



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CAMPUS SANTA TERESA

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Informo que o discente JULIANO FERRANDI MERLO, entregou a versão final do Trabalho de Conclusão Final (TCF), intitulado: “DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE POLÍMEROS”, atendendo as exigências pré-determinadas pela banca examinadora dentro do prazo fixado pelo Regulamento do Curso de Pós-graduação em Educação e Gestão Ambiental (EGAM) do IFES - *Campus* Santa Teresa.

Santa Teresa, 02 de Dezembro de 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lucas Rebouças Guimarães', written in a cursive style.

---

Prof. Lucas Rebouças Guimarães  
**Presidente – Orientador**

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE POLÍMEROS

Juliano Ferrandi Merlo\*

Lucas Rebouças Guimarães\*\*

## RESUMO

O presente trabalho objetivou encontrar soluções para o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos sólidos gerados em uma empresa de transformação de polímeros no município da Serra, no estado brasileiro do Espírito Santo, de modo a evitar que sua destinação final fosse um aterro sanitário. O trabalho foi executado em três momentos: no primeiro foi feita uma análise dos resíduos sólidos gerados ao longo do ano de 2018, no segundo foi observado o destino final dos resíduos sólidos e a funcionalidade da coleta seletiva já implementada na empresa, e o terceiro momento consistiu em um trabalho de busca por parceiros que pudessem reaproveitar ou reciclar os resíduos que seriam destinados ao aterro sanitário. De acordo com os dados obtidos, verificou-se que os resíduos mais utilizados são metais, madeiras e um grupo denominado “resíduos não recicláveis”, contendo resíduos perigosos, resíduos orgânicos, além de papéis e plásticos contaminados. O destino final para 52,85% de todo resíduo sólido gerado ao longo do ano de 2019 foi alterado e direcionado para centros de reciclagem ou empresas que reaproveitaram os resíduos na composição de suas matérias primas, reduzindo os custos operacionais e de transporte até o aterro sanitário e permitindo a geração de lucros através da revenda de parte dos resíduos sólidos. As medidas implementadas também trouxeram impactos positivos ao meio ambiente, como participação no aumento da vida útil do aterro sanitário e uma menor geração de resíduos. Os resultados ainda revelam que a implantação da coleta seletiva na empresa foi fundamental para que a gestão dos resíduos sólidos ocorresse de forma homogênea e efetiva.

**Palavras-Chaves:** Resíduos sólidos, reaproveitamento, reciclagem, meio ambiente.

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN WASTE MANAGEMENT FROM THE POLYMER INDUSTRY

### ABSTRACT

The purpose of this research is to find solutions for the reuse and recycling of solid waste generated in a polymer company in Serra city, Espírito Santo, Brazil in order to prevent about the final destination being a landfill. The project was carried out in three moments: in the first, an analysis of the solid waste generated throughout 2018, in the second the final destination of the solid waste and the functionality of the selective collective already implemented in the company was observed and the third moment was carried out a search for partners who could reuse or recycle the waste that would be disposed of a landfill. According to the obtained data, it was found that the most used waste is composed by metals, wood and a group called non-recyclable waste, containing hazardous and organic waste and contaminated papers and plastics. The final destination for 52,85% of all solid waste generated during 2019 was changed and directed to recycling centers or companies that would reuse the waste in the composition of their raw materials, reducing operating and transport costs to the landfill sanitary and achieving profitability with the resale of the solid waste. The measures implemented also brought positive impacts to the environment, such as participation in increasing the useful life of the landfill and a lower generation of waste. The results also reveal that it was essential to implement selective collection in the company for the management of solid waste, it occurs in a homogeneous and effective manner.

**Keywords:** Solid waste, reuse, recycling, environment.

\* Instituto Federal do Espírito Santo, campus Santa Teresa. julianomerlo@gmail.com

\*\* Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha. lucas.guimaraes@ifes.edu.br

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a concentração de contingentes em áreas urbanas cada vez mais limitadas, aliados ao acelerado ritmo de industrialização tem promovido um impacto no meio ambiente oriundo da ausência de planejamento de longo prazo por políticas governamentais e das atitudes inadequadas de empresas quanto ao destino de seus resíduos (GUIMARAES et al., 2011).

Em contrapartida, estudiosos, líderes políticos e organizações tentam despertar a consciência ambiental como responsabilidade governamental e empresarial, por meio de conferências, reuniões e acordos globais, como por exemplo, a Conferência de Meio Ambiente e Desenvolvimento denominada Rio 92, realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro. A Rio 92 tinha como objetivo despertar a consciência ambiental como responsabilidade governamental e empresarial (SENADO, 2020). No âmbito ambiental, as empresas buscam como ponto chave a gestão competitiva, priorizando a redução de custos como base para os resultados. É neste contexto que o tratamento e a reutilização se fazem necessários porque, no seu potencial máximo possibilita ao mesmo tempo uma redução de custos por meio do reaproveitamento no ciclo produtivo e um compromisso de melhoria no processo de forma a reduzir perdas por falhas operacionais (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2019).

A conferência Rio 92 trouxe ainda o conceito de desenvolvimento sustentável, principal tema de discussão da atual Agenda 2030, que pode ser definido conforme Camargo (2003), como um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. De acordo com Kinlaw (1997), empresas não devem somente “tornarem-se verdes”, mas manter e melhorar sua posição competitiva ao se tornarem verdes. Entende-se como “verdes” aquelas organizações que atendem às premissas de sustentabilidade. Ainda conforme enfatiza Kinlaw (1997), 2 pontos imprescindíveis são destacados: a) Quanto antes às organizações enxergarem a questão ambiental como uma oportunidade competitiva, maior será sua probabilidade de sobreviver e lucrar; b) É pela ênfase da questão ambiental, como uma oportunidade de lucro que, se pode controlar melhor os prejuízos que se tem causado ao meio ambiente.

