problema, a

indústria passou a realizar compras e trocas com seus próprios clientes com produtos anteriormente comercializados, garantindo a procedência do insumo reciclado para seu processo. A partir de então, reduziu o seu custo produtivo para (R\$2,50/ k) e, no presente momento, o produto final chega ao cliente consumidor com um preço mais acessível, tornando-se um diferencial competitivo no mercado, sem interferir negativamente na margem de lucro organizacional.

3.1 Análise da vantagem competitiva

A decisão da renovação e da modernização tecnológica da empresa estudada se deu, em um primeiro momento, para atender a pressões advindas do mercado consumidor, que é composto com supermercadistas, produtores rurais e cerealistas, que, por muito tempo, compraram as caixas de madeiras para a logística de seus produtos.

A maioria destes consumidores está no início da cadeia de suprimentos e, por sua vez, atendem outras empresas. Em virtude da Portaria 2619/11, da Secretaria Municipal da Saúde, Publicada em DOC 06/12/2011, página 23, visando aperfeiçoar as ações da vigilância da saúde, publica um Manual de Boas Práticas, que define em seu anexo nº 7.31. “É proibida a entrada de caixas de madeira nas áreas destinadas ao preparo de alimentos”. Essa determinação foi repetida por outros estados em anos posteriores, obrigando a alteração do tipo de caixa transportes de hortifrúti, até então utilizada em ampla escala.

A empresa estuda sentiu a necessidade de atender tais exigências do seu mercado, uma vez que seu produto carro chefe havia se tornado obsoleto e inadequado. E, assim, realizou um aporte em seu pequeno negócio e adquiriu, por meio de linhas de crédito disponíveis no mercado rural, o equipamento necessário para a modernização do processo produtivo.

Por se tratar de uma empresa de pequeno porte, o quadro de funcionários era constituído de familiares que não possuíam a visão ampliada dos impactos que esta mudança viria a causar na empresa. *A priori* todo investimento dispensado foi no intuito de atender as demandas do mercado consumidor e permanecer competitivo.

3.2 Análise da viabilidade econômica

Desde os primeiros lotes produzidos, foi constatado o elevado custo para realizar a produção com matéria-prima virgem, que representa um custo de R\$9,00 por quilo. Sabendo-se que, para cada caixa produzida, é necessário, em média, 2,050 quilos de polietileno, elevou-se, assim, o custo de produção, que acrescido à margem de lucro, acaba sendo inacessível para o cliente, perdendo a sua competitividade no mercado.

Somando o custo repassado ao cliente, a redução da capacidade financeira apresentada nos últimos anos em um mercado recessivo, fez com que a empresa fosse obrigada a buscar alternativas e adotar novas estratégias para se obter uma redução de custos do seu processo produtivo.

A partir de então, deu-se início à produção de caixas com a matéria-prima (polietileno) reciclável, comprando o resíduo pronto para uso de empresas especializadas no processo de reciclagem. O custo produtivo apresentou uma redução para R\$4,50 por quilo, e a caixa pronta obteve uma redução de R\$9,75 no valor total do produto, somente com a troca do insumo para o material reciclado. A Figura 2 ilustra o processo de transformação e recuperação do PEAD.

Figura 2 - Transformação e recuperação do PEAD



Fonte: dos próprios autores.

Isto levou a empresa a vislumbrar a possibilidade de reprocessar seu próprio insumo, e uma nova aquisição foi feita pela indústria: a aquisição de um equipamento que realiza o processo de trituração, lavagem e secagem do material.

A partir de então, a indústria, que se apresentava insatisfeita com a qualidade do polietileno reciclado que vinha adquirindo, passou a produzir seu próprio insumo reciclado e,

novamente, obteve redução do seu custo de produção para R\$2,50 o quilo do material reciclado. Estes resultados são apresentados na Figura 3 tal como segue.

