

ADIÇÃO DE VALOR A RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) EM UNIDADE DE TRIAGEM DE SÃO CAETANO DO SUL MEDIANTE A VIRTUALIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRIAGEM E A APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE ECONOMIA CIRCULAR

Karina de Carvalho Gozalo ¹; Antônio Carlos Dantas Cabral ²

¹ Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *Esse projeto de Iniciação Científica surgiu com o intuito de identificar oportunidades de valorização dos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) triados na unidade de triagem instalada em São Caetano do Sul, de modo a permitir melhor aproveitamento da matéria prima recebida e maior valor de venda, utilizando os conceitos da economia circular. Para isso, houve um trabalho em conjunto com a equipe do Laboratório de Comissionamento Virtual do IMT no mapeamento e virtualização do processo de triagem. Baseado nos problemas destacados para a Rota 1 (valorização mecânica) foi definido como foco desse projeto utilizar os princípios da economia circular com escopo em embalagens plásticas e vidro. Para realizar tal estudo foram feitos cenários com mudanças no processo de separação desses resíduos capazes de gerar ganhos aos cooperados.*

Introdução

Com as evoluções tecnológicas, o aumento do poder aquisitivo da população e o consequente aumento do consumo, cresceu a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados nos municípios. Isso trouxe como resultado grande impacto ambiental decorrente do descarte inadequado desses resíduos.

Ao contrário do que acontece nas cidades brasileiras, o aterro sanitário é o destino correto dos RSU apenas quando estes não apresentam potencial de valorização. No entanto, a correta destinação já vem sendo objeto de estudo nas diferentes esferas governamentais brasileiras.

No âmbito do Governo Federal, o tema é contemplado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada pela Lei nº 12.305/2010, que compreende

o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal no âmbito da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, seja isoladamente, seja em conjunto a particulares ou aos demais entes federados, incluindo o Distrito Federal

Os principais objetivos da PNRS são:

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Não geração, redução, reutilização, tratamento e disposição final adequada;
- Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas;
- Diminuição do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos;
- Intensificação de ações da educação ambiental;
- Desenvolvimento da indústria da reciclagem no país;
- Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial;
- Promoção da inclusão social, por meio da geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis;
- Gestão integrada dos resíduos sólidos.

Para Sousa (2012),

a PNRS institui, de fato, um novo marco regulatório para os resíduos sólidos, tendo como diretriz basilar a não geração, a redução, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Nela são consideradas as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável e da ecoeficiência.

Dificuldades técnicas e políticas impediram que o prazo de 2014, estabelecido para o encerramento das atividades dos lixões e correta implantação dos aterros sanitários, fosse cumprido.

Ciente desse problema, para orientar seus associados, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE – consolidou os principais aspectos da PNRS num estudo publicado em 2015 cujo objetivo foi estimar o valor dos investimentos necessários para universalizar os serviços de tratamento e destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos no Brasil.

Algumas dessas informações, porque são úteis na elaboração da linha de raciocínio desta proposta de projeto, são relacionadas a seguir:

- Conceitos básicos:
 - Resíduos sólidos
Material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.
 - Rejeitos
Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.
 - Destinação final ambientalmente adequada
Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa.
 - Disposição final ambientalmente adequada
Distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.
- Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos:
 - Coleta e pré-tratamento;
 - Destinação final:
 - Valorização mecânica (reciclagem);
 - Valorização biológica (compostagem);

- Valorização energética (tratamento térmico para geração de energia e uso de gás de aterro sanitário);
- Disposição final:
 - Disposição de rejeitos em aterro sanitário.

Ainda segundo a ABRELPE, em 2013, último dado disponível, no Brasil, foram geradas 76,4 milhões de toneladas de RSU, das quais 69,1 milhões foram coletadas e, dessas, 40,3 milhões de foram encaminhadas para disposição final em aterros sanitários e 28,8 milhões foram enviadas para lixões ou aterros controlados, que são formas de disposição final ambientalmente inadequadas.

Calderoni (2003), na reedição de seu livro escrito em 1999 e reeditado em 2003, afirma que, em grandezas referentes a 1996, a reciclagem do lixo é economicamente viável, podendo proporcionar ganhos superiores a R\$ 1,1 bilhão anuais no município de São Paulo e acima de R\$ 5,8 bilhões no Brasil. Pode-se concluir, portanto, que, quando o tema é adição de valor, há um intenso trabalho a desenvolver.