A indústria dos materiais plásticos está em crescente desenvolvimento, a necessidade de substituição de componentes de outros materiais por polímeros e a ampliação de tecnologias para atender às novas demandas que surgem a cada dia promove o aumento da produção mundial, que atingiu em 2015, 8,3 bilhões de toneladas, (GEYER et al., 2017). São baratos, duráveis e versáteis, o que facilita o desenvolvimento de produtos e beneficia a sociedade em diversas maneiras. Os plásticos podem, inclusive, diminuir o consumo energético e as emissões de gases de efeito estufa em diversas circunstâncias em comparação com as alternativas do mercado (BUTTER, 2003).

Apesar dos diversos benefícios que o plástico traz para a sociedade, os seus resíduos são prejudiciais (OLIVEIRA, 2012). Uma série de problemas são gerados pelo volume excessivo de plástico consumido e descartado, bem como sua disposição incorreta, como por exemplo, intoxicação animal, e humana devido aos aditivos de origem química utilizados na fabricação, o que demonstra a importância de instrumentos regulatórios que busquem minimizar os efeitos dos plásticos no meio ambiente (COSTA et al., 2019).

A destinação final dos resíduos industriais é um problema real e de alto custo, uma vez que o investimento é promovido em insumos de produção sem priorizar as falhas de processo, de modo que não há concentração de forças em evitar a perda desses insumos (ORTH et al., 2012). Os resíduos são retirados das instalações da empresa e então encaminhados para aterros ou lixões, sem observar a ordem de prioridade proposta na Lei 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos sólidos e disposição

final ambientalmente adequada dos rejeitos (GIOVANNINI e KRUGLIANSKAS, 2019). Percebe-se assim, que ainda não parece importante para o empresário o ciclo reverso destes resíduos e que sua responsabilidade para com o mesmo termina quando o material é retirado de sua empresa (OLIVEIRA, 2012). O processo por completo torna-se eficiente a partir de um sistema de gestão ambiental que identifique métodos e procedimentos para que o ciclo de vida do produto esteja em conformidade com o ambiente sustentável (FARIA e PACHECO, 2020).

Dentre os instrumentos de desenvolvimento da gestão ambiental de modo a intensificar o gerenciamento de resíduos e controles de processo, pode-se destacar a ferramenta produção mais limpa (P+L, daqui em diante). A P+L é descrita como um processo de melhoria contínua das rotinas industriais, bem como dos produtos e serviços, visando: 1) Reduzir o uso de recursos naturais; 2) Prevenir a poluição do solo, da água e do ar; 3) Reduzir a geração de resíduos, de modo a minimizar os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente (KINLAW, 1997). Logo, é a preocupação entre as operações do processo, a sustentabilidade, a reciclagem, a reutilização e a redução de resíduos (TSENG et al., 2009; KHALILI et al., 2014).

A P+L insere a variável ambiental em todos os níveis da organização, caracterizando-se por ações especialmente as ligadas ao processo produtivo, no intuito de tornar o processo mais eficiente por meio do melhor emprego de insumos, gerando mais produtos, menos resíduos, além de contribuir para a preservação do meio ambiente (SEVERO et al., 2009).

A quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil foi estimada em aproximadamente 72,7 milhões de toneladas no ano de 2018, de acordo com a ABRELPE (2019). A geração de resíduos sólidos urbanos no país vem aumentando a cada ano, reflexo, do crescimento da economia, que permite à população o acesso a novos bens e produtos, e da grande presença de materiais descartáveis entre os produtos consumidos. Entre os anos de 2017 e 2018, o crescimento registrado na geração de resíduos sólidos urbanos foi de 1,66%, índice superior à taxa de crescimento populacional urbano do país no mesmo período, 0,40% (ABRELPE, 2019). Dentre os resíduos sólidos coletados, 40,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil foram dispostos em locais inadequados, como lixões e aterros controlados, causando impactos ambientais no solo, nas águas, no ar e na saúde pública (ABRELPE, 2019). Para os 59,5% dos resíduos destinados corretamente, somente 116.610 toneladas foram recicladas, 4,4% a mais que em 2017, sendo 65% papel, 16,9% plástico, 10% vidro, 7,3% outros metais e 0,8% de outros materiais (ABRELPE, 2019).

Em meio à era do plástico, é importante citar ainda que a produção de plástico no Brasil em 2018, de acordo com a ABIPLAST (2019), foi de 6,2 milhões de toneladas, sendo a região sudeste responsável 55,6% desta produção e o Espírito Santo contemplando 1% dos plásticos produzidos. Pode-se destacar que 35% dos plásticos que vão para o mercado possuem ciclo de vida de até 1 ano e 15,9% entre 1 a 5 anos, ou seja, 2,28 milhões de toneladas da produção anual serão destinadas para aterros, lixões ou reciclagem (ABIPLAST, 2019). A quantidade de resíduos gerados anualmente passa a ser um desafio no sentido de conter o avanço da disposição destes materiais em aterros sanitários, permitindo prolongar o ciclo de vida do aterro e atribuindo o local somente para disposição de rejeitos.

Outro instrumento com utilização em gestão ambiental, a logística reversa é um sistema que garante a destinação final ambientalmente adequada de produtos ao fim de vida útil, podendo ser reutilizados como matéria-prima secundária, diminuindo o uso de recursos naturais, garantindo uma maior preservação ambiental e um modelo de produção mais sustentável (TENÓRIO, et al., 2014). Motivada pela proposição de um melhor destino aos materiais pós-consumo, a logística reversa tem como finalidade atender as novas exigências ambientalmente corretas da sociedade (DA SILVA et al., 2011).