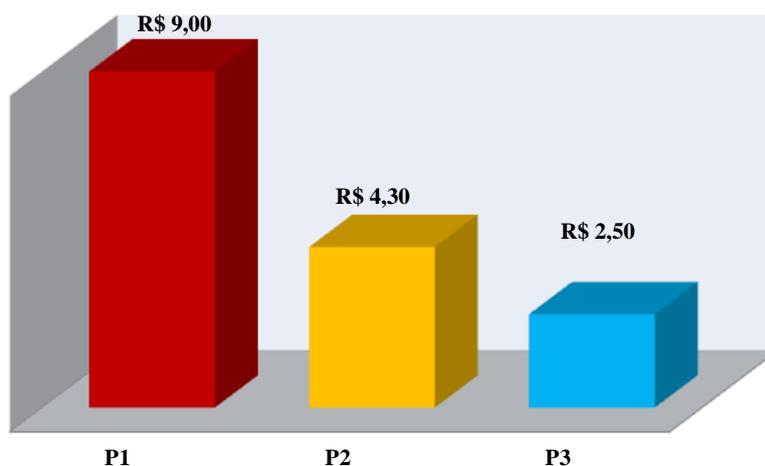
O polietileno utilizado pode ser adquirido por compra de empresas coletoras, que realizam toda a separação e coleta do material ou por meio de troca com os próprios clientes que levam suas caixas danificadas para serem reprocessadas.

Esta nova etapa exigiu mais dois funcionários destinados ao processo de reciclagem, que, mesmo havendo esse aumento nos custos devido ao valor gasto mensalmente para a execução da reciclagem, ainda se demonstra vantajoso.

Para a produção de caixas em madeira, são necessários 20 funcionários, tendo a matéria-prima um valor estimado em R\$ 70 o m². Destaca-se que a produção de caixas por funcionário é de cerca de 55 ao dia; já pelo processo de produção para as caixas de PEAD, este valor aumenta para 96 caixas por funcionário/ dia. Para a produção de caixas em madeira, são necessários 20 funcionários, tendo a matéria-prima um valor estimado em R\$ 70 o m².

Destaca-se que a produção de caixas por funcionário é de cerca de 55 ao dia; já pelo processo de produção para as caixas de PEAD, este valor aumenta para 96 caixas por funcionário dia.

Figura 3- Redução gradual do custo de produção de caixa de hortifrúti em R\$/kg de PEAD em que (■) refere-se ao custo inicial; (■) custo a partir da aquisição dos insumos; e finalmente (■) relativo ao custo com a reciclagem *in loco*.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Atualmente a empresa processa uma média de 23.000 kg / mês de polietileno reciclado com um consumo médio de energia superior, igual a R\$4.800,00 mensais em comparação à produção de caixas de madeira cujo custo mensal é de R\$1.800,00.

Na Tabela 1, são apresentados os valores de cálculos base para se estimar os retornos financeiros de cada um dos processos, em que os itens produção diária referem-se ao número de caixas produzidas diariamente; ao custo de produção unitário; ao seu valor comercializado; ao lucro por unidade; e aos vencimentos *per capita* dos colaboradores mediante os processos de produção de caixas de madeira, PEAD reciclado (quando se adquire os insumos de terceiros) e de PEAD- Reciclado (quando a reciclagem é feita na própria empresa).

Com base nos valores apresentados na Tabela 1, foi possível estimar os retornos financeiros para a empresa beneficiadora do resíduo, comparando-o com duas outras situações de produção distintas: a produção a partir da madeira como matéria-prima, da produção a partir do PEAD adquirido de terceiros e a partir da reciclagem *in loco* do PEAD.

Tabela 1- indicadores de custos em valores por R\$ para cada processo de produção de caixas de hortifrúti.

	Madeira	PEAD-Reciclado	PEAD-Reciclado
Produção diária	1.100,00	480,00	480,00
Custo de produção /R\$	3,50	8,70	5,16
Valor comercializado / R\$	4,70	14,50	14,50
Lucro por unidade / R\$	1,20	6,10	9,34
Vencimentos per capita /R\$	1050,00	1250,00	1250,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados são apresentados na Figura 2 onde se destaca que, apesar de a produção diária de caixas de madeira terem sido, no passado, em média três vezes superior às atuais de PEAD, estas não refletem na realidade um retorno financeiro igualmente superior.

