

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO NORDESTE DO BRASIL

Lúcia Helena Xavier
José Fernando Thomé Jucá
Rômulo Simões Cezar Menezes
[Org.]



Autores:

Aline Carolina da Silva
Amanda Pereira Gomes
Amanda Santos Morais
Ana Carolina da Silva
Ana Maria D.Luz
Araci M. Musolino
Beatriz Soares da Silva
Bertrand Sampaio de Alencar
Bruna Michelle Guimarães Silva
Carlos Barreto
Carlos A. C. Regina
Danilo Roberto de Sousa
Eden Cavalcanti de Albuquerque Júnior
Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas
Emerson Andrade Sales
Elizabeth Amaral Pastish Golçalves
Éricka Patrícia Brito
Helena Andrade Lima
Héramane Jasher Cabral das Chagas
Ivo Vasconcelos Pedrosa
Jhennifer Laruska Leal Fraga
Jessika Vanessa Farias Borba
José Fernando Thomé Jucá
Katharine Trajano
Kelma Vitorino
Lúcia Helena Xavier
Luciana Souza Trindade
Luiza Eugenia da Mota Rocha Cirne
Manuela Luz Silveira
Márcia Cristina Sabóia de Andrade
Maria Eunice Villarim de Farias Leite
Maria Madalena Pereira Botão
Mariana Siqueira Junqueira
Michelle de Almeida Lima
Monick Mello
Pedro Lucas Ferras Ramos
Polyana Tarciana Araújo dos Santos
Regina Bueno de Azevedo
Renata Magdala Garcia
Ricardo Luís S. Pinheiro
Ricardo Monteiro Rocha
Rodrigo Medeiros
Rômulo Simões Cezar Menezes
Rosa Virgínia T. Granjeiro
Rosineide Vieira da Silva
Shyrlley Dayanne Soares Possidonio
Vitória de Queirós Celestino
Walter Akio Goya

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO NORDESTE DO BRASIL

Lúcia Helena Xavier
José Fernando Thomé Jucá
Rômulo Simões Cezar Menezes
(Org.)

Recife
2018



Autores:

Aline Carolina da Silva
Amanda Pereira Gomes
Amanda Santos Morais
Ana Carolina da Silva
Ana Maria D.Luz
Araci M. Musolino
Beatriz Soares da Silva
Bertrand Sampaio de Alencar
Bruna Michelle Guimarães Silva
Carlos Barreto
Carlos A. C. Regina
Danilo Roberto de Sousa
Eden Cavalcanti de Albuquerque Júnior
Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas
Emerson Andrade Sales
Elizabeth Amaral Pastish Golçalves
Éricka Patrícia Brito
Helena Andrade Lima
Héramane Jasher Cabral das Chagas
Ivo Vasconcelos Pedrosa
Jhennifer Laruska Leal Fraga
Jessika Vanessa Farias Borba
José Fernando Thomé Jucá
Katharine Trajano
Kelma Vitorino
Lúcia Helena Xavier
Luciana Souza Trindade
Luiza Eugenia da Mota Rocha Cirne
Manuela Luz Silveira
Márcia Cristina Sabóia de Andrade
Maria Eunice Villarim de Farias Leite
Maria Madalena Pereira Botão
Mariana Siqueira Junqueira
Michelle de Almeida Lima
Monick Mello
Pedro Lucas Ferras Ramos
Polyana Tarciana Araújo dos Santos
Regina Bueno de Azevedo
Renata Magdala Garcia
Ricardo Luís S. Pinheiro
Ricardo Monteiro Rocha
Rodrigo Medeiros
Rômulo Simões Cezar Menezes
Rosa Virgínia T. Granjeiro
Rosineide Vieira da Silva
Shyrley Dayanne Soares Possidonio
Vitória de Queirós Celestino
Walter Akio Goya

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

G393 Gestão de resíduos sólidos no Nordeste do Brasil [recurso eletrônico] / Lúcia Helena Xavier, José Fernando Thomé Jucá, Rômulo Simões Cezar Menezes (organizadores). - Recife: Ed. UFPE, 2018.

Vários autores.

Inclui referências.

ISBN 978-85-415-0979-4 (online)

1. Gestão integrada de resíduos sólidos – Nordeste, Brasil. 2. Lixo – Eliminação – Aspectos ambientais – Nordeste, Brasil. 3. Lixo eletrônico – Reaproveitamento – Nordeste, Brasil. 4. Desenvolvimento sustentável – Brasil. 5. Logística reversa. I. Xavier, Lúcia Helena (Org.). II. Jucá, José Fernando Thomé (Org.). III. Menezes, Rômulo Simões Cezar (Org.).

628.4 CDD (23.ed.)

UFPE (BC2018-016)

Todos os direitos reservados à



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20, Várzea
Recife, PE | CEP: 50.740-530
Fone: (0xx81) 2126.8397 | Fax: (0xx81) 2126.8395
www.ufpe.br/edufpe | livraria@edufpe.com.br

Sumário

| | |
|--|-----|
| 1. Abordando a gestão de resíduos sólidos no Nordeste brasileiro <i>Lúcia Helena Xavier</i> | 5 |
| 2. Leis e normas ambientais brasileiras e a gestão de resíduos <i>Lúcia Helena Xavier e Rosineide Vieira</i> | 15 |
| 3. Sustentabilidade no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos: Produção e consumo conscientes <i>Helena Andrade Lima</i> | 25 |
| 4. Inovação e sustentabilidade na gestão de resíduos <i>Lúcia Helena Xavier e Rodrigo Medeiros</i> | 47 |
| 5. Sistemas de logística reversa para gestão de resíduos e coprodutos da cadeia de biodiesel: Estudo de caso do Nordeste brasileiro <i>Kelma Vitorino</i> | 59 |
| 6. Devolução de computadores pós-consumo no Brasil - Estudo de caso em Aracaju (SE) <i>Kelma Maria Nobre Vitorino, Luciana Souza Trindade, Bruna Michelle Guimarães Silva</i> | 81 |
| 7. Implantação da Coleta Seletiva Solidária na Universidade Federal de Campina Grande/Campus I (PB) <i>Luiza Eugenia Da Mota Rocha Cirne; Amanda Pereira Gomes; Jessika Vanessa Farias Borba; Manuela Luz Silveira; Danilo Roberto De Sousa; Maria Eunice Villarim De Farias Leite</i> | 107 |
| 8. Logística Reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos: Estudo de Caso dos Computadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) <i>Carlos Alberto Alves Barreto, Bertrand Sampaio de Alencar</i> | 117 |
| 9. Lixo Eletroeletrônico & Responsabilidade Socioambiental (Projeto Descarte Legal) - Coleta, desmontagem e destinação correta de resíduos eletrônicos via cooperativas de catadores da Bahia <i>Ana Maria D.Luz, Araci M. Musolino, Carlos Conde Regina, Walter Akio Goya, Regina Bueno de Azevedo</i> | 133 |

10. Modelagem matemática ambiental aplicada ao mercúrio em lâmpadas fluorescentes 157
Ricardo Monteiro Rocha, Amanda Santos Morais, Beatriz Soares Silva, Jhennifer Laruska Leal Fraga, Pedro Lucas Ferraz Ramos
11. Abordagem da sustentabilidade no Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis da cidade de Crateús (CE) 167
Márcia Cristina Sabóia de Andrade
12. O reuso de PET como opção de matéria-prima secundária na indústria química: estudo de caso em uma indústria de tintas imobiliárias na Região Metropolitana do Recife (PE) 191
Renata Magdala Garcia, Eden Cavalcanti de Albuquerque Junior, Ivo Pedrosa
13. A logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no perímetro irrigado de Bebedouro em Petrolina (PE) 211
Shyrley Dayanne Soares Possidonio, Elizabeth Amaral Pastich Golçalves, Eden Cavalcanti de Albuquerque Junior
14. Os resíduos sólidos do arquipélago Fernando de Noronha (PE) 235
Michelle Lima
15. Educação, catadores e a PNRS: uma análise da gestão de resíduos eletroeletrônicos na Região Metropolitana do Recife (RMR) 257
Katharine Trajano e Monick Melo
16. Logística reversa de óleo de cozinha residual: experiências de Pernambuco, Paraíba e Piauí 269
Rômulo Simões Cezar Menezes, Ericka Patrícia Brito, Rosa Virgínia T. Grangeiro, Ricardo Luís S. Pinheiro, Lúcia Helena Xavier
17. Logística reversa: a gestão de resíduos e coprodutos do biodiesel de sebo bovino no estado da Bahia 281
Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas, Emerson Andrade Sales
- 18 Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos coletados na cidade de São Luís (MA): Estudo de caso dos materiais recicláveis e reaproveitáveis do Nordeste brasileiro 299
Aline Carolina da Silva, José Fernando Thomé Jucá, Maria Madalena Pereira Botão

Abordando a gestão de resíduos sólidos no Nordeste brasileiro

Lúcia Helena Xavier

Resumo – Este capítulo apresenta de forma objetiva os aspectos principais da gestão de resíduos sólidos, sua inserção por meio de instrumentos de gestão e uma breve análise à luz dos conceitos de ecologia, gestão e regulamentação. Como introdução do livro, propõe-se a contextualização dos temas abordados ao longo dos demais capítulos, bem como para base de análise no âmbito dos estados nordestinos.

1.1. Introdução

A região Nordeste é a terceira maior região do país, com uma área de 1,5 milhões de km², 1.794 municípios, mais de 55 milhões de habitantes e uma densidade populacional de 36 hab/ km² (IBGE, 2014). As regiões Sul e Sudeste, áreas mais populosas do país, possuem uma densidade populacional de 50 e 92 hab/km², respectivamente.

Os nove estados da região Nordeste do Brasil possuem, em média, um IDH de 0,716, ou seja, classificado como médio. O estado mais populoso da região nordeste, a Bahia, possui 15 milhões de habitantes, seguido pelos estados de Pernambuco e Ceará com 8,7 e 9,2 milhões de habitantes, respectivamente. Sergipe é o estado menos populoso, com 2,1 milhões de habitantes. A Bahia também registra o maior PIB, equivalente a mais de R\$ 96 mil (sendo R\$ 7 mil per capita), enquanto o estado do Piauí possui o menor PIB com R\$ 12,7 mil (sendo R\$ 4,2 per capita). Entretanto, o maior PIB per capita é o de Sergipe, equivalente a R\$ 7,5 mil.

Dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – extrato sobre resíduos sólidos (SNIS-RS, 2014¹), informam que cerca de 1,2 milhões de pessoas (cerca de 3% da população urbana) na região Nordeste ainda não são atendidas pelo serviço regular de coleta domiciliar de resíduos. A pesquisa do SNIS-RS para o ano de 2014 contou com a participação de 962 (53%) municípios da região Nordeste, mas com representação de 70% da população total. Destes, apenas 97 informaram ter coleta seletiva, ou seja, 10% do total de municípios participantes. Considerando-se a coleta seletiva porta a porta e com o apoio da Prefeitura ou dos catadores, este percentual é menor, ou seja, 7,8% dos municípios têm este tipo de serviço.

De acordo com dados do SNIR-RS (2014) (Tabela 1), os volumes informados pelos municípios a respeito da realização da compostagem não possuem valores expressivos no Nordeste, em relação às demais regiões. Por outro lado, os volumes recebidos em aterro sanitário e controlado são significativos. Os valores informados para incineração são surpreendentes, uma vez que supera em muito os valores informados pelos municípios das demais regiões. No entanto, é notório o valor expressivo dos resíduos sólidos recebidos ainda em lixões na região Nordeste, cerca de 5 milhões de toneladas anuais.

Tabela 1. Massa de resíduos totais recebidos pelas unidades de processamento dos municípios participantes segundo unidade, por região geográfica.

| Tipo de processamento | Massa recebida nas unidades de processamento por região (t) | | | | | Massa total (t) |
|---|---|-----------|------------|-----------|--------------|-----------------|
| | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-oeste | |
| Lixão | 1.157.806 | 4.874.837 | 720.565 | 154.772 | 3.604.371 | 10.512.351 |
| Aterro controlado | 2.280.945 | 2.211.798 | 3.384.284 | 652.635 | 693.349 | 9.512.351 |
| Aterro sanitário | 1.412.835 | 8.647.540 | 20.299.057 | 5.752.174 | 2.681.246 | 38.792.851 |
| Compostagem | 282 | 22 | 58.993 | 10.976 | 225.618 | 295.890 |
| Unidade de triagem (galpão ou usina) | 1.032 | 748.959 | 1.020.452 | 564.582 | 210.634 | 2.545.659 |
| Unidade de tratamento por incineração | 0 | 11.078 | 562 | 61 | 8 | 11.709 |
| Vala específica de resíduos de serviço de saúde | 2.045 | 30.372 | 13.998 | 0 | 504 | 46.919 |

Fonte: Adaptado a partir de SNIS-RS, 2014.

¹ <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>

Ainda de acordo com o SNIS-RS (2014), estima-se que no Brasil foram destinadas e recebidas em unidades de processamento 74.772.570 toneladas de resíduos sólidos a partir das informações dos 962 municípios que participaram da pesquisa. De acordo com dados da Abrelpe (2015a), 32% dos resíduos gerados no país são classificados como recicláveis. Assim, a partir dos dados do SNIS-RS, estima-se que cerca de 24 bilhões de quilos de resíduos seriam passíveis de reciclagem.

Para fins didáticos de análise da gestão econômica dos resíduos, propomos o seguinte cenário. Supondo um valor médio hipotético de R\$ 0,50 por quilo de material reciclável para os 962 municípios informantes do SNIR, haveria uma receita de R\$ 12 bilhões anuais a partir da comercialização dos resíduos recicláveis. Pode-se inferir que os valores dos recicláveis estariam subestimados neste cenário hipotético, uma vez que os valores dos principais materiais recicláveis podem variar de R\$ 0,10 (vidro) até R\$ 12,00 (metais) o valor por quilograma.

Por outro lado, a frequência do material na triagem, a qualidade desse material, os valores de compra, a presença de compradores intermediários (atravessadores, deposeiros e sucateiros) ao longo da cadeia e as distâncias a serem percorridas pelo resíduo, são exemplos de indicadores que fazem o valor de compra e venda flutuarem. Ainda assim, caso o valor da venda de materiais recicláveis fosse revertido para a gestão municipal, seria uma receita da ordem de, pelo menos, milhões de reais anualmente.

O cenário apresentado, apesar de hipotético e subestimado, permite a reflexão sobre os aspectos que conferem complexidade à gestão de resíduos e endossam a urgência de regulação dos processos operacionais e da gestão de resíduos no Brasil.

1.2. Contextualização

A partir de processos biogeoquímicos os componentes inorgânicos (de origem mineral) e orgânicos (natural ou artificial, podendo ser de origem animal e vegetal) são capazes de recircular em nosso ambiente. O processo de ciclagem ocorre de forma natural, buscando sempre o equilíbrio entre os recursos, processos e agentes que compõem o nosso planeta (ODUM,

1998). No entanto, a diversidade de elementos e agentes que interagem confere complexidade aos sistemas naturais e quanto mais longe do equilíbrio, maior é o impacto e a perda da sustentabilidade. Desta forma, apresentamos o conceito de sustentabilidade dos sistemas naturais para, a partir de então, discutir sobre a gestão ambiental dos resíduos.

Muitos são os fatores que levam à degradação da matéria orgânica. E tantos outros fatores levam à degradação da natureza e da sociedade. Muitos estudos buscam elucidar as fontes de degradação e suas consequências com vistas a mitigar ou eliminar os impactos.

Odum e Barrett (2007), resumem bem a dicotomia entre a manutenção dos sistemas mercadológicos da produção de bens e serviços e a necessidade de preservação dos recursos naturais que, em última instância, alimentam a própria produção.

Até que haja uma crise, os humanos tendem a considerar normais os bens e serviços provenientes da natureza, pois assumimos que são ilimitados ou de alguma forma repostos por inovações tecnológicas, mesmo sabendo que necessidades vitais como oxigênio e água podem ser recicláveis, mas não substituíveis. (ODUM E BARRETT, 2007, p.02)

Os resíduos sólidos são os principais responsáveis pela degradação ambiental verificada no solo, na água e no ar de nosso planeta. Soluções que possibilitem a redução do potencial de dano, a prevenção do impacto e ações corretivas devem ser priorizadas no contexto da educação, do desenvolvimento e da manutenção da qualidade de vida em nosso planeta.

Para tanto, faz-se necessária a transferência do conhecimento sobre a gestão dos resíduos em todos os níveis e áreas de atuação para que as ações previstas em leis e normas tornem-se efetivas e contribuam para a melhoria da qualidade de vida.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), os resíduos sólidos são definidos como:

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.

Estão englobados na definição de resíduos sólidos, conforme interpretação da PNRS, as emissões atmosféricas (gases) e os efluentes (resíduos líquidos). Tal entendimento amplia a possibilidade de uma gestão mais efetiva, uma vez que uma mesma categoria de resíduo pode se apresentar em diferentes estados físicos em razão da temperatura ambiente ou dos processos pelos quais é submetido.

O próprio texto da PNRS ainda esclarece que esta lei se articula com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938 de 1981) e também com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 1999), evidenciando portanto a integração entre as políticas brasileiras para o meio ambiente, a educação ambiental e a gestão de resíduos em prol de um ambiente sustentável.

Em poucas palavras, pode-se inferir que dois requisitos são prioritários para a efetividade da gestão de resíduos sólidos: (i) a base de conhecimento propiciada pela transferência do conhecimento e aprendizagem e (ii) o estabelecimento de políticas públicas que estabeleçam os requisitos, responsabilidades e prazos.

De acordo com relatório da Comunidade Europeia (COMUNIDADE EUROPEIA, ?), a história da política ambiental na Europa teve início a partir dos escândalos relacionados ao manuseio de resíduos entre as décadas de 1970 e 1980. Tais ocorrências alertaram os legisladores a respeito do impacto potencial sobre a saúde humana e o meio ambiente. A partir daí, começaram as medidas de controle e, posteriormente, prevenção dos impactos por meio de ações de gestão resultantes de medições e análises dos impactos ocorridos.

Esse relatório da Comunidade Europeia conclui que algumas ações são elementos chave para melhorar o uso de recursos e, conseqüentemente, contribuir para o gerenciamento efetivo dos resíduos. Sendo essas as ações:

- Uma boa base de conhecimento sobre políticas para a gestão de resíduos;
- Políticas de prevenção de resíduo em prol de metas comuns;
- Uma política de reciclagem ampla e eco-eficiente que abranja todos os materiais residuais;
- Operacionalização da reciclagem de resíduos com altos padrões ambientais em um mercado aberto.

O processo de consolidação das regulamentações europeias para a gestão de resíduos sólidos, que teve início cerca de três décadas antes das iniciativas brasileiras, podem servir como uma rica base de aprendizagem.

Questões de ordem legal e prática relativas a gestão de resíduos que estamos vivenciando hoje no Brasil, foram discutidas e aprimoradas a partir da década de 1980 na Europa. Tais questões versavam, por exemplo, sobre: os custos do gerenciamento de resíduos perigosos, mecanismos para a capacitação dos agentes envolvidos na gestão dos resíduos, a responsabilidade das esferas de poder, o estabelecimento de limites de toxicidade e responsabilidades.

O arcabouço legal e normativo brasileiro em relação às políticas públicas para a gestão ambiental é bastante sólido e atende aos principais requisitos da sustentabilidade em suas diferentes dimensões. No entanto, muitos instrumentos regulamentadores ainda não se encontram efetivamente implantados

A incapacidade de sustentar suas próprias políticas leva ao fracasso das principais políticas públicas. Segundo Marino et al (2016), destacam a importância da mensuração e incentivo às capacidades administrativas como forma de se viabilizar as políticas públicas no âmbito da administração pública municipal. Os mesmos autores entatizam este aspecto aplicado à gestão de resíduos sólidos e, para tanto, apresentam o modelo de capacitação adaptado de Honadle (1981) (Apud Marino et al, 2016), contemplando as seguintes etapas:

- a) *Fazer política*: formulação de políticas;
- b) *Desenvolver programas*: criar programas para implementação das políticas;
- c) *Atrair recursos*: recrutamento e seleção de pessoal;
- d) *Absorver recursos*: aquisição de funcionários, suprimentos e equipamentos;
- e) *Gerir recursos*: gestão orçamentária e financeira, relações de trabalho e manutenção dos registros;
- f) *Avaliar atividades*: avaliação dos procedimentos, eficiência e eficácia;
- g) *Melhoria do processo*: aprendizado para futuras atividades;
- h) *Antecipar mudanças*: antecipar crescimento populacional, mudanças políticas e demográficas.

Apesar de complexo, o modelo retrata as atividades chave para uma gestão eficiente e de longo prazo, aplicável à diferentes setores. No escopo da gestão de resíduos alguns aspectos merecem destaque como, por exemplo, (i) a capacitação, seleção e aquisição de pessoal e (ii) a antecipação das mudanças. O primeiro aspecto por buscar eliminar o padrão de descontinuidade das ações político-administrativas a partir das sucessões governamentais, e o segundo por prescindir de requisitos de estratégia tão importantes para a eficiência da gestão em geral.

1.3. Aspectos da gestão de resíduos no nordeste brasileiro

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe, 2015b), a partir da publicação do *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*, são gerados anualmente no país cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos, das quais menos de 60% são efetivamente coletadas e destinadas de forma ambientalmente adequada em aterros.

Nos anos de 2014 e 2015 foram coletadas mais de 43 mil toneladas de resíduos diariamente na região Nordeste, gerando cerca de 96.000

empregos no setor de limpeza urbana e representando um custo per capita para a coleta do material nesta região é estimado em R\$ 3,00 (Abrelpe, 2015b).

Figura 1. Disponição final de Resíduos Sólidos Urbanos na região Nordeste (t/dia)



Fonte: Abrelpe, 2015b.

Conforme apresentado na Figura 1, a região Nordeste possui cerca de 67% dos seus resíduos sendo destinados em aterros. No entanto, mais de 30% ainda são depositados em lixões.

O estudo apresentado pela Abrelpe (2015b), não é conclusivo por não considerar a totalidade dos municípios brasileiros, no entanto é a análise mais ampla que se possui publicada até o momento. A partir deste panorama é possível verificar que ainda há um significativo passivo ambiental se configurando a partir da destinação inadequada dos resíduos sólidos.

A postergação do prazo para o encerramento dos lixões, por meio da aprovação do Projeto de Lei nº 425 de 2014. A partir da proposta aprovada, as capitais brasileiras e municípios das regiões metropolitanas passam a ter a data de 31 de julho de 2018 como prazo para o encerramento de seus lixões, enquanto dos municípios de fronteira e os com mais de 100 mil habitantes (segundo o Censo de 2010), terão até 2019 para implantar seus aterros. As cidades menores, com 50 a 100 mil habitantes terão até o dia 31

de julho de 2020 para se adequarem. E os municípios com menos de 50 mil habitantes terão até o 31 de julho de 2021 para cumprirem a lei.

A maior parcela dos municípios nordestinos se caracteriza como cidades com menos de 50 mil habitantes, por isso, a proposta de consolidação de consórcios para a gestão dos resíduos sólidos surge como uma solução viável para a destinação dos resíduos nesta região.

1.4. Considerações finais

A abordagem da gestão de resíduos na região Nordeste, para além dos aspectos sociais e ambientais, exige a compreensão e gestão dos aspectos econômicos e técnicos com vistas a proposição de recursos de otimização para a implantação e atendimento aos instrumentos legais.

Apesar das precariedades de ordem social e ambiental historicamente registradas na região Nordeste, há que se reconhecer que o crescimento econômico da região na última década possibilitou o incremento na infraestrutura, educação, saúde e saneamento. Ainda são muitos os desafios, no entanto o cenário pode ser qualificado como um desafio promissor.

Assim, nos próximos capítulos serão abordados e analisados diferentes olhares para os estados da região Nordeste, com propostas de soluções e ainda discussões para contribuir com um futuro melhor para o nosso país. Para que os miseráveis sociais, intelectuais e ambientais façam parte de um passado cada vez mais distante e os ricos sociais, ambientais, econômicos, culturais e tecnológicos aqui se façam e mantenham, contribuindo para um futuro comum e cada vez mais próspero.

Em suma, entender a gestão de resíduos como uma necessidade social, um benefício ambiental e uma oportunidade econômica pode possibilitar a consolidação de ações integradas em prol de um meio ambiente sustentável, justo e viável.

Referências

ABRELPE, 2015a. Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf. Acesso em outubro de 2016.

ABRELPE, 2015b. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em outubro de 2016.

BANDEIRA, M. In: Estrela da vida inteira. Ed. Nova Fronteira, 2007.

BRASIL, 2010. 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 julho de 2015.

COMUNIDADE EUROPEIA. The story behind the strategy: EU waste policy. (sem data) Disponível em: ec.europa.eu/environment/waste/pdf/story_book.pdf. Acesso em outubro de 2015.

HONADLE, B.W., A capacity-building framework: A search for concept and purpose. *Public Administration Review*, v. 41, n. 5, p. 575-580, 1981.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br

MARINO, A.L., CHAVES, G.L.D., SANTOS JÚNIOR, J.L., Capacidades administrativas na gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros. Ed. CRV, Curitiba, 2016.

ODUM, E. Ecologia. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1998.

ODUM, E. e BARRETT, G.W., 2007. Fundamentos de Ecologia. 5ª Edição. Ed. Pioneira Thompson.

SNIR-RS, 2014. Diagnóstico sobre Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>. Acesso em outubro de 2016.

Leis e normas ambientais brasileiras e a gestão de resíduos

Lúcia Helena Xavier, Rosineide Vieira

Resumo – O pioneirismo do conjunto regulamentador da gestão de resíduos sólidos no Brasil tem como marco a definição de ações específicas, limites e penalidades desde os primeiros instrumentos propostos no período pós-colonial. Esse capítulo apresenta uma breve análise dos principais instrumentos legais vigentes no país para a gestão dos resíduos sólidos, destaca as iniciativas estaduais antes mesmo da consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

2.1. Introdução

As políticas públicas brasileiras, após o período colonial, voltadas para o meio ambiente são referência para a América Latina e ainda para países desenvolvidos. Desde a década de 1930, a partir do Decreto Nº 24.643, de 10 de Julho de 1934 que estabelece o Código das Águas (BRASIL, 1934), até as políticas para a produção e uso de biodiesel e, mais recentemente, a aprovação da Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a proteção da mata nativa. Em todas as instâncias houve conflitos que versavam sobre interesses sociais, políticos ou ambientais. Ainda assim, o arcabouço da regulamentação ambiental se destaca por uma série de fatores.

O pioneirismo na definição de penalidades, já verificado no Código das Águas, é respaldado pela Lei de Crimes Ambientais (Lei Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. BRASIL, 1998), que estabelece sobre sanções penais e administrativas aplicadas à ações lesivas ao meio ambiente. Pode-se

afirmar que as décadas de 1980 e 1990 representam um salto qualitativo na regulamentação ambiental brasileira, sendo assim estabelecidas as bases necessárias para a construção das políticas ambientais específicas para a gestão de resíduos sólidos no país.

Foi a partir da Lei nº 12.305 de 2010 e respectivo Decreto nº 7.404 de 2010, que estabelecem a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil que a gestão de resíduos passou a ganhar espaço de forma significativa. Nesta Política são definidos os agentes, especificadas as categorias de resíduos prioritários e definidas as ações no âmbito público e no âmbito privado. Desde a elaboração dos planos de gestão de resíduos até a sistematização da logística reversa, a Política contribui para o estabelecimento de ações coordenadas e passíveis de verificação.

Um dos principais requisitos para a aplicabilidade da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é o resgate da Lei de Crimes Ambientais, conforme previsto no caput:

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

E ainda nos seguintes artigos:

Art. 51. Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta Lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”**, e em seu regulamento.

Art. 52. A observância do disposto no **caput** do art. 23 e no § 2º do art. 39 desta Lei é considerada obrigação de relevante interesse ambiental para efeitos do **art. 68 da Lei nº 9.605, de 1998**, sem prejuízo da aplicação de outras sanções cabíveis nas esferas penal e administrativa.

Art. 53. O § 1º do art. 56 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 56.

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. (BRASIL, 2010. Negritos nossos)

Conforme previsto nos trechos destacados da PNRS, o resgate da Lei de Crimes Ambientais especifica a atribuição de sanções cabíveis no âmbito penal e administrativo, conforme ações lesivas. A alteração do Artigo 56, por sua vez, endossa a ação coordenada entre as leis e as normas ambientais.

Apesar de não possuírem força de lei e terem carácter voluntário, as normas ambientais também tiveram função preponderante na regulamentação dos resíduos sólidos.

2.2. Normas para a gestão de resíduos

A prática da gestão ambiental foi inicialmente regulamentada a partir das British Standard (BS), normas inglesas para o desenvolvimento implantação e manutenção de processos em empresas industriais. A norma BS 7750 estabeleceu, a partir de discussões entre diferentes segmentos produtivos e agentes governamentais, os principais requisitos ambientais a serem cumpridos voluntariamente pelas empresas.

Na sequência, um aprimoramento dessa iniciativa foi a definição das normas da série ISO 9.000, que versam sobre Qualidade de processos e produtos e, posteriormente as normas da série ISO 14.000, que abordam exclusivamente aspectos ambientais como: desempenho ambiental, ciclo de vida, requisitos da gestão ambiental e auditoria ambiental. As normas da série ISO 14.000 podem ser consideradas as primeiras normas com abrangência global que incluem em seu escopo aspectos relacionados à gestão dos recursos energéticos e à gestão dos resíduos como critérios para a sustentabilidade.

Conceitualmente as normas são voluntárias, ou seja, a adesão e o cumprimento dos seus requisitos são opcionais. No entanto, a norma ISO 14.001, a única da série que é passível de certificação, resultou em reconhecimento do padrão de sustentabilidade por parte daquelas empresas que optavam por se submeterem a procedimentos de auditoria e certificação ambiental. O alto padrão de sustentabilidade, por sua vez, resultou em captação de clientes e, dessa forma, garantia de mercado para os seus produtos. Em poucas palavras, seria a eficácia da gestão ambiental empresarial contribuindo para o desempenho econômico e, em casos específicos, o desempenho econômico revertendo para o desempenho ambiental e, consequentemente, para sustentabilidade.