A Lei 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos, traz a definição de logística

reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. Confirmando a proposição de um destino adequado aos materiais pós-consumo, a logística reversa tem como atuação final atender as novas exigências ambientalmente corretas da sociedade (DA SILVA et al., 2011).

A aplicação da logística reversa no segmento industrial ocorre por meio do canal de reciclagem, no qual produtos de pós-consumo são reaproveitados e difundidos como matérias-primas secundárias, que são reinseridas (LEITE, 2009) por meio das etapas de coleta e retorno ao ciclo produtivo (LACERDA, 2002; GONÇALVES-DIAS; TEODÓSIO, 2006), ou ainda replicados para utilização em processos distintos ou produtos com outras aplicações.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) institui diretrizes, como a não geração, a redução, a reutilização e o tratamento dos resíduos, de modo a incentivar as empresas em adotar, aprimorar ou desenvolver tecnologias ambientalmente favoráveis, como forma de minimizar impactos ambientais (BRASIL, 2010). Ainda de acordo com a PNRS, o reaproveitamento é o processo de utilizar os resíduos sólidos sem alteração de suas propriedades, enquanto a reciclagem consiste no processo de modificação dos resíduos sólidos, envolvendo a mudança de suas propriedades físicas, com vistas à transformação deles em insumos ou novos produtos.

Motta (2011) desenvolveu uma abordagem bibliográfica sobre a logística reversa de pós-consumo direcionada à prática da reciclagem de embalagens no cenário brasileiro. O estudo apontou uma série de benefícios, como: maior vida útil de aterros; geração de emprego e renda para a população não qualificada; diminuição da poluição de água, ar e solo; maior conscientização da sociedade sobre a questão ambiental; e melhorias e valorização da limpeza urbana. Da Silva (2011) realizou um estudo de viabilidade de implantação de logística reversa nas indústrias do setor de plástico em Teresina-PI, estudo oriundo do aumento de consumo de plástico na região e conseqüentemente aumento da geração de resíduos pós-consumo, constatando-se que medidas de separação dos materiais e a organização são pontos cruciais para o desenvolvimento da atividade de forma interna. Outro fato que deve ser apontado é que desenvolvimento sustentável está diretamente relacionado com ações de melhoria contínua, estas apontadas por: desenvolvimento de métodos que reduzem o desperdício internamente no processo; métodos que melhorem o uso dos insumos e aumento da eficiência energética; e modelos de gestão voltados para a qualidade do produto.

Oliveira (2012) consolidou em seu estudo um comparativo econômico entre os métodos de tratamento de resíduos sólidos com a reciclagem do material pós-consumo via logística reversa, concluindo que a reciclagem mecânica é a mais eficiente para o padrão de consumo brasileiro, reduzindo custos quando comparado com a incineração, armazenagem em aterro e método de pirólise. Entretanto, destacou-se ainda que a fórmula ideal para reduzir os tratamentos de resíduos sólidos que oneram o meio ambiente é de um sistema misto interligado por logística reversa, composto por: compostagem, reciclagem mecânica, reciclagem química e reciclagem energética. Tal configuração agrega em redução de consumo de água, menor consumo de energia para tratamento dos resíduos sólidos, manutenção da biodiversidade e redução na emissão dos gases do efeito estufa. Fatores apontados como dificultadores para a aplicação da logística reversa é a ineficiência da coleta seletiva e a falta de incentivo público para que as indústrias possam desenvolver a atividade.

Da Costa (2013) apresentou um estudo de caso de logística reversa aplicada na gestão de resíduos sólidos em Campina Grande-PB. O estudo registrou que os resíduos que causariam impactos ambientais e econômicos, como poluição visual e ambiental, geração de lixo, degradação de áreas e custos para remanejamento dos resíduos, ao aplicar logística reversa, promoveu o descarte correto e retorno financeiro por reaproveitamento de parte dos resíduos gerados. A

atividade também criou parcerias entre empresas para consumo de resíduos gerados como parte do processo de produção em outros setores e trouxe a inclusão dos catadores de lixo para a região.

Shibao (2010) desenvolveu uma abordagem dos casos descritos na literatura por aplicação de logística reversa no objetivo de destacar a reciclagem de materiais e a importância da sustentabilidade ambiental. O enfoque na logística reversa promoveu redução de custo, ganho financeiro e diferencial competitivo por parte das empresas, por meio de redução do uso de recursos naturais e de aumento da vida útil dos materiais, em decorrência do seu reaproveitamento. Beiriz (2010) por meio de seu estudo na aplicação da logística reversa na sustentabilidade da indústria da construção, destacou como uma grande oportunidade em desenvolver os fluxos de resíduos, bens e produtos descartados e o seu reaproveitamento, contribuindo no desenvolvimento ambiental, por meio da redução do uso de recursos naturais e a mitigação de outros impactos ambientais.

A atuação socialmente responsável por parte das empresas é um fator diferenciador a fim de seja evitado a sobrecarga dos aterros sanitários, uma vez que grande parte dessa geração pode ser destinada para reciclagem ou para reaproveitamento (SILVA, 2007). Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um programa de reaproveitamento e reciclagem para os resíduos da empresa, visando o seu desenvolvimento sustentável e minimizar os custos para disposição de resíduos em aterros sanitários, com base nas necessidades e prioridades percebidas durante a pesquisa.

Esta pesquisa caracteriza-se por ser um estudo de caso, de caráter exploratório e que se propõe a preencher algumas lacunas no gerenciamento de resíduos sólidos de uma indústria de transformação de materiais plásticos, localizada no município da Serra, Espírito Santo. Pretende-se analisar os resultados alcançados pela implementação da reciclagem e reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados nos processos produtivos em uma indústria de plásticos.