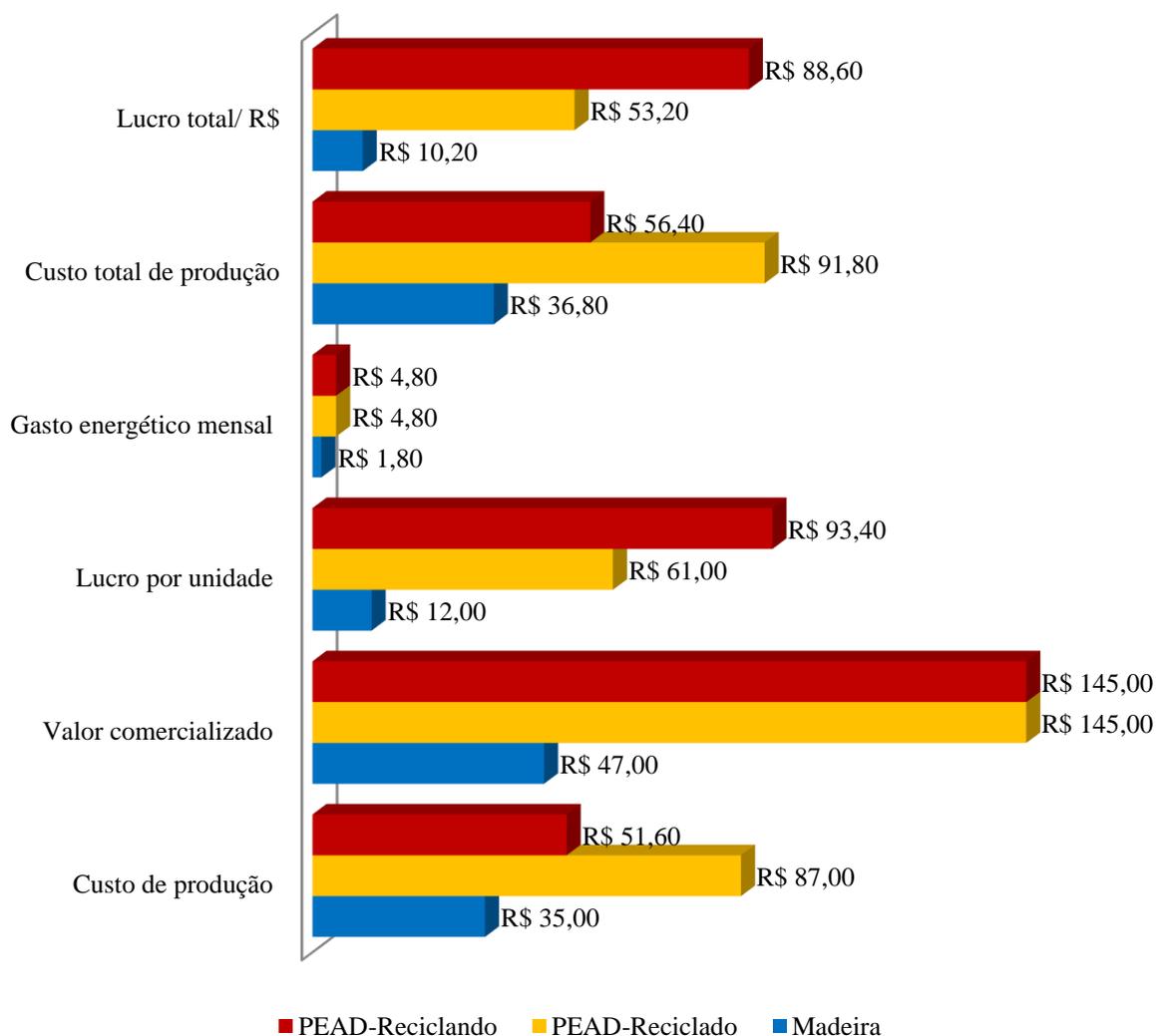
De fato, este processo de produção requer quatro vezes mais funcionários para uma produção rentável, em função dos lucros médios por caixa serem muito inferiores aos obtidos pelo processo em PEAD.

Como se observa na Figura 4, que foi normalizado para uma produção mensal de 10000 caixas mês, fica evidente a rentabilidade advinda da produção por PEAD com o retorno financeiro pelo processo de reciclagem local na empresa, atingindo lucros mensais de ~R\$

88000 frente aos R\$ 53200 e fica evidente quando comparados aos valores de R\$ 10200 obtidos para a produção em madeira.