Diferentemente das normas da série ISO 9.000, a série ISO 14.000 (ISO, 2004), para além dos critérios de qualidade, estabelece a necessidade de comprometimento com os requisitos ambientais por meio do atendimento às regulamentações. Desta forma, consolida-se a interdependência entre a certificação ambiental por meio da norma ISO 14.001 e o atendimento aos requisitos legais relativos a um determinado processo produtivo.

Há ainda a categoria de normas técnicas, que estabelece parâmetros para a atuação profissional, especificações técnicas de procedimentos, processos e produtos e ainda definições e restrições de sistemas.

Desta forma, no âmbito da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), há o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, o CB-38. Apesar das determinações sobre o tema serem concentradas nesse Comitê, a logística reversa ou manufatura reversa, temas relativos à gestão de ciclo de vida e gestão de resíduos, motivaram a elaboração de normas que foram discutidas no CB-003, o Comitê de Eletricidade e ainda na Comissão de Estudo Especial de Bens Reprocessados (CEE-197), por especificarem a gestão dos resíduos eletroeletrônicos e automotivos, a saber:

- i) Norma ABNT NBR 15833:2010 – “Manufatura Reversa de aparelhos de refrigeração”.
- ii) Norma ABNT NBR 16156:2013 - “Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa”
- iii) Norma ABNT NBR 16290:2014 – “Bens reprocessados – requisitos gerais”.

Por fim, em relação as características das normas ambientais, há que se destacar a especificidade das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Tais resoluções, apesar de serem qualificadas como normas, possuem força de lei atribuída pela Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Nº 6.938 de 1981 – BRASIL, 1981) e, por isso, devem ser observadas da mesma forma que os requisitos estabelecidos para os regulamentos.

2.3. Breve histórico da regulamentação da gestão de resíduos no Brasil

Uma das primeiras menções à gestão de resíduos no Brasil pode ser atribuída ao texto da Constituição Federal (BRASIL, 1988), que em seu Artigo 225 estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

....

V- controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

....

Em síntese, a geração de produtos nocivos, bem como ações (técnicas e métodos) passíveis de dano à saúde humana ou ao meio ambiente, estando eles no final de sua vida útil ou não, devem ser controlados por meio da ação do Poder Público. A responsabilização do governo pelo ação de monitoramento e controle é bastante clara na Carta Magna e ainda é suportada por meio das Políticas Estaduais e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a; 2010b).

A título de exemplo, a responsabilidade pós-consumo foi uma definição adotada nas regulamentações estaduais da gestão dos resíduos sólidos, antes mesmo da definição da logística reversa. Ainda que sejam terminologias complementares, verifica-se que a regulamentação das políticas estaduais de resíduos, iniciadas ainda na década de 1990 no Brasil, tendem a adotar especificidades.

Desta forma, por meio de regulamentações específicas, dos estados e da União, tem se observado textos regulamentadores que enfocam especificidades conforme necessidades locais ou regionais.

De acordo com Vitorino et al (2010) reforça esse entedimento a partir da análise da ocorrência dos termos responsabilidade pós-consumo (RPC) e logística reversa (LR) nas políticas estaduais brasileiras, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Abordagem dos conceitos de LR e RPC na legislação brasileira.

| | LEI ESTADUAL | DECRETO ESTADUAL | ANO |
|--|---------------------|---------------------|------|
| Não aborda logística reversa ou responsabilidade pós-consumo | Lei 9.921 - RS | | 1993 |
| | | Decreto 38.356 - RS | 1998 |
| | Lei 12.493 - PR | | 1999 |
| | Lei 13.103 - CE | | 2001 |
| | Lei 1.145 -RO | | 2002 |
| | | Decreto 23.941 - PE | 2002 |
| | | Decreto 6.674 - PR | 2002 |
| | Lei 12.300 - SP | | 2006 |
| | Lei 14.675 - SC | | 2009 |
| Responsabilidade pós-consumo | Lei 12.008 - PE | | 2001 |
| | | Decreto 26.604 - CE | 2002 |
| | Lei 14.248 - GO | | 2002 |
| | Lei 7.862 - MT | | 2002 |
| | Lei 4.191 - RJ | | 2003 |
| | Lei 416 - RR | | 2004 |
| | Lei 5.857 - SE | | 2006 |
| | Decreto 54.645 - SP | 2009 | |
| Logística Reversa | Lei 9.264 - ES | | 2009 |
| | Lei 18.031 - MG | | 2009 |
| | | Decreto 45.181 - MG | 2009 |
| | Lei 13.908 - PE | | 2009 |
| | Lei 15.084 - PE | | 2013 |

Fonte: Modificado a partir de Vitorino, 2010.

Conforme evidenciado na Tabela 1, enquanto as Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos vigentes entre os anos de 1993 e 2000 não consideravam menção aos conceitos de responsabilidade pós-consumo ou logística reversa, a partir de 2001, alguns estados já adotam a definição RPC e apenas a partir de 2009 os estados do Espírito Santo e Minas Gerais abordam a LR em suas políticas estaduais.

Após a aprovação da PNRS, que estabelece a definição geral de LR, alguns estados, como Pernambuco, refizeram suas políticas estaduais com vistas a atender a determinação da regulamentação federal.

Enquanto antes da PNRS ser implementada 15 estados já possuíam regulamentações sobre gestão de resíduos. Desde então, apenas a Bahia concluiu a regulamentação na esfera federal. Apesar do estado da Bahia ter sido o primeiro a estabelecer a Lei Estadual de Saneamento Básico (Lei nº 11.172 de 01/12/2008), foi o que mais recentemente estabeleceu sua Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.932, de 07 de janeiro de 2014).

Os estados do Amapá, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Piauí, Alagoas, Acre, Amazonas, Rio Grande do Norte, Rondônia e Maranhão possuem o projeto de lei da política estadual em fase de discussão. Desses citados, a maior parte encontra-se em fase final de elaboração dos planos estaduais, em atendimento à PNRS. Deve-se observar que, dos estados que ainda não possuem políticas estaduais de resíduos sólidos, uma parte significativa encontra-se na região Norte e Nordeste, evidenciando uma desarmonia em relação ao pioneirismo de algumas iniciativas e o descumprimento legal por parte de outros estados.

No entanto, o principal marco regulatório não consiste na aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos que tramitou cerca de 20 anos até a sua aprovação; também não são as Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos que antecederam a regulamentação federal, mas sim a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), que estabeleceu penalidades para ações lesivas ao meio ambiente.

Considerada como um instrumento pioneiro de regulamentação da gestão ambiental na América Latina, a Lei de Crimes Ambientais brasileiras permite a imputação de sanções administrativas, ou seja, os gestores de empresas, responsáveis por impactos ambientais decorrentes de decisões equivocadas, podem responder e sofrer penalidades. Alguns casos já foram qualificados a partir dessa regulamentação.

A título de exemplo, o fechamento dos lixões, previsto, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para ser realizado até dezembro de 2014 em todo o país, se valeu da prerrogativa da Lei de Crimes Ambientais para que ações por parte do Ministério Público fossem direcionadas às municipalidades que estiverem em situação de descumprimento da determinação legal.

3. Considerações finais

Em uma simples abordagem da evolução dos marcos regulatórios da gestão ambiental e, mais especificamente, da gestão de resíduos no Brasil, esse capítulo trouxe um panorama do encadeamento das ações que culminaram na elaboração das políticas estaduais e, por fim, a PNRS.

Com a regulamentação federal permaneceu em discussão ao longo de cerca de 20 anos, o seu teor foi levado ao conhecimento dos estados que, em sua maioria, optaram pela elaboração das leis estaduais. Ainda após a aprovação da PNRS alguns estados optaram por reformular suas políticas estaduais com vistas a adequação à regulamentação federal. Entretanto, ainda evidencia-se uma desarmonia em relação a adoção de regulamentações para a gestão dos resíduos no âmbito federal e estadual.

Se por um lado a antecipação das leis estaduais possibilitaram um aprendizado e adequação às exigências federais que estavam sendo construídas, por outro lado, alguns estados foram “surpreendidos” pela robustez da PNRS e suas implicações. A meta de fechamento dos lixões foi um dos aspectos que surpreendeu os gestores municipais que não elaboraram seus planos municipais e, da mesma forma, surpreendeu os gestores estaduais que adiaram a feitura dos planos estaduais.

Nesse sentido, ações movidas pelos Ministérios Públicos em todo o país têm mobilizado as diferentes esferas de poder no sentido de buscar respostas e ações por parte daqueles estados e municípios que não atenderam às exigências legais.

Em síntese, a consolidação das políticas públicas brasileiras representam um marco para o país e o pioneirismo na América Latina. No entanto, sem a conscientização e o engajamento do poder público e da sociedade, poucos resultados poderão se manter ao longo do tempo no atual cenário de incertezas políticas e econômicas.

Referências

BRASIL, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado.

_____, 1981. Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em julho de 2015.

_____, 1998. Lei Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9605.htm. Acesso em julho de 2015.

_____, 2010a. 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/l12305.htm . Acesso em: 13.01.2007.

_____, 2010b. Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em julho de 2015.

ISO, 2004. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14001:2004 – Environmental management systems – Requirements with guidance for use. Genebra, 2004. 23p.

VITORINO, K.M.N., CORREIA, J.C.D.A., XAVIER, L.H., FREIRE, N. (2010). Logística reversa e responsabilidade pós-consumo nas leis estaduais brasileiras para resíduos sólidos. 3º Simpósio Iberoamericano de Engenharia de Resíduos. REDISA, João Pessoa.

Sustentabilidade no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos: Produção e consumo conscientes

Helena de Andrade Lima Saboya Albuquerque

Resumo – A dependência crescente por equipamentos eletroeletrônicos (EEE) tem ocasionado um problema de dimensão global: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Devido ao grau de periculosidade (são potencialmente perigosos) e à elevada taxa de crescimento dos REEE, práticas que contribuam para a redução e não geração desses resíduos devem ser amplamente estimuladas. Boas práticas nas etapas de produção e consumo dos equipamentos são essenciais para a não geração de resíduos e para a transformação do ciclo de vida dos EEE em cadeias mais sustentáveis. Através de uma produção mais sustentável e de um consumo mais consciente é possível transformar a lógica do mercado – pautada na produção insustentável, no consumo desenfreado e na posterior geração de resíduos – na medida em que os produtores podem desenvolver produtos mais verdes, e que os consumidores têm a decisão de compra, ou seja, decidem quando, como e o que comprar, podendo estimular a demanda por produtos mais sustentáveis. Nesse contexto, este capítulo apresenta estratégias para a produção mais sustentável e orientações para um consumo mais consciente dos EEE, de maneira a incentivar a sustentabilidade no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos.

2.1. Introdução

Na atual era do capitalismo intensivo em informação, o aprendizado e o conhecimento são elementos centrais para a inovação, a qual é a chave para o

desenvolvimento econômico e para o processo de produção, competição e crescimento (DINIZ, 2002). Nesse cenário, as tecnologias da informação e comunicação (TIC) tornaram-se ferramentas essenciais para o processo de inovação, dada a sua penetrabilidade em todas as esferas da atividade humana (CASTELLS, 2010). As inovações na área da microeletrônica, informática e telecomunicações, entre outras, têm alterado a dinâmica econômica, influenciando a produção, a comunicação, o gerenciamento, o estilo de vida e de geração de riqueza nos dias de hoje.

O ritmo com que se dão tais processos inovativos faz com que o ciclo de vida dos produtos seja crescentemente reduzido, exigindo assim novos ciclos sucessivos de investimentos em pesquisa para a geração de novos produtos e processos, como forma de aumentar a eficiência produtiva e os padrões de competitividade (DINIZ, 2002). Adicionalmente à redução do ciclo de vida dos produtos, o crescente nível de consumo e a alta variedade de modelos disponíveis ao consumidor, consequência da alta competitividade nos mercados, têm gerado volumes crescente de produtos e resíduos (LEITE, 2009).

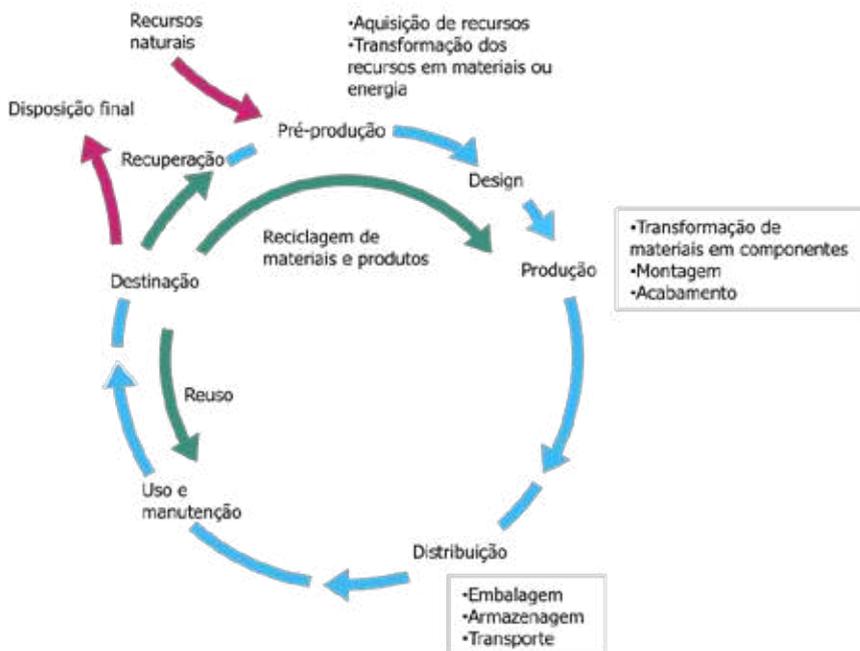
Esta atual dinâmica de inovação e a cultura de consumo têm aumentado a dependência por produtos tecnológicos, revelando-se também como um problema socioambiental, na medida em que contribui para a obsolescência acelerada dos equipamentos eletroeletrônicos (EEE), através da redução do tempo de vida útil dos produtos, ocasionando um problema de dimensão global que é a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE).

Percebe-se, então, uma forte relação entre a geração de REEE e o ciclo de vida dos equipamentos, o qual constitui “uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final” (BRASIL, 2010). Além da compreensão das etapas relacionadas à cadeia do produto, o ciclo de vida dos EEE engloba aspectos relativos às trocas entre o meio ambiente e o conjunto dos processos que acompanham o produto, sendo considerados os fluxos de matéria, energia e emissões existentes em todas as etapas (MANZINI & VEZZOLI, 2008).

Na Figura 1 é possível verificar as etapas do ciclo de vida dos produtos re-

presentadas em um modelo conceitual ideal, em que o movimento cíclico, e não linear, configura a cadeia dos produtos.

Figura 1: Ciclo de vida dos EEE.



Fonte: United Nations Environment Programme-UNEP, 2007.a; Manzini & Vezzoli, 2008

Analisar e compreender o ciclo de vida dos EEE é essencial para transformar os processos ao longo desta cadeia mais sustentáveis, desde a concepção de um produto mais ecológico, ao processo de manufatura mais limpo com a otimização da tecnologia de produção e fabricação de produtos mais eficientes, ao consumo e uso mais racionais e a uma destinação ambientalmente adequada. Assim, a adoção de boas práticas deve ser incentivada em todas as etapas associadas à produção, consumo e destinação dos EEE. Nessa perspectiva, este texto apresenta estratégias e orientações para um design, produção e consumo mais sustentáveis.

2.2. A problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Estima-se que aproximadamente 50 milhões de toneladas de REEE foram geradas em 2012, e a previsão é de que este valor chegue a 65,4 milhões de toneladas em 2017 (Solving the e-waste problem-STEP, 2013). Fatores como o não funcionamento, custo de reparação, inovação tecnológica e rápida obsolescência; aspectos da produção como design e tempo de vida dos produtos têm contribuído para a geração de REEE.

A cada ano o volume dessa tipologia de resíduo cresce intensamente e atualmente possui uma das maiores taxas de crescimento: 4% ao ano (LUNDGREN, 2012). A UNEP (2007b) publicou o *Inventory Assessment Manual*, apresentando indicadores, estatísticas e previsões acerca da geração dos REEE: (i) nos países desenvolvidos, em torno de 1% a 2% do total de resíduos sólidos gerados são REEE; (ii) nos Estados Unidos, de toda a geração de resíduos sólidos urbanos, os REEE correspondem de 1% a 3%; (iii) na União Europeia, os REEE crescem a uma taxa de 3% a 5% ao ano, taxa de crescimento três vezes maior que a do lixo urbano; (iv) nos países em desenvolvimento, a geração de REEE varia de 0,01% a 1% do total dos resíduos sólidos. Estima-se que nos principais mercados emergentes como Brasil, China e África do Sul, o crescimento de REEE será entre 200% e 500% nas próximas décadas (UNEP & UNU, 2009).

O Brasil, apontado como quarto maior mercado de TIC (IDC, 2014) e como um dos países emergentes com maior volume de produção de resíduos de computador por habitante por ano – 0,5 kg/habitante/ano (UNEP & United Nations University-UNU, 2009) – gerou em torno de 1,4 milhões de toneladas de REEE em 2012, o que representa 50% da geração da América Latina (STEP, 2013). Ainda segundo o STEP, a geração *per capita* no Brasil em 2012 foi de 7 kg, e a previsão é de que em 2015 seja de 8 kg/habitante/ano (THE WORLD BANK, 2012). Segundo estudo realizado por Rocha *et al.* (2009), ao considerar apenas os resíduos provenientes de equipamentos de informática e telecomunicação, a geração *per capita* anual no Brasil fica em torno de 1 kg.

Os REEE são considerados resíduos potencialmente perigosos, uma vez que possuem substâncias nocivas como cádmio, chumbo, mercúrio entre

outros metais pesados em sua composição. Assim, a má destinação dos mesmos pode contaminar diretamente água, solo e ar, e causar efeitos adversos à saúde humana, como lesões no sistema nervoso, renal, sanguíneo, reprodutivo, etc, seja pela manipulação incorreta, pelo contato com a água, pela incineração (inalação), ou outros. Virgens (2009) ressaltam alguns possíveis impactos negativos ao meio ambiente, sociedade e economia resultantes da destinação inadequada: (i) contaminação dos recursos hídricos, do solo ou do ar, devido à emissão de substâncias danosas ao meio ambiente, como por exemplo mercúrio, chumbo e outras substâncias tóxicas exaladas da incineração; (ii) exaustão dos recursos naturais, a exemplo do índio e lítio, procedentes do aumento da pressão pela extração de recursos naturais para a fabricação de novos equipamentos; (iii) perda de material de alto valor econômico agregado, a exemplo do ouro e da prata, os quais são passíveis de reciclagem; (iv) diminuição da vida útil dos aterros sanitários resultante dos materiais de diminuta biodegradabilidade e problemas devido à presença de metais pesados; (v) contaminação humana através de manipulação, inalação e ingestão de água e alimentos contaminados.

Os impactos ocasionados pelos EEE não são evidenciados apenas após a destinação inadequada, mas sim durante todo o seu ciclo de vida. Os mesmos demandam 80% da produção mundial de índio (In), mais de 80% da produção de rutênio (Ru) e de 50% de antimônio (Sb) (UNEP & UNU, 2009). Na fase de uso, há um grande consumo de energia. Nos Estados Unidos, os datacenters consomem 1,5% de toda a energia gerada no país (Environmental Protection Agency-EPA, 2007). A consequência deste consumo é a emissão de gases do efeito estufa na atmosfera. Apenas a indústria de TIC gera 2% da emissão global de CO₂; os computadores e os monitores representam 39% destas emissões (ALLIANCE TO SAVE ENERGY, 2009).

Se por um lado o potencial dano causado pela produção, uso e destinação indevida dos REEE à sociedade são motivos de preocupação, por outro lado, deve-se observar que existem medidas que podem minimizar tais efeitos adversos, como a adoção de práticas mais sustentáveis nas referidas etapas do ciclo de vida dos EEE. Padrões de produção e consumo mais sustentáveis e racionais são essenciais para assegurar não só a não geração de resíduos, como também o estabelecimento de uma indústria de tecnologia

mais limpa, com a fabricação de produtos que levam em consideração, ao longo do seu ciclo de vida, aspectos sociais, ambientais e econômicos. Um gerenciamento adequado, que vise o correto reaproveitamento e tratamento, de acordo com as particularidades de cada região, também é fundamental para evitar que os resíduos tenham uma destinação inadequada e possíveis efeitos adversos sobre o meio ambiente e sociedade ocorram.

2.3.Sustentabilidade no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos

A crescente preocupação com as problemáticas socioambientais existentes no mundo tem direcionado os governantes, os setores empresariais e os diversos segmentos da sociedade à adotarem padrões de produção e consumo mais sustentáveis como forma de minimizar estas questões e mudar a atual realidade. Nesse contexto, o Design para a Sustentabilidade (D4S) torna-se um instrumento fundamental para a transformação da cadeia dos EEE e da sociedade em direção à sustentabilidade.

Ao incorporar os pilares sociais, ambientais e econômicos da sustentabilidade e o conceito de ecodesign, o D4S vai além de fazer produtos que levem em consideração apenas os aspectos ambientais ao longo do ciclo de vida – os sociais e econômicos também são incorporados – e objetiva atender, da melhor maneira possível, as necessidades dos consumidores de uma maneira mais sustentável e sistemática (UNEP, 2009).

Desta forma, os produtos devem ser concebidos para que, ao longo do ciclo de vida dos mesmos: (i) sejam criadas oportunidades que atendam às necessidades sociais e de igualdade, de maneira que as condições de trabalho sejam melhoradas, os direitos humanos respeitados, a desigualdade de renda e gênero sejam reduzidas, que o trabalho infantil seja abolido, que as oportunidades sociais e as interações da comunidade sejam aumentadas, o desenvolvimento local seja incentivado, etc; (ii) a capacidade de suporte do ecossistema seja respeitada, através do uso energias renováveis e aumento da eficiência energética, redução do uso de substâncias tóxicas, prevenção da geração de lixo, incentivo à reciclagem e ao reuso, não desmatamen-

to, não destruição do ecossistema, etc; (iii) sejam criados valores para os clientes e todos os stakeholders ao longo da cadeia de valor, através de modelos de negócios justos, que visem oportunidades para empreendedores, o desenvolvimento da comunidade e a interação entre todos os atores envolvidos no ciclo de vida do produto (UNEP, 2009).

Tão importante quanto a gestão dos resíduos e a produção sustentável, pautada no D4S, é o consumo sustentável. Através de um consumo consciente, e isto inclui a compra, uso e destinação, é possível contribuir para transformar a dinâmica do mercado na demanda por produtos mais sustentáveis, garantir um uso mais racional e um descarte adequado, contribuindo desta forma para o prolongamento de vida útil dos equipamentos, para o reaproveitamento das substâncias presentes nos equipamentos e para a não contaminação do meio ambiente e sociedade.

2.4.Design e produção sustentáveis dos equipamentos eletroeletrônicos

Num cenário caracterizado pela intensidade das inovações tecnológicas e pela centralidade da tecnologia da informação e comunicação, a geração de REEE tem-se configurado com uma questão de caráter global, sendo, atualmente o resíduo com maior taxa de crescimento. Adicionalmente, devido à composição dos EEE e ao grau de periculosidade dos REEE, as consequências socioambientais relacionadas às práticas inadequadas de produção, uso e destinação são consideráveis, como já mencionado anteriormente.

Nesse contexto, a indústria eletroeletrônica torna-se um ator relevante na transformação da cadeia dos EEE, e a adoção de práticas de D4S a estratégia importante para esta mudança. Assim, ao longo do processo de desenvolvimento de um EEE, associado às questões de design como qualidade, ergonomia, segurança, estética, devem ser incorporados os aspectos ambientais, sociais e econômicos, de maneira que os possíveis impactos adversos ocasionados ao longo do ciclo de vida sejam minimizados.

A UNEP, através da publicação *Design for Sustainability, a step-by-step approach* (2009), sugere algumas estratégias de D4S mais amplas para a

melhoria das etapas do ciclo de vida dos equipamentos, as quais devem ser incorporadas pela indústria para a produção mais sustentável de novos produtos ou para o redesign de produtos já existentes. São elas: (i) seleção de materiais de baixo impacto (ii) redução da quantidade de material utilizada (iii) otimização das técnicas de produção (iv) otimização do sistema de distribuição (v) redução de impactos durante o uso (vi) otimização do tempo de vida útil dos produtos (vii) otimização do sistema pós-consumo. Estas sete estratégias estão associadas a algumas subestratégias, as quais estão detalhadas no quadro a seguir.

Quadro 1: Estratégias e subestratégias de design para a sustentabilidade (D4S).

| Estratégias | Subestratégias |
|--|---|
| 1. uso de materiais de baixo impacto | mais limpos e não tóxicos; renováveis; de baixo conteúdo energético; reciclados; recicláveis; que não sejam provenientes de lugares com problemas/conflitos ambientais e sociais (ex: florestas degradadas, ambientes ameaçados, existência de trabalho infantil, exploração do trabalhador, etc.); com impacto social positivo (ex: gere renda local). |
| 2. redução do uso de materiais | redução do peso; redução do volume para transporte. |
| 3. otimização das técnicas de produção | uso de técnicas alternativas; redução do número de etapas; redução do consumo de energia; uso de energias mais limpas e renováveis; redução da geração de resíduos; redução da quantidade de recursos materiais e energéticos; uso de materiais mais limpos e não tóxicos durante o processo de produção; segurança e saúde no trabalho. |
| 4. otimização do sistema de distribuição | redução de embalagens e da quantidade de materiais utilizados; uso de embalagens com materiais reutilizáveis, recicláveis, reciclados, mais limpos e não tóxicos; logística e transporte eficientes energeticamente; envolvimento da comunidade local. |
| 5. redução do impacto durante o uso | elaboração de produtos mais eficientes energeticamente; redução de recursos exigidos pelo produto durante funcionamento (ex: eletricidade, água, papel, tinta, bateria, etc.); uso de fontes de energias mais limpas e renováveis para o funcionamento do produto; adicionar valor social. |
| 6. otimização do tempo de vida útil | segurança e durabilidade; fácil manutenção e reparo; produto com estrutura modular; forte relação usuário-produto; oferecimento sistemas de serviços de garantia e manutenção locais. |
| 7. otimização do fim de vida (pós-consumo) | elaboração de produtos de fácil desmontagem; reúso; remanufatura; reciclagem; consideração dos sistemas de coleta e dos sistemas de reciclagem locais. |

Fonte: UNEP, 2009

Além da utilização das estratégias e subestratégias de D4S apresentadas acima, é importante que as indústrias invistam na inovação para novas estratégias de produtos, seja para a elaboração de um novo produto ou para o redesign de um já existente, a exemplo da elaboração de produtos híbridos. Ao combinar diversas funções em um único equipamento, há uma diminuição da quantidade de produtos necessários para satisfazer as necessidades dos clientes. Conseqüentemente, a demanda por recursos materiais e energéticos é reduzida, assim como a quantidade de resíduos gerados. Um exemplo é o celular, o qual incorpora diversas funções, antes oferecidas por equipamentos isolados, como rádio, relógio, despertador, agenda eletrônica, calendário, filmadora, câmera fotográfica, GPS, entre outras. A multifuncionalidade “proporciona uma espécie de desmaterialização de diversos equipamentos e sua substituição por softwares com a mesma função” (RIOS, 2012), substituindo produtos físicos, por funções e serviços.

É essencial então, repensar os produtos e suas funções para que o tempo de vida útil seja prolongado (através de atualizações, reposição de peças e reparos, por exemplo), atinjam um maior nível de reciclagem (através da facilitação da separação das peças e componentes) e utilize menos produtos tóxicos em sua composição, facilitando a reciclagem e evitando, desta forma, a geração de REEE e possíveis efeitos adversos sobre o meio ambiente.

A gestão adequada dos REEE também é fundamental para garantir a sustentabilidade no ciclo de vida dos equipamentos. Como mencionado anteriormente, o ciclo de vida deve ser configurado de maneira cíclica, e não linear, para que os resíduos e seu valor econômico agregado sejam reaproveitados, e não descartados inadequadamente e desperdiçados. Um instrumento capaz de viabilizar esta situação é a logística reversa, definida como:

área da Logística Empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos Canais de Distribuição

Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2003 *apud* LEITE, 2012).

Assim, a logística reversa, ao viabilizar o fluxo reverso dos resíduos ao ciclo produtivo ou de negócios, reduz os possíveis impactos socioambientais decorrentes do descarte inadequado dos REEE, uma vez que possibilita que os mesmos possam ser reutilizados, remanufaturados, ou reciclados, tendo o seu valor reaproveitado, além de garantir vantagem competitiva, eficiência e sustentabilidade nas operações das organizações.

A concepção de um equipamento pautado nas estratégias do D4S e uma gestão adequada, que vise o movimento circular dos resíduos, são fundamentais para minimizar os possíveis efeitos adversos relacionados à produção e descarte dos mesmos. Entretanto, o consumo mais racional é fundamental para assegurar a sustentabilidade no ciclo de vida dos EEE. Segundo Zacarias (2009 *apud* XAVIER & CORRÊA, 2013), o consumo é o principal direcionador da organização da sociedade contemporânea; o consumo tem poder de definir a produção e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos gerada.

2.5. Consumo sustentável dos equipamentos eletroeletrônicos

Como necessidade de se estabelecer em um mercado altamente competitivo, a indústria eletroeletrônica lança freqüentemente novos produtos, associados à ações que gerem a demanda por estes novos produtos. Para isso, algumas estratégias são adotadas como “a criação de novas necessidades no subconsciente dos consumidores, através da estratégia de marketing, até a inviabilização do uso prolongado dos produtos, criando necessidades reais de substituição” (RODRIGUES, 2007).

Diante dessa realidade imposta pelo mercado, é necessário então, repensar o atual padrão de consumo, configurado pela compra intensiva e posterior geração de resíduos. A educação para a sustentabilidade e para o consumo

é de extrema importância, sendo fundamentais campanhas educativas e regulamentações que orientem o padrão de consumo. Isto porque os consumidores são atores importantes na cadeia dos EEE e na transformação desta lógica do mercado na medida em que (i) possuem poder de decisão de compra; (ii) decidem o quê e como irão comprar, baseando-se em diversos critérios que podem variar desde qualidade, desempenho, *design*, preço a aspectos de sustentabilidade; (iii) decidem como será o uso do produto; e (iv) são responsáveis pela destinação dos produtos que tornam-se inseríveis.