O presente estudo foi estruturado da seguinte forma: na seção dois apresentam-se as questões da natureza metodológicas, a seção três discorre sobre o processo de implantação e os resultados obtidos e na seção quatro, apresentam-se as conclusões e proposições da reciclagem e reaproveitamento dos resíduos sólidos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa trata-se de uma investigação empírica, que visa investigar um fenômeno contemporâneo inserido em um contexto, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, como no caso em questão (YIN, 2005).

No estudo também se utilizou uma abordagem de pesquisa-ação (ROESCH, 1999), a qual possibilitou obter conhecimento de primeira mão sobre a realidade empírica. No estudo foi registrada toda a entrada de material na central de resíduos da empresa, local coberto destinado a armazenar os resíduos que são consumidos pelos processos internos durante todo o mês e contendo caçambas estruturadas que comportem o volume de material segregado. Além disso, buscou-se uma solução mais adequada de disposição final ao aterro sanitário. É importante citar que por se tratar de uma indústria de transformação de plástico, os resíduos gerados são diversos: há presença de papel, papelão, metais, vidros, resíduos orgânicos e resíduos perigosos.

A empresa possui mecanismos para segregação de resíduos disponíveis em pontos estratégicos, separadas para cada tipo de resíduo. Isso o facilita a correta identificação, separação e quantificação dos materiais, além da não contaminação de todo o material coletado. Outro aspecto positivo decorrente da separação de lixeiras é a facilidade na tomada de decisão sobre a destinação: reciclagem, reaproveitamento ou aterro sanitário. Nesse contexto, foi realizada uma caracterização dos resíduos de acordo com sua natureza, para estruturar melhor todas as etapas do projeto.

Até o ano de 2018, os resíduos produzidos mensalmente pelos processos produtivos e administrativos eram direcionados para uma empresa responsável pelo descarte correto, gerando

custo de transporte e despejo ambientalmente adequado. Automaticamente, todo resíduo sólido era destinado para um aterro sanitário, tornando-se um rejeito para a empresa geradora, visto que o referido material não será reaproveitado e nem reciclado. Entretanto, notou-se que grande parte do material destinado para a central de resíduo da empresa tem potencial de reciclagem ou reaproveitamento em outro processo produtivo e, ao contrário de pagar para remover este resíduo internamente da empresa, é possível gerar receita para a empresa através do mesmo.

### *Coleta, tabulação e análise de dados*

A coleta de dados e das informações aconteceu por meio de análise documental e observação direta, pois se trata das técnicas que melhor se adaptaram ao contexto metodológico do estudo (COOPER; SCHINDLER, 2003; MALHOTRA et al., 2005; VERGARA, 2006). As fontes utilizadas foram: consultas aos arquivos da empresa, medições e pesagens dos resíduos de forma mensal, estimativas, observações in loco e consultas de orçamentos. Foram analisadas as principais implicações da geração dos resíduos produtivos de rotomoldagem, de estocagem e dos processos administrativos e sociais. O período em análise estendeu-se de janeiro de 2018 a dezembro de 2019 e o período de tratativas esteve compreendido entre janeiro de 2019 a dezembro de 2019.

A empresa apresenta coleta seletiva interna, onde todo resíduo gerado é devidamente segregado em recipientes próprios para cada tipo de resíduo, contendo a cor indicativa e sua respectiva descrição, conforme padrão adotado pela resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001, a saber: azul para papel, vermelho para plástico, amarelo para metal, verde para vidro, laranja para resíduo perigoso, marrom para resíduo orgânico e cinza para outros resíduos. Os recipientes são destinados para a central de resíduos, armazenados em caçambas e no final do mês são pesados em uma balança de carga. Ao final do processo, os dados referentes a estas mensurações são registradas em planilhas para controle orçamentário.

Para análise e interpretação dos dados, o método utilizado se deu de acordo com a Análise de Conteúdo, pois consiste em elementos que permitem a apreciação das comunicações e fornecem informações suplementares (BARDIN, 2004).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A primeira etapa do estudo foi o desenvolvimento de um fluxograma do processo e da gestão dos resíduos, para mapear as etapas e identificar o foco das ações de melhorias. Desse modo, a análise do cenário de geração de resíduos na empresa em 2018, na qual todo resíduo sólido era destinado para aterro sanitário, torna-se essencial para a caracterização dos resíduos gerados e para o estudo de reaproveitamento. O registro interno da empresa permitiu identificar quais foram os resíduos descartados, a quantidade em quilograma de cada resíduo, a forma e local como estava armazenado, o custo de transporte e disposição final do resíduo.

A ferramenta P+L, comumente utilizada na economia ambiental, surge como base para a sequência de desenvolvimento do estudo, propondo foco em evitar desperdício, otimizar o consumo de insumos, minimizar a geração dos resíduos e a emissão na fonte geradora. Deste modo, destinar resíduos ao aterro sanitário não somente aumenta a necessidade de consumir mais insumos como também quebra o ciclo de vida útil dos mesmos. Eliminar os desperdícios aumenta a eficiência no processo produtivo e reduz os investimentos para soluções dos problemas ambientais. A transformação de matérias-primas, água e energia em produtos ou serviços e não em resíduos, torna as empresas mais competitivas (PMAISL, 2010).

Seguindo as diretrizes da PNRS, buscaram-se parceiros que pudessem reaproveitar ou reciclar os resíduos sólidos que não seriam reutilizados internamente. Entre os parceiros analisados para

destinação dos resíduos, podem-se citar empresas de reciclagem, associações de catadores de lixo e empresas locais que utilizam o resíduo gerado como matéria prima. Os materiais resultantes de resíduos recicláveis possuem diversas utilizações nas indústrias, onde são beneficiados como matéria prima pré-processada. Tal uso evita a extração de novos insumos da natureza e também elimina etapas que necessitam consumir energia e utilizar produtos químicos danosos ao meio ambiente (ANVISA, 1999; MANO et al., 2005; SANTOS et al., 2004).