Na esfera estadual, é fundamental destacar o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, composto por quatro partes, a saber:

- Panorama dos Resíduos, que retrata a situação da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no estado;
- Estudo de Regionalização e Proposição de Arranjos Intermunicipais, que tem o intuito de fomentar a descentralização das políticas públicas voltadas à gestão dos resíduos sólidos e o compartilhamento de serviços e atividades de interesse comum aos municípios, a fim de permitir a otimização dos recursos – financeiros, materiais e humanos – e a geração de economia de escala;
- Proposição de Cenários, que busca a visualização de possíveis configurações futuras para os resíduos sólidos, a partir de projeções de geração;
- Diretrizes, Metas e Ações, que tratam de estratégias a serem adotadas ao longo de dez anos para assegurar a implementação do Plano Estadual, norteadas pela obrigatoriedade de adoção da hierarquização na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos – não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos rejeitos.

Mesmo tendo sido bem estruturado ainda encontra uma dificuldade básica, relatada no próprio texto:

do total de resíduos potencialmente recicláveis gerados, apenas uma pequena porcentagem, entre 2% e 3%, é destinada efetivamente à reciclagem, ainda que tais estimativas sejam nacionais, os valores condizem com a realidade encontrada no estado de São Paulo; por exemplo, no município de São Paulo essa porcentagem é de apenas 1,6%.

Em outras palavras, sem um real processo de adição de valor ao RSU coletado, o ponto final do seu percurso ao longo da cadeia produtiva será a disposição final em aterros.

No âmbito municipal, pode-se citar o Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo, criado pelo Decreto 54.991/2014, cuja diretriz fundamental é a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no município, observando a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Para tanto, prevê:

- Máxima segregação de resíduos nas fontes geradoras e sua valorização;

- Elaboração de um Plano de Coletas Seletivas, envolvendo os seguintes tipos de resíduos: orgânicos; domiciliares recicláveis secos; da construção civil; volumosos de natureza diversa; de serviços de saúde;
- Indução de práticas de coletas seletivas para estabelecimentos que devam ter seus Planos de Gerenciamento de Resíduos;
- Resíduos da logística reversa, conforme definidos na Lei 12.305 e outros que vierem a ser objeto de acordos setoriais.

A cidade de São Caetano do Sul, por seu turno, elaborou o seu Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS. Na seção 5.2.5, intitulada “Estratégias de recuperação e valorização”, lê-se:

A estratégia definida neste PGIRS contempla a recuperação e valorização máxima dos diversos materiais, como orienta a Política Nacional de Resíduos Sólidos – os resíduos secos recicláveis, os de logística reversa, os resíduos trituráveis da construção civil, os resíduos úmidos transformados em compostos orgânicos, respeitando os ciclos de vida destes e outros diversos materiais e os processos de compartilhamento de responsabilidades e logística reversa.

Para tanto, a implantação da rede de áreas para recebimento, a estruturação das áreas de triagem e transbordo, a segregação na fonte geradora dos Resíduos Sólidos Domiciliares orientando-se a Coleta Seletiva, agora com a inclusão crescente dos Resíduos Domiciliares Úmidos além dos Domiciliares Secos, deverão seguir procedimentos rigorosos de manejo implicando numa logística interna de coleta e destinação, além da construção de parcerias com outros municípios por intermédio de arranjos regionais. O PGIRS busca, com isso, criar condições legais e incentivos para atrair processadores visando a implantação de empreendimentos, investimento em equipamentos, estruturação e gerenciamento das redes de áreas.

Uma das ações tomadas pela Prefeitura de São Caetano do Sul visando implantar o PGIRS foi desenvolver, com o Instituto Mauá de Tecnologia, o projeto de criação e um Centro de Tecnologia para Adição de Valor aos Resíduos Sólidos Urbanos, que, em síntese compõe-se de 3 rotas:

- Rota 1: Valorização mecânica, pela otimização do processo de triagem dos RSU na unidade instalada no município;
- Rota 2: Valorização físico química, com o apoio da DuPont, que consiste em submeter os resíduos rejeitados na Rota 1 ao processo de aglomeração usando Fusabond®, uma família de polímeros funcionais que permitem a transformação de materiais previamente selecionados em um composto com propriedades reológicas que permitem a extrusão, injeção, termoformagem e outros processos de transformação. A expectativa é elaboração de uma unidade piloto a ser instalada em região vizinha à unidade de triagem;
- Rota 3: Valorização energética dos resíduos rejeitados nas rotas anteriores. Essa rota ainda está na fase de concepção.