Sabendo-se que é necessária a ação individualizada e encadeada de todos os atores envolvidos na cadeia dos EEE, adotar padrões mais racionais de compra, uso e destinação é essencial, então, para garantir uma gestão mais eficiente dos REEE, assim como uma maior sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos.

Um passo inicial rumo ao consumo sustentável é a decisão de compra. Será que realmente é necessário comprar um novo produto? Muitas vezes é possível estender o tempo de vida útil de um EEE, e assim evitar a geração de resíduos, através de manutenções regulares, upgrades, atualizações de software, reparos, etc. Caso o produto não atenda mais às necessidades do consumidor ou não desempenhe mais as funções para os quais foram projetados, a compra torna-se necessária. Neste caso, é essencial que o consumidor faça uma pesquisa para obter informações acerca dos fabricantes e dos produtos. O quadro 2 abaixo exemplifica algumas das informações a serem obtidas e levadas em consideração antes da compra de um novo EEE.

Quadro 2: Algumas informações a serem obtidas para se realizar uma compra consciente dos EEE.

| Compra consciente | Obter informações sobre |
|--|--|
| | aspectos de sustentabilidade (impacto ambiental, social e econômico) do fabricante |
| | características de <i>ecodesign</i> dos EEE (ex: uso de materiais de baixo impacto, redução do uso de materiais, etc.) |
| | presença de selos e certificações nos EEE e o significado de cada um (ex: selo Procel e <i>Energy Star</i>) |
| | características de funcionalidade dos EEE: utilização de energia e como se pode ajustá-los para que façam um uso mais eficiente de eletricidade |
| | durabilidade do equipamento |
| | facilidade de manutenção e reparo dos EEE |
| | possibilidade de atualização, adaptação e substituição de peças do equipamento |
| | serviços oferecidos na garantia dos EEE |
| | facilidade de desmontagem e reciclagem dos equipamentos |
| | embalagens dos equipamentos: redução de embalagens e da quantidade de materiais utilizados; uso de materiais de baixo impacto |
| | sistema de distribuição: transporte e logística adequados e eficientes energeticamente (biodiesel, uso de energia limpa, renovável, etc.) |
| | realização de logística reversa pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, ou seja, se disponibilizam serviços de coleta e gerenciamento de REEE |
| qual é a destinação dada aos REEE pelas empresas, quais são as empresas recicladoras e como é feita a reciclagem | |

Fonte: UNEP, 2009

Após a compra consciente de um EEE, é essencial fazer um uso mais racional destes equipamentos, de forma a estender o tempo de vida útil dos mesmos, reduzir o consumo de energia e a conseqüente emissão de gases do efeito estufa. O quadro 3 abaixo detalha algumas práticas a serem realizadas durante o uso.

Quadro 3: Sugestões de práticas para se fazer um uso consciente dos EEE.

| | Realizar as seguintes práticas |
|-----------------------------|---|
| Uso cons- ciente | uso correto do EEE, de acordo com as orientações existentes no manual |
| | uso de EEE com melhores níveis de eficiência energética (ex: verificar a existência de selos como Procel e <i>Energy Star</i>) |
| | uso de monitoramento automático de energia (hibernar, suspender, repousar, etc.) |
| | desligamento manual dos EEE nos momentos de não uso |
| | desligamento manual dos EEE ao fim do expediente |
| | atualizações de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> |
| | manutenção preventiva dos EEE |
| | reparo dos EEE e substituições de peças em caso de quebra/defeito |

Fonte: UNEP, 2009

Após a compra e o uso, é fundamental a destinação consciente dos resíduos. O prolongamento do tempo de vida útil dos EEE é o ideal. A prática de reparo dos equipamentos é essencial para estender o tempo de uso dos produtos e desta forma contribuir para a redução da geração de REEE. Porém, muitas vezes enviar para uma assistência técnica custa mais caro que comprar um novo equipamento, devido ao grau de especialização do profissional, o qual possui conhecimento sobre diversos modelos e marcas e ao custo de reposição de peças de equipamentos obsoletos, o qual é mais elevado (XAVIER & CARVALHO, 2014). Com o intuito de transformar essa realidade, o *website ifixit*¹ disponibiliza manuais para que os próprios consumidores consertem seus equipamentos, objetivando incentivar a prática de reparo pelos usuários e desta forma reduzir a geração de REEE.

Todavia, em algum momento os EEE se tornarão inservíveis para o usuário, o qual deverá dar uma destinação ambientalmente adequada aos mesmos. O quadro 4 mostra algumas das opções de destinação adequada para os EEE.

¹ <https://www.ifixit.com>

Quadro 4: Opções de destinações adequadas para os REEE.

| | Opções de destinação |
|------------------------------|--|
| Destinação consciente | doação para programas de inclusão digital (ex: consultar o <i>website</i> do Programa Computadores para Inclusão do Governo Federal) |
| | doados para reciclagem (ONGs, cooperativas e associações) |
| | logística reversa (retorno do EEE ao comerciante, distribuidor, importador ou fabricante) |
| | encaminhados para empresas de gerenciamento |
| | encaminhado para reciclagem |

É importante destacar que os REEE não podem ser descartados, sob hipótese alguma, como lixo comum, visto que são potencialmente perigosos. Como muitos EEE descartados pelos usuários não apresentam ou possuem pequenos defeitos, há um grande potencial para serem reutilizados em programas de inclusão digital, como o Programa Computadores para Inclusão do Governo Federal, por exemplo. Caso não seja possível a reutilização dos EEE, o ideal é que os mesmos sejam encaminhados para a reciclagem. A disposição final em aterros deve ser a última opção de destinação, pois impede que computadores sejam utilizados em projetos sociais e que matérias primas sejam reaproveitadas e inseridas novamente em ciclos produtivos.

Na ausência de programas de inclusão digital ou dúvida de como descartar os REEE, a orientação é de que os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes sejam contatados para que façam a correta destinação dos resíduos.

2.5.1. Ferramentas de pesquisa para um consumo mais consciente dos equipamentos eletroeletrônicos

A fim de possibilitar um consumo de EEE mais consciente e sustentável, algumas instituições disponibilizam ferramentas de pesquisa e publicam relatórios sobre as práticas socioambientais dos fabricantes e dos atributos ambientais e sociais de alguns EEE. Estas ferramentas de pesquisa são importantes para se obterem informações importantes sobre os aspec-

tos de sustentabilidade que não são disponibilizadas nos *websites* dos fabricantes. No quadro 9 são identificados alguns *websites* para consulta que podem contribuir para um consumo mais sustentável.

Quadro5: Ferramentas de pesquisa para um consumo consciente dos EEE.

| Ferramentas de pesquisa para um consumo consciente de EEE | |
|--|---|
| <i>EPEAT - Electronic Product Environmental Assessment Tool</i> ¹ | é uma ferramenta de avaliação que ajuda o consumidor a identificar, comparar e selecionar EEE (computadores, monitores, TVs e equipamentos de digitalização/impressão) com base em seus atributos ambientais, como <i>design</i> , produção, uso de energia e reciclagem. |
| <i>Enough Project (Raising Hope for Congo campaign): Conflict Minerals Company Rankings</i> ² | classifica os 23 maiores fabricantes de EEE em relação às suas práticas socioambientais na mineração, como o esforço para eliminar o uso de minerais oriundos de zonas de conflito (como o Congo) em seus produtos. |
| <i>Good Guide</i> ³ | disponibiliza informações sobre atributos ambiental e social de determinados produtos e empresas. Atualmente, 4.455 EEE foram classificados. |
| <i>Guide to Greener Electronics</i> ⁴ | classifica 16 fabricantes de EEE sob os critérios de: energia e mudanças climáticas, eficiência energética, uso de substâncias tóxicas, uso de minerais de zonas de conflito, uso de materiais de baixo impacto, durabilidade e facilidade de manutenção e reparo dos EEE e programas de recolhimento e reciclagem. |

Além de verificar os sites mencionados a cima, é importante que os usuários sempre consultem os sites dos próprios fabricantes, assim como o manual dos EEE, por conterem informações técnicas e mais específicas sobre cada produto e sobre os serviços oferecidos pela empresa. O consumidor consciente deve tornar a prática de pesquisa, comparação e compra de EEE mais sustentáveis um hábito constante, pois é através das exigências do consumidor, que o mercado se transforma rumo à sustentabilidade ambiental, social e econômica.

2.6. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as atribuições de papéis

No Brasil, a primeira lei que abordou a questão dos REEE foi a Lei No 12.305, aprovada em agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e “dispõem sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis” (BRASIL, 2010).

Dentre os princípios da PNRS, destaca-se o da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida, instituído no Art. 30 da lei e definida como:

conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.

Desta maneira, a lei atribui papéis, funções e responsabilidades a todos os atores envolvidos para assegurar a gestão eficiente dos resíduos sólidos. No quadro abaixo é possível verificar funções designadas aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de EEE e aos consumidores, de acordo com a PNRS.

Quadro 6: Atribuições de papéis segundo a PNRS.

| Atores | Funções | Referência |
|---|--|-------------------|
| Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de EEE | I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos: a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada; b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível; | |
| | II - divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos; | Art. 31 |
| | III - recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do art. 33; | |
| | Utilizar embalagens fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem. | Art. 32 |
| | Assegurar que as embalagens sejam: I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto; | §1o Art. 32 |
| II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contém; | | |
| III - recicladas, se a reutilização não for possível. | | |
| | estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos | Art. 33 |

| | | |
|----------------------------|--|--------------|
| Consumidores de EEE | Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens objeto de logística reversa. | § 4o Art. 33 |
| | Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva e de logística reversa, os consumidores são obrigados a: | |
| | I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados; | Art. 35 |
| | II - disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. | |

Fonte: BRASIL, 2010

Em relação à logística reversa de REEE, a implantação depende das determinações propostas no acordo setorial – termo de compromisso firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. O Edital N° 01/2013 de Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes já foi encerrado; agora as propostas sugeridas estão sendo analisadas pelo Governo, o qual irá elaborar o acordo setorial final, com as determinações finais de como será o sistema de logística reversa no Brasil, o qual deverá ser implantado de forma progressiva logo após a assinatura do documento, prevista para agosto de 2014.

2.7. Considerações finais

Num cenário caracterizado pela intensidade das inovações tecnológicas e pela geração de REEE, é fundamental que as novas políticas de desenvolvimento econômico insiram inovações para a sustentabilidade e questões como produção e consumo sustentáveis em suas estratégias.

A adoção de práticas de produção e consumo de EEE mais sustentáveis e o gerenciamento mais eficiente dos REEE apenas obterão êxito após efetivas ações de educação ambiental e cooperação entre as diferentes esferas do poder público, setor empresarial e segmentos da sociedade.

A educação ambiental deve ser introduzida de forma eficiente a todos os atores envolvidos no ciclo de vida dos EEE, para que cada um destes tenham claras quais são as suas obrigações, para que possam cumpri-las de maneira efetiva.

É necessária, então, a articulação entre o poder público, os setores empresariais, a academia e a sociedade civil organizada para a troca de conhecimento e informação e para a promoção e incentivo de ações de caráter educativo e pedagógico voltados para as necessidades de cada região, de cada segmento da sociedade e de cada ator da cadeia dos EEE.

A educação ambiental, embora não prevista pela Política Nacional de Educação Ambiental como disciplina específica no currículo de ensino, é uma matéria fundamental, interdisciplinar, que deve ser considerada em sua totalidade, levando em conta o meio natural, socioeconômico e cultural, para que o ciclo de vida dos EEE e a sociedade andem em direção à sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

ALLIANCE TO SAVE ENERGY. **PC energy report 2009**: United States, United Kingdom, Germany. 2009. Disponível em <http://www.1e.com/energycampaign/downloads/PC_EnergyReport2009-Germany.pdf> Acesso maio 2014

BRASIL. **Lei N 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS**, 2010.

CASTELLS, Manuel. **The Information Age: Economy, Society, and Culture**. Volume I: The Rise of the Network Society. 2a Ed. Wiley-Blackwell. 597p., 2010.

DINIZ, Clélio Campolina. Repensando a questão brasileira: tendências, desafios e caminhos. 2002.

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY-EPA. **Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency.** EUA, 2007. Disponível em <http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf> Acesso maio 2014

IDC. IDC Releases - IDC Brasil: em 2014, US\$ 175 bilhões serão investidos em TIC no País, que se consolida como 4º maior mercado do mundo. 2014. Disponível em <<http://migre.me/j4VAs>> Acesso maio de 2014

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade.** 2 ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall. 2009. 240p.

LEITE, Paulo Roberto. Direcionadores estratégicos em programas de logística reversa no Brasil. Revista Alcance - Eletrônica, Vol. 19 - n. 02 - p. 182-201- abr./jun. 2012. Disponível em <http://www.clrb.com.br/site/us/arquivos/13_Artigo%20Revista%20Alcance%202012%202077-9864-1-PB.pdf> Acesso maio 2014

LUNDGREN, Karin. **The global impact of e-waste: Addressing the challenge.** 2012. Disponível em <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_196105.pdf> Acesso maio 2014

MANZINI, E. & VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis.** São Paulo: Editora EDUSP, 2008. 368p.

RIOS, Igor Goulart Toscano. **Requisitos ambientais no processo de design de produtos eletroeletrônicos:** contribuições para a gestão da obsolescência. 144 p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012.

ROCHA, Gustavo Henrique Tetzl *at al.* **Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais.** 2009. Disponível em <http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf> Acesso maio 2014

RODRIGUES, Ângela Cássia. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos:** estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 303 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo. 2007.

SOLVING THE E-WASTE PROBLEM-STEP. **E-Waste WorldMap.** 2013. Disponível em <<http://www.step-initiative.org/index.php/WorldMap.html>> Acesso maio 2014

THE WORLD BANK. Wasting no opportunity: The case for managing Brazil's electronic waste. 2012. Disponível em < http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_1169.pdf > Acesso em agosto 2014

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME-UNEP. (a) **Life Cycle Management: A Business Guide to Sustainability**. 2007. Disponível em < <http://www.unep.org/pdf/dtie/DTI0889PA.pdf> > Acesso maio 2014

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME-UNEP (b). **E-waste volume1: Inventory Assessment Manual**. 2007. Disponível em <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol1.pdf> Acesso maio. 2014

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME-UNEP. **Design for Sustainability: a step-by-step approach**. 2009. Disponível em < http://www.d4s-sbs.org/d4s_sbs_manual_site.pdf > Acesso maio 2014

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME-UNEP & UNITED NATIONS UNIVERSITY - UNU. **Recycling - From e-waste to resources**. 2009. Disponível em: <http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf> Acesso maio 2014

VIRGENS, Thiago Alexsandro Novaes. **Contribuições para a gestão dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: ênfase nos resíduos pós-consumo de computadores**. 197 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia. 2009.

XAVIER, L. H. & CORRÊA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2013. 280 p.

(Footnotes)

1 <http://www.epeat.net>

2 <http://www.enoughproject.org/files/CorporateRankings2012.pdf>

3 <http://www.goodguide.com>

4 <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/cool-it/Campaign-analysis/Guide-to-Greener-Electronics/>

Inovação e sustentabilidade na gestão de resíduos

Rodrigo Medeiros, Lúcia Helena Xavier

Resumo – A gestão de resíduos sólidos no Brasil tem ganhado reconhecimento e espaço nos principais fóruns de discussão nas últimas duas décadas em razão da consolidação dos instrumentos regulamentadores. No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer para a implementação dos requisitos de cumprimento das exigências legais. Nesse sentido, percebe-se a inovação tecnológica como um segmento que pode contribuir para a sustentabilidade em suas diversas necessidades. Este capítulo propõe a abordagem da interação entre ciência, inovação, tecnologia e sustentabilidade com ênfase nas soluções para a gestão de resíduos. Propostas como a tecnologia social e a economia circular são apresentadas como instrumentos para a gestão eficiente dos resíduos enquanto matéria prima secundária.

1.1. Rompendo paradigmas

A revolução industrial ocorreu em um período que, sem precedentes, representou o marco da inovação tecnológica em nossa era. A partir da descoberta e aplicação da máquina a vapor, dos mecanismos mecânicos e, posteriormente, elétricos e eletrônicos, os meios de produção experimentaram um incremento significativo à produção, que ocorria basicamente de modo artesanal, com um aumento exponencial em quantidade e qualidade. Conseqüentemente, os recursos necessários para a operação das máquinas (água para o vapor, combustível e energia para os motores) e para a confecção dos produtos (insumos de ordem mineral, vegetal e animal) passaram a ser explorados de forma abusiva em nome do avanço técnico.

Em outras palavras, enquanto por um lado os avanços tecnológicos possibilitaram a melhoria econômica e social de grande parcela da população mundial; por outro, esses mesmos avanços resultaram no comprometimento dos recursos naturais na qualidade devida. O paradigma da sustentabilidade, defendido a partir do conceito da sustentabilidade ambiental, social e econômica, passou a ganhar destaque, sem, no entanto, encontrar suporte nos incrementos tecnológicos disponíveis. Desta forma, falar de tecnologia como proposta para a sustentabilidade nos dias atuais pode parecer um paradoxo. Entretanto, muitos exemplos de emprego da inovação tecnológica em prol da sustentabilidade refletem o potencial dessa relação simbiótica.

A atuação de catadores de materiais recicláveis organizados em associações ou cooperativas de catadores é um exemplo de iniciativa que se consolidou no Brasil nas décadas de 1980 e 1990, registrando um marco para a gestão de resíduos sólidos. Tal fenômeno ocorreu, prioritariamente, em razão das restrições econômicas e das condições de pobreza sob as quais se encontravam uma parcela significativa de trabalho. Em razão da consolidação da economia, a partir da década de 2000, e do aprimoramento dos instrumentos legais e normativos sobre a gestão dos resíduos sólidos, os catadores passaram a ser reconhecidos e respaldados.

Buscando reduzir impacto socioambiental e, ao mesmo tempo, fortalecer programas de geração de emprego e renda a partir da logística reversa e da reciclagem de materiais recicláveis, as políticas públicas se voltaram para a definição de ações, responsabilidades e prazos para a implementação tanto de planos de gestão de resíduos sólidos (iniciativa pública), quanto dos sistemas de logística reversa (iniciativa privada).

Desta forma, tornou-se necessário conhecer e melhorar as relações entre a tecnologia e sociedade com vistas a incrementar o potencial de desenvolvimento, adequação legal e, principalmente, de sustentabilidade àquelas ações relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos tanto no espaço público, quanto do ambiente privado.

1.2. A Ciência, a tecnologia e a sociedade

A busca de soluções por meio interação entre as diferentes áreas do saber, a sua efetividade por meio de fomento e sua aplicação em atendimento aos anseios sociais são os elementos para uma sociedade sustentável e produtiva.

De acordo com Cerezo (2000), um novo campo de trabalho se consolida a partir da abordagem de interesses simultâneos entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Segundo este autor, a proposta busca:

Entender o fenômeno científico-tecnológico no contexto social, tanto em relação com seus condicionantes sociais como no que se refere a suas consequências sociais e ambientais. O enfoque geral é de caráter crítico, com respeito à clássica visão essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia, e também de caráter interdisciplinar, concorrendo disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da permuta técnica.

Outros autores definem a tecnologia social como produto, método, processo ou técnica reaplicável e criado para solucionar algum tipo de problema social, por meio de intervenção e que atenda aos quesitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade (e reaplicabilidade) e impacto social comprovado (SCHUMACHER, 1979; LASSANCE, 2004; DAGNINO, 2011).

Nesse sentido algumas iniciativas têm sido viabilizadas por meio do conceito de Hélice Tripla (do inglês, Triple Helix), que consiste na proposta que pressupõe a universidade como elo principal na relação entre o setor produtivo e o governo, tendo como meta a produção de novos conhecimentos, inovação tecnológica e o desenvolvimento econômico a partir da ação cooperada entre as três hélices (universidade, governo e empresas) (Etzkowitz e Leydesdorff, 1995).

O uso da tecnologia para a disseminação, gestão e segurança da informação deve ser considerada como um aspecto de significativa relevância também no gerenciamento de resíduos. Alguns países tiveram como iniciativa a elaboração e distribuição gratuita de serviços por meio da elaboração e disseminação de aplicativos para dispositivos móveis de telefonia contendo informações sobre a gestão segura e sustentável de resíduos sólidos. Um desses é o aplicativo canadense MyWaste que além de fornecer informações sobre o gerenciamento dos resíduos ainda permite o agendamento para a retirada desses nas residências de cidadãos previamente cadastrados.

Figura 2. Ícone do aplicativo My Waste



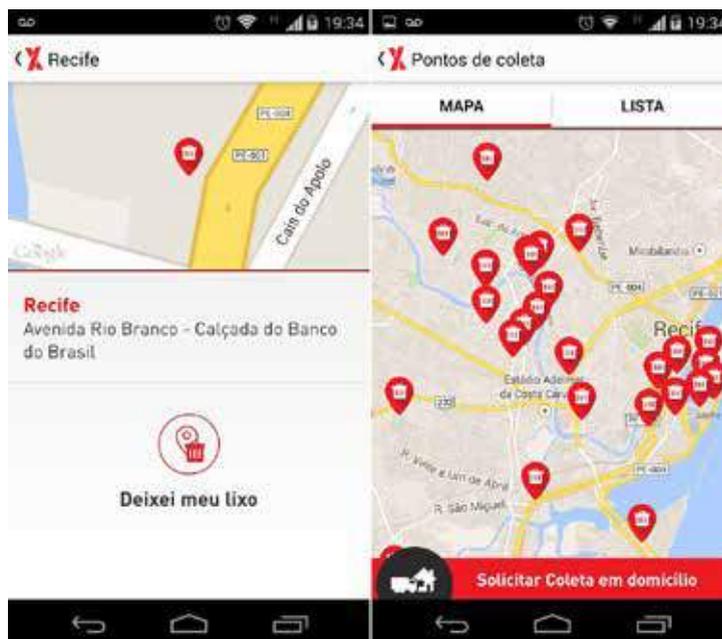
Uma iniciativa simples, de baixo custo e alto impacto, também reconhecida como tecnologia social por atender uma demanda social por meio de ferramenta tecnológica de alto impacto e baixo custo.

Em Pernambuco, foi desenvolvida em 2014 a plataforma Relix que, em poucas palavras, consiste em um aplicativo para a gestão integrada de resíduos a partir da comunicação entre o gerador e agente responsável pela coleta (Figura 3). A proposta foi desenvolvida a partir de um convênio entre a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do governo do estado de Pernambuco (SEMAS) e o SESI. Contou ainda com a contribuição de associações e cooperativas de catadores com a informação sobre o tipo de material que gerenciam, contatos do estabelecimento, bem como a sua

localização. A plataforma, como um todo, contou com ações educativas e de conscientização,

O aplicativo viabiliza o agendamento da coleta de diferentes tipos de resíduos por meio de localização do gerador e da sugestão de coletores localizados nas proximidades.

Figura 3. Detalhe do Sistema Relix (www.projetoelix.com.br)



Algumas ações pontuais, porém, não menos importantes, têm suscitado a importância do método da Tecnologia Social como solução para os problemas socioambientais, especialmente nos países emergentes. A crise econômica que aflige muitos outros países além dos países do BRICS, evidenciam a necessidade de uma nova interpretação do modelo econômico. Nesse sentido, uma outra corrente vem despontando com o respaldo de países desenvolvidos e em desenvolvimento, a economia circular.

Diferente do decadente padrão linear de produção, consumo e descarte, a economia circular propõe a recirculação de produtos e materiais pós-consumo com a geração de valor e promoção da sustentabilidade. Abramovay (2014) considera a Economia Circular como “uma das mais fascinantes fronteiras da inovação contemporânea e que só poderá emergir se as cadeias globais de valor se reorganizarem para obedecer a essa lógica de revalorização de seus nutrientes técnicos e bióticos”.

Ainda de acordo com Abramovay (2014), são duas as condições para que a economia circular seja uma alternativa à exploração dos recursos naturais, cada vez mais necessários em mundo com produção e economia globalizada. De acordo com o autor, a primeira condição é a possibilidade de rastreamento dos produtos e materiais; portanto, a *internet das coisas* mostra-se como uma premissa. A segunda condição é de natureza política e ética e envolve a articulação entre atores econômicos.

Pode-se perceber a importância da promoção da economia circular com vistas a consolidação das políticas públicas e iniciativas privadas para a gestão de resíduos, sendo estes últimos passíveis de reinserção em diferentes cadeias produtivas como matéria-prima secundária.

1.3. Velhos problemas e novas soluções

Há que se considerar que a tecnologia avança mais rapidamente do que conseguimos perceber ou considerar os impactos ambientais e sociais, suas origens e o potencial para minimização do impacto.

No que tange a gestão de resíduos, o grau de exigência das regulamentações e normas parecem ainda atuar como balizadores para a adoção de medidas práticas para a mitigação dos impactos. Em outras palavras, há casos nos quais a inexistência de regulamentação parece abrir espaço para a falta de respostas por parte dos governantes e ainda por parte da sociedade civil.

Desta forma, buscar ações que respondam às demandas sociais, ambientais e econômicas para a gestão de resíduos requer tanto o conhecimento da origem dos impactos, como também do meio em que se propagam e dos possíveis alvos.

Conhecendo-se os elementos da equação que consolida um problema ambiental, torna-se mais fácil a gestão dos seus aspectos e minimização dos danos. Por outro lado, desconhecer uma ou mais variáveis impede que se tenha uma real noção do cenário e, desta forma, não é possível sequer a formulação do problema a ser gerenciado.

Um exemplo do risco de não se conhecer o problema a ser gerenciado, pode ser ilustrado por meio do acidente com o Césio 137, um elemento radioativo que impactou Goiânia no ano de 1987 (Figura 1). Um catador de sucata acessou o interior de um equipamento eletro médico de Raio-X com a finalidade de separação dos materiais para comercialização. A partir disso, ele, sua família e centenas de outras pessoas chegaram a óbito (Figura 4).

Figura 4. Divulgação do acidente com o Césio 137 pelo Jornal do Brasil (1/10/1987).



O desconhecimento do risco, dos cuidados de manuseio de um equipamento desse tipo e formas de gestão dos resíduos, que nesse caso, serviam ainda como fonte de renda para o catador, foram as principais causas do impacto que vitimou tantas vidas.

Apesar do impacto que o acidente representou na saúde e no meio

ambiente, a maioria da população ainda desconhece tanto os riscos como o impacto da destinação inadequada dos recursos. Por desconhecer os riscos potenciais, poucas ações são empreendidas para a destinação adequada de resíduos e a manutenção da saúde ambiental. Neste contexto, ferramentas se fazem necessárias para a efetividade das políticas públicas e das demandas que se apresentam em razão da degradação ambiental.

1.4. Construindo pontes

São diversos os exemplos de aplicação de tecnologia para a manutenção da sustentabilidade. A partir daqui, no entanto, serão apresentadas aquelas propostas que tiveram resultados direta ou indiretamente na gestão de resíduos.

a) Phoneblock

Com o propósito de gerar menos resíduos eletroeletrônicos e alinhado com a iniciativa de projeto para o meio ambiente (*Design for Environment*), esse telefone celular permite a desmontagem de seus módulos para o caso de upgrade ou reposição de partes defeituosas.

Figura 5. Modelo dos módulos do Phoneblock



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phonebloks_open.jpg

b) Pegada de carbono¹

A proposta da pegada de carbono tem como base dois conceitos. O primeiro é o de emissão de carbono ou carbono equivalente (gases do efeito estufa) como indicador de impacto ambiental e o segundo é o conceito de pegada ecológica que consiste na quantidade de recursos naturais necessários para a manutenção da vida no planeta, ou seja, se refere ao padrão de consumo das espécies.

Figura 6. Exemplo de uma análise de pegada ecológica a partir do simulador Ecological Footprint. (Traduzido a partir do site www.ecologicalfootprint.org).



c) Resíduo para Energia (WtE Waste-to-Energy)

O processo de recuperação ou geração de energia, a partir de eletricidade ou calor, é reconhecido como técnicas de resíduo para energia (*waste-to-energy* ou *energy-from-waste*). A principal forma de geração de energia por esse processo é a combustão. Apesar da necessidade de se avaliar a eficiência termodinâmica dessa alternativa como critério de sustentabilidade,

¹ <http://www.wm.com/sustainability/innovative-projects.jsp>
<http://ecologicalfootprint.com/>
<http://footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>

questiona-se o uso de materiais recicláveis com poder calorífico compatível (como o plástico, por exemplo) como combustível. A queima de materiais recicláveis pode justificar a eficiência energética do processo. No entanto, por outro lado, pode ser que o uso de recicláveis inviabilize ações prioritariamente sociais como coleta e reciclagem de plásticos.

A partir da mensuração da pegada de carbono é possível o gerenciamento de informações sobre a relação de sustentabilidade entre os padrões de consumo e disponibilidade de recursos naturais.

1.5. A Tecnologia Social e a Economia Circular

Existem vantagens e desafios para a prática do conceito de Tecnologia Social em nosso país. Por um lado, temos um contingente significativo de catadores de materiais recicláveis que se prestam a exercer um serviço ambiental com uma remuneração irrisória em razão da condição de miserabilidade na qual se encontram. Por outro lado, temos empresas de grande porte que em um cenário otimista contratam mão de obra qualificada para fazer parte do trabalho e utilizando, ao final da cadeia, os próprios catadores; num cenário pessimista, se recusam a implementar qualquer ação no sentido de mitigar os impactos que decorrem de sua própria atividade.

Equalizar esses dois cenários é uma batalha de longa data, que antecede a aprovação dos documentos legais que instauraram a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no país, em 2010. Duas décadas antes da PNRS, alguns estados brasileiros já tinham suas Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos e suas determinações já se inseriam no debate entre grandes produtores, pequenas associações e cooperativas de catadores, a sociedade e o governo.