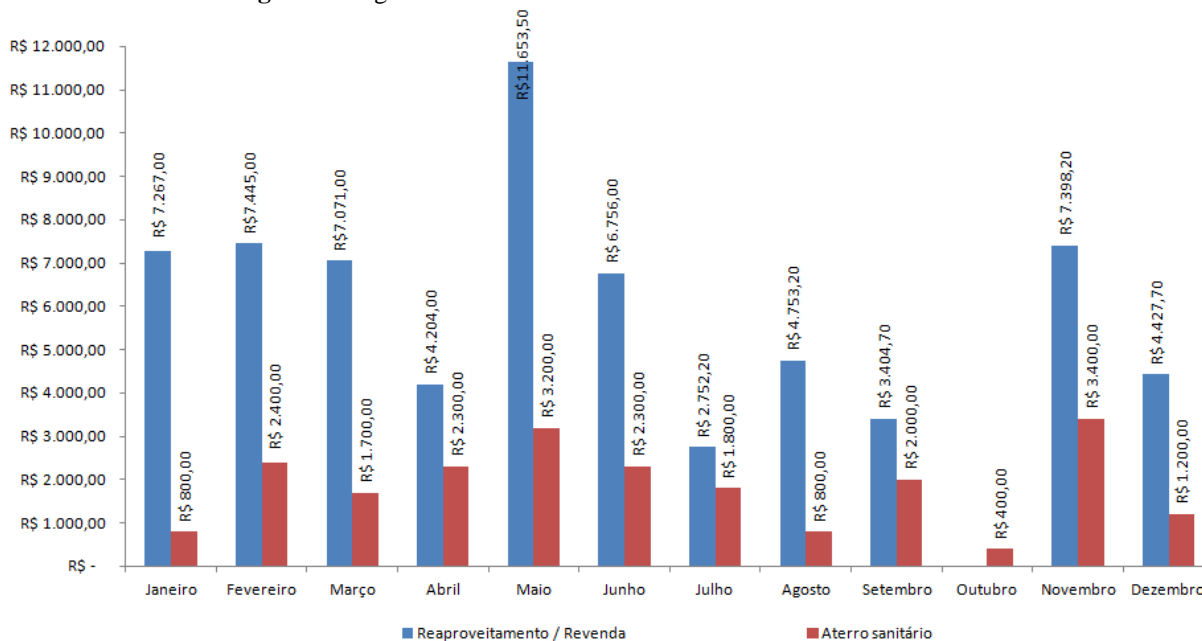
O papel e o plástico foram destinados para as associações de catadores de lixo de forma gratuita, na qual a associação era responsável somente pelo custo de transporte dos resíduos. Dentre os resíduos coletados, é possível citar: embalagens, sacos plásticos, bandejas, utensílios de escritórios, pastas, jornais, revistas, blocos, cadernos, envelopes, papelão, papel impresso e caixas, não contaminados com resíduos químicos ou descartados entre líquidos.

O metal foi destinado a uma empresa de comércio e reciclagem de metais. Todo resíduo gerado era tratado como material reutilizável e vendido para esta empresa de acordo com o tipo de metal. Dentre os resíduos coletados, pode-se citar: alumínio, aço inox, aço carbono, arames, pregos e parafusos, fios, cliques e grampos, sucatas não contaminadas com resíduos químicos.

A madeira foi destinada para marcenarias e fabricantes de peças em madeira, o resíduo era tratado como matéria prima e vendido de acordo com a condição e qualidade da madeira.

O histórico de registro em 2019 para coleta e pesagem dos resíduos ao final do mês, assim como o custo ou lucro obtido ao direcionar o resíduo para o seu local de destinação externa está indicado na Figura 1 a seguir, classificada em “Reaproveitamento / Revenda” para lucro da empresa e “Aterro sanitário” para custo da empresa. Já a Tabela 1, estratifica os valores de lucro e custo mês a mês.

**Figura 1.** Registro mensal do material coletado e destinado em 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor.



**Tabela 1.** Registro mensal do material coletado e destinado em 2019.

<b>Mês</b>	<b>Quantidade (kg)</b>	<b>Receita</b>
Janeiro	11.640	R\$ 7.267,00
Janeiro	1.580	-R\$ 800,00
Fevereiro	15.500	R\$7.445,00
Fevereiro	6.300	-R\$ 2.400,00
Março	13.840	R\$7.071,00
Março	16.538	-R\$ 1.700,00
Abril	10.310	R\$ 4.204,00
Abril	8.300	-R\$ 2.300,00
Mai	20.000	R\$11.653,50
Mai	14.440	-R\$ 3.200,00
Junho	7.310	R\$ 6.756,00
Junho	8.500	-R\$ 2.300,00
Julho	3.670	R\$ 2.752,20
Julho	8.240	-R\$ 1.800,00
Agosto	10.180	R\$ 4.753,20
Agosto	5.020	-R\$ 800,00
Setembro	6.450	R\$ 3.404,70
Setembro	10.600	-R\$ 2.000,00
Outubro	390	R\$ 0,00
Outubro	2.380	-R\$ 400,00
Novembro	13.330	R\$ 7.398,20
Novembro	17.520	-R\$ 3.400,00
Dezembro	9.160	R\$ 4.427,70
Dezembro	9.200	-R\$ 1.200,00