O que se nota é a preocupação do município em encontrar meios para valorizar os resíduos gerados. É nesse cenário que pode ser aplicado o conceito de economia circular, ponto chave desse projeto. Trata-se de “um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos

sistêmicos administrando estoques finitos e fluxos renováveis, funcionando de forma eficaz em qualquer escala”.

Para a Ellen MacArthur Foundation são três os princípios da economia circular:

- Preservar e aumentar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando recursos renováveis;
- Otimizar a produção de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;
- Fomentar a eficácia do sistema revelando as externalidades negativas e excluindo-as dos projetos.

Mesmo considerando que esses três princípios são aplicáveis às três rotas do PGIRS do município, o escopo dessa proposta de projeto será a Rota 1, na qual se insere a Unidade de Triagem, constituída na forma de cooperativa. Para os gestores da Prefeitura Municipal, alguns dos principais problemas detectados nessa Rota 1 e passíveis de solução pela aplicação dos conceitos da economia circular para simular alternativas de melhoria das operações e identificar oportunidades de adição de valor a esses resíduos, são os seguintes:

- Mistura de materiais componentes de embalagens, como por exemplo, tampas e rótulos em garrafas PET;
- Mistura de materiais com cores (e valores de venda) diferentes, como garrafas de vidro âmbar e transparente;
- Materiais com estrutura complexa, como laminados, com alto valor para reciclagem usando Fusabond, não são separados e têm o aterro como disposição final;
- Os cooperados não parecem motivados a adotar práticas que possibilitam geração de valor e consequente investimento na cooperativa e aumento de suas retiradas mensais.

Material e Métodos

Primeiramente foi realizada uma pesquisa para entender os princípios e o objetivo da economia circular. A partir disso, o projeto procurou identificar pontos nos quais a cooperativa poderia melhorar para obter mais ganhos, mantendo os resíduos por todo tempo em seu mais alto nível de valor.

Para isso foi feito um estudo sobre as rotas que o RSU segue, dependendo do seu material e sua valorização, representado a seguir na figura 1.



Figura 1 – Representação das rotas do RSU

A fim de compreender melhor o funcionamento da cooperativa foi realizada uma visita para análise das etapas do processo de triagem e enfardamento dos resíduos. Nessa visita notou-se que uma grande quantidade de material passa pela esteira e não são selecionados pelos cooperados, tendo como destino final os aterros. Isso significa que muitos materiais que poderiam ser valorizados acabam no aterro sem valor nenhum.

Além disso, a maior parte dos resíduos que chegam na cooperativa são plásticos e por possuir sete categorias diferentes nem sempre são separados de forma correta, ou seja, muitas vezes no *bag* de PE (polietileno) encontra-se junto PP (polipropileno). O vidro também é um material que não passa por uma separação correta, uma vez que são jogados em uma caçamba de forma misturada, sem separação por cor. Isso faz com que diminua seu valor na hora da venda.

Com o intuito de identificar algumas possibilidades de adição de valor na cooperativa foram criados diferentes cenários, simulando algumas mudanças no processo de triagem da cooperativa do plástico tipo 1 (PET) e do vidro. Para isso foram coletados dados de um dia de venda (dia 15/07/2016) fornecidos pelo DAE (Departamento de Água e Esgoto) de São Caetano do Sul

Resultados e Discussão

A análise de adição de valor em relação a embalagem plástica PET foi realizada comparando 7 cenários, apresentados a seguir nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Peso do plástico PET vendidos no dia 15/07/2016

Material	Peso (kg)
PET colorido	190
PET branco	790
Total	980

Tabela 2 – Valores do peso do plástico PET tabelados pela cooperativa

Material	Preço (R\$/kg)
PET colorido	0,15
PET branco (sem separar a tampa)	1,00
PET branco (separando a tampa)	1,25
PP	0,8

1) Sem triagem correta (sem separação de cor)

$$980 \text{ kg} \times \text{R\$ } 0,15 \cdot \text{kg}^{-1} = \text{R\$ } 147,00$$