Em mais de duas décadas, podemos afirmar que a regulamentação ganhou reconhecimento dentro e fora do país, muitas ações foram planejadas e algumas executadas. No entanto, a Tecnologia Social, que em sua origem (SMALL, 1898) pressupõe o uso do conhecimento e das leis para atender

necessidades sociais, ainda não foi inserida no âmbito das decisões e ações de forma consistente.

Algumas ações pontuais, porém, não menos importantes, têm suscitado a importância do método da Tecnologia Social como solução para os problemas socioambientais, especialmente nos países emergentes. A crise econômica que aflinge muitos outros países além dos BRICS, evidenciam a necessidade de uma nova interpretação do modelo econômico. Nesse sentido, uma outra corrente vem despontando com o respaldo de países desenvolvidos e em desenvolvimento, a Economia Circular.

Em poucas palavras, a Economia Circular consiste em um novo conceito de prática econômica a partir da qual se valoriza os recursos a partir do reaproveitamento de tudo o que é produzido, os subprodutos e resíduos. O conceito é inovador e impacta o modo de consumo, design de produtos, gestão e exploração de matérias primas, bem como se pauta nos processos naturais, cujas premissas são abordadas por conceitos anteriores como: Ecologia Industrial, Metabolismo Industrial e do Berço ao Berço (Cradle-to-Cradle).

De acordo com dados da Comunidade Europeia (2016), cada europeu consome em média 16 toneladas de materiais por ano, dos quais 6 viram resíduos, mas uma grande parte de matéria prima secundária (sob a forma de metal, vidro, papel e outros), se perde. Estima-se que para o ano de 2010 a perda foi da ordem de 2,5 bilhões de toneladas de materiais com potencial de recirculação.

Em contraposição à proposta do modelo de fluxo linear, a Economia Circular coopera com a proposta de desenvolvimento e crescimentos sustentável. Segundo o conceito, o fluxo não tem mais início na extração dos recursos e não finaliza no descarte dos resíduos, mas sim ocorre de forma sistemática com a gestão equilibrada dos recursos, inserção de resíduos em cadeias produtivas sob a forma a matéria prima secundária e com a manutenção da qualidade dos sistemas naturais.

1.6. Considerações finais

Conforme abordado nesse capítulo, apesar de vários problemas se apresentarem como um desafio para a gestão dos resíduos, várias tecnologias se encontram aptas para solucionar as principais questões ambientais. Por outro lado, nem sempre as tecnologias disponíveis encontram-se acessíveis financeira ou tecnicamente para ser amplamente empregada. Desta forma, a proposta da tecnologia social e da economia circular vêm preencher essa lacuna. Com soluções de alto impacto e baixo custo, populações de baixa renda podem ser incluídas social e ambientalmente.

Referências

ABRAMOVAY, R. (2014). Um acordo pela economia circular. Página 22. Análise. Abril, P. 21. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/pagina22/article/download/20626/24224>. Acesso em julho de 2015.

CEREZO, L. (2000). J. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. Revista Iberoamericana de Educación, n. 18.

COMUNIDADE EUROPEIA (2016). Waste. Disponível em: <http://www.ec.europa.eu/environment/waste/> Acesso em agosto de 2016.

DAGNINO, R. (2011). Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina Ciência & Tecnologia Social Ciência & Tecnologia Social A construção crítica da tecnologia pelos atores sociais. Tecnologia Social: base conceitual. Vol. 1. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/cts/article/view/3840/4328>. Acesso em julho de 2015.

ETZKOWITZ, H., e LEYDESDORFF, L. (1995). The Triple Helix---University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development. *EASST Review* 14, 14-19.

LASSANCE Jr. et al. (2004). Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil.

SMALL, A. W. (1898). Seminar Notes: The Methodology of the Social Problem. Division I. The Sources and Uses of Material. *The American Journal of Sociology*, 4(1), 113-144. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2761798?seq=1#page_scan_tab_contents. Acesso em outubro de 2016.

SCHUMACHER, E. F. (1979). O negócio é ser pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

Sistemas de logística reversa para gestão de resíduos e coprodutos da cadeia de biodiesel: Estudo de caso do Nordeste brasileiro

Kelma Vitorino

Resumo – A busca por fontes energéticas alternativas tem incentivado o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, como a produção de biodiesel que agrega o setor agrícola e a indústria em sua cadeia produtiva. Enquanto o combustível fóssil resulta na geração de emissões indesejáveis, a produção de biodiesel pode impactar o ambiente a partir da geração de resíduos e coprodutos, como a torta e a glicerina. A logística reversa surge como uma alternativa promissora para a mitigação de impactos potenciais a partir da reinserção de resíduos e coprodutos no ciclo produtivo, agregando valor aos mesmos e propiciando benefícios ambientais e sociais. O presente capítulo tem como objetivo propor sistemas de logística reversa para os resíduos e coprodutos da cadeia de biodiesel com base na análise da gestão destes resíduos por meio da coleta de dados na literatura e visitas técnicas a usinas situadas no Nordeste brasileiro, entre os anos de 2011 e 2012. No desenvolvimento da pesquisa foram analisadas a produção e as alternativas para a gestão dos resíduos e coprodutos, com foco em aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. Ao final são propostos modelos de sistemas de logística reversa em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2010).

5.1. Introdução

O biodiesel tem despertado o interesse como um combustível renovável e ambientalmente sustentável (DEMIRBAS, 2008). No Brasil, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi instituído em 2005 com a publicação da Lei nº 11.097, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética (BRASIL, 2005). Os biocombustíveis

surgem como uma proposta de sustentabilidade, assim a preocupação com o desenvolvimento sustentável deve acompanhar todas as etapas do processo, desde a cadeia agrícola, passando pela produção e destinação dos resíduos e coprodutos gerados.

O PNPB promoveu o aumento da produção de biodiesel que, por sua vez, resultou numa maior geração de coprodutos e resíduos que necessitam de uma destinação adequada preservando assim o aspecto ecológico e econômico da produção de biodiesel.

A logística reversa, contemplada de forma abrangente na recém-aprovada e regulamentada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010a; 2010b), surge como uma proposta interessante para a sistematização da destinação e disposição dos resíduos da cadeia produtiva de biodiesel. A prática da logística reversa (LR) tem sido uma ferramenta de gestão ambiental adotada em diferentes áreas de gerenciamento de resíduos em vários países e atua de forma a gerenciar e operacionalizar o retorno de resíduos e coprodutos ao ciclo produtivo, agregando valor aos mesmos.

É importante ressaltar que o cultivo de matérias-primas e a produção industrial de biodiesel, ou seja, a cadeia produtiva do biodiesel tem grande potencial de geração de empregos. Com a perspectiva do crescimento do biodiesel na matriz energética mundial prevê-se a intensificação das pesquisas para encontrar alternativas econômicas e tecnologicamente viáveis, observando-se os aspectos sociais e ambientais para utilização dos coprodutos e resíduos da produção de biodiesel.

Na cadeia do biodiesel destacam-se como coprodutos e resíduos as tortas resultantes do beneficiamento dos grãos para extração do óleo e a glicerina da produção de biodiesel devido à elevada quantidade gerada destes materiais que tem demandado a busca por novas alternativas de reaproveitamento. A reinserção da glicerina e da torta em uma cadeia produtiva pode agregar valor e constituir em outra fonte de renda importante para os produtores.

A inclusão da logística reversa (LR) no planejamento estratégico das organizações constitui-se em uma nova e competitiva ferramenta, com possibilidade de apreciáveis retornos financeiros e consolidação de sua imagem corporativa, social e ambientalmente responsável.

Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo estudar a cadeia de produção de biodiesel, direcionando para a gestão dos resíduos e coprodutos. A análise do processo produtivo e da gestão dos resíduos e coprodutos permitiu identificar alternativas de reinserção destes na produção de biodiesel ou em outro processo, por meio da logística reversa, envolvendo aspectos sociais, econômicos e ambientais possibilitando a construção de uma proposta de sistema logística reversa para as usinas produtoras de biodiesel.

5.2 Cadeia Produtiva do Biodiesel – Resíduos e Coprodutos

O biodiesel é produzido a partir de gorduras animais e/ou graxa e principalmente oleaginosas (vegetais ricos em óleos), como dendê (palma), babaçu, soja, girassol, mamona, pinhão-manso, amendoim, girassol, dentre outras.

Na cadeia do biodiesel, na etapa de extração do óleo, a torta gerada, costuma ser utilizada como ração animal ou em adubação do solo. Entretanto, estudos ampliam a utilização em outros produtos (SCHINEIDER *et al.*, 2012). Segundo Macedo *et al.* (2009), um grande desafio desse cenário é promover agregação de valor a esse resíduo, tornando a indústria do biodiesel mais competitiva. O tratamento é fundamental para evitar a geração de um passivo ambiental (CGEE, 2010).

A Tabela 5.1 mostra que quantidade de torta gerada depende do tipo de semente, que pode também resultar em um material com características tóxicas, caso da mamona e pinhão-manso. A detoxicação da torta de mamona e de pinhão- manso apresenta como vantagens o uso para alimentação de ruminantes agregando maior valor e contribuindo com o desenvolvimento da pecuária em regiões onde há crônica carência de fontes de proteína e viabilização da cadeia produtiva do biodiesel.

Tabela 5.1 - Geração de Torta em função do tipo de oleaginosa

| OLEAGINOSA (1T) | TORTA (Kg) |
|-----------------------|------------|
| Girassol ¹ | 350 |
| Algodão | 850 |
| Mamona ³ | 500 |

Fontes: ¹Embrapa, 2010; ²Dado da pesquisa; ³Drummond *et al.*, 2006

Como consequência da produção de biodiesel verificado a nível mundial, espera-se uma oferta elevada da glicerina residual, com alta DQO, correspondente a 10% da massa total do óleo utilizado. A glicerina bruta quando descartada de maneira inadequada gera problemas ao meio ambiente (VILLELA *et al.*, 2012). Parte da glicerina é usada em síntese de produtos químicos, farmacêuticos, cosméticos e alimentos, e parte é descartada, uma vez que existe uma oferta maior que a demanda (DAUN; SILVA; RAMOS, 2011). Considerando esses fatores, é necessário encontrar soluções economicamente viáveis e ambientalmente corretas para a glicerina gerada.

Estudos com utilização de glicerina para produção de biogás a partir de resíduos orgânicos, como coprodutos de indústrias e agroindústrias e resíduos de origem animal têm comprovado a redução de custo e maior produção de biogás em decorrência da adição de glicerina (KONRAD *et al.*, 2011).

Cordoba (2011) ressalta a possibilidade de utilização da glicerina bruta, considerando o preço reduzido e a elevada produção, esta poderia não ser uma opção economicamente atrativa. O autor destaca a possibilidade de utilização da glicerina bruta como combustível para gerar energia mediante queima direta. Esse processo deve ser controlado para evitar a formação de acroleína, subproduto altamente tóxico que possui grande instabilidade química e características toxicológicas responsáveis por comprometimento pulmonar agudo, irritação ocular, esclerose múltipla e efeitos carcinogênicos comprovados em ratos (FERNANDES e SILVA, 2005). Nas aplicações de agrotóxicos, principalmente por via aérea, é muito comum o uso de adjuvantes, por proporcionarem maior eficiência, e um produto que tem se mostrado promissor como adjuvante é a glicerina (SALES e TINOS, 2010).

Para fechar o ciclo é necessário um aproveitamento máximo de todos os resíduos e coprodutos. Goes, Araújo e Marra (2010) destacam a necessidade de melhor estruturação e desenvolvimento do mercado para coprodutos e subprodutos da cadeia de biodiesel (glicerina e outros) como uma estratégia para redução dos custos de produção. Esta nova abordagem sobre a questão dos resíduos levou a uma mudança de paradigma. O resíduo, que antes era visto apenas como um problema a ser resolvido, passou a ser encarado também como oportunidade de melhoria.

5.3 Logística Reversa

A logística reversa (LR) é uma área relativamente nova no cenário mundial, pois os pesquisadores e as empresas passaram a tratar o assunto com mais interesse apenas nas últimas décadas. Em linhas gerais, o processo tem como objetivo promover ações para a garantia do fluxo de retorno dos resíduos para a própria cadeia produtiva do gerador, ou para cadeias produtivas de outros geradores propiciando que as atividades produtivas alcancem marco de eficiência e sustentabilidade.

Nesta linha, Leite (2009) destaca duas categorias de ciclos reversos que caracterizam a relação entre os fluxos: os canais com ciclo aberto e os canais com ciclo fechado. No ciclo aberto, os resíduos, ao chegarem ao final da cadeia reversa, não voltam necessariamente ou diretamente para serem convertidos no mesmo produto. No ciclo fechado, é possível uma maior integração entre o canal direto e o reverso. O material descartado pode retornar na forma de um produto igual ou similar ao original, servindo de insumo direto à cadeia produtiva convencional.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida por meio da Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010a), trouxe a definição do conceito de LR, bem como o estabelecimento dos critérios para a elaboração e implementação do sistema de logística reversa (SLR). A lei mencionada é o principal instrumento regulamentador do processo e por meio dela foram instituídos grupos setoriais através dos quais encontram-se em discussão os acordos dos quais tomam parte a

indústria, o comércio, distribuidores, importadores e consumidores. Todos, segundo a regulamentação, devem acordar as ações a serem empreendidas em prol da gestão sustentável dos resíduos.

Por meio da Lei nº 12.305 ainda são estabelecidos os resíduos classe especial para os quais são obrigatórios a adoção de SLR. No entanto, a lei é bastante clara ao citar que outros tipos de resíduos podem se beneficiar da gestão ambientalmente adequada.

O conhecimento profundo de toda a cadeia onde se insere a empresa e a participação ativa e consciente de todos os integrantes se tornam pontos críticos para o desenvolvimento da LR. Estudos de caso mostram o grande campo para a implantação de um SLR, onde a participação de todos os membros da cadeia é de supra importância para a economia da empresa e sua eficiência. A LR também conhecida como logística de retorno inicia no cliente usuário final e termina no fornecedor (origem da matéria-prima) ou seu início pode ocorrer em qualquer instante da cadeia produtiva e terminar em qualquer nível desta mesma cadeia. Envolvendo em seu fluxo, fornecedores, colaboradores da empresa, distribuidores e consumidores. Reduzir a poluição e o desperdício de materiais, associados aos diferentes processos produtivos, proporcionar maior incentivo à substituição dos insumos por outros que não degradem o meio ambiente e promover a reciclagem são benefícios deste sistema (CESAR e SACOMANO NETO, 2007).

O Fluxograma 5.1 demonstra os fluxos de LR envolvendo cadeias produtivas do próprio gerador e de outros setores de produção.

Fluxograma 5.1 – Fluxos de logística reversa



Fonte: Elaboração própria

Segundo Barba-Gutiérrez; Adenso-Díaz e Hopp (2008) novas redes de logística devem ser criadas para coletar e processar diferentes tipos de resíduos e que, em determinadas circunstâncias, o impacto ambiental negativo do transporte de resíduos pode ser maior do que se novas redes não foram estabelecidas.

Gold e Seuring (2010) em pesquisa de revisão da literatura apresentaram que quando os locais onde os resíduos são gerados e os locais de plantas de tratamento forem diferentes, os esforços de transporte são necessários, implicando em impactos ambientais e sociais. Do ponto de vista ambiental serão geradas mais emissões e do ponto de vista social dependendo do tipo de transporte utilizado poderão provocar a resistência da comunidade afetada.

A LR pode ser usada estrategicamente para oferecer oportunidades, como: cumprimento da legislação ambiental, redução de custos, vantagens competitivas e melhoria da imagem corporativa (DEKKER e BRITO, 2010). Apesar de ser estudada há algumas décadas em outros países, no Brasil, a LR no planejamento estratégico das organizações pode ser considerada uma visão inovadora de operação empresarial, resultando em maior competitividade, considerável retorno financeiro e consolidação de sua imagem corporativa.

Fernández *et al* (2004) ressaltam que com a finalidade de estabelecer um canal eficiente de distribuição inversa, entre as decisões que devem ser tomadas figuram:

- Quem são os atores no canal de distribuição reversa? Poderiam ser os membros do canal direto (fabricantes tradicionais, comerciantes e fornecedores de serviços logísticos diretos) ou partes especializadas (comerciantes de materiais secundários e instalações de reciclagem ou recuperação de materiais). Esta distinção estabelece restrições na integração potencial da distribuição direta e reversa.
- Qual é a relação entre o canal de distribuição direto e o reverso?

A análise destes fatores é determinante para o desenvolvimento

sustentável da rede. Inclusive os mercados finais dos materiais recuperados poderiam não ser bem conhecidos. Além disso, sem os acordos adequados que garantam o fluxo de retorno, não é economicamente viável a recuperação.

Apesar de haver estudos a respeito da implementação da LR em diferentes segmentos produtivos, ainda é incipiente a contribuição para a cadeia agroindustrial do biodiesel, o que endossa a necessidade de estudos nessa área (XAVIER *et al.*, 2010).

5.4. Metodologia de trabalho

O presente estudo adota metodologia composta pela revisão bibliográfica sobre o tema e pesquisa de campo para coleta de dados, com aplicação de entrevista semiestruturada, seguida de análise, propostas e conclusões.

Propõe-se, a partir do levantamento bibliográfico, a análise das principais referências nacionais e internacionais que considerem a abordagem tanto de aspectos técnicos, quanto os de cunho social, ambiental e econômico a respeito da cadeia produtiva, bem como da prática da gestão de coprodutos e resíduos da produção de biodiesel. Foram consideradas normas e legislações, levantamento de alternativas e estudo de viabilidade com a observação de aspectos sociais, econômicos, políticos e técnicos, além dos ambientais.

Na pesquisa de campo, foram analisadas empresas produtoras de biodiesel localizadas no Nordeste brasileiro. Ao final da pesquisa foram propostos sistemas de logística reversa (SLR) para a cadeia do biodiesel, voltados para torta e glicerina.

5.4.1 Identificação e seleção das usinas da cadeia produtiva de biodiesel analisadas

A identificação das usinas de produção de biodiesel localizadas no Nordeste Brasileiro, área de abrangência do trabalho, foi realizada com base em levantamento bibliográfico e pesquisa em sites da iniciativa privada e de instituições e órgãos públicos que tratam da produção de biodiesel.

Existem unidades de pesquisa e de produção comercial, localizadas nos Estados do Maranhão, Ceará e Bahia, conforme apresentado na Tabela 5.2 com dados de 2011.

Tabela 5.2 - Caracterização das usinas produtoras de biodiesel no Nordeste Brasileiro (2011)

| EMPRESA | LOCALIZAÇÃO | ATIVIDADE | CAPACIDADE | CAPACIDADE | MATÉRIA-PRIMA |
|------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---|
| | | | AUTORIZADA | INSTALADA | |
| | | | ANP (m ³ /dia) | (m ³ /dia) | |
| Vanguarda Agro | Iraquara-BA | Produzindo | 360 | 129 | Soja e girassol |
| Vanguarda Agro | Itaqui-MA | Operacional | 129 | 129 | Soja e girassol |
| Comanche | Simões Filho-BA | Operacional | 335 | 120 | Soja (99%) e algodão |
| Petrobras | Candeias-BA | Produzindo | 603 | 217 | Soja e algodão |
| Petrobras | Quixadá-CE | Produzindo | 302 | 297 | Soja, algodão, dendê, Sebo bovino, OGR |
| Cetene (*) | Caetés-PE | Usina Piloto Produzindo | 1 | 2 | Algodão |
| Petrobras Cempes | Guamaré-RN | Usina Piloto Operacional | | 7 | Soja, girassol, mamona, girassol + mamona |
| Cetene (*) | Caetés-PE | Usina Piloto Produzindo | 1 | 2 | Algodão |
| NUTEC | Fortaleza-CE | Usina Piloto Parada | | 2,4 | |

Fonte: Dados da pesquisa e ANP (2011))

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foram selecionadas as usinas em operação, de biodiesel e de beneficiamento de oleaginosas ligadas a estas usinas conforme mostrado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3. Usinas estudadas

| EMPRESA | ATIVIDADE | LOCALIZAÇÃO |
|----------------|---------------------------------------|---------------------|
| Cetene (*) | Usina Piloto Produção de Biodiesel | Caetés-PE |
| Petrobras | Produção de Biodiesel | Quixadá-CE |
| OLVEQ | Extração de Óleo | Quixadá-CE |
| Petrobras | Produção de Biodiesel | Candeias-BA |
| BIOÓLEO | Extração de Óleo | Feira de Santana-BA |
| Vanguarda Agro | Produção de Biodiesel | Iraquara-BA |

5.4.2 Coleta e sistematização dos dados

Com base no referencial teórico e na metodologia proposta foi elaborado o questionário semiestruturado para ser aplicado nas entrevistas. O questionário foi dividido em três (03) seções:

Na seção 1 - Dados administrativos e da produção, as perguntas foram elaboradas com o intuito de obter informações sobre a empresa, como faturamento e número de empregos diretos gerados e também sobre a produção, relativas às matérias primas e insumos utilizados e o processo produtivo.

A seção 2 - Gestão dos coprodutos e resíduos gerados na produção de biodiesel foi elaborada para possibilitar a obtenção de informações relativas aos recursos e infraestrutura disponível para a adequada gestão dos coprodutos e resíduos gerados, enfocando a caracterização destes materiais, tratamento e destinação.

A seção 3 - Abordagem socioambiental enfoca os aspectos legais e ações de responsabilidade socioambientais adotadas pelas empresas.

Foram obtidos dados relativos ao ano de 2011, utilizando-se de técnica de entrevistas semiestruturadas inicialmente realizadas por e-mail e telefone e posteriormente presenciais com registros de informações no diário de campo. As entrevistas foram realizadas durante as visitas técnicas às usinas com representantes envolvidos nas diversas etapas de produção e

dos setores de meio ambiente e administrativo possibilitando conhecer as etapas de produção, identificar os fluxos de geração de resíduos e coprodutos e discutir com os técnicos sobre as possibilidades de reinserção destes materiais em uma cadeia produtiva.

Para entendimento e sistematização dos dados foram utilizados como ferramentas os fluxogramas do processo, tabelas e representação gráfica de todos os passos da cadeia produtiva estudada e do modo como estão relacionados entre si, mapeando a cadeia produtiva, suas entradas (matéria prima, insumos e energia) e saídas (produtos, coprodutos e poluentes nos diversos meios).

Na revisão de literatura e na pesquisa de campo foram analisadas as formas de aproveitamento, tratamento e destinação dos resíduos e coprodutos gerados. Para a elaboração do sistema de logística reversa para a cadeia de biodiesel foram considerados os fluxos de produção e a possibilidade de reinserção dos resíduos e coprodutos na própria cadeia produtiva do biodiesel ou em outra cadeia produtiva.

5.5 Dados gerais das usinas estudadas

Para a elaboração de um sistema de logística reversa (SLR) devem ser analisados alguns aspectos intrínsecos a cada indústria, como no caso da impossibilidade ou inviabilidade de aproveitamento de alguns coprodutos ou resíduos em seu próprio ciclo produtivo, deve ser considerada a existência no entorno de outras indústrias que possam reinserir estes materiais, é fundamental conhecer o entorno da usina para identificar dificuldades e oportunidades da região.

As indústrias promovem programas e ações relacionadas à gestão ambiental como observação à legislação ambiental, controle da poluição atmosférica, planos de gestão de resíduos, educação ambiental, entre outros. Com relação à política ambiental, existe somente nas indústrias de biodiesel. Entretanto nenhuma das unidades possui certificação ambiental.

Dentre os coprodutos e resíduos gerados na cadeia de produção de biodiesel foram selecionadas as tortas resultantes do beneficiamento de grãos e a

glicerina para elaboração das propostas de SLR, considerando a expressiva quantidade gerada, a busca por novas alternativas para aproveitamento destes materiais e o significativo potencial de reinserção em uma cadeia produtiva.

Na Tabela 5.4 é realizado um comparativo entre as formas de destinação das tortas e da glicerina adotadas pelas usinas e alternativas encontradas na literatura técnica. Para uma avaliação criteriosa das melhores formas de destinação é necessário considerar aspectos econômicos, logísticos, ambientais, técnicos e sociais, verificando-se a localização destas usinas e as possibilidades do entorno.

Tabela 5.4. Principais coprodutos e resíduos da cadeia produtiva de biodiesel

| COPRODUTO/ RESÍDUO | | |
|--------------------|--|---|
| TIPO | DESTINAÇÃO - USINAS | DESTINAÇÃO - ALTERNATIVAS |
| Torta de Girassol | Farelo para Ração animal | Produção de biogás |
| Torta de Mamona | Venda como adubo – Farelo e Torta | Preparado enzimático para pré-tratamento de efluentes industriais com alto teor de gordura |
| Torta de Algodão | Farelo e Torta - Ração | |
| Glicerina | Pesquisas e Doação -Fábricas de sabão | Purificação grau farmacêutico – Indústrias Farmacêuticas e de Cosméticos |
| | Venda como Glicerina loura após destilação | Lubrificantes; Antioxidantes Resinas; Alimentação animal Queima; Produção de biogás; Compósitos |
| | Resíduo - Envio para Indústria de co-processamento de óleo | Curtumes-amaciamento do couro Formação de compostos dióis Produção de hidrogênio Recuperação de petróleo Adjuvante em pulverização agrícola |

No Brasil, o mercado de biodiesel tem impulsionado o mercado de óleo vegetal. No caso das indústrias de beneficiamento de grãos a torta gerada a princípio tem maior aproveitamento como adubo ou ração animal,

neste caso apresenta maior valor agregado. Estas alternativas atendem aos agropecuaristas locais, em geral, fornecedores de oleaginosas.

A glicerina bruta independentemente da natureza da matéria-prima representa, em média, cerca de 10% da massa do biodiesel produzido.

5.5 Sistemas de logística reversa para cadeia produtiva do Biodiesel

Na elaboração das propostas de LR foi considerado o potencial tecnológico e a viabilidade econômica das alternativas mais recomendadas na literatura técnica, de forma a atender ao mercado existente no entorno das indústrias ou com possibilidade de desenvolvimento, favorecendo o estabelecimento de um possível arranjo produtivo local.

A viabilidade de arranjos produtivos está diretamente relacionada ao desempenho dos diferentes elos da cadeia produtiva, destacando-se: tecnologia, estrutura produtiva, existência de mercado e capacidade de gestão (FALCÃO, 2012).

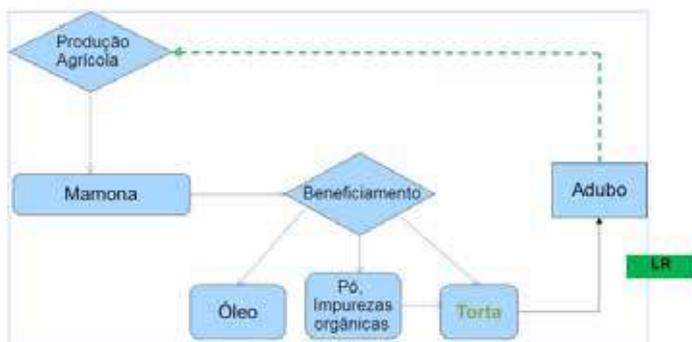
A LR deve ser vista como uma oportunidade para construir uma vantagem competitiva para as empresas, considerando a crescente conscientização de consumidores com relação às questões ambientais, além da possibilidade de redução de custos com a minimização de descartes e ganhos com a transformação de coprodutos e resíduos em novos materiais, agregando valores e fechando o ciclo produtivo do biocombustível.

A seguir são apresentadas e discutidas as destinações da torta e da glicerina nas usinas visitadas e analisadas estas destinações mostrando as possíveis inserções por meio da LR.

As usinas de extração de óleo destinam a torta de mamona como adubo e as tortas de algodão e girassol como ração animal.

A destinação como adubo apresenta como características o baixo custo, pois exige apenas uma redução de granulometria realizada em moinhos de martelo e ensacamento e a possibilidade de aproveitamento por produtores de oleaginosas instalados nas proximidades da usina propiciando um ciclo fechado de LR, com redução de custos de transporte e conseqüentemente menor impacto ambiental (Fluxograma 5.2).

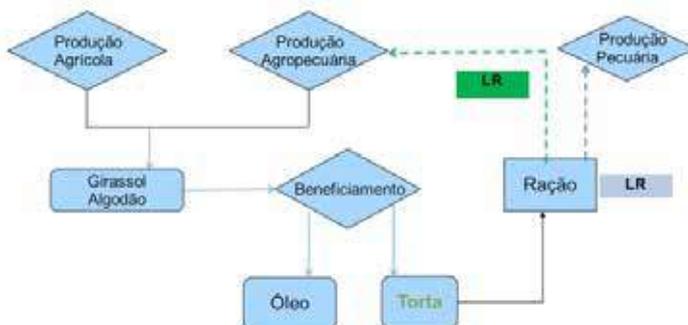
Fluxograma 5.2. Destinação da torta de mamona



Fonte: Elaboração própria

A obtenção de ração a partir das tortas consiste em um processo simplificado sendo necessária além da extração mecânica de óleo, a extração química com o uso de solventes químicos propiciando um ciclo fechado de SLR com a utilização da ração por agropecuaristas fornecedores de oleaginosas ou um ciclo aberto com a distribuição de ração para pecuaristas, ambos situados na região no entorno da indústria atendendo as reduções de custo de transporte e impactos ambientais nesta operação (Fluxograma 5.3).

Fluxograma 5.3. Destinação das tortas de girassol e de algodão



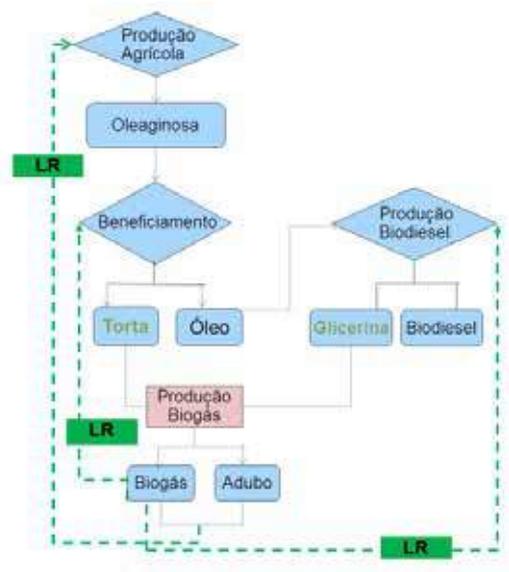
Fonte: Elaboração própria

A glicerina, em geral é um problema para as usinas, sendo inclusive considerada como resíduo em algumas indústrias, tornando-se necessário adotar alternativas viáveis para aproveitamento.