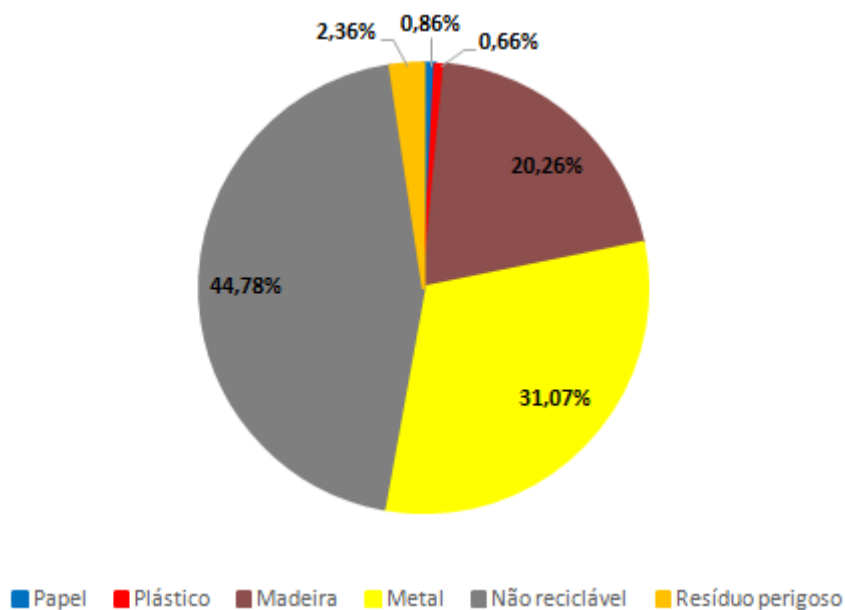
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A revenda ou distribuição dos resíduos sólidos passíveis de reaproveitamento ou reciclagem proporcionaram redução no custo de destinação dos resíduos: resíduos que anteriormente eram encaminhados para o aterro sanitário e geravam custos de compensação ambiental para seu correto acondicionamento. A partir do ano de realização do presente trabalho, surgiu a alternativa de gerar receita através do resíduo e o mais importante, reduzir os impactos ambientais no planeta. Analisando ainda a Tabela 1, é possível salientar que o saldo financeiro desta tratativa foi positivo, com retorno de R\$ 44.832,50 ao final de 2019, recurso que poderá ser investido em melhorias para o processo de coleta, pesagem e transporte ou ainda para o incremento de novas tecnologias.

Apesar de todo o esforço para reutilização e reciclagem dos resíduos gerados, mais de um terço de todo o resíduo sólido gerado em 2019 continuou sendo destinado para aterro sanitário, ocasionando custos para a empresa e causando danos ambientais, conforme a Figura 2, a seguir. Dentre os resíduos classificados como “Não recicláveis”, pode-se destacar os resíduos perigosos (embalagens de produtos químicos, sucatas metálicas de maquinário, tecidos e estopas contaminadas, lâmpadas, baterias e EPIs contaminados com graxas, óleos, tintas ou solventes) e os resíduos orgânicos (cascas e restos de alimentos) e outros resíduos (copos descartáveis úmidos, papéis engordurados, vidros, tubulações hidráulicas e pneus).

A fração orgânica contida no lixo é a grande responsável pela produção de chorume, que é definido pela norma ABNT NBR 8419, como sendo o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O chorume é o principal responsável pela poluição de corpos hídricos e do solo resultante dos lixões e aterros, sua carga orgânica é elevada e pode transportar ainda cargas de cádmio, arsênio, cobre, mercúrio, cobalto e chumbo. No aterro sanitário, o chorume é separado do material orgânico por um sistema de drenagem, seguindo em direção às lagoas de armazenamento temporário até que seja destinado para tratamento biológico ou bioquímico (SANTOS, 2003).

**Figura 2.** Percentual de resíduo coletado com base na pesagem em 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível notar com base na Figura 2, que a segunda maior fração dos resíduos pesados corresponde ao metal, com 31,07% de toda a coleta e possuem grande importância para o processo, pois são utilizados na fabricação de moldes, instalações, plataformas e ferramentaria. As sobras não reutilizadas do material são destinadas para a central de resíduos.

A madeira corresponde à terceira maior fração dos resíduos, com 20,26% da coleta total e é utilizada na estrutura de estocagem do produto final. Este dado é justificado pelas constantes trocas das estruturas devido a área de estocagem ser em ambiente aberto, propensos a ação de intempéries e pelo excesso de manuseio proporcionado pela movimentação e abastecimento logístico do produto acabado. As estruturas não possuem alta resistência mecânica, o que limita a quantidade de vezes que podem ser reutilizadas.

Apesar do papel e do plástico juntos contribuírem com menos de 2% do resíduo gerado, como a produção é muito grande e os dados apresentados estão mensurados em quilogramas, percebe-se que o quantitativo final anual em valores absolutos é bem considerável. Como tentativa para reduzir o volume de consumo destes resíduos, foram realizadas campanhas de conscientização interna, no intuito de incentivar o reaproveitamento do material utilizado ou de evitar a utilização desnecessária. A metodologia utilizada nas campanhas incluiu palestras mostrando a problemática do lixo, soluções para evitar os problemas e noções sobre o meio ambiente e sustentabilidade. Para isto foram utilizados folhetos informativos, emails institucionais e divulgações nos painéis

eletrônicos presentes no refeitório. A análise desse conjunto de resíduos foi necessária por duas variáveis: o custo obtido na aquisição de novos materiais e pelo peso (quilograma), uma vez que esses dois tipos de resíduos são naturalmente mais leves quando comparado aos demais, causando uma distorção entre o percentual do gráfico e o volume de resíduos sólidos observado durante os meses de estudo.