2) Triagem correta (com separação de cor)

$$(190 \text{ kg} \times \text{R\$ } 0,15 \cdot \text{kg}^{-1}) + (790 \text{ kg} \times \text{R\$ } 1,00 \cdot \text{kg}^{-1}) = \text{R\$ } 818,50$$

3) Triagem sem separação de tampa e corpo – análise PET branca

$$790 \text{ kg} \times \text{R\$ } 1,00 \cdot \text{kg}^{-1} = \text{R\$ } 790,00$$

4) Triagem correta com separação da cor e tampa – análise PET branca

$$1 \text{ garrafa} = 50 \text{ g } (47 \text{ g corpo} + 3 \text{ g tampa})$$

$$\frac{790 \text{ kg}}{0,05 \text{ kg.garrafa}^{-1}} = 15800 \text{ garrafas}$$

- Corpo: $15800 \text{ garrafas} \times 0,047 \text{ kg.garrafa}^{-1} = 742,6 \text{ kg de PET}$
 $\text{R\$ } 1,25 \cdot \text{kg}^{-1} \times 742,6 \text{ kg} = \text{R\$ } 928,25$
- Tampa: $15800 \text{ garrafas} \times 0,003 \text{ kg.garrafa}^{-1} = 47,4 \text{ kg de PP}$
 $\text{R\$ } 0,80 \cdot \text{kg}^{-1} \times 47,4 \text{ kg} = \text{R\$ } 37,92$

$$\text{Total} = R\$ 928,25 + R\$ 37,92 = \boxed{R\$ 966,17}$$

5) Triagem e lavagem da PET (baseado no valor da tabela CEMPRES – edição atual, região São Paulo)

$$980 \text{ kg} \times R\$ 1,40.\text{kg}^{-1} = \boxed{R\$ 1372,00}$$

A tabela do CEMPRES não faz distinção entre o PET colorido e branco, por isso foi considerado o peso total neste cálculo do cenário 5.

As garrafas PET coloridas (verdes e laranjas) são vendidas a um preço muito inferior, então, na visão dos cooperados, não vale a pena perder tempo separando a tampa do corpo da garrafa. No entanto, foi realizado um cenário demonstrando que se tal atividade fosse realizada haveria um ganho significativo para os cooperados.

6) Triagem sem separação de tampa e corpo – análise PET colorida

$$190 \text{ kg} \times R\$ 0,15.\text{kg}^{-1} = \boxed{R\$ 28,50}$$

7) Triagem com separação de tampa e corpo – análise PET colorida (supondo a o valor do PET o mesmo fazendo ou não a separação da tampa)

1 garrafa = 50 g (47 g corpo + 3 g tampa)

$$\frac{190 \text{ kg}}{0,05 \text{ kg.garrafa}^{-1}} = 3800 \text{ garrafas}$$

- Corpo: $3800 \text{ garrafas} \times 0,047 \text{ kg.garrafa}^{-1} = 178,6 \text{ kg de PET}$
 $R\$ 0,15.\text{kg}^{-1} \times 178,6 \text{ kg} = R\$ 26,79$
- Tampa: $3800 \text{ garrafas} \times 0,003 \text{ kg.garrafa}^{-1} = 11,4 \text{ kg de PP}$
 $R\$ 0,15 \text{ kg}^{-1} \times 11,4 \text{ kg} = R\$ 9,12$

$$\text{Total} = R\$ 26,79 + R\$ 9,12 = \boxed{R\$ 35,91}$$

A partir desses cálculos conclui-se que sem realizar a separação da tampa em relação ao corpo o ganho que a cooperativa obteve no dia 15/07/2016 foi de R\$ 818,50 (somando a quantidade vendida de PET branca e colorida). Se tivesse realizado essa separação, o ganho seria de R\$1002,08. Ou seja, haveria um aumento de R\$183,58 na receita dos cooperados. No entanto, se houvesse um investimento em uma máquina de lavagem desse material, após a cooperativa arcar com os custos dessa nova aquisição, arrecadariam R\$ 1372,00, obtendo um aumento de R\$553,50 comparado com a situação atual.