Com o crescente aumento da produção de biodiesel, têm se buscado métodos ecológicos para aproveitar os resíduos deste processo produtivo. A biodigestão, um sistema de baixo custo, se apresenta com bom potencial, propiciando biogás e biofertilizante como produtos. Os resíduos de produção do biodiesel que apresentam potencial para uso neste processo são tortas de oleaginosas, glicerina e água de lavagem. Pode-se, reduzir os custos utilizando o biogás em queimadores ou caldeiras na geração de energia térmica contribuindo para a mitigação do efeito estufa pela substituição de combustíveis fósseis usados na geração de calor e energia elétrica. O biofertilizante pode ser aplicado nas plantações de oleaginosas, enriquecendo o solo e reduzindo gastos com corretivos e nutrientes (SOARES *et al.*, 2007).

Esta proposta de SLR é interessante porque propicia um ciclo fechado para aproveitamento da torta e da glicerina, especialmente em sistema de produção integrados com plantas de extração de óleo e produção de biodiesel ou no caso destas indústrias quando se encontram localizadas na mesma cidade, como ocorre no Estado do Ceará, agregando valor à cadeia de biodiesel (Fluxograma 5.4).

Fluxograma 5.4. Proposta de SLR para a torta e a glicerina

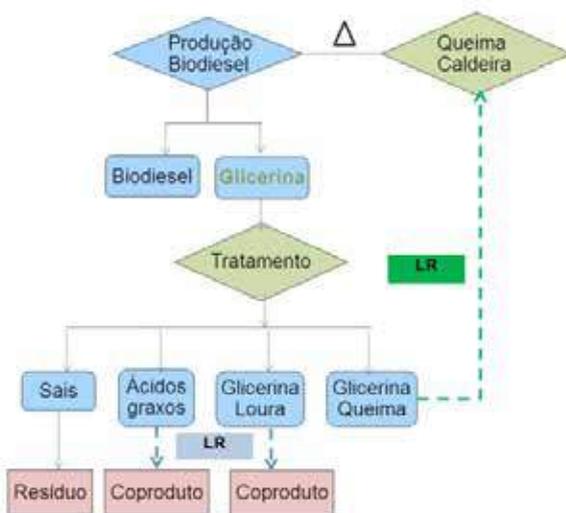


Fonte: Elaboração própria

Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas para a obtenção de novos produtos utilizando a glicerina como matéria-prima.

A queima da glicerina tem sido testada em escala industrial. O processo de tratamento resulta na formação de ácidos graxos e glicerina loura, coprodutos, sais como resíduos e glicerina para queima em caldeira a biomassa juntamente com um reduzido percentual de madeira. São apresentadas como vantagens, a redução do consumo de combustíveis, lenha e BPF e a eliminação da despesa com destinação da glicerina, além da renda obtida com a venda dos coprodutos resultantes do processo de tratamento da glicerina bruta. Neste SLR com queima da glicerina bruta verifica-se o aproveitamento de parte da glicerina na própria usina de biodiesel e em outras cadeias produtivas com a venda de ácidos graxos e glicerina loura conforme mostrado no Fluxograma 5.5.

Fluxograma 5.5. Proposta de SLR para a glicerina – Queima em caldeira

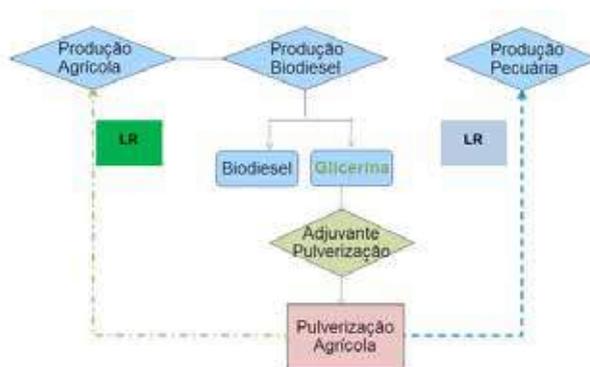


Fonte: Elaboração própria

A possibilidade de utilização da glicerina na pulverização agrícola tem despertado o interesse dos produtores de biodiesel como uma alternativa

promissora. Permitindo assim um SLR de ciclo aberto para a produção pecuária ou de ciclo fechado no cultivo de oleaginosas conforme mostrado no Fluxograma 5.6.

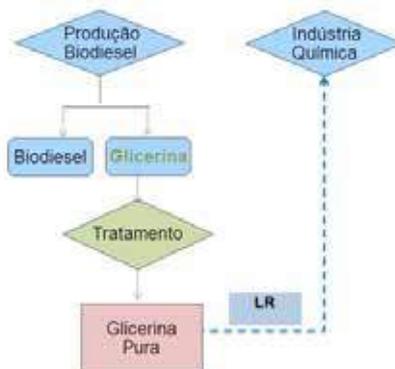
Fluxograma 5.6. Proposta de SLR para a glicerina – Pulverização



Fonte: Elaboração própria

A purificação da glicerina bruta é um processo de alto custo, mas que agrega maior valor à glicerina. Sendo bastante interessante principalmente se existir um polo industrial farmacêutico ou de cosméticos em região próxima à indústria de biodiesel propiciando o desenvolvimento de um ciclo aberto de LR economicamente viável (Fluxograma 5.7).

Fluxograma 5.7. Proposta de SLR para a glicerina – Indústria química



Fonte: Elaboração própria

A análise dos fluxos de logística reversa propostos nesta pesquisa indica a possibilidade de aproveitamento das tortas e da glicerina em áreas próximas às usinas reduzindo os custos e os impactos ambientais decorrentes do transporte destes materiais.

5.7 Considerações Finais

A análise da possível configuração da cadeia de produção de biodiesel permitiu elaborar um registro das práticas e operações realizadas nas usinas, possibilitando formular propostas de sistemas de logística reversa para a cadeia de biodiesel que poderão ser utilizados como referência para outras cadeias produtivas.

A metodologia adotada de levantamento de alternativas de destinação de coprodutos e resíduos, apresentadas na literatura técnica e verificadas nas indústrias estudadas, aliada às discussões com pesquisadores do tema e técnicos das empresas com análise de aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais foi fundamental para selecionar os sistemas de logística reversa. Esta metodologia mostrou-se adequada para a definição de sistemas de logística reversa para outros segmentos industriais.

A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico, ambiental e social que promove ações para a garantia do fluxo de retorno de coprodutos e resíduos gerados para a própria cadeia produtiva do gerador ou para cadeias produtivas de outros geradores, minimizando a geração de resíduos, propiciando redução de custos (diretos e indiretos) para as empresas, resultando em melhoria da imagem da empresa e possibilitando aumento da capacidade de atingir mercados mais exigentes, além da geração de oportunidades de incremento de renda.

O aumento da produção mundial de biodiesel tem conduzido à busca de alternativas para aproveitamento da elevada quantidade de resíduos e coprodutos gerada. A adoção da logística reversa na cadeia produtiva do biodiesel pode demonstrar a viabilidade dos sistemas de logística reversa para outras cadeias produtivas, além de estar de acordo com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos e do Programa Nacional para o Uso e Produção de Biodiesel (PNPB).

Referências

- ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em 25 jul. 2011.
- BARBA-GUTIÉRREZ, ADENSO-DÍAZ B, HOPP M. *An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation*. *Resour Conserv Recycl*; 52(3):481–95. 2008.
- BRASIL, *Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010*. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010a.
- BRASIL. Lei Nº 11.097 de 13 de Janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. 2005.
- BRASIL. Lei Nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. 2010b.
- CESAR, F., SACOMANO NETO, M. *Logística Reversa Integrada*. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu-PR. 2007.
- CGEE. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Química verde no Brasil: 2010-2030* - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.
- CORDOBA, A. Y. M. *Estudo da combustão direta da glicerina bruta e loira como alternativa de aproveitamento energético sustentável*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2011.
- DAUN, L. G.; SILVA, V. O.; RAMOS, R. A. V.; *Avaliação do uso do glicerol resultante da Produção de biodiesel como co-substrato em biodigestores para a geração de biogás*. In: 6º Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba-PR, 2011.
- DEKKER, R.; BRITO, M. P. de. *A framework for reverse logistics*. In: DEKKER, R.; FLEISCHMANN, M.; INDERFURTH, K.; WASSENHOVE, L. N. Van (Editors). *Reverse Logistics – Quantitative models for closed-loop supply chains*. Ed. Springer. 2010.

- DEMIRBAS, A. *Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engines*. Springer-Verlag London Limited. 2008.
- DRUMMOND, A. R. F.; GAZINEU, M. H. P.; ALMEIDA, L.; MAIOR, A. S. *Produção e valor energético da torta de mamona do agreste Pernambucano*. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju-SE, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Oleaginosas*. Disponível em www.cnpso.embrapa.br. Acesso em: 6 out. 2010.
- FERNANDES, J.; SILVA, S. *Acroleína*. 2005. Disponível em: <http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0506/acroleina/index.htm>. Acesso em: 25 maio 2012.
- FERNÁNDEZ, A. D.; GIL, M. J. A.; TORRE, P. G. *Logística inversa y medio ambiente – Aspectos estratégicos y operativos*. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España, 2004.
- GOES, T.; ARAÚJO, M. de; MARRA, R. *Biodiesel e sua Sustentabilidade*. 2010. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/Trabalho_biodiesel. Acesso em: 14 mar. 2012.
- GOLD, S.; SEURING, S. Supply chain and logistics issues of bio-energy production. *Journal of Cleaner Production* xxx 1-11, 2010.
- KONRAD, O.; CASARIL, C. E.; SECCHI, F. JR.; LUMI, M.; SCHMITZ, M. *Digestão anaeróbia de resíduos agroindustriais com suplementação de glicerina residual visando a geração de biogás*. In: 6º Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba-PR, 2011.
- LEITE, P. R. *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- MACEDO, A. L.; SANTOS, R. S.; PANTOJA, L.; PINTO, N. A. V.; SANTOS, A. S. Avaliação do aproveitamento do resíduo sólido da extração de óleo de mamona (*Ricinus communis* L.) para produção de bioetanol. *Rev.de Estudos Universitários*, v. 35, p. 75-85. 2009.
- SALES, J. G. C.; TINOS, A. C. *Utilização de glicerina como adjuvante em*

pulverização agrícola. In: 5º Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba-PR, 2010.

SCHINEIDER, R. de C. S.; RODRIGUEZ, A. L.; MÄHLMANN, C. M.; LÜDTKE, J. R.; ERHARDT, C. S. *Aplicação de resíduos de origem vegetal provenientes da cadeia produtiva do biodiesel na preparação de placas de compósito para redução sonora*. In: 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia De Biodiesel, Salvador-BA. 2012.

SOARES, J.; MARRA, S. H. do C. M.; BRASIL, A. N.; NUNES, D. L. *Construção de biodigestores didáticos e estudo da biodigestão de coprodutos do biodiesel*. In: 2º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília. 2007.

VILLELA, P. C.; NATIVIDADE, B. M. L.; RODRIGUES, J. P.; MACEDO, J. L. de; COSTA, A. A.; BRAGA, P. R. S.; GHESTI, G. F. *Estudo termogravimétrico da glicerina bruta obtida pelas rotas etílicas e metílicas na planta piloto da Faculdade UnB Gama*. In: 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Salvador-BA-Brasil, 2012

XAVIER, L. H.; LINS, C. J. C.; VIEIRA, R. V.; SOBREIRA, A. *Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para análise de desempenho de matérias-primas na produção de Biodiesel*. In: II Seminário Biodiesel Fonte de Energia das Oleaginosas em Pernambuco. Recife-PE, 2010.

Devolução de computadores pós-consumo no Brasil - Estudo de caso em Aracaju (SE)

Kelma Maria Nobre Vitorino, Luciana Souza Trindade, Bruna Michelle Guimarães Silva

Resumo – A partir do incremento tecnológico observado nas últimas décadas o custo dos equipamentos eletrônicos atingiu preços competitivos o que, por sua vez, impulsionou o consumo acentuado desses produtos. Por outro lado, com a redução da vida útil dos equipamentos houve a necessidade do descarte desses produtos pós-consumo, ou Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), que nem sempre acontecem de forma ambientalmente adequada. Desta forma, o presente capítulo apresenta uma análise da gestão de computadores pós-consumo a partir das determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, tendo-se como estudo de caso a cidade de Aracaju (SE). A partir da análise realizada, evidencia-se que a atuação do comércio varejista é um aspecto relevante para a implementação do sistema de logística reversa de computadores com efetiva participação dos consumidores.

6.1 Introdução

Os avanços tecnológicos trouxeram como consequência o aumento e diversificação da produção, bem como a expansão de vendas de equipamentos elétricos e eletrônicos no mundo. A troca de computadores antigos por outros mais modernos tem gerado um tipo específico de resíduo sólido urbano, os denominados resíduos tecnológicos, lixo *high tech*, e-lixo ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Esse tipo de material requer especial atenção em razão do potencial toxicológico de algumas partes e componentes.

Estima-se que aproximadamente 66% dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos são compostos de metais (ferro, cobre, alumínio e ouro) e não metais, além de outros poluentes que constituem 34% do total (RICO *at al.*, 2008). O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e coletivo (EPC) são os principais instrumentos de medida preventiva em relação a exposição aos agentes tóxicos presentes nos resíduos tecnológicos. Apesar de ainda não haver regulamentação específica a respeito dos procedimentos de proteção para a manipulação dos REEE, sabe-se que há riscos nas etapas de transporte, acondicionamento, desmontagem e prensagem (XAVIER, 2013).

A questão dos REEE vem se destacando no âmbito do poder público, que tem investido ações no intuito de estabelecer leis mais rigorosas que estabelecem critérios para a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Com isso, cresce o número de legislações ambientais no cenário mundial e entre as mais significativas estão, a diretiva *Waste, Electrical and Electronic Equipment* (WEEE), aprovada pelo parlamento europeu em 2002, que estabelece quotas de recuperação de produtos e redução na quantidade de lixo eletrônico enviada aos aterros. Da mesma forma a diretiva *Restriction on the use of Hazardous Substances* (ROHS), que entrou em vigor em 2006, com a finalidade de evitar ou diminuir a quantidade de produtos tóxicos e metais pesados que ingressassem na União Européia (LEITE, 2009).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Nº 12.305 em 2010 (BRASIL, 2010a; 2010b) cita a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos como um dos seus princípios, definindo-a como o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas, dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, prevendo também a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações desenvolvidas.

Esta Lei prevê a classificação de resíduos especiais, entre os quais os REEE e estabelece a necessidade da implementação de um sistema de logística reversa para estes resíduos. Definindo logística reversa (LR) 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.

Em um cenário de franca expansão da produção, consumo, descarte e implicações ambientais dos REEE no país, encontra-se em andamento, nos termos da PNRS e seu Decreto Regulamentador, o procedimento de implantação dos sistemas de logística reversa dos eletroeletrônicos, com abrangência nacional, desafiando as dificuldades técnicas, regulatórias e operacionais existentes (CARVALHO; XAVIER, 2014). Tal procedimento denomina-se Acordo Setorial que, juntamente com Termo de Ajuste de Conduta e outros regulamentos, consistem como um dos instrumentos para implantação dos sistemas de logística reversa (SLR).

Neste capítulo serão apresentados mecanismos da logística reversa de computadores e componentes adotados nas principais indústrias de computadores que atuam no Brasil. As informações foram coletadas nos *sites* das empresas e verificadas a autenticidade, no caso, considerando a cidade de Aracaju, Sergipe, localizada no nordeste brasileiro. O estudo mostra ainda a realidade dos consumidores de Aracaju nos procedimentos de descarte dos seus computadores usados, a partir dos estabelecimentos comerciais varejistas.

6.2 Relação indústrias fabricantes de computadores e consumidores no Brasil – Análise dos sites institucionais

A coleta de informações em *sites* de empresas de computadores no Brasil revelou que muitas estão adotando medidas de gestão ambiental buscando formas de destinação ambientalmente adequadas para os seus resíduos, seja por meio da reciclagem podendo voltar ao seu ciclo de produção, com

a sua recuperação para serem doados, ou por tecnologias apropriadas para a fabricação de produtos que degradem menos o meio ambiente, conforme apresentado a seguir.

Dentre as principais indústrias fabricantes de computadores que atuam no Brasil destacam-se neste estudo, as empresas Positivo, HP, Dell, Itautec, Lenovo, Sony, Semp Toshiba, Acer, Microboard, Samsung, Apple e Asus, empresas com grande credibilidade entre os consumidores brasileiros e outras que estão buscando se firmar no mercado.

Positivo

A indústria Positivo Informática é a maior fabricante de computadores do Brasil e líder no segmento de tecnologia educacional devido ao programa de venda de computadores a preços subsidiários ao governo federal para uso em escolas públicas (XAVIER *et.al*, 2010).

A empresa tem um programa de conscientização para o consumidor explicando a importância da reciclagem e do reuso dos computadores. A Positivo Informática cita em seu *site* que sempre buscou oferecer o melhor em tecnologia, e desde o início, ressalta a importância de uma cadeia produtiva com o menor impacto ambiental possível (POSITIVO, 2013).

Para evitar que equipamentos eletrônicos em desuso sejam dispostos no lixo comum, e com isso poluir o meio ambiente, a Positivo Informática criou o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) com informações sobre reciclagem, que funciona da seguinte forma: quando o cliente entender que algum dos seus produtos Positivo chegou ao fim da vida útil, deve entrar em contato com a empresa Positivo Informática para saber quais os postos de coleta, através de e-mail: recycle@positivo.com.br ou por telefone. Após esse procedimento, a empresa irá receber o equipamento, processá-lo na Central de Resíduos (desmontar, descaracterizar e enviar aos recicladores credenciados), e acompanhar todo o processo para que seja dado um destino ambientalmente adequado.

Informações obtidas utilizando o telefone de contato indicaram a existência na cidade de Aracaju de 02 (dois) pontos de coleta para computadores

usados, da marca Positivo informática. São empresas de assistência técnica que confirmaram, também por telefone, que recebem os aparelhos, que por sua vez são recolhidos anualmente por uma empresa encarregada do envio para a central de resíduos da Positivo situada em Curitiba, para assim ser dada a destinação ambientalmente adequada.

Evidencia-se assim um mecanismo de LR bastante prático para a empresa. Entretanto, o consumidor deve ser consciente e assumir a responsabilidade de encaminhar para a empresa fabricante o seu computador que não mais será utilizado.

HP

A HP em seu *site* institucional incentiva os clientes a descartarem seus equipamentos antigos e obsoletos de forma ambientalmente correta e segura através de seu Programa de Reciclagem e Campanhas de *Trade In* (HP, 2013).

Trade in é um termo consagrado utilizado para definir o método de compra de um produto novo, no qual se entrega um item usado como parte do pagamento. Todos os equipamentos eletrônicos descartados pelos clientes nestas campanhas realizadas ao longo do ano pela HP Brasil são destinados à reciclagem. Segundo as informações coletadas, os equipamentos passam por um processo rígido de desmontagem, separação de suas partes segundo o tipo (plástico, metal, borracha) e trituração. Depois de triturados, os resíduos são transformados em matéria-prima e reinseridos na cadeia produtiva de outros novos produtos.

O cliente também pode direcionar seu produto para o Programa de Reciclagem da HP Brasil, enviando um e-mail para reciclagem@hp.com informando o modelo do seu equipamento, quantidade e localidade onde se encontra. Posteriormente, a empresa entrará em contato para informar como descartá-lo.

Informações obtidas através do *e-mail* indicado mostraram que o programa de reciclagem HP realiza as coletas via correios ou por transportadora, dependendo do volume e do peso. Esses equipamentos são encaminhados diretamente ao parceiro reciclador no Estado de São Paulo.

As campanhas de *trade in* são interessantes por possibilitar o envolvimento direto do consumidor no momento da compra, com a prática da reciclagem de materiais. Entretanto, também busca incentivar o consumidor para a substituição de seus equipamentos, contribuindo para a maior geração de resíduos. Com relação ao sistema de coleta de equipamentos, oferecido pelo programa de reciclagem da empresa, verifica-se a preocupação com informações importantes como modelo e quantidade de equipamentos.

Dell

A empresa Dell apresenta duas opções de destinação para os computadores pós-consumo da sua marca. A doação, onde o computador é enviado à *National Cristina Foudation* com o intuito de ajudar crianças e adultos portadores de deficiências, cujas famílias apresentam baixo poder aquisitivo. E através da reciclagem onde a empresa Dell oferece métodos ecológicos para o descarte de produtos obsoletos. Vale ressaltar que a coleta também é realizada a domicílio. São ainda dadas orientações para embalar o produto com segurança e informado que o peso máximo deve ser 30 kg (DELL, 2013).

A Dell, em seu *site* institucional, apresenta um programa de reciclagem para todos os produtos de sua marca e orienta seus clientes de como agir para devolver seu produto obsoleto e a partir daí recicla o equipamento gratuitamente. Sendo necessário preencher no próprio *site* da empresa, informações sobre o produto a ser reciclado, como tipo e peso estimado (kg); informações de contato, telefone e *e-mail*; e dados para a coleta, nome e endereço do cliente. Todavia, neste estudo, para confirmar as informações, foi preenchido e encaminhado o referido formulário, não sendo obtida nenhuma resposta.

A análise das informações fornecidas no *site* institucional indica a existência de um mecanismo de logística reversa voltado para atender aos consumidores preocupados com a destinação adequada dos produtos pós-consumo.

Itautec

Segundo informações disponibilizadas no *site* da Itautec, a empresa realiza o processo de reciclagem de eletroeletrônicos desde 2003, mesmo ano que o seu Programa de Gestão Ambiental, iniciado em 2001, foi certificado pela série de normas ISO 14.000. Nos últimos cinco anos, a empresa destinou mais de 9.000 t de resíduos eletrônicos para reciclagem. Os materiais são recebidos em suas 33 filiais, localizadas em todos os estados brasileiros (ITAUTEC, 2013).

A Itautec possui uma central de reciclagem, em Jundiaí, São Paulo, para tratar os equipamentos eletroeletrônicos e suas partes. Os equipamentos de sua marca, no final de sua vida útil são recebidos, desmontados, descaracterizados, pesados e depois têm suas partes segregadas por tipo de material. Após a separação, estes resíduos são encaminhados aos cuidados de recicladores homologados para o processamento ou destinação final adequada. Estes parceiros da Itautec permitem que essas matérias-primas sejam reinseridas na cadeia produtiva, evitando desperdícios e a contaminação ambiental pelo descarte incorreto.

O cliente Itautec, que possua algum equipamento da marca e queira contribuir com o descarte adequado, deve encaminhar *e-mail* para sustentabilidade@itaute.com preenchendo informações de contato e dados do equipamento, como Modelo e Número de série do equipamento, além do Número da nota fiscal de compra (caso haja) e aguardar as instruções de como proceder. Posteriormente será elaborado o termo de entrega de equipamentos e agendado o melhor horário e data para o cliente. Tal procedimento visa também atender aos requisitos fiscais exigidos em cada estado brasileiro para que a Itautec possa encaminhar os equipamentos obsoletos para reciclagem.

Também se observou nesta empresa a solicitação de informações sobre o produto, necessárias para o adequado procedimento de reciclagem e destinação dos equipamentos recolhidos, além do controle de dados sobre o consumidor, permitindo inclusive o desenvolvimento de pesquisa sobre a preocupação do cliente do Brasil com a destinação de REEE.

Verificou-se através de tentativa de envio do *e-mail*, por preenchimento do questionário, que para ser enviado o *e-mail* seria necessário possuir um aparelho da marca, pois eles pedem várias informações do aparelho a ser descartado. Sendo assim foi enviado um e-mail padrão com as respectivas dúvidas, o qual foi respondido pela empresa indicando envio por Correios, sem custos para o cliente. Deste modo será necessário informar o endereço, número de série do equipamento e peso e dimensões da embalagem, para ser gerado um código de postagem. No final do processo será emitido Certificado de Destinação Ambientalmente Adequado.

Lenovo

Informações obtidas no *site* da indústria Lenovo (LENOVO, 2014) destacam sua responsabilidade ambiental em todas as atividades, do projeto à produção de equipamentos, na utilização de sua tecnologia pelos clientes e no descarte final de seus produtos. A empresa tem expandido sua atuação no mercado, adquirindo inclusive a divisão de PCs da IBM em 2005.

Para a Lenovo, equipamentos elétricos e eletrônicos não devem ser descartados em lixo comum, mas enviados a pontos de coleta, autorizados pelo fabricante do produto para que sejam encaminhados e processados por empresas especializadas no manuseio de resíduos industriais, devidamente certificadas pelos órgãos ambientais, de acordo com a legislação local.

A indústria possui um canal específico para auxiliar seus clientes no descarte de produtos. Caso possua um produto Lenovo em situação de descarte, o usuário deve ligar para o [SAC](#) ou encaminhar um *e-mail* para reciclar@lenovo.com informando o modelo, número de série e sua cidade, a fim de que sejam enviadas instruções para o descarte correto e gratuito do seu computador ou baterias de notebooks Lenovo. Via *e-mail* foram enviadas à empresa dúvidas de como dispor um produto obsoleto, entretanto, o mesmo não foi respondido. Por telefone informado no *site* foi indicado o descarte em depósitos de aparelhos elétricos e eletrônicos, em geral oferecidos por prefeituras municipais.

Em análise realizada no *site* da empresa, foi possível notar que a mesma tem uma preocupação com a sustentabilidade e que disponibiliza para seus clientes informações de suas ações de caráter ambiental, como o desenvolvimento de equipamentos de menor impacto ambiental e a forma de descarte adequada de seus produtos. Entretanto, na prática o usuário encontra dificuldades para devolver o equipamento obsoleto.

Sony

No *site* da indústria é destacado que em 1993, a Sony formalizou sua preocupação ambiental e estabeleceu uma estrutura a ser aplicada em suas unidades em todo o mundo, nas atividades de gestão ambiental do Grupo (SONY, 2014). Como parte das ações para atingir a meta de pegada ambiental zero foi implementado o programa “*Road to Zero*” em seu plano ambiental global, que consistia em reforçar a visão ambiental do Grupo Sony. Assim, foram formuladas metas e planos e iniciadas ações, por meio de parcerias com as partes interessadas.

A Sony Brasil traçou uma meta de redução na geração de resíduos, buscando aumentar a eficiência da reciclagem por meio de coleta seletiva, auditada por organismo certificador (ISO 14.001) nas suas unidades de negócio e na fábrica local, na cidade de Manaus.

Para o descarte de computadores a indústria possui uma Central de Relacionamento que fornece as informações necessárias ao cliente, enviando, por *e-mail*, o código e as instruções para postagem via correios. A Sony cuidará de dar a destinação ambientalmente correta.

Verificou-se que a empresa adota mecanismos de logística reversa dos seus produtos, envolvendo redução e reciclagem dos resíduos. A central de relacionamento orienta os clientes a fazer a devolução do produto obsoleto de forma correta e ambientalmente adequada. Sendo assim foi enviado um *e-mail* padrão com as respectivas dúvidas, contudo, esse não foi respondido pela empresa.

Semp Toshiba

A Semp Toshiba atua no Brasil nas unidades de Cajamar, Manaus, Salvador e São Paulo. Informações obtidas no *site* da empresa indicam que a indústria desenvolve iniciativas para minimizar o impacto ambiental de suas operações em todo o seu ciclo produtivo: do desenvolvimento de artigos e utilização de materiais à responsabilidade pós-consumo e o adequado tratamento ambiental dos produtos (SEMP TOSHIBA, 2014).

Foi observado no *site* institucional que a empresa disponibiliza mediante solicitação, um serviço para retorno dos produtos e/ou acessórios por ela comercializados, ao final de sua vida útil, conforme a legislação brasileira em vigor. Tal mecanismo de logística reversa permite o tratamento destes materiais visando o descarte ambientalmente apropriado, sua recuperação ou mesmo a reciclagem, de forma a assegurar a adequada destinação. Empenhada em estimular e apoiar ações voltadas à preservação ambiental, a empresa recomenda não descartar produtos eletroeletrônicos nem seus acessórios no lixo doméstico, na rua, em terrenos baldios, aterros sanitários e tampouco em córregos ou riachos. São mantidos mais de 100 pontos de coleta no Brasil, todos com funcionários devidamente treinados para atividades relacionadas à logística reversa, e em seu *site* institucional ensinam como proceder para devolver seu produto obsoleto.

Para devolver seu equipamento, o cliente deve fazer o download do termo de doação, imprimir e levar preenchido juntamente com o produto a uma das assistências técnicas autorizadas para esse serviço. A relação das assistências técnicas autorizadas para esse serviço encontra-se no *site* ou pode ser obtida na Central de Atendimento ao Consumidor. Em Aracaju foi localizado uma (01) assistência técnica autorizada para receber produtos descartados da marca.

Acer

A Acer em seu *site* institucional (ACER, 2014) informa sobre a implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) com objetivos ambientais que focam em cinco pontos: fortalecimento do SGA;

desenvolvimento de produtos verdes; ampliação dos serviços de reciclagem; consolidação da gestão da cadeia de suprimentos verdes e plataforma de comunicação ambiental.

A empresa disponibiliza ao cliente um canal específico para auxiliar na reciclagem e no descarte correto do seu equipamento Acer. Para o descarte, deve entrar em contato através dos canais de atendimento da Acer por telefone ou *e-mail*: reciclagem.brasil@acer.com informando o modelo e número de série do equipamento, que serão disponibilizadas informações e instruções necessárias para envio do equipamento.

Em contato realizado via *e-mail* com a Acer, foi informado pela empresa que para ser feita a devolução de computadores obsoletos, o cliente precisa enviar o mesmo via correios para o centro nacional de serviços Acer juntamente com documentos solicitados e pagamento da operação. Foi verificado na presente pesquisa que outras empresas do ramo não cobram do consumidor este serviço, o que incentiva a prática da devolução de equipamentos pós-consumo.