As medidas adotadas e todo o empenho gerado no estudo foram avaliados ao final de 2019, comparando os custos para destinação final dos resíduos sólidos entre os anos 2018 e 2019, conforme apresentado na Tabela 2. Todos os meses foram catalogados no período de comparação e representados como custo para os valores com sinal negativo ou como lucro para os valores com sinal positivo.

**Tabela 2.** Comparação da renda resultante na destinação dos resíduos entre os anos de 2018 e 2019.

<b>Mês</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Janeiro	-R\$ 2.200,00	R\$ 6.467,00
Fevereiro	-R\$ 1.700,00	R\$ 5.045,00
Março	-R\$ 3.600,00	R\$ 5.371,00
Abril	-R\$ 1.400,00	R\$ 1.904,00
Maiο	-R\$ 4.000,00	R\$ 8.453,50
Junho	-R\$ 3.900,00	R\$ 4.456,00
Julho	-R\$ 1.600,00	R\$ 952,20
Agosto	-R\$ 2.400,00	R\$ 3.953,20
Setembro	-R\$ 3.300,00	R\$ 1.404,70
Outubro	-R\$ 3.000,00	-R\$ 400,00
Novembro	-R\$ 5.800,00	R\$ 3.998,20
Dezembro	-R\$ 4.700,00	R\$ 3.227,70

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Constata-se que o trabalho realizado apresentou grande aceitação por parte da diretoria, o retorno para a empresa foi positivo, assim como para o meio ambiente. Enquanto no ano de 2018 todo o resíduo sólido gerado era destinado para aterro sanitário, resultando em custo total de R\$ 37.600,00, no ano de 2019 a empresa obteve uma receita adicional de R\$ 44.832,50. Além disso, foi promovido o desenvolvimento de empresas locais, proporcionando progressão no sistema de reaproveitamento de resíduos e de redução da geração de rejeitos. Os custos resultantes dos resíduos sólidos que ainda foram destinados para o aterro sanitário, representados por 44,78% da geração de 2019, foram absorvidos pela quantidade de material revendido ou destinado para outras empresas.

Observou-se também ganhos intangíveis com a implementação da educação ambiental por meio das campanhas internas, ligados à consciência dos colaboradores em relação à sustentabilidade e à apropriação do senso de redução das perdas. Estes ganhos proporcionam, por consequência, competitividade à empresa, a partir da melhoria contínua do processo e do ambiente de trabalho.

É importante destacar ainda que, o consumo dos materiais e matérias primas são variáveis que acompanham a tendência de mercado, ou seja, entre os anos de 2018 e 2019 houve variações de consumo de acordo com a demanda comercial, projetos de melhoria ou ainda, necessidade de alterações de processo. Dessa forma, a quantidade em quilograma de todos os resíduos gerados nos meses de 2018 não é equivalente à quantidade daqueles gerados nos meses de 2019.

## CONCLUSÃO

A reciclagem e o reaproveitamento dos resíduos sólidos são alternativas reais e viáveis para minimizar o impacto ambiental causado pela disposição destes materiais em aterros sanitários. O tema torna-se cada vez mais importante, uma vez que além dos interesses econômicos e ambientais, novas legislações ou decretos tendem a direcionar o assunto com maior rigidez, no sentido de minimizar e disciplinar o descarte dos resíduos sólidos.

Dentre os aspectos que motivam a reciclagem ou o reaproveitamento dos resíduos sólidos, pode-se destacar: a preservação de fontes não renováveis de matéria prima, a economia de energia, a redução no custo de disposição final em aterros sanitários, o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a geração de emprego e renda, a recuperação de áreas impactadas pelo mau acondicionamento dos resíduos, e a redução de gastos com limpeza e saúde pública.

Este estudo mostrou que a empresa obteve ganho econômico em 2019 de R\$ 44.832,50 e benefícios ambientais pelo reaproveitamento e reciclagem de 121.780 kg de resíduos sólidos, que corresponde a 52,85% de todo resíduo descartado no ano de 2019. Enquanto em 2018, sem aplicações de logística reversa, gestão ambiental e de sustentabilidade, não houve retorno econômico dos resíduos sólidos gerados, uma vez que eram destinados em totalidade para aterro sanitário, e o custo anual de R\$ 37.600,00 por esta prática. Deste modo, a reciclagem e o reaproveitamento foram soluções viáveis para minimizar o impacto ambiental causado pelo despejo de resíduos sólidos no meio ambiente, que, com o fortalecimento de associações de catadores e as parcerias desenvolvidas com recicladores e empresas locais, promoveram a reintrodução dos resíduos no ciclo de processamento e na cadeia de valor.

Ao concluir o estudo de caso, pode-se afirmar que o objetivo proposto de minimizar os custos para disposição de resíduos em aterros sanitários e os demais custos relacionados, foi alcançado em sua integridade. O ponto de partida desta análise foi a avaliação do cenário de geração de resíduos na empresa em 2018, na qual todo resíduo sólido era destinado para aterro sanitário. A organização destas informações possibilitou direcionar as ações na busca de parceiros que pudessem reaproveitar os resíduos sólidos que não seriam reutilizados internamente, como destino final, para reduzir a quantidade de material direcionado para aterro sanitário.

Por fim é importante citar ainda que a falta de uma legislação que incentive o uso desses materiais na reciclagem ou no reaproveitamento do processo produtivo, admite que as organizações possam escolher se querem ou não realizar o processo. O sentimento das organizações de não se sentirem responsáveis por esses materiais pós-consumo, optam por comprar novos insumos ao contrário de aplicar a logística reversa. Outra dificuldade de reaproveitamento dá se por conta da inexistência de um programa consolidado de coleta seletiva em diversas regiões do Brasil, além da falta de apoio aos centros de catadores de materiais e aos centros de reciclagem.