O produto final de maior valor agregado confere ao produtor um retorno financeiro igualmente superior, na ordem de 3,8 vezes maior por unidade produzida, apesar de possuir um custo global de produção de 2,45 vezes superior se a via produtiva for pela aquisição de material reciclado de terceiros, ou ainda, 1,45 vezes se a opção for a produção *in loco*, a partir da reciclagem do PEAD na unidade produtora.

Figura 4- Resultados financeiros estimados em mil reais para os três processos produtivos, tendo como base a produção de 10000 caixas ao mês onde (■) PEAD Reciclando, (■) PEAD Reciclado e (■) Madeira.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados também demonstram que o lucro por unidade produzida tende a aumentar à medida que o nível de reciclagem é maior na planta produtora, o que demonstra o caráter da viabilização desta prática na empresa, reforçando a proposição de um processo sustentável em sua vertente econômica.

3.3 Análise ambiental

A análise sob a ótica ambiental tem-se que os vinte e três mil quilos de polietileno de alta densidade (PEAD) reciclados por mês poderiam ter sido desconsiderados pela empresa e descartados no meio ambiente, quer seja em um aterro sanitário, ou ainda de forma incorreta. Ambos apresentam impactos ambientais, considerando-se que o polietileno possui um tempo de decomposição estimado em, aproximadamente, cem anos.

Há de se considerar, ainda, que tais resíduos de polietileno, se destinados a uma coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), acabam tendo como destino final aterros municipais que, em sua quase maioria, apresentam uma situação de não conformidade em seus aspectos estruturais que afetam o meio ambiente. Segundo dados da ABRELPE (2015), 41,7% dos RSU ainda são depositados em aterros controlados e lixões no Brasil.

Ainda segundo a ABRELPE (2013), a gravimetria dos mesmos é constituída em maior parte por matéria orgânica, com 51,4% do total, seguida pelo “plástico” com 13,5%, “papel, papelão e tetrapak” com 13,1% e “outros” com 16,7%.

Outro fator relevante é que a reciclagem do PEAD contribui para a redução da pressão por recursos naturais não renováveis, fonte de insumo para este tipo de material. São utilizados 1,75 quilos de petróleo para se produzir 1 quilo de PEAD, não se considerando, aqui, fatores como o consumo de energia necessário para a transformação do petróleo no polietileno.

Ao se estabelecer uma correlação das caixas plásticas com as caixas de madeira, a alteração do insumo representa uma redução de 660 m³ de madeira de eucalipto por mês. Embora quase a totalidade de madeira de eucalipto tenha procedência de florestas certificadas com o selo *Forest Stewardship Council* (FSC) e que certifica a gestão florestal responsável e o uso racional da floresta, por meio de um conjunto de normas denominadas Princípios e Critérios, que pretendem garantir, a longo prazo, a existência da floresta, na realidade, é um pouco divergente. Pode-se observar o plantio desordenado cada vez mais frequente, em locais impróprios, nos dias atuais.

Estes descumprimentos acarretam prejuízos ambientais de difícil mensuração, tais como: uma árvore de eucalipto consome em média 30 litros de água/dia e demora em torno de

10 anos para se atingir o porte ideal para o corte. O manejo inadequado, como plantio em áreas inadequadas, gera prejuízos às nascentes e aos rios quando se dimensiona uma área de, aproximadamente, 3 mil mudas, ou seja, o equivalente aos 660 m³ poupados pela alteração de insumo.

3.3 Análise social

Outra análise possível que se pode extrair desta realidade trata-se da questão social. O fator social em análises de processos sustentáveis acaba sendo relegado a um segundo plano, talvez pela dificuldade de se obter uma mensuração quantitativa, tanto quanto se consegue extrair nos aspectos econômicos e ambientais. No entanto, um dos fatores analisados na dimensão social em uma análise de sustentabilidade, é o bem-estar. Uma das vertentes que define o bem-estar refere-se à situação material que permite satisfazer as necessidades da existência.

Debruçando-se sobre esta definição, pontua-se que, ao implantarem uma tecnologia moderna, e os funcionários receberam treinamento e capacitação da própria empresa chinesa, exportadora do equipamento, desenvolve-se o fator humano existente dentro da empresa, proporcionando a possibilidade de novos aprendizados que alteram o seu *status* atual de qualificação de mão de obra.