É possível reconhecer que essa ação, faz parte do compromisso ambiental da Acer em oferecer aos seus clientes, a oportunidade de contribuir com a redução do impacto no meio ambiente, com o descarte ecologicamente correto do seu equipamento por empresas especializadas devidamente certificadas pelos Órgãos ambientais, em conformidade com a legislação local vigente que regula a matéria. Entretanto, a cobrança pela devolução não é comum no Brasil.

Microboard

Em sua política ambiental é destacado que, visando alcançar a excelência em sua gestão e preocupada com a conservação do meio ambiente e com a saúde do ser humano, a Microboard adotou em sua política de sustentabilidade as recomendações da diretiva da União Europeia sobre as restrições de substâncias perigosas – *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS, 2014), reconhecida em todo o mundo como uma referência de adequação

ambiental por recomendar a restrição ao uso de substâncias que agridem o ambiente (MICROBOARD, 2014).

Quanto à devolução de produtos obsoletos a empresa não disponibiliza em seu *site* institucional informações para a realização deste serviço.

Samsung

A empresa Samsung dispõe como programa de sustentabilidade, o *Planet First*, apresentado como um compromisso de importância decisiva à medida que os consumidores buscam equilibrar o desejo por tecnologia de ponta e, ao mesmo tempo, seguir um estilo de vida mais ecológico (SAMSUNG, 2014).

A iniciativa *PLANET FIRST* criou o programa “você pode mais”, para recolhimento de toners usados Samsung de impressoras ou multifuncionais. Sendo apenas necessário preencher o formulário e agendar o melhor dia e local para o recolhimento dos cartuchos vazios, sem nenhum custo para o cliente.

A Samsung se compromete em descaracterizar as carcaças, dando a correta destinação final, preservando os recursos naturais e a sustentabilidade do planeta. Este serviço tem por objetivo garantir o descarte ambientalmente correto de cartuchos de toner originais Samsung, usados nas impressoras e multifuncionais de sua fabricação.

São coletados somente cartuchos originais Samsung, identificados pela marca Samsung em relevo. A coleta é realizada por empresas especializadas e certificadas, exclusivamente mediante agendamento através do *site* www.samsung.com.br/recycle. Quanto ao descarte de computadores a empresa não fornece nenhuma opção de devolução em seu *site* institucional.

Apple

Segundo o *site* da fabricante de equipamentos eletrônicos Apple, as lojas da marca de todo o mundo aceitam produtos próprios para realizar a reciclagem gratuitamente. Para aumentar essa demanda, a empresa instituiu programas de reciclagem em cidades e *campi* universitários em

95% dos países em que seus produtos são comercializados. Isso impediu que, desde 1994, mais de 421 t de equipamentos fossem dispostos em aterros (APPLE, 2014).

Em 2010, a empresa estabeleceu a meta de reciclar 70% do peso total dos produtos vendidos pela marca nos sete anos anteriores. Desde então, o resultado obtido foi de 85%. Em regiões onde não se têm programas de recolhimento de produtos, a Apple organiza a retirada, o transporte e a reciclagem. Nesses eventos específicos são aceitos produtos de outras marcas para também poderem ser reutilizados. Atualmente, mais de 90% dos produtos que são coletados e reciclados pela empresa nestes eventos, não são Apple.

No Brasil, a marca coleta apenas produtos próprios e para participar do programa de reciclagem de produtos eletrônicos da Apple, deve-se ligar ou mandar *e-mail* para applecs@oxil.com.br para maiores informações. Em resposta a *e-mail* enviado, a Apple informou que dispõe de um programa de reciclagem chamado *Gift Card*, que no momento não está disponível no país, somente nos Estados Unidos, caso o cliente tenha algum interesse em devolver um equipamento, o mesmo poderá ser enviado via correios com isenção de custos.

Realizado o descarte, o equipamento usado é desmontado e os componentes principais, que podem ser reaproveitados, são removidos. O vidro e o metal podem ser reprocessados para serem utilizados em produtos novos. Grande parte do plástico pode ser transformado em matéria bruta secundária. Com o reprocessamento de materiais e reutilização de componentes, a Apple atinge uma taxa de recuperação de aproximadamente 90% por peso do produto original.

A Apple atende os requisitos da Convenção de Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Os resíduos eletrônicos coletados pelos programas voluntários da Apple em todo o mundo são processados na região na qual foram coletados. Os recicladores precisam atender às legislações vigentes de saúde e segurança. Os recicladores da Apple não descartam resíduos eletrônicos nocivos em aterros sanitários ou incineradores.

Asus

A empresa informa em seu *site* institucional que em 2008, a ASUS uniu-se com a Intel e a TsannKuen Enterprise para lançar o “PC Recycling for a Brighter Future” (“Reciclagem de PCs para um futuro brilhante”) em Taiwan, um programa colaborativo que tem como objetivo coletar e reciclar antigos *notebooks*, PCs e monitores LCD com a proposta de beneficiar comunidades carentes e também o meio ambiente (ASUS, 2014).

O programa “PC Recycling for a Brighter Future” encoraja os consumidores a reciclar os seus dispositivos usados em pontos específicos, como os ASUS Royal Clubs, a rede de lojas TsannKuen 3C e DF Recycle. Um vale de desconto é emitido para cada computador *desktop*, *notebook* ou monitor CRT/LCD, independente da marca.

Como resultado do programa, mais de 1.200 produtos usados foram obtidos de corporações, governos e indivíduos, e reformados e doados para usuários necessitados. Os beneficiados incluem 122 escolas, 05 comunidades indígenas e o *Call Center Tzu Chi Stem*.

Em uma nota apresentada no *site* da indústria, a ASUS cita que desde 2006 mantém um programa de retorno de *notebooks* e reciclagem para seus consumidores nos Estados Unidos. A ASUS é a primeira empresa Taiwanesa a providenciar tal serviço nos Estados Unidos. Contudo no Brasil não foi possível localizar em seu *site* nenhum programa de reciclagem realizado pela empresa.

6.2.1- Mecanismos de logística reversa adotados pelas empresas estudadas

A Tabela 6.1 apresenta mecanismos de logística reversa enfocando a devolução de computadores pós-consumo envolvendo os fabricantes e os consumidores.

Tabela 6.1 - Mecanismos de devolução de computadores pós-consumo envolvendo indústrias fabricantes e consumidores.

| Indústria | Devolução de computadores |
|-----------|---|
| POSITIVO | <p>Programa de conscientização para o consumidor - Reciclagem e reuso dos computadores.</p> <p>Avaliação de fornecedores e contratos de recicladores, Programas internos de reciclagem e Criação da intranet Portal Ambiental.</p> <p>SAC de Reciclagem: Informações e-mail ou telefone.</p> <p>Devolução em Assistências Técnicas Autorizadas.</p> |
| HP | <p>Incentiva os clientes a descartarem equipamentos obsoletos de forma ambientalmente correta e segura através de seu Programa de Reciclagem e Campanhas de <i>Trade In</i>.</p> <p>O cliente direciona seu produto para o Programa de Reciclagem da HP Brasil, enviando e-mail e informando o modelo do equipamento, quantidade e endereço. Posteriormente, a empresa informa como descartá-lo.</p> <p>Coleta via correios ou por transportadora, dependendo do volume e peso.</p> |
| DELL | <p>São 2 opções de destinação final para computadores pós-consumo dasua marca. <u>Doação</u>: o computador é enviado a uma Fundação para ajudar portadores de deficiências. <u>Reciclagem</u>.</p> <p>A coleta é a domicilio. Preenchimento no site da empresa de informações sobre o produto a ser reciclado, informações de contato, telefone e e-mail; e dados para a coleta, nome e endereço do cliente.</p> <p>São dadas orientações para embalar o produto com segurança.</p> |
| ITAUTEC | <p>Reciclagem de eletroeletrônicos com clientes Pessoa Jurídica e Física</p> <p>Central de reciclagem em São Paulo</p> <p>O cliente deve enviar e-mail com informações do aparelho, endereço e número da nota fiscal de compra (caso haja). Serão encaminhadas instruções de como proceder, o termo de entrega de equipamentos e agendado horário e data de entrega para o cliente.</p> |
| LENOVO | <p>Comprometimento com a questão ambiental em todas as atividades, do projeto à produção de seus equipamentos</p> <p>O usuário deve ligar para o SAC ou encaminhar um e-mail informando o modelo, número de série e sua cidade, a fim de que sejam enviadas instruções para o descarte correto e gratuito do seu computador ou baterias de notebooks Lenovo.</p> |

| | |
|--------------|---|
| SONY | <p>Programa “<i>Road to Zero</i>” em seu plano ambiental global</p> <p>Descarte de computadores -Central de Relacionamento que fornece as informações necessárias ao cliente, enviando, por e-mail, o código e as instruções para postagem via correios</p> |
| SEMP TOSHIBA | <p>Política de Qualidade e de Meio Ambiente. Preocupação com a conservação dos recursos.</p> <p>Mecanismo de logística reversa para retorno dos produtos e/ou acessórios por ela comercializados, ao final de sua vida útil.</p> |
| ACER | <p>Sistema de Gestão Ambiental (SGA); Desenvolvimento de produtos verdes; Reciclagem e tratamento; Gestão da cadeia de suprimentos verdes; Plataformas de comunicação ambiental</p> <p>Descarte de computadores via correios.</p> |
| MICROBOARD | <p>Extinção do uso de isopor para a proteção das máquinas e uso de espuma menos agressiva ao meio ambiente</p> <p>Tecnologia <i>Lead-Free</i> (isento de chumbo)</p> <p>Devolução de computadores pós-consumo – não informa</p> |
| SAMSUNG | <p>Programa de sustentabilidade <i>Planet First</i></p> <p>Descarte ambientalmente correto de cartuchos de toner originais Samsung</p> <p>Devolução de computadores pós-consumo - não informa</p> |
| APPLE | <p>Produção de produtos que poluem menos</p> <p>Programa de reciclagem de produtos eletrônicos</p> <p>Devolução de computadores via correios</p> |
| ASUS | <p>Programa de reciclagem em Taiwan e nos Estados Unidos</p> |

Dentre as doze (12) indústrias pesquisadas, três (03) não abordam em seu site informações sobre a logística reversa de computadores. Contudo verificou-se que destas, seis (06) fabricantes confirmaram por telefone ou e-mail que disponibilizam para consumidores no Brasil, alternativas para descarte de computadores pós-consumo, destacando-se a devolução via correios como a forma mais adotada, conforme apresentado na Tabela 6.2. As empresas Positivo informática, HP, Itautec, Semp Toshiba, Acer e Apple confirmaram a possibilidade de receberem os computadores obsoletos,

indicando qual a melhor forma de descarte do computador de acordo com a região que o cliente mora,

Tabela 6.2 - Confirmação das informações das indústrias

| Marca | LR de computadores – Site | Forma de recebimento do aparelho – Confirmação e-mail/ Telefone |
|--------------|---------------------------|---|
| POSITIVO | Sim | Entrega em assistência técnica autorizada |
| HP | Sim | Via correios ou transportadora |
| DELL | Sim | Formulário do site enviado e E-mail não respondidos |
| ITAUTEC | Sim | Via correios |
| LENOVO | Sim | E-mail não respondido. Por telefone recomendado descarte em depósito de REEE municipal |
| SONY | Sim | E-mail não respondido |
| SEMP TOSHIBA | Sim | Entrega em assistência técnica autorizada |
| ACER | Sim | Via correios com custo para o cliente |
| MICROBOARD | Não | - Não apresenta informações no site |
| SAMSUNG | Não | - Não apresenta informações no site |
| APPLE | Sim | Via correios |
| ASUS | Não | - Não apresenta informações no site |

A análise dos mecanismos de logística reversa apresentados nos *sites* das indústrias fabricantes de computadores demonstrou que as informações sobre a coleta de computadores e componentes pós-consumo possibilita atingir a dois tipos de clientes:

- consumidores conscientes: que buscam informações no *site* sobre devolução e destinação de seus equipamentos.
- consumidores comuns: que ao serem informados sobre a reciclagem de computadores, podem ser sensibilizados para a destinação adequada de

resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).

A Figura 6.1 apresenta de forma esquematizada o mecanismo de informações em geral adotado pelas indústrias de computadores.

Figura 6.1 Mecanismo de informações sobre logística reversa de computadores



6.3 Devolução de computadores pós consumo em Aracaju, SE, Brasil.

A cidade de Aracaju é a capital do estado de Sergipe, região nordeste do Brasil. De acordo com o Censo de 2010 do IBGE, a cidade tem 571.149 habitantes, distribuídos em uma área de 181,8 km² com uma densidade demográfica de 3.141hab/km² (PREFEITURA DE ARACAJU, 2014).

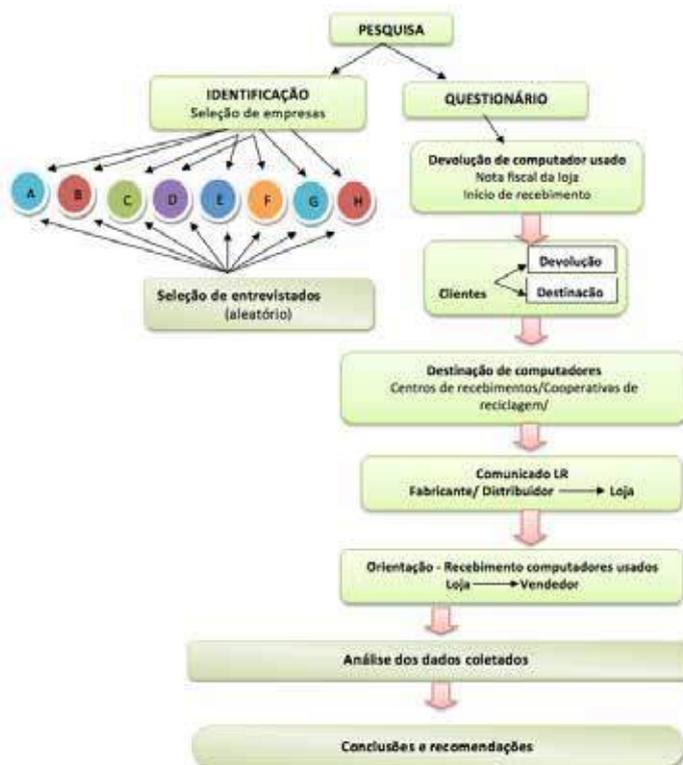
A identificação das empresas localizadas em Aracaju foi realizada com base na observação da área de estudo por parte dos pesquisadores. Como critério de seleção definiu-se que seriam estudadas as maiores lojas especializadas em venda de computadores na cidade. No caso, as lojas NAGEN, LOGIN, DATAPEL, STI Computadores, Web Tech, Conect Tudo, Casa dos Cartuchos e Hi-Tech.

A coleta de dados primários foi realizada com aplicação de entrevista informal com o objetivo de verificar as informações fornecidas pelos vendedores aos consumidores, sobre o descarte de computadores pós-consumo. Neste caso, os pesquisadores desempenharam o papel de consumidores. Foi utilizado um questionário com perguntas abertas, nos moldes de roteiro, como subsídio para a realização das entrevistas. Sendo elaboradas

perguntas sobre: Devolução e destinação de computadores usados; Comunicação sobre logística reversa e Orientação sobre o recebimento computadores usados.

Considerando a finalidade da pesquisa de verificar as alternativas disponibilizadas ao consumidor para a devolução de computadores pós-consumo, definiu-se que os entrevistadores atuariam como consumidores, não sendo formalizada a pesquisa para a empresa. Os entrevistados foram escolhidos aleatoriamente de acordo com a disponibilidade do vendedor em atender. Desse modo, tanto os respondentes quanto as lojas escolhidas não terão identificação. As lojas serão, portanto, denominadas pelas letras A, B, C, D, E, F, G e H. A Figura 6.2 apresenta o esquema da metodologia utilizada no estudo.

Figura 6.2 Esquema da metodologia utilizada na pesquisa.



Durante a pesquisa realizada na loja “A” a atendente informou não saber sobre a coleta de computadores inoperantes ou obsoletos, assim como seus componentes, por parte da loja. Afirmou ainda que nunca receberam aparelhos eletroeletrônicos após o consumo, trazidos pelos clientes para que houvesse a destinação adequada, mas acredita que não haveria problema em receber os equipamentos usados mesmo sendo adquiridos em outras lojas. Acrescentou que algumas vezes clientes procuraram informações apenas sobre a devolução de computadores inoperantes, mas nada indicou a preocupação em conhecer a destinação dos equipamentos. Esta situação deve-se possivelmente, ao fato da loja nunca ter recolhido estes produtos. A atendente relatou que estes aparelhos não podem ser jogados no “lixo comum” devido à presença de elementos que causam prejuízo à saúde humana, mas disse que este conhecimento foi obtido por meios próprios, pois não recebeu nenhuma orientação quanto a este assunto por parte da administração da empresa ou pelos fabricantes ou distribuidores.

Entretanto, lembra que no período natalino de 2013 houve uma promoção realizada pela marca Lenovo que consistiu na entrega do computador usado, inoperante ou não, de qualquer marca, mesmo sem a nota fiscal, para a redução no preço de um novo computador desta marca. Houve muita procura pelos clientes, mas segundo a entrevistada em nenhum momento foi explicado pela empresa Lenovo, o que seria feito com os computadores usados que foram entregues.

Em outro momento, na referida loja “A” outra atendente demonstrou espanto ao ser questionada sobre a realização da coleta de computadores usados a fim encaminhá-los para uma destinação final adequada, em contrapartida ela perguntou à pesquisadora/cliente se a questão referia-se a serviços de assistência técnica. Após esclarecer o tema, a vendedora não soube informar se a empresa realizava esta coleta e enfatizou que nenhum cliente perguntou a ela sobre isso e nenhuma fábrica ou mesmo a gerência da loja tinha passado estas informações para os funcionários. Tal fato demonstra que a devolução de computadores após o consumo não foi transmitido aos funcionários desta empresa comercializadora de aparelhos eletroeletrônicos. A vendedora aconselhou ao pesquisador vender o aparelho usado para pequenas empresas de manutenção de computadores mesmo que fosse por um preço menor que o de mercado.

Na loja “B” o atendente informou que não há procura dos clientes para realizar a devolução de computadores pós-consumo e, portanto, não recebe os mesmos. Mas a loja entregava os computadores inoperantes ou obsoletos de uso interno a uma empresa de coleta de REEE, porém a empresa citada não recolhe a mais de quatro anos.

Na loja “C” o técnico responsável pelo setor de assistência técnica esclareceu que a loja recebe os aparelhos eletroeletrônicos obsoletos ou inoperantes para o descarte correto há 5 anos, pois a empresa matriz determinou que todas as filiais contribuíssem com a logística reversa com o intuito de receber o selo de certificação da série de normas ISO 14000. No setor de assistência técnica foi possível constatar a presença de um recipiente no qual os clientes pudessem depositar seu aparelho após o consumo, para isso era necessário o cliente preencher um formulário atestando a doação do aparelho evitando desta forma problemas futuros. Após a doação a loja C faz a triagem dos aparelhos inoperantes e dos aparelhos obsoletos, aqueles que ainda estiverem em condição de uso são doados para instituições sem fins lucrativas. Os remanescentes são recolhidos por empresa de reciclagem credenciada. Apesar deste serviço oferecido pela loja C, o vendedor não soube informar sobre o assunto, encaminhando o pesquisador/cliente apenas para o setor de assistência técnica.

Enquanto na loja “D” o atendente declarou que a loja coleta aparelhos sem uso, porém não soube informar a destinação final dos mesmos. Confirmou que os clientes que buscam os serviços da assistência técnica oferecidos pela loja deixam os computadores quando a inoperância dos equipamentos é detectada para ser entregue a mesma empresa de reciclagem credenciada citada pelos entrevistados na loja “C”. Ao questionar o técnico responsável pelo setor de assistência técnica sobre a coleta de computadores e componentes pós-consumo, ele respondeu que quando o concerto de um equipamento eletroeletrônico é consideravelmente caro em relação a um aparelho novo, é sugerido ao cliente que o aparelho antigo seja entregue na loja para posterior repasse à empresa de reciclagem, entretanto, não sabia qualquer informação sobre a destinação destes aparelhos após a recicladora coletar os resíduos que se transformarão em matéria prima em novos processos produtivos.

Na entrevista na loja “E” não houve diferença nas informações transmitidas pelo vendedor em relação aos demais entrevistados, apenas informou que o ponto comercial não recebe produtos inoperantes e nunca ouviu sobre a logística reversa de computadores em seu local de trabalho.

A loja “F” está localizada em um Shopping da cidade e o vendedor também não sabia o conceito de logística reversa e aconselhou entregar o aparelho em desuso às empresas de manutenção.

Por sua vez, no ponto comercial de aparelhos eletroeletrônicos denominado nesta pesquisa como loja “G” o entrevistado, aparentando ter na faixa de 40 anos de idade, expressou espanto e achou as perguntas engraçadas, disse nunca ter sido questionado quanto à logística reversa e comentou que quem gostava de “sucata” era a concorrente vizinha.

No referido Shopping existem também filiais das lojas “A” e “C” e aproveitando a ocasião foi realizada a entrevista nestes locais. Porém as respostas foram as mesmas coletadas nas matrizes, ou seja, não havia informação significativa sobre o assunto questionado.

Na loja “H”, a empresa que realiza a coleta de computadores desde o ano de 2008, tem sua matriz em Salvador-BA e segundo relatado, desconhecem empresas que prestem este serviço em Aracaju. Como o recolhimento do material somente é realizado uma vez por ano, devido à distância de deslocamento, a loja tem dificuldade de espaço, para armazenar os computadores descartados. Por isso, não são promovidas campanhas de orientação aos clientes sobre a coleta de computadores **pós-consumo**. É interessante expor que o atendente explicou com clareza o motivo pelo qual computadores e componentes não devem ser descartados no lixo comum, ressaltando que materiais, com mercúrio e outros metais pesados são prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente. Para o descarte de computadores, não era necessário apresentar nota fiscal. Geralmente os computadores armazenados na loja eram aqueles entregues pelo proprietário quando não havia solução para o objeto na própria assistência técnica da loja.

A Tabela 6.3 descreve de modo didático as informações obtidas durante a pesquisa de campo.

Tabela 6.3 Realização da logística reversa nas lojas.

| Lojas | Preocupação dos clientes | Recolhimento dos aparelhos | Destinação dos aparelhos | Comunicação fábrica-loja | Comunicação loja-funcionários |
|-------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| A | *+/- | - | - | - | - |
| B | - | - | - | - | - |
| C | +/- | Sim | **ERC | Sim | Sim |
| D | +/- | Sim | ERC | - | - |
| E | - | - | - | - | - |
| F | - | - | - | - | - |
| G | - | - | - | - | - |
| H | - | Sim | ERC | - | - |

*+/-: poucos clientes preocupados com o descarte de computadores.

**ERC: empresa de reciclagem credenciada.

6.4 Considerações finais

A análise de informações sobre devolução de computadores pós-consumo nos sites das principais empresas presentes no mercado brasileiro indicou que a maioria apresenta mecanismos de logística reversa e procuram incentivar os clientes a devolverem seus computadores usados para que assim seja dada uma destinação final ambientalmente adequada. Contudo, dentre os doze (12) fabricantes analisados, verificou-se que seis (06) das nove (09) empresas que apresentaram sistemas de logística reversa em seu site, confirmaram por e-mail e/ou telefone as informações solicitadas sobre a devolução de computadores pós-consumo. Vale ressaltar a importância da confiabilidade das informações dadas.

No Brasil, constatou-se a entrega em assistências técnicas e a devolução via correios, como a forma mais adotada, oferecida de forma gratuita. Acontecendo a cobrança do envio por correios por somente uma das indústrias. No caso, a cobrança pode desmotivar o consumidor brasileiro que ainda não costuma ser cobrado por este tipo de serviço, embora, esta seja uma tendência a ser adotada de acordo com a política nacional de resíduos sólidos aprovada no ano de 2010 e que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a implementação de sistemas de logística reversa para REEE, dentre outros produtos.

Considerando a preocupação ambiental, demonstrada nos sites das indústrias analisadas é possível perceber a grande probabilidade de melhor desenvolvimento da logística reversa, com envolvimento de todos os segmentos da cadeia, que atuam na produção, comercialização e consumo de computadores e seus equipamentos.

Com relação ao segmento comércio, na cidade de Aracaju, localizada no nordeste do Brasil, os consumidores não são comunicados sobre a possibilidade de devolução de seus computadores inoperantes ou obsoletos. Apesar de algumas lojas realizarem este tipo de coleta. Neste caso existem cartazes e locais para a coleta, contudo, a informação sobre o descarte destes equipamentos somente é repassada para os clientes que buscam os serviços de assistência técnica destas lojas.

Existe na cidade empresas que oferecem serviço de coleta e destinação de REEE e Cooperativa de agentes de reciclagem que também recolhem estes resíduos. Entretanto, faz-se necessário que o Poder público e a iniciativa privada preconizem a comunicação sobre o descarte correto destes equipamentos, tornando o sistema de logística reversa de computadores e seus componentes mais eficaz.

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente expediu um edital de chamamento no ano de 2013 para as empresas de aparelhos eletroeletrônicos assinarem o acordo setorial em âmbito nacional (MMA, 2013). Visto que, a PNRS preconiza a assinatura firmada por contrato de acordo setorial entre o Poder público e os diversos segmentos empresariais. Entretanto, passados dois (02) anos, este acordo ainda não foi definido. Espera-se a conclusão e divulgação do acordo setorial do segmento de REEE para cumprimento da logística reversa deste segmento no Brasil, considerando sua relevância para a redução, reutilização e reciclagem de resíduos, como também a prevenção da poluição e a geração de emprego e renda para profissionais da área.

Ressalta-se a importância do desenvolvimento de programas de educação ambiental voltados para atingir o propósito da responsabilidade compartilhada designada na PNRS.

REFERÊNCIAS

ACER. Reciclagem Acer Disponível em <http://br.acer.com/ac/pt/BR/content/recycling>. Acesso em 24 set. 2014.

APPLE. Programa de reciclagem. Disponível em <http://ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/2467-do-ipoison-a-sustentabilidade-apple-muda-para-se-adaptar-a-realidade-ambiental-.html>. Acesso em 15 out. 2014.

ASUS. Responsabilidade social. Disponível em http://www.asus.com/br/About_ASUS/Corporate_Social_Responsibility/. Acesso em 17 out. 2014.

BRASIL. Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010a.

BRASIL. Lei Nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010b.

CARVALHO, T. C. M. B; XAVIER, L. H. Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem pratica para a sustentabilidade Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda. 2014.

DELL. Reciclagem Dell Disponível em <http://www.dell.com.br/>. Acesso em 20 jul. 2013.

ITAUTEC. Como reciclar seu computador Disponível em <http://www.itautech.com.br/pt-br/noticias/2012/02/14/programa-de-reciclagem-de-residuos-eletronicos-da-itautech-encerra-2011-com-resultado-recorde>. Acesso em 20 jul. 2013

HP. Reciclagem Hardware. Disponível em http://www.hp.com/country/br/pt/companyinfo/globalcitizenship/reciclagem_hardware.html. Acesso em 20 jul. 2013.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2009.

LENOVO. Responsabilidade social. Disponível em http://www.lenovo.com/social_responsibility/br/pt/. Acesso em 01 jun. 2014.

MICROBOARD. Sustentabilidade. Disponível em www.microboard.com.br/conteudos/4/3/sustentabilidade. Acesso em 24 set. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Edital nº 01/2013. *Chamamento*

para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes. 2013.

POSITIVO INFORMÁTICA. Recicle seu computador POSITIVO. Disponível em <http://www.positivoinformatica.com.br/tiverde/>. Acesso em 20 jul. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. Disponível em: <<http://www.aracaju.se.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

RESTRICTION OF HAZARDOUS SUBSTANCES – RoHS. Disponível em <http://www.rohs.eu/>. Acesso em 15 out. 2014.

RICO, M. I.; DEVESA F.; NAVARRO R.; CRESPO J.E. Determinación mediante técnicas instrumentales de la composición de los rechazos de residuos eléctricos y electrónicos. In: I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón, 2008.

SAMSUNG. Preservar a natureza você pode mais. Disponível em <http://www.samsung.com.br/recicle/VocePodeMais.aspx>. Acesso em 15 out. 2014.

SEMP TOSHIBA. Sistema de gestão integrada. Disponível em <http://www.semptoshiba.com.br/ecommerce/politica-ambiental.html>. Acesso em 07 ago. 2014.

SONY. Consciência ambiental. Disponível em <http://www.sony.com.br/eletronicos/meioambiente/>. Acesso em 20 jun. 2014.

XAVIER, L. H.; CORREA, H. L. *Sistemas de logística reversa: Criando Cadeias de Suprimento Sustentáveis* São Paulo: Editora Atlas S.A. 2013.

XAVIER, L. H.; LUCENA, L. C.; COSTA, M. D.; XAVIER, V. A.; CARDOSO, R. S. *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil.* In: III SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUOS. REDISA, João Pessoa-PB-Brasil. 2010.

Implantação da Coleta Seletiva Solidária na Universidade Federal de Campina Grande/Campus I (PB).

Luiza Eugenia da Mota Rocha Cirne, Polyana Tarciana Araújo dos Santos, Héramane Jasher Cabral das Chagas, Mariana Siqueira Junqueira, Vitória de Queirós Celestino, Manuela Luz Silveira, Jessika Vanessa Farias Borba, Maria Eunice Villarim de Farias Leite

Resumo - Este capítulo apresenta os resultados das atividades desenvolvidas no Programa de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Campina Grande-PB, referentes aos anos de 2006 a 2014. A Universidade Federal de Campina Grande-UFCG foi criada em 2002 a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, com o objetivo inserir atividades de ensino, pesquisa e extensão em busca do desenvolvimento sócio político das mesorregiões do Agreste, da Borborema, da Mata e do Sertão do Estado da Paraíba. Apesar da inexistência de legislações, há registros que desde o ano de 1997, a UFCG/UFPB possuía em suas atividades de pesquisa e extensão iniciativas de coleta de resíduos no campus I e em residências de alguns bairros do município. Esta experiência visava apoiar as atividades dos catadores informalizados do lixão municipal além de incentivar os munícipes a adotarem melhores práticas de descartes. Neste capítulo relataremos a implantação da Coleta Seletiva Solidária na UFCG-Campus I, à luz das legislações federais, uma construção coletiva envolvendo alunos, técnicos, professores, catadores e outros voluntários.