## REFERÊNCIAS

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2018**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2018/>>. Acesso em: 18 jan. 2020, 20:50.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 18 jan. 2020, 22:10.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 105. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Seção 1, p. 21. Brasília, 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, ed. 3, Edições 70, 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece código de cores para a diferenciação de resíduos e informações para a coleta seletiva. **Diário Oficial [da] União**, Seção 1, p. 80. Brasília, 2001.

BEIRIZ, F. A. S. **Um modelo de aplicação de logística reversa na sustentabilidade da indústria de construção**. Niterói, 2010.

BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa**. Florianópolis, 2003.

CAMARGO, A. L. B. **Sustentabilidade: entraves globais e reflexões**. Campinas, 2003.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre, ed. 7, Bookman, 2003.

COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; TRESENA, N. de L.; GUIMARÃES, F. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; SILVA, M. M. P. da; GUERRA, H. O. C. Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Sergipe, v. 4, nº 2, 2004. Disponível em: <<http://joaootavio.com.br/bioterra/detalhe/volume-4/31/>>. Acesso em: 10 ago. 2019, 13:40.

DA COSTA, M. L. **Logística reversa e gestão de resíduos sólidos: estudo de caso de um supermercado de médio porte de Campina Grande-PB**. Campina Grande, 2013.

DA SILVA, E. A.; NETO, J. M. M. **Logística reversa das indústrias de plásticos de Teresina-PI: um estudo de viabilidade**. Teresina, 2011.

FARIA, F. P.; PACHECO, E. B. A. V. A reciclagem de plástico a partir de conceitos de Produção Mais Limpa. **Gestão da Produção, Operação e Sistemas**. Rio de Janeiro, ano 6, nº 3, jul. 2011.

GEYER, Roland; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**. Washington, v. 3, nº 7, jul. 2017.

GIOVANNINI, F.; KRUGLIANSKAS, I. Fatores críticos de sucesso para criação de um processo inovador sustentável de reciclagem: um estudo de caso. **Revista de Administração Contemporânea**. Curitiba, v. 12, nº 4, out. 2008.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. **Revista Produção**, v. 16, n. 3, p. 429-441, 2006.

GUIMARÃES, C. F.; SEVERO, E. A.; DORION, E.; OLEA, P. M. **Produção mais limpa e sustentabilidade ambiental**: estudo de caso em uma indústria de plásticos na Serra Gaúcha. Caxias do Sul, 2011.

KHALILI, N. R.; DUECKER, S.; ASHTON, W.; CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**. Elsevier, v. 96, jun. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652614001322>> Acesso em: 05 out. 2020, 00:14.

KINLAW, D. C. **Empresa competitiva e ecológica**: desempenho sustentado na era ambiental. São Paulo: Makron Books, 1997.

LACERDA, L. **Logística reversa**: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2002.

LEITE, P. R. Direcionadores estratégicos em programas de logística reversa no Brasil. **Revista Alcance**, v. 19, n. 2, p. 182-201, 2012.

MALHOTRA, N. K.; ROCHA, I.; LAUDISIO, M. C.; ALTHEMAN, É.; BORGES, F. M. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo, ed. 1, Prentice Hall, 2005.

MOTTA, W. H. Logística reversa e a reciclagem de embalagens no Brasil. In: **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. 2011. p. 5-9.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A.V; BONELLI, C. M. C. **Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem**. Rio de Janeiro, Edgard Blücher Ltda, 2005.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo**: perspectivas para a reciclagem no Brasil. Rio de Janeiro, 2012.

ORTH, C. M.; BALDIN, N.; ZANOTELLI, C. T. Implicações do processo de fabricação do compósito plástico reforçado com fibra de vidro sobre o meio ambiente e a saúde do trabalhador: o caso da indústria automobilística. **Produção Online**. Florianópolis, v. 12, nº 2, abr. 2012.

PMAISL – Rede Brasileira de Produção Mais Limpa. **Relatório de 10 anos de parceria**. São Paulo, 2010. Disponível em <[http://www.pmaisl.com.br/publicacoes/relatorio\\_10anos.pdf](http://www.pmaisl.com.br/publicacoes/relatorio_10anos.pdf)>. Acesso em 22/09/2020, 20:51.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágios e de pesquisa em administração**: guias de estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de casos. São Paulo, ed. 2, Atlas, 1999.

SANTOS, A. F. de M. S. **Caracterização, avaliação da biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia e tratamento em reator UASB do chorume do aterro de Muribeca.** Recife, 2003.

SENADO, 2019. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países.** Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

SEVERO, E. A.; OLEA, P. M.; MILAN, G. E.; DORION, E. **Produção mais limpa:** o caso do arranjo produtivo local metal-mecânico automotivo da Serra Gaúcha. 2st International Workshop Advances in Cleaner Production, UNIP, São Paulo, 2009.

SILVA, N. N. de O.; NASCIMENTO, E. P. **Gestão ambiental empresarial.** Brasília, 2007.

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; DOS SANTOS, M. R. **A logística reversa e a sustentabilidade empresarial.** São Paulo, 2010.

TENÓRIO, F. A.; DOS REIS, A. F.; SILVA, D. E. **Redes de logística reversa:** um estudo de caso na indústria do plástico. Chapecó, 2014.

TSENG, M.; LIN Y.; CHIU A. S. F. Fuzzy AHP-based study of cleaner production implementation in Taiwan PWB manufacturer. **Journal of Cleanear Production.** Elsevier, v. 17, set. 2009.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo, ed. 7, Atlas, 2006.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Crescimento sustentável da indústria de plásticos criando estratégias de ação. **Revista de Administração Mackenzie.** São Paulo, v. 5, nº 1, jul. 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre, ed. 3, Bookman, 2005.