Após a análise das embalagens plásticas, foi feita uma análise do vidro comparando 2 cenários apresentados a seguir nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Peso do vidro vendido no dia 15/07/2016

Material	Peso (kg)
Cacos de vidro	14780

Tabela 4 - Valores do peso do vidro

Material	Preço (R\$/kg)
Vidro Misto (tabelado pela Cooperativa)	0,087
Vidro Incolor (tabelado pelo mercado – Resicalc)	0,15
Vidro Verde (tabelado pelo mercado – Resicalc)	0,15
Vidro Marrom (tabelado pelo mercado – Resicalc)	0,15

1) Situação atual (sem separação):

$$14780 \text{ kg} \times R\$ 0,087 . \text{kg}^{-1} = \boxed{R\$ 1285,86}$$

2) Com separação por cor (segundo Resicalc):

Como o valor do vidro é o mesmo para qualquer uma das cores (marrom/verde/incolor), não é necessário saber quantos quilos têm de cada cor para fazer o cálculo:

$$14780 \text{ kg} \times R\$ 0,15 . \text{kg}^{-1} = \boxed{R\$ 2217,00}$$

A partir desses cálculos conclui-se que se a cooperativa realizasse a separação das cores do vidro haveria um ganho de R\$ 2217,00 (considerando a quantidade de vidro vendida em 15/07/2016 e o preço estabelecido pela Resicalc). Sem realizar a separação, a cooperativa teve um ganho de R\$1285,56, deixando de ganhar, portanto, R\$ 931,14.

Conclusões

Apesar da dificuldade técnica e política de se implantar de forma eficaz as leis relacionadas à preservação do meio ambiente e a triagem correta do lixo, algumas ações baseadas nos princípios da economia circular podem ser tomadas a fim de minimizar o lixo destinado a aterro e aumentar seu valor. Nota-se, com esse estudo realizado na cooperativa de São Caetano do Sul, que pequenas mudanças no processo de triagem são capazes de adicionar valor, trazendo ganhos significativos à renda dos funcionários.

Como demonstrado no corpo desse artigo, a ação de separar a tampa do corpo da garrafa traz um ganho significativo no final na renda dos cooperados, assim como separar as cores dos vidros antes da venda.

Existe resistência por parte dos cooperados em aceitar as sugestões propostas por acharem que mudanças no método de separação não acarretam em grandes ganhos, já que é necessário mais tempo para realizar tal atividade.

No entanto, durante os estudos realizados para esse projeto, a cooperativa acabou adotando em seu processo uma das sugestões propostas: separar a tampa (tipo 5 – PP) do corpo da embalagem PET branca.

Referências Bibliográficas

- ABRAMOVAY; MENDONÇA, citados em GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo. 1ª Edição. São Paulo. 352p., 2014.
- ABRELPE. Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil. Elaboração GO Associados. São Paulo, 48p. 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

- Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- CALDERONI, S. Os bilhões perdidos no lixo. Ed Humanitas. São Paulo, 2003, 346p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo. 1ª Edição. São Paulo. 352p. 2014.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular. Disponível em <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- GODINHO, M. Assessoria Especial de Planejamento Estratégico do Gabinete do Prefeito de São Caetano do Sul. Informações sobre o processo de criação da cooperativa de triagem de São Caetano do Sul. 25 de agosto de 2015.
- O GLOBO. Prazo legal para fim de lixões não será cumprido. Edição de 29 de julho de 2014. Disponível em: < <http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/prazo-legal-para-fim-de-lixoes-nao-sera-cumprido-13413388>. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Decreto nº 54.991 de 2 de abril de 2014. Aprova as alterações e consolida o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo (2014/2033). Disponível em: <http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20140403&Caderno=DOC&NumeroPagina=1> Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Caetano do Sul. Disponível em http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/pdfs/planos/pgirs_scs_apresentacao_final.pdf. Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- DU PONT. Fusabond. Disponível em <http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/ethylene-copolymers/brands/fusabond-functional-polymers.html> Acesso em 11 de fevereiro de 2016.
- RESICALC. Cálculo da Logística Reversa. Disponível em: < <http://www.resicalc.com.br/CalculoDaLogisticaReversa.aspx>>. Acesso em 13 de outubro de 2016.
- SOUSA, C. O. M. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos: avanços e desafios. Monografia (Pós Graduação Lato Sensu) – Faculdade de Direito da Fundação Armando Álvares Penteado. São Paulo, 100p. 2012.