7.1. Introdução

O município de Campina Grande possui uma área territorial de 621 km² e está localizado na mesorregião da Borborema cuja população é de. O município é considerado um polo de serviços educacionais, de saúde e

aquisição de bens de consumo para a população de outros municípios da região. Com geração de resíduos sólidos de 550 t/dia encontra-se em fase de implantação o Plano de Resíduos Sólidos e de Saneamento, e a cuja disposição final dos resíduos é um aterro sanitário privado. As deficiências sócio ambientais do município são objetos de projetos e programas das diversas áreas de pesquisa das instituições de ensino superior, galgando contribuir com a minimização dos seus efeitos e impactos a comunidade e o meio ambiente. A sede da UFCG está localizada no município de Campina Grande, o campus I que congrega, em sua infraestrutura física, salas de aulas, laboratórios, secretarias, bibliotecas, cantinas, restaurantes, copiadoras, instituições bancárias, sindicatos e o hospital universitário, dentre outros locais geradores de resíduos. A complexidade, heterogeneidade e inesgotabilidade de geração dos resíduos são consideradas características imprescindíveis para a adoção de um modelo sustentável de gestão de resíduos sólidos para a comunidade acadêmica da UFCG e demais municípes.

Em março de 2006 foi iniciado o projeto de pesquisa e extensão “Coleta e caracterização dos resíduos sólidos gerados na UFCG Campus I: sensibilização da comunidade acadêmica na problemática da desigualdade social e responsabilidade ambiental”, cujas atividades seguiam intuitivamente os princípios do Decreto Federal 5.940, só então instituído e aprovado em outubro de 2006. Os resíduos sólidos: papel, plástico, metal e vidros recicláveis recuperados nos ambientes da instituição eram destinados para os catadores da cooperativa COTRAMARE, primeira do município cujas instalações funcionavam no interior do lixão do Bairro do Mutirão.

O projeto tentava cooptar outros espaços geradores no município e buscava mediações junto aos poderes públicos para suprir demandas e consolidar uma política pública para gestão de resíduos sólidos. Em julho de 2008, a cooperativa de catadores COTRAMARE passou a atuar no em um galpão de 500 metros quadrados no meio urbano do município, constituindo-se a Unidade de Coleta Seletiva Solidária o que reforçou a necessidade de mobilizar os municípes para valorizar a função desempenhada pelo catador e a adesão à proposta da Coleta Seletiva Solidária. Considerando

a função social que os órgãos federais desempenham neste processo e o dever do cumprimento da obrigatoriedade do decreto federal, este veio alavancar a expansão da mobilização, no âmbito federal através dos gestores federais com a adesão ao programa de coleta seletiva em consonância com o decreto, possibilitando aumentar o volume de resíduos sólidos para os catadores e a manutenção de suas atividades no meio urbano.

A mobilização dos gestores federais da instituição foi iniciada com visitas e apresentação dos termos do decreto, porém de início o atendimento pareceu ser uma adesão voluntária, sendo necessário utilizar a estratégia de sensibilização com a socialização de dados locais e descrição da situação socioambiental do município. Foram realizados encontros com os procuradores federais, objetivando a adequação dos órgãos federais existentes no município, além de obter informações sobre as formas de controle e socialização das possíveis auditorias federais a ser realizado pelo Ministério Público Federal, órgão responsável pela fiscalização e atendimento ao Decreto, ressaltando-se o exercício de cidadania e responsabilidade compartilhada pelos atos de aquisição de produtos e separação e descartes.

Em março de 2012 as ações de cinco projetos de pesquisa e extensão passaram a compor o Programa de Extensão Mobilização Social em Saneamento Ambiental-Instrumentos Práticos e Teóricos de Educação Ambiental, envolvendo a comunidade na adoção do consumo consciente de produtos e serviços e em práticas de separação de resíduos sólidos nas diversas tipologias,(eletrônicos, orgânicos e inorgânicos), utilizando-se de modais de coleta seletiva em condomínios, residências/porta a porta, empresas privadas, grandes e médios geradores, estabelecimentos de ensino, instituições públicas federais e clubes de serviços do município de Campina Grande (PB).

Diante do amparo legal, as ações do projeto assumiram um caráter de obrigatoriedade junto aos servidores da instituição e passou a ser denominado Projeto Coleta Seletiva Solidária, com providências operacionais junto à reitoria quanto à formalização da comissão de coleta seletiva solidária da UFCG bem como outros requisitos necessários a logística do programa.

7.2. Metodologia

As metodologias utilizadas foram desenvolvidas pelo Compromisso Empresarial para a Reciclagem, (CEMPRE, 2002) e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos, (JARDIM et al,1995) adaptado por Cirne (2010). Observou-se os seguintes instrumentos legais: Decreto Nº 5.940/06; Lei Nº 11.445/2007- Política Nacional do Saneamento; Lei Nº **9.795/1999** - Política Nacional de Educação Ambiental; Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Estatuto da cooperativa COTRAMARE.

A sensibilização junto aos órgãos federais foi realizada através de intervenções de educação ambiental envolvendo as etapas de socialização de dados sobre a situação socioambiental do município, orientações para a formação da comissão, abertura de edital ou chamada às cooperativas, seleção da cooperativa beneficiária, verificação da documentação, abrigo dos resíduos, recipientes para a coleta, preenchimento e envio semestral de relatório estabelecido pelo Comitê Interministerial de Catadores de Materiais Recicláveis do Ministério de Desenvolvimento Social-MDS. A Figura 1 apresenta os passos metodológicos da implantação do Decreto Federal Nº 5.940 de 2006, nas instituições públicas federais cooptadas pelo projeto.

Figura 1: Esquema metodológico da implantação da coleta seletiva em entidades públicas federais.



Fonte: CIRNE,2010.

A difusão do Decreto Federal 5.940/2006 nas instituições federais do município de Campina Grande proporcionou a organização de três eventos, denominados de Fórum de Gestores Federais, visando às discussões e socialização de boas práticas institucionais. Em 24 de novembro de 2009, realizou-se em Recife, na Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ/MEC), o I FÓRUM REGIONAL DE GESTORES FEDERAIS PARA COLETA SOLIDÁRIA com o propósito de viabilizar discussões a respeito da implantação do Decreto 5.940 de 2006, na região Nordeste. O evento promovido pela FUNDAJ/MEC, UFCG e DATAPREV foi exitoso e foram propostos encaminhamentos ao MDS/CIISC e a Secretaria de Articulação Institucional e Parcerias-SAIP, conforme a seguir: Realização de Fóruns Temáticos (lâmpadas, resíduos eletroeletrônicos, etc.);Consolidação de parcerias (associações, cooperativas, prefeitura, estado, órgãos públicos federais, GT do FLIC) por meio de sensibilização, criação de uma rede de articulação regional, bem como ações efetivas; Análise da definição da “Inclusão Social”; Articulação do MNCR junto ao MPF para acionamento das instituições públicas em relação ao atendimento do Decreto 5940/06 quanto à formação das comissões para a Coleta Seletiva Solidária e implementação da Coleta; Auxiliar associações e cooperativas quanto à adequação às exigências do Decreto (apoio das instituições públicas, apoio jurídico de universidades, entre outros); Acionar universidades federais quanto ao apoio às ações, visando disseminação de conhecimentos relacionados a questão ambiental, social e cidadania com os envolvidos na atividade de catador. Autonomia das comissões de coleta seletiva solidária, com vistas à definição dos resíduos recicláveis oriundos do órgão gerador; Definição de orçamento específico para a coleta seletiva solidária; Análise dos resultados da coleta, baseada nos relatórios semestral enviado ao MDS, objetivando um maior planejamento das ações frente ao desenvolvimento das associações/cooperativas.

7.3. Implantação do DF 5.940/2006

A implantação do Decreto Federal 5.940/2006 na UFCG-campus I foi involuntariamente iniciada em março de 2006 através da aprovação do Projeto de Pesquisa e Extensão “Coleta e caracterização dos resíduos sólidos

gerados na UFCG:-campus I: sensibilização da comunidade acadêmica na problemática da desigualdade social e responsabilidade ambiental”. As ações foram desenvolvidas no laboratório de Tecnologia Agro ambiental-Bloco BX da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/CTRN/UFCG, onde foi instituído um Ponto de Entrega Voluntária de Resíduos-PEV, para os resíduos da instituição e para os gerados em ambientes externos à instituição. A equipe executora formada por técnicos, professores, alunos e voluntários desenvolveram mecanismos e estratégias de reaproveitamento de materiais, confeccionando caixas coletoras de papéis para distribuição nos setores da instituição. A coleta diária dos resíduos obedeceu o cronograma e a hierarquia de solicitações do sistema DISQUE COLETA-DC-2101-1188, canal de comunicação entre a UFCG, cooperativa de catadores e a comunidade. Serviu ainda como instrumento para esclarecimentos, reuniões, intervenções de educação ambiental e cooptar doadores de outros segmentos externos.

Durante seis primeiros anos do projeto a coleta e transporte dos resíduos sólidos gerados na UFCG e nos condomínios parceiros foi realizado com veículo disponibilizado pela prefeitura do campus, mas a partir de junho de 2013 passou a ser realizado em caminhões cedidos pela Prefeitura Municipal. Em junho de 2014 foram adquiridos dois caminhões através do edital CATAFORTE III que fomentou a REDE SOLIDÁRIA CATA – PB na logística de coleta e comercialização solidária em rede.

7.4. Resultados

Os dados advindos dos relatórios do Programa de Extensão (PROBEX), compõem o estudo da série histórica da evolução da cooperativa frente a metodologia de coleta seletiva nos anos de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. A análise dos quantitativos dos materiais coletados demonstrou um acréscimo significativo na recuperação física ao longo dos anos. A participação dos gestores nas ações do projeto possibilitou um aumento da recuperação física dos materiais, principalmente de papel e papelão.

No ano de 2011 observou-se uma considerável diminuição nos quantitativos

dos resíduos (papel, papelão e plástico) atribuindo-se a falhas operacionais e problemas logísticos na recuperação física. Verificou-se que no ano de 2012 houve uma recuperação nos totais dos resíduos (papelão e plástico).

TABELA 1 – Quantitativo dos resíduos coletados em (Kg) no período de 2007 a 2014 na UFCG – Campus I.

| Ano | Papel | Papelão | Plástico | Total |
|--------------|---------|---------|----------|-------|
| 2007 | 1218 | 115 | 73 | 1406 |
| 2008 | 2034 | 732 | 215 | 2981 |
| 2009 | 4679 | 1647 | 455 | 6781 |
| 2010 | 4518 | 978 | 526 | 6022 |
| 2011 | 3178 | 352 | 119 | 3649 |
| 2012 | 3728 | 1602 | 1594 | 6924 |
| 2013 | 4146 | 5591 | 2358 | 12095 |
| 2014 | 7298,9 | 3619,1 | 1330 | 12248 |
| Total | 30799,9 | 14636,1 | 6670 | 52106 |

Fonte: Alunos Bolsistas/ Coleta Seletiva Solidária-PROBEX /COTRAMARE

Os dados apresentados revelam um progressivo aumento de recuperação dos materiais papel, papelão e plástico no decorrer dos oito anos com possibilidades de auferir ganhos e aumento na lucratividade dos catadores, sobretudo pela excelente qualidade dos materiais comercializados. O volume médio anual de resíduos foi de 6.513,25 toneladas volume considerado aquém da capacidade de geração. Realizando uma análise comparativa entre os anos de 2012 e 2013, percebemos que houve um aumento nos quantitativos de materiais principalmente um acréscimo substancial nos materiais papelão e metal no ano de 2013, atribuído pelo elevado número de construções civis no campus I e ocorreram também doações de ferro e outros metais que se encontravam descartados nos galpões do patrimônio da instituição. Neste período as intervenções de educação ambiental foram intensificadas junto aos gestores da instituição, fato que também contribuiu para a maior recuperação dos resíduos na instituição.

Tendo em vista a excelente qualidade dos resíduos sólidos: papel,

papelão, plástico e óleo de cozinha usado encaminhados ao Ponto de Entrega Voluntária-PEV da UFCG, materiais, baixo teor de impureza, os valores praticados na comercialização com intermediários, deveriam ser superiores, sendo este considerado um obstáculo no avanço econômico dos catadores.

A aquisição do licenciamento ambiental da cooperativa COTRAMARE, desde 2009 até os dias atuais exerceu um diferencial em parcerias com novos doadores externos. Atualmente possuem 23 condomínios, 10 empresas, 9 escolas, 10 instituições federais e cerca de 800 domicílios em 9 bairros do município possibilitando aumento na renda per capita e admissão de novos catadores na cooperativa.

7.5. Conclusões

O Programa de Pesquisa e Extensão da UFCG, Mobilização Social em Saneamento Ambiental, através dos Projetos: Coleta e caracterização dos resíduos sólidos gerados na UFCG-campus I e sensibilização da comunidade acadêmica na problemática da desigualdade social e responsabilidade ambiental/ Coleta Seletiva Solidária/DF 5.940/2006 se revelou como eficiente instrumento para a rotina da gestão institucional, sobretudo na gestão ambiental além de representar um modelo de intervenção para práticas de consumo de bens e serviços, descarte e destinação final de resíduos sólidos em variados ambientes geradores.

As ações desenvolvidas entre os anos de 2007 a 2014 possibilitaram um aumento nos quantitativos de resíduos sólidos coletados no campus, na renda mensal dos catadores da COTRAMARE e positivas evoluções nas práticas de consumo de materiais, redução de desperdício e descarte de resíduos na instituição.

O sistema disque coleta (DC) favoreceu a consolidação de parcerias entre a COTRAMARE, UFCG e empresas, condomínios, escolas e residências auferindo melhorias sanitárias, econômicas e sociais ao município.

A abrangência dos resultados obtidos pelas ações do programa estabeleceram mediação entre o poder público municipal, catadores,

entidades públicas federais e sociedade civil para concepção de uma política pública para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos do município de Campina Grande – PB, em fase de conclusão.

As oficinas de educação ambiental foram consideradas eficientes estratégias para as práticas adequadas de consumo de bens e serviços, separação, descarte e destinação de resíduos sólidos e rejeitos.

Referências

BRASIL. (1999). Lei Nº 9.795 de 1 999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

BRASIL. (2007). Lei Nº 11.445, de 2 de agosto de 2010. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL. (2010). 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. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. (Diário Oficial da União, 3.8.2010).

BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>.

CEMPRE. **Cadernos de Reciclagem – Guia da coleta seletiva de lixo**. São Paulo, 2002.

CIRNE, L. E. M. R. **A coleta seletiva como subsídio à criação de um plano de gestão integrada de resíduos sólidos (PGIRS) em Campina Grande – PB:**

implicações ambientais, econômicas e sociais. Campina Grande, 2010.

JARDIM, Niza Silva et al. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo:IPT:CEMPRE,1995.

PROBEX-UFCG - Relatórios do Programa de Extensão –Mobilização Social em Saneamento Ambiental-Anos-2007,2008,2009,2010,2011,2012,2013 e 2014.

Logística Reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos: Estudo de Caso dos Computadores da Universidade Federal de Pernambuco

Carlos Alberto Alves Barreto, Bertrand Sampaio de Alencar

Resumo – Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) constituem-se em um dos principais problemas relacionados aos resíduos sólidos da atualidade. Novas tecnologias podem significar importantes avanços no desenvolvimento da ciência, podendo contribuir para manutenção e preservação do meio ambiente. O acelerado processo de inovação tecnológica vem provocando problemas na gestão destes materiais, causando um progressivo aumento em comparação a outras classes de resíduos. Este estudo avaliou o gerenciamento dos resíduos de computadores na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), caracterizando o consumo destes, o fluxo dos resíduos do pós-consumo ao destino final, analisou a aplicabilidade da legislação e identificou indicadores que relacionam o consumo e o descarte com outras variáveis. Para este estudo de caso, foi realizada pesquisa bibliográfica, levantamentos direto em campo, com foco nos setores de Patrimônio, Compras e junto a funcionários e professores. Os resultados indicam que o fluxo interno e o descarte realizado vêm sendo efetuados de forma inadequada para uma significativa geração de REEE em função da quantidade de computadores adquiridos, demonstrando como conclusão a não aplicação da PNRS quanto ao processo de logística reversa dos REEE na UFPE.

8.1. Introdução

Os resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos (REEE) produzidos atualmente no mundo constituem-se em um sério problema a ser

equacionado. Milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos são gerados anualmente, causando problemas ambientais, sociais e de saúde.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2009), a geração anual dos REEE chega próximo a 40 milhões de toneladas, cuja maior parcela destes resíduos é gerada nos países desenvolvidos, mas nem sempre descartadas nestes países. O Brasil, por exemplo, está descartando 96,8 mil toneladas métricas de computadores pessoais por ano, o que equivale a 0,5 kg/hab anuais de computadores pós-consumo. Este volume é significativamente inferior ao da China que descarta 300 mil toneladas anuais.

Por sua vez, de acordo com KANG & SCHOENUNG (2005) não existe atualmente nenhum método adequado para tratamento dos REEE e o destino da maioria destes resíduos são os lixões, aterros sanitários ou unidades de incineração.

De acordo ainda com UNEP (2009), o Brasil está produzindo 0,5 kg/ano/habitante de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos oriundos de computadores, aos quais não tem sido dado um destino adequado. O aumento do consumo dos computadores está relacionado à obsolescência programada, que induz ao descarte dos equipamentos, estimulando o aumento do consumo e ampliando os riscos de degradação dos recursos naturais.

A Lei Federal nº 12.305, de 2/8/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), exige a implementação do sistema de logística reversa e a responsabilidade dos produtores, distribuidores, comerciantes e importadores pelo tratamento e a destinação final dos REEE. Nesta nova estrutura de gerenciamento dos resíduos proposta pela PNRS, todos os envolvidos têm responsabilidades específicas e igualmente relevantes.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece, dentre outras ações legais, a logística reversa como proposta para regular e responsabilizar os fluxos de pós-venda e pós-consumo de algumas cadeias produtivas, dentre as quais, os resíduos eletroeletrônicos (REEE) descartados pelos consumidores (BRASIL, 2010).

Percebe-se que o poder público deve ser uma das principais instâncias a atender a regulamentação, servindo como um modelo para os demais setores da sociedade. Nesse sentido, os centros acadêmicos distribuídos nas universidades públicas e privadas brasileiras são grandes consumidores de produtos eletroeletrônicos e, portanto, geradores de uma parcela considerável de REEE.

O descarte de computadores na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), não segue a política pública adequada definida no marco regulatório específico que determina as formas adequadas de descarte dos REEE.

Desta forma, o presente estudo de caso tem por objetivo identificar, qualificar e quantificar os fluxos de entrada e saída dos equipamentos eletroeletrônicos, com foco nos computadores e periféricos, utilizados na UFPE, no sentido de mapear e estabelecer indicadores que relacionem o consumo e o descarte com outras variáveis, assim como propor sugestões para o descarte adequado destes resíduos sólidos.

8.2.Fundamentação teórica

8.2.1. Contexto do problema na atualidade

O incremento de resíduos sólidos de equipamentos eletroeletrônicos gerados pelos setores de consumo destes equipamentos de informática acontece sem estar submetido a um tratamento adequado e direcionado para o seu destino final. Assim, conseqüentemente, surgem os impactos negativos, alguns irreversíveis, de forma direta e indireta ao meio ambiente e a sociedade.

Segundo a UNEP (2009); XAVIER et al. (2011) e GUARNIERI (2011) a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é processada de maneira incorreta por pessoal não qualificado, em países como a China, Índia e no continente africano, os quais recebem uma quantidade significativa destes resíduos dos Estados Unidos da América e da Comunidade Europeia. O manuseio por parte da população nestes países é realizado sem técnicas e equipamentos adequados (XAVIER *et al.*,2011).

A figura 1 apresenta uma forma de descarte inadequada dos REEE em países asiáticos (cerca de 80% dos resíduos eletrônicos do planeta vão para a Ásia), observando-se um trabalhador sem utilizar qualquer equipamento de proteção individual. Em Nanyang, na China, os trabalhadores que separam os REEE manuseiam também substâncias tóxicas, prejudiciais à saúde.

Figura 1 - Descarte inadequado dos REEE na Ásia



Fonte: SOUSAMU (2010).

Segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos já representam 5% de todo lixo produzido pela humanidade. O Brasil, como dito, produz 2,6 kg de REEE por habitante/ano.

Dados estimativos baseados no mercado formal indicam que apenas 1% dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos tem um destino ambientalmente adequado (FEAM, 2010).

8.3. Características dos resíduos eletroeletrônicos dos computadores

Os equipamentos elétricos e os eletrônicos são formados de módulos

básicos. As partes comuns a estes produtos são: placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos anti-chama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de tubos catódicos e telas de cristal líquido, *leds* e resistências (KANG e SHOENUNG, 2005).

Informações sobre algumas das substâncias que podem ser encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde, estão contidas no relatório de estudos de apresentação das propostas das diretivas (2002/96/EC) e (2002/95 EC) pela Comissão da Comunidade Europeia, datadas de 13/06/2000, ao Parlamento Europeu.

Quanto à redução de substâncias perigosas, as medidas tomadas pelas empresas se referem à checagem e controle (para eliminação de chumbo e cromo), bem como a fiscalização de fornecedores para os quais foram desenvolvidos guias “verdes”.

O avanço tecnológico está causando grandes inovações e têm acrescentado nestes produtos um maior potencial tecnológico, com maior diversidade da tipologia de material utilizado em um único equipamento, o que tem provocado uma maior complexidade na desmontagem e descarte destes materiais (CARDOSO et al., 2007).

As placas de circuito impresso geradas dos equipamentos eletroeletrônicos representam 3% do peso total dos resíduos eletroeletrônicos (LONG et al., 2010; GUO et al., 2009). No processo de fabricação de um equipamento eletroeletrônico, as placas de circuito impresso representam a principal parte, pois é nela que se concentra a maior quantidade de metais (chumbo, cobre, etc.) e são fundamentais para o funcionamento do equipamento eletroeletrônico.

Figura 2 - Placa de circuito impresso com vários componentes.



Fonte: Autor, 2013

Estas placas de circuito impresso se forem descartadas de maneira incorreta, podem causar sérios danos ao meio ambiente. Se descartados em aterros sanitários ou lixões, a lixívia gerada pode infiltrar no solo e alcançar o lençol freático, podendo causar contaminação dos agentes receptores.

A legislação atual trata dos aspectos relacionados ao descarte e das formas de tratamento e destinação final dos resíduos eletroeletrônicos, conforme pode ser constatado no tópico seguinte.

8.4. Legislação Aplicável

8.4.1. Administração Patrimonial

Com relação à administração patrimonial, o Decreto nº 99.658, de 30 de outubro de 1990, regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material.

No artigo 4º do referido decreto, o material classificado como ocioso ou recuperável será cedido a outros órgãos que dele necessitem, conforme a seguinte conceituação.

- a) Material ocioso - quando em perfeitas condições de uso não estiver sendo utilizado;
- b) Material recuperável - quando sua recuperação for possível e o orçamento não ultrapassar a 50% (cinquenta por cento) de seu valor de mercado.

O material pode ser ainda considerado antieconômico quando sua manutenção for onerosa ou seu rendimento precário em virtude de uso prolongado, desgaste prematuro ou obsolescência.

O Decreto nº 4.507, de 11 de dezembro de 2002, em seu artigo 15, inciso III, define que quando o material for classificado como irrecuperável, pode ocorrer sua alienação “para instituições filantrópicas, reconhecidas de utilidade pública pelo Governo Federal, e as Organizações Civis de Interesse Público”. Nesse caso, como será visto adiante, foi uma das soluções encontradas pela UFPE para solucionar o problema do descarte dos seus REEE.

8.4.2. Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi institucionalizada pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e, em seguida normatizada pelo Decreto nº 7.401/2010. Na PNRS foram criados o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, com a finalidade de dar apoio para estruturar os setores envolvidos e implantar a legislação, mediante a articulação com os órgãos e entidades do governo.

A PNRS traz algumas inovações, sendo a primeira a tratar da logística reversa e sobre a questão dos riscos que podem provocar os resíduos eletroeletrônicos, os quais contêm metais pesados, altamente tóxicos e outros elementos contaminantes.

O artigo 5º do Decreto sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos que trata da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, determina que todos envolvidos na geração deverão ter participação na eficácia das medidas adotadas.

Os produtores e fabricantes terão responsabilidade pelo produto eletroeletrônico, mesmo após o fim da sua vida útil, obrigando-os a promover a logística reversa (art.33 da PNRS), como a lei também determina uma adequada rotulagem ambiental para possibilitar a efetivação dessa logística, conforme o Art 7º, inciso XV, da PNRS (BRASIL, 2010).

8.4.3. Logística Reversa

A logística reversa é uma ferramenta que compreende um conjunto de ações para a viabilização do retorno de produtos e materiais pós-consumo de diferentes segmentos produtivos, com o propósito de condicionar uma destinação ambientalmente adequada de resíduos e sub-produtos. De acordo com a PNRS (2010), é compreendida como:

“o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo 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.” (BRASIL, 2010)

Trata-se de uma expressão utilizada para se referir ao papel da logística na reciclagem, disposição de resíduos e gerenciamento de materiais perigosos. A logística reversa é um dos principais instrumentos da PNRS (2010). Inclui todas as questões relacionadas com as atividades logísticas para cuidar da redução nas fontes, reciclagem, substituição e reuso de materiais e descarte (STOCK,1992).

A logística reversa para os produtos eletroeletrônicos (computadores, neste caso) deverá ser operacionalizada através dos Acordos Setoriais previstos na legislação, o qual será realizado com a participação de vários segmentos: indústrias, cooperativas de catadores e governo.

8.4.4. Acordos Setoriais

O Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa (CORI), em conformidade com seu Regimento Interno, foi aprovado pela Ministra de Estado do Meio Ambiente e publicado no Diário Oficial da União de 8 de abril de 2011 por meio de Portaria Ministerial nº 113, especialmente com o disposto no inciso II do *caput* e no parágrafo único do art. 2º, bem como nos § 1º e 2º do art. 11. O CORI é responsável pela implementação dos acordos setoriais.

Os acordos setoriais são atos de natureza contratual, firmados entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

Em 13 de fevereiro de 2013 foi lançado o edital nº 01/2013 pelo Ministério do Meio Ambiente, referente aos resíduos eletroeletrônicos, com o prazo de 120 dias para encaminhamento de propostas ao comitê orientador. O edital determinou que 17% de todos os equipamentos eletroeletrônicos comercializados no ano de 2012 deverão ser coletados e destinados. Esta meta deverá ser atingida no período de 5 anos (até 2017) com a implantação da logística reversa.

O edital estimula a atuação dos catadores de materiais recicláveis por meio das associações e cooperativas. O documento ressalta a necessidade de capacitação técnica por parte dos catadores, considerando que os resíduos a serem manipulados são classificados como perigosos.

Considerando que estes resíduos possuem um alto valor agregado, as cooperativas estão buscando a qualificação dos catadores para que estes possam atuar profissionalmente com este tipo de material (XAVIER e CAVALHO, 2014).

9. METODOLOGIA ADOTADA

O procedimento metodológico que foi utilizado neste trabalho de natureza exploratória, cujo estudo de caso proporcionou uma maior familiaridade com o problema, foi realizado por meio de levantamentos bibliográficos e entrevistas com as pessoas que convivem com o objeto estudo, visando identificar hipóteses que possam vir a resolvê-lo (GIL, 1991).

Foram analisados a partir da aplicação de formulários com questões diretas e posterior tratamento dos dados, os motivos, quantidade de equipamentos adquiridos, centros geradores, quantidade de equipamentos descartados e destino final dos computadores da UFPE.

Com o objetivo de prever a quantidade dos REEE que serão gerados na UFPE, até 2020, foi utilizado o modelo de regressão linear, sendo uma variável dependente (os resíduos em toneladas) e como variável independente o (ano).

As duas variáveis são identificadas como: X a variável independente e Y uma variável dependente.

O modelo de regressão linear simples é dado pela seguinte expressão:

$$\hat{Y}_0 = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_0 \quad \text{Equação 1}$$

A partir desse modelo de regressão linear é possível a proposição de projeções, segundo histórico de eventos estudados, que possibilitem o planejamento da gestão. Neste caso, a regressão contribuiu para evidência do volume de computadores descartados a partir das unidades acadêmicas da Universidade Federal de Pernambuco. Os resultados são apresentados e discutidos a seguir.

10. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Estudos realizados sobre o ciclo de vida dos computadores utilizados na UFPE revelaram que servidores e professores estão descartando os equipamentos entre três e cinco anos, gerando após a aquisição, uma

quantidade razoável dos REEE nos departamentos da universidade (BARRETO, 2014).

O patrimônio é o setor solicitado para receber os equipamentos que são descartados pelos departamentos e encarregado de dar o destino final (pós-consumo) dos computadores.

Dados obtidos junto ao Setor de Patrimônio da UFPE em julho de 2013 indicaram que nos últimos cinco anos foram descartados 605 computadores, 568 monitores e 228 impressoras, conforme pode ser observado na tabela a seguir. Estes equipamentos foram doados para instituições filantrópicas, não havendo um acompanhamento junto às instituições sobre o destino adequado destes equipamentos ao final do seu ciclo de vida.