Aprofundando-se um pouco mais neste cenário exposto, pode-se concluir que a qualificação também permite um incremento na renda, proporcionando uma melhoria da condição de vida. Ademais, com a expansão da unidade proveniente da agregação do processo de reciclagem interna do polietileno, foi necessária a abertura de 02(dois) novos postos de trabalho local.

A alteração do insumo e a conseqüente mudança no processo produtivo também reduziram os riscos ocupacionais, provenientes do manejo com a madeira e com equipamentos necessários para o desenvolvimento da atividade. Ressalta-se, ainda, que a indústria de reciclagem do setor plástico gera, no Brasil, 9.617 postos de trabalho e envolve 1080 empresas, segundo relatório da ABIPLAST (2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados no estudo atestam as contribuições geradas pela logística reversa no ciclo produtivo de caixas de polietileno de alta densidade (PEAD), em que a empresa

estudada obteve maximização na geração da margem de lucro ao reciclar *in loco* a matéria-prima para fabricação do produto âncora de sua cadeia. Além da melhoria de sua vantagem competitiva em decorrência da transformação de sua imagem e lucratividade por conta da atenção às questões ambientais, houve, também, ganhos de ordem ambiental e social.

A reciclagem do PEAD, além de promover a redução dos impactos ao ambiente, demonstrou-se uma alternativa lucrativa e sustentável. No estudo comparativo entre os produtos, gerados a partir das matérias-primas madeira e plástico, foi evidenciada a viabilidade econômica na produção da caixa plástica, especialmente quanto à redução dos impactos ambientais, atrelados à fabricação de caixas de madeira, cujo elevado custo produtivo e a baixa margem de lucro colocavam em situação de risco a saúde financeira da empresa.

Fatores como a escassez de matéria-prima na região traziam consigo a elevação do custo no mercado e afetavam diretamente o desempenho da empresa que, em uma mudança estratégica, encontrou na reciclagem do polietileno a redução dos seus custos no processo produtivo, trazendo benefícios ambientais e sociais, com a reciclagem média de cerca 23 mil quilos de resíduo mensais.

Adicionalmente foram atingidos benefícios tecnológicos, como o desenvolvimento da injetora plástica na empresa, adquirida para suprir as necessidades e demandas da empresa, que, por sua vez, alterou de maneira positiva o seu sistema produtivo com a utilização de um insumo reciclável, encontrado em abundância.

A mudança filosófica e empreendedora da gestão empresarial trouxe consigo resultados positivos acerca das vantagens competitivas da empresa, galgando uma posição de destaque na região, ao suprimir as necessidades financeiras e técnicas por meio da atenção às questões emergentes referentes ao ambiente. Estas ações provaram-se facilitadoras de aberturas para novos empreendimentos neste setor atendendo as normativas e realidades vigentes.

5. REFERÊNCIAS

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico, **Perfil 2016**. Disponível em: http://file.abiplast.org.br/file/download/2017/Perfil_2016_Abiplast_web.pdf. Acesso em: set. 2019.

AMBIENTE Brasil. **Reciclagem do plástico**. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html. Acesso em set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos No Brasil**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>. Acesso em: set. 2019.

BRASIL. – “**Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**” (2010). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: set 2019.

COLTRO, Leda; GASPARINO, Bruno F. and QUEIROZ, Guilherme de C.. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. **Polímeros**, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000200008. Acesso em: set. 2019.

DA SILVA, Elaine A.; NETO, José M. Moita. Logística reversa nas indústrias de plásticos de Teresina-PI: um estudo de viabilidade. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 246-251, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/po/2011nahead/aop_0725.pdf. Acesso em: set. 2019.

FONSECA, João José Saraiva. Metodologia da Pesquisa Científica. 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

MUELLER, Carla Fernanda. **Logística reversa, meio ambiente e produtividade**. Grupo de Estudos Logísticos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

MUTHA, Akshay; POKHAREL, Shaligram. Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product modules. **Computers & Industrial Engineering**, v. 56, n. 1, p. 334-346, 2009.

NOREK, Christopher D. Throwing it into reverse. **DC Velocity**, v. 1, n. 1, p. 54-58, 2003.

PIAZZA, César Augusto Della et al. Logística reversa e suas contribuições ambientais. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 3, 2007.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.