Tabela 1 - Quantidade de equipamentos de informática descartado nos últimos cinco anos na UFPE

| Ano | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total (und.) | Peso (kg) |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------|
| Computadores | 86 | 115 | 134 | 142 | 128 | 605 | 8.470 |
| Monitores | 110 | 120 | 125 | 95 | 118 | 568 | 5.680 |
| Impressoras | 42 | 61 | 48 | 45 | 32 | 228 | 1.368 |
| TOTAL | 238 | 296 | 307 | 282 | 278 | 1.401 | 15.518 |

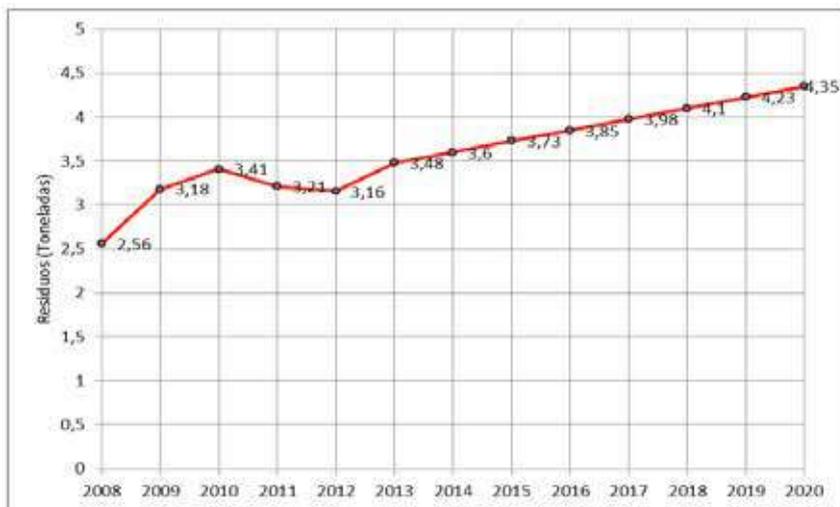
Fonte: Relatório do Setor de Patrimônio da UFPE (2013).

Com os dados que foram obtidos no Setor de Patrimônio em relação ao descarte de computadores, impressoras e monitores, foi realizada uma estimativa da quantidade de resíduos eletroeletrônicos que a UFPE deve gerar até 2020.

Os dados revelam que a UFPE, vem gerando aproximadamente 3(três) toneladas por ano de REEE nos últimos cinco anos e, a estimativa é que até 2020 sejam gerados aproximadamente 4,3 toneladas por ano, conforme

apresentado na figura a seguir.

Figura 3 - Projeção da quantidade de REEE no período de 2008 a 2020.



Fonte: Autor, 2014

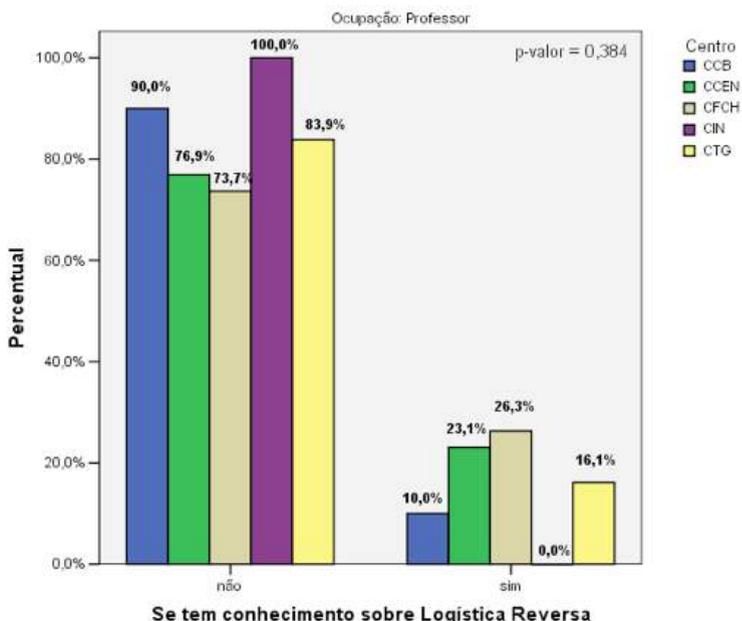
10.1. Logística Reversa na UFPE

Analisou-se o valor relativo sobre o conhecimento dos professores da UFPE em relação ao processo de logística reversa. Como dito, a implantação da logística reversa definida na PNRS determinou que o REEE por ser considerado perigoso, deve participar do processo de logística reversa.

O gráfico demonstra o percentual em relação aos centros pesquisados, sobre o conhecimento, pelos professores do processo da logística reversa que trata do descarte correto dos REEE de informática.

Na pesquisa que foi realizada sobre o conhecimento da logística reversa dos computadores, ficou evidente que grande parte dos professores não têm conhecimento sobre este tipo de logística reversa. Ou seja, admite-se que o grupo de melhor formação na instituição não conhece da questão, o que indica a necessidade de maior divulgação da legislação na UFPE.

Figura 4 - Conhecimento os professores da UFPE sobre logística reversa de computadores, por centro acadêmico



Fonte: Autor, 2013.

Na pesquisa que foi realizada no Setor de Patrimônio e com os dados que foram obtidos sobre descarte de equipamentos que a universidade gerou nos últimos cinco anos, os números informados, possibilitaram identificar que existem, para a quantidade de REEE de computadores nos departamentos, algumas relações que permitem a criação de indicadores.

A relação entre quantidade de computadores adquiridos e o número atual de funcionários permitem arguir que existem na UFPE um índice de aproximadamente dois equipamentos para cada funcionário.

O estudo sobre o fluxo de entrada de computadores na universidade permitiu que alguns parâmetros fossem analisados, como o processo de compra realizado por professores através de projeto de pesquisa e de servidores setor de compras da UFPE.

A investigação sobre a vida útil do equipamento demonstrou alguns fatores destacados por servidores, que os componentes danificados são a causa do descarte dos computadores e no caso dos professores, a obsolescência dos equipamentos.

5. Conclusão

O presente estudo de caso tratou especificamente dos resíduos sólidos de equipamentos eletroeletrônicos gerados a partir do uso de computadores e periféricos na UFPE. Os resultados que foram obtidos na pesquisa constataam que não existe no *campus* um gerenciamento adequado dos resíduos dos equipamentos de informática.

O aumento do consumo destes equipamentos provocado pela expansão da UFPE, a crescente inovação tecnológica e a diminuição do tempo de vida útil são fatores que contribuem para o descarte dos equipamentos de informática.

Verifica-se na Universidade Federal de Pernambuco a inexistência de uma política adequada aos aspectos técnicos da logística reversa que indiquem a possibilidade de sustentabilidade para a questão dos resíduos eletroeletrônicos, assim como é necessária a adequação para a nova legislação, que transfere a responsabilidade pelo destino final dos REEE aos produtores, distribuidores, comerciantes, importadores e consumidores.

Constatou-se que é possível obter meios mais eficazes para efetivar uma logística reversa dos REEE de computadores da UFPE, nos aspectos legal e técnico, no sentido de garantir os fluxos reversos de pós-consumo destes equipamentos observando-se os aspectos ambientais, sociais e a viabilidade econômica, de sua utilização.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, B.S.; BARRETO, C.A.A. Resíduos eletroeletrônicos em centros acadêmicos: destinação dos microcomputadores da UFPE. In: FORUM INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE, João Pessoa, nov. 2012. **Anais da Conferência da Terra**. João Pessoa: UFPB, 2012.

BRASIL. Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República. Casa Civil. Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 abr. 2012.

CALVÃO, Alexandre Mondaini et al. **O lixo computacional na sociedade contemporânea**. Cascavel: I ENINED- Encontro Nacional de Informática e Educação, 1999.

CARDOSO, R. S.; ADISSI, P. J.; XAVIER, L. H.; XAVIER, V. A. Ciclo de vida do produto, tecnologia e sustentabilidade: breve análise da gestão ambiental de resíduos sólidos no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 27., 2007, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...**Foz do Iguaçu, 09 a 11 de outubro de 2007.

DECRETO Nº 99.658, de 30 de outubro de 1990. Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 31 out. 1990.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUARNIERI, P. **Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Clube de Autores, 2011.

KANG, H. Y.; SHOENUNG, J .M. Electronic waste recycling: a review of U.S. infrastructure and technology options. **Resources Conservation & Recycling**, v. 45, p.368-400, 2005.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2.ed. São Paulo: Publicare, 2009.

MAGERA, M.C. Os **Caminhos do lixo**: da obsolescência programada à logística reversa. Campinas, SP: Editora Átomo, 2013

STOCK, J.R. **Reverse logistics.**, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1992.

UNEP. **Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. Recycling from e-waste to resources.** Relatório da ONU acerca do lixo eletrônico no mundo, julho de 2009. Disponível em: < http://www.unep.org/PDF/PressReleases/EWaste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf>. Acesso em: 27 out. 2011.

XAVIER, L.; CARVALHO, T.C.M.B. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

Lixo Eletroeletrônico & Responsabilidade Socioambiental (Projeto Descarte Legal) - Coleta, desmontagem e destinação correta de resíduos eletrônicos via cooperativas de catadores da Bahia

Ana Maria D. Luz, Araci M. Musolino, Carlos A. C. Regina, Walter Akio Goya, Regina Bueno de Azevedo

Resumo - Este capítulo tem por objetivo descrever resumidamente as diferentes etapas, procedimentos metodológicos e atividades desenvolvidas no âmbito do projeto Lixo Eletroeletrônico & Responsabilidade Socioambiental, financiado pelo Fundo Socioambiental da CEF e voltado para a capacitação e estruturação de cooperativas de catadores para o trabalho com resíduos eletrônicos de forma segura e economicamente sustentável. Embora tenha sido realizado em diferentes cidades (São Paulo, Cotia (SP) Salvador e Camaçari (BA), Brasília (BSB) e Recife (PE), far-se-á referência apenas aos trabalhos desenvolvidos junto às cooperativas de Salvador e Camaçari: Cooperativa de Materiais Recicláveis de Camaçari e Prestação de Serviços – COOPMARC e a Cooperativa de Coleta Seletiva, Processamento de Plástico e Proteção Ambiental – CAMAPET, estabelecida em Salvador. O projeto, desenvolvido pelo Instituto GEA – Ética e Meio Ambiente em parceria com o LaSSu – Laboratório de Sustentabilidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, insere-se por um lado em um contexto de crescimento acelerado dos resíduos eletrônicos no país e, por outro, de estímulo a soluções inovadoras decorrentes das diretrizes constantes na Lei Nº. 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, a qual atribui importância à inserção dos catadores nos programas de coleta seletiva e logística reversa. Os resultados do projeto demonstraram que as cooperativas de catadores, uma vez capacitadas e estruturadas para o trabalho com resíduos eletrônicos, constituem alternativa viável e adaptável a programas - públicos ou privados - de coleta e tratamento deste tipo de resíduo nas fases iniciais do processo de reciclagem.

9.1.Introdução

Este capítulo consiste na síntese do projeto denominado “Lixo Eletroeletrônico & Responsabilidade Socioambiental” (nome marketing: Descarte Legal), desenvolvido pelo Instituto GEA – Ética e Meio Ambiente, em parceria com o LaSSu – Laboratório de Sustentabilidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com financiamento do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, no que se refere à sua aplicação no Estado da Bahia.

O projeto teve duas fases. A primeira fase ocorreu no período de 2013 a 2015, num projeto-piloto desenvolvido em 4 cidades brasileiras. A partir dos resultados positivos, o projeto teve uma segunda fase, iniciada em 2015, que deverá incluir mais sete capitais até o ano de 2018.

Seu objetivo foi, em linhas gerais, aumentar a geração de renda de cooperativas de catadores selecionadas, localizadas em Brasília, Salvador, Recife e São Paulo (1ª. Fase), por meio da capacitação técnica para a desmontagem, em condições seguras, armazenamento e comercialização de resíduos eletrônicos. Para tanto, foi doada às cooperativas selecionadas e treinadas pelo projeto parcela dos resíduos eletroeletrônicos inservíveis da Caixa, armazenados em depósitos. Em sua primeira fase, o projeto contemplou, entre seus objetivos principais, a instalação de Pontos de Coleta de Resíduos Eletrônicos, para captar resíduos provenientes da população, empresas e instituições locais, garantindo sua destinação final adequada, numa perspectiva de ampliar seus benefícios para toda a sociedade das cidades onde foi implementado.

A iniciativa do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal em financiar este projeto-piloto deveu-se ao interesse desta instituição em otimizar os procedimentos de descarte de inservíveis, empreender ações de responsabilidade socioambiental e construir um modelo de descarte de resíduos eletrônicos que pudesse ser replicado em todo o país, atendendo aos preceitos da Logística Reversa, prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010). A Caixa, como as demais instituições bancárias, descarta com frequência grandes quantidades de computadores e outros equipamentos, por estarem obsoletos e/

ou avariados. Esses materiais eletrônicos inservíveis, juntamente com outros equipamentos e móveis, são armazenados em depósitos localizados em diferentes cidades do país, ocupando considerável espaço físico nestas unidades, acarretando gastos mensais de locação.

O projeto, na primeira fase, contemplou a capacitação de catadores de materiais recicláveis de sete cooperativas, localizadas em São Paulo (São Paulo), Bahia (Salvador) e Brasília (DF), num primeiro momento. Devido a seus resultados positivos, esse projeto foi estendido, em dezembro de 2014, para a cidade do Recife. As cidades/estados selecionados para sediar o projeto foram escolhidos pela Caixa, por estarem em locais onde havia depósitos de inservíveis e por serem pontos-chave no Brasil para implantação de um projeto-piloto que pudesse ser posteriormente replicado.

Em cada estado foram selecionadas duas cooperativas – exceto em Recife, onde foi incluída apenas uma, pela exiguidade de tempo -, as quais receberam treinamentos e foram estruturadas com os equipamentos e ferramentas necessários ao bom desempenho do trabalho de armazenamento e desmontagem de resíduos eletrônicos. Após a etapa de capacitação e estruturação, parcelas substanciais dos resíduos eletrônicos armazenados nos depósitos da Caixa passaram a ser destinados às cooperativas, onde foram processados e comercializados junto a empresas certificadas, especializadas na destinação final desse tipo de material. Em todas as etapas do projeto, as atividades das cooperativas foram monitoradas pelos técnicos do Instituto GEA.

No Estado da Bahia foram selecionadas as seguintes cooperativas: Cooperativa de Materiais Recicláveis de Camaçari e Prestação de Serviços – COOPMARC, localizada em Camaçari e a Cooperativa de Coleta Seletiva, Processamento de Plástico e Proteção Ambiental – CAMAPET, estabelecida em Salvador. Este capítulo trata especificamente do desenvolvimento do projeto junto a estas duas cooperativas.

A expectativa do Instituto GEA em relação aos objetivos do projeto é de que as cooperativas de catadores capacitadas se constituam em alternativa viável para o descarte de resíduos eletrônicos de todo tipo de instituições,

e que venham a assumir papel pró-ativo no mercado de reciclagem dos eletrônicos, dentro das oportunidades que estão sendo criadas pela implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A primeira fase do projeto teve início em julho de 2013 e terminou em junho de 2015. Durante sua realização, foram descartados pela Caixa cerca de 18.000 equipamentos, entre computadores, impressoras, monitores e periféricos, que geraram renda de mais de R\$ 200.000,00 para os cooperados de 7 cooperativas. Na Bahia, foram entregues cerca de 4.300 itens, com renda aproximada de R\$ 60.000,00 para as duas cooperativas envolvidas.

9.2. Contexto

A preocupação com a geração de resíduos eletrônicos no Brasil e no mundo é crescente e vem desafiando várias áreas do conhecimento, pela abrangência dos impactos ambientais, econômicos e sociais gerados.

No Brasil, a melhoria da renda e ampliação do crédito favoreceu a popularização dos eletrônicos e atitudes consumistas por parte da população, dada a rápida obsolescência dos modelos e ‘imposição’ de substituição, via propaganda e estratégias de marketing das empresas. A substituição e descarte desmedido desses produtos tem resultado em problemas sérios, para a sociedade e para o meio ambiente. Atualmente, parte significativa dos resíduos gerados pela população é de produtos do setor de informática.

Segundo estudo encomendado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2012¹) o Brasil já estaria gerando cerca de 1 milhão de toneladas anuais de lixo eletrônico. A projeção parte de 2013 (918 milhões de ton/anuais) e vai até 2020 (1,09 milhão de ton.) Ressalte-se que o estudo considera um pico de geração destes resíduos entre 2016 e 2017 (1,2 milhão ton).² Atualmente, estima-se em 4,8 kg/hab/ano a média do lixo eletrônico gerado no País.³

1 ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Brasília, 2012.

2 convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=34032#.U7LizPldVMI

3 http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20Pesquisas/2014_02_28_RT_Novembro_TIC_LixoEletronico_pdf.pdf

Esses resíduos podem conter até 60 diferentes elementos, alguns muito tóxicos, como o chumbo, o mercúrio, o cádmio, o níquel e o berílio (Menad e Van Houwelingen, 2011, Morfet *et al.*, 2005, Robinson, 2009 *apud* Wager *et al.*, 2011; Menad *et al.*, 2012). Como há desconhecimento do público sobre os perigos da contaminação por esse tipo de resíduos, grande parte deles vai parar nas ruas, córregos ou nos depósitos clandestinos de lixo. Uma parcela deles chega às cooperativas de catadores, junto com os demais resíduos recicláveis, podendo levar à contaminação desses trabalhadores e do meio ambiente local.



Figura 1. Descarte inadequado dos resíduos eletrônicos.

A Lei nº 12.305, de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) e define as diretrizes para reduzir a geração de resíduos sólidos e combater a poluição por eles causada. Refere-se a todo tipo de resíduos, entre eles os resíduos eletrônicos, e obriga à criação de sistemas de logística reversa, pelas empresas produtoras, garantindo a sua destinação final adequada.

A PNRS atribui também viés social à reciclagem, incluindo a participação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis e prevê, dentre outras medidas, a prioridade nas aquisições e contratações feitas pelo governo às empresas que promoverem a integração dos catadores em seus programas de coleta seletiva e logística reversa.

A inserção das cooperativas de catadores na coleta seletiva, no Brasil, é uma prática que vem se intensificando e criando um modelo inovador de gestão dos resíduos sólidos urbanos. Esse modelo tem avançado bastante, sendo adotado por um número cada vez maior de municípios brasileiros.

Contudo, as cooperativas de catadores apresentam, em geral, uma lacuna de conhecimento técnico-administrativo, que impede o desenvolvimento do seu trabalho de forma otimizada. De modo geral, esses empreendimentos populares não conseguem alcançar níveis mais altos de renda dentro da estrutura material e de recursos humanos de que dispõem. A situação é mais grave quando se trata de coletar, manipular e armazenar corretamente resíduos potencialmente nocivos como os eletrônicos. O desconhecimento sobre o real valor e a forma adequada de separação dos resíduos eletrônicos também impede que os catadores captem recursos consideráveis com sua comercialização. Avalia-se que alguns dos componentes dos resíduos eletrônicos – placas principalmente - quando segregados de acordo com os interesses do mercado comprador, podem valer até 100 vezes mais que quando o material é vendido junto com a sucata em geral.

Uma cooperativa de catadores, devidamente treinada e capacitada, pode oferecer a coleta e reciclagem de eletrônicos como mais um serviço prestado à população, reduzindo o descarte irregular e nocivo desses materiais na natureza e possibilitando maiores rendimentos para os seus cooperados.

9.3. Etapas do projeto e procedimentos metodológicos

O projeto foi realizado em três etapas distintas, cada uma composta por um conjunto de atividades, conforme discriminado abaixo:

- a. Diagnóstico** . O diagnóstico sobre as condições para implementação do projeto nas três localidades constou de levantamen-

tos sobre os resíduos eletroeletrônicos gerados pela Caixa, o levantamento de informações sobre as cooperativas locais - visando a seleção das entidades beneficiárias - e a análise do mercado comprador destes resíduos, na localidade ou seu entorno;

b. Capacitação/estruturação. Realização de cursos para os catadores sobre variados temas , abrangendo os conhecimentos necessários a todas as atividades relacionadas ao processamento e comercialização dos resíduos eletrônicos, como a capacitação para o manejo e também para o preenchimento da documentação obrigatória para comprovação da rastreabilidade. Essa etapa incluiu, além dos cursos de capacitação, a compra de equipamentos e ferramentas, a organização do fluxo dos materiais para venda e o monitoramento de todas as ações pela equipe de técnicos do LASSU e do GEA;

c. Instalação de pontos de coleta para a população. Para aumentar a captação de resíduos eletrônicos para as cooperativas e colocar um novo serviço à disposição da população, foram instaladas caixas coletoras em pontos de fácil acesso, em cada uma das cidades. Criou-se, a partir dessa instalação, uma logística local para recolhimento dos materiais descartados. Como apoio, foi efetuada campanha de divulgação dessas atividades para a população por meio de internet, mídia e panfletos.

9.4. Estudo da região, das cooperativas e dos resíduos

Houve uma criteriosa seleção das cooperativas, em cada cidade, pois elas deveriam atender a alguns pré-requisitos importantes para o manuseio dos resíduos eletrônicos: infraestrutura física adequada, disponibilidade de caminhões para realizar coletas e necessariamente ser um empreendimento responsável de caráter social e ambiental.

Paralelamente à seleção das cooperativas, foi efetuado estudo do material a ser destinado pela Caixa. Essa etapa deu-se com o auxílio da Sra. Neuci Bicov, responsável pelo Centro de Descarte de Resíduos Eletrônicos da Universidade de São Paulo (CEDIR-USP). Os materiais a serem destinados foram: computadores, monitores CRT e LCD, mouses, teclados, fios e

estabilizadores, impressoras. Os caixas eletrônicos de aço, interessantes para os catadores porque apresentam cerca de 1 tonelada de sucata ferrosa, também foram requisitadas e essa viabilidade segue em análise pelos representantes da Caixa.

As cooperativas escolhidas no projeto foram a COOPMARC, localizada em Camaçari e a CAMAPET, situada em Salvador. Ambas as cooperativas possuíam os pré-requisitos para inserção no projeto, pois contam com galpões cobertos, protegidos das intempéries, caminhões para realização de coletas e por serem cooperativas cadastradas e de caráter de inclusão social e proteção ambiental.



Figura 2. Cooperados da COOPMARC, armazenando resíduos eletrônicos recebidos da Caixa, para posterior desmontagem .

9.5. Cursos

Primeiramente foram preparados, em parceria com o Laboratório de Sustentabilidade da USP (LASSU-USP), os planos de aulas e materiais

pedagógicos que seriam utilizados nos cursos, adaptando para a nova realidade os materiais utilizados em cursos anteriores. Em seguida, foram estabelecidas relações de parceria com uma universidade local - UNIVERSO - Universidade Salgado de Oliveira - , em Salvador, para que os cursos fossem realizados em ambiente universitário, facultando aos catadores a experiência nova de frequentar uma universidade, conviver com alunos e professores, etc. Em todos os cursos foram oferecidas refeições, transporte (quando necessário) até o local do curso, e ajuda de custo para os catadores, para repor os prejuízos sofridos por seu não comparecimento ao trabalho na cooperativa durante os dias de duração do curso.

É interessante ressaltar que esses cursos, além de instrutivos, aumentam a autoestima dos alunos, pois além de estudarem na universidade, fato totalmente novo para eles, grande parte desses catadores tiveram pouco ou quase nenhum contato com os estudos e, ao final de cada curso, vários relatam que ficam motivados a voltar a estudar e terminar a formação básica.



Figuras 3 . Cooperados das cooperativas da Bahia, em treinamento sobre resíduos eletrônicos.



Figuras 4. Cooperados das cooperativas da Bahia, em treinamento sobre resíduos eletrônicos.



Figura 5. Certificado recebido pelos cooperados, após o curso.



Figura 6. Visão geral da sala da universidade, durante o curso de reciclagem.



Figura 7. Equipamentos fornecidos aos alunos, para execução do trabalho.



Figura 8. Aula prática de desmontagem de computadores.

Imediatamente após os cursos, em cada local, foram verificadas as necessidades de cada cooperativa para a estruturação do seu espaço para a reciclagem de resíduos eletrônicos, tanto no que se refere a mobiliário, quanto a ferramentas, instrumentos, insumos e EPIs. Esses equipamentos foram adquiridos pelo projeto e entregues às cooperativas.



Figura 9. Área organizada para processamento de resíduos eletrônicos na CAMAPET. Bancada, ferramentas, bags e outros equipamentos foram adquiridos pelo projeto.

9.6. Acompanhamento posterior, mobilização da população, comercialização e captação de recursos

O processo de divulgação do projeto teve como objetivo agregar mais materiais para as cooperativas, por meio de incentivo a doações de empresas e pessoas físicas, e também reduzir o preconceito generalizado existente, que considera que os cooperados não possuem condições de processar resíduos mais complexos, como os eletrônicos. O projeto utilizou como canais de comunicação as redes sociais, banners, panfletos e palestras. Concomitante a isso, foram firmadas parcerias com empresas, entidades públicas e ONGs para a instalação de pontos de entrega voluntária de resíduos eletrônicos, por meio da instalação de caixas coletoras desses materiais. A **Figura 11** ilustra algumas dessas caixas coletoras, responsáveis por alimentar periodicamente a cooperativa com donativos, além de ser uma forte via de divulgação do projeto.



Figura 10. Caixa coletora instalada pela CAMAPET em empresa pública de Salvador.

As caixas coletoras foram instaladas apenas em Salvador, para coleta pela CAMAPET, pois a cooperativa fez um convênio com o programa estadual de coleta seletiva, o Recycle Já Bahia, o que permitiu não só a instalação de caixas em várias instituições públicas, como facilitou a organização do sistema de coleta. A retirada dos eletrônicos está sendo realizada juntamente com a coleta de resíduos recicláveis comuns, que já era efetuada pela cooperativa.

Os próprios catadores tomaram a frente dessa atividade, administrando a logística de retirada.



Figura 11. Frente e verso do folheto produzido para divulgação

A cooperativa COOPMARC não se interessou pela colocação das caixas coletoras no município, por avaliar como muito difícil a logística de retirada, uma vez que a quantidade passível de ser armazenada numa caixa somente não é suficiente para cobrir os custos da mobilização do caminhão da cooperativa.

9.7. Resultados e discussões

O projeto foi elaborado com base em experiências anteriores, realizadas pelas duas instituições parceiras, e planejado com muitos detalhes, o que auxiliou em seu desenvolvimento, sem grandes obstáculos .

No entanto, algumas ações necessitaram de ajustes ou de maior dedicação, para que os resultados alcançassem os patamares previstos. Seguem abaixo discussões sobre cada uma das etapas do trabalho na Bahia, apresentando-se as soluções encontradas e implementadas pela equipe responsável.

9.7.1 Estudo da cidade, material, disponibilidade e atuação das cooperativas

Para a execução deste projeto em Salvador foi necessária a construção de uma rede de interlocução para a discussão, encaminhamento e solução de problemas, tanto na sua fase inicial como nas posteriores, e até mesmo após a sua finalização, de modo a garantir uma base de sustentação local. Na medida que em Salvador não houvera nenhuma ação anterior de capacitação para o processamento de resíduos eletrônicos, os esforços na identificação de interlocutores e sedimentação da cooperação local (reuniões para troca de informações, discussão do projeto, identificação de problemas etc.), foram realizados de forma bastante intensa, e prosseguiu durante toda a execução das etapas do projeto. Entre as instituições que auxiliaram na definição de cooperativas e solução de problemas, destaca-se a INCUBA, incubadora de cooperativas da UNEB – Universidade Estadual da Bahia, que contribuiu de forma fundamental para a inserção do projeto na sociedade local.

As duas cooperativas se mostraram aptas a trabalhar com esses resíduos. O resultado esperado foi plenamente alcançado, no Estado da Bahia. Foram capacitados 20 catadores, não só das duas cooperativas beneficiárias diretas do projeto, mas também de outras cooperativas da Rede Complexo de Cooperativas da Bahia, de forma que os conhecimentos pudessem ser adquiridos por outros grupos, ampliando a possibilidade de operar em rede também com os resíduos eletrônicos. CAMAPET e COOPMARC foram estruturadas, com mobiliário, equipamentos e EPIs necessários ao processamento de resíduos eletrônicos.

Ambas as cooperativas apresentaram aspectos distintos e favoráveis, que merecem ser mencionados. A CAMAPET, por sua articulação junto aos órgãos e entidades públicas e instituições, conseguiu, através dos contatos realizados por esse projeto, mais parcerias e mais fornecedores de materiais eletrônicos, aumentando assim a retirada mensal de seus cooperados. A COOPMARC, por sua capacidade de negociação e de redação, foi contemplada e participa de outros projetos vinculados com grandes empresas, as quais investem em sua infraestrutura, caminhões e cooperados. Essa cooperativa padece, porém de um problema: o baixo número de cooperados, devido à existência de muitas empresas no pólo petroquímico de Camaçari, o que determina uma situação de pleno emprego. Esse último fator, a grande quantidade de projetos aliado ao baixo número de catadores disponíveis, de certa forma, prejudicou um pouco este projeto em especial, pois a COOPMARC, por carecer de cooperados suficientes para atuar em todos os projetos nos quais participa, muitas vezes não conseguia atuar com a mesma rapidez que a CAMAPET. No entanto, essa cooperativa, por ter grande capacidade de articulação, obteve da empresa ULTRAGAZ a construção de uma sala, especial para o processamento de resíduos eletrônicos.



Figura 12. Exterior da sala para tratamento de eletrônicos construída na COOPMARC.



Figuras 13. Interior da sala para tratamento de eletrônicos na COOPMARC

9.7.2 Estudos relativos ao mercado local e possíveis compradores

Contrariamente ao que havia sido previsto, antes do início do projeto, não foram identificadas empresas compradoras de resíduos eletrônicos certificadas fora do eixo Sul-Sudeste. Essa realidade determinou a avaliação de outras alternativas para a comercialização do material, como a pesquisa por outras entidades ou empresas que atuam na separação de componentes eletrônicos, interessadas no transporte conjunto (cargas complementares), e a busca por empresas transportadoras, para avaliação do custo e condições do frete, de forma a adaptar a triagem de materiais à melhor possibilidade de escoamento. A alternativa mais plausível e viável encontrada pelas cooperativas e pelo projeto foi a de negociar com empresas em São Paulo, comprovadamente certificadas, realizando a venda das cooperativas em rede, com o objetivo de reduzir a proporção dos custos de transporte, em relação ao valor obtido com a venda do material.

O material passou a ser transportado para São Paulo, quando havia uma carga suficiente, que compensasse as despesas com o carreto.

9.7.3 Cursos

Em Salvador foi realizado primeiramente um curso conjunto para as duas cooperativas locais, no final de outubro de 2013, que também recebeu alunos-catadores de outras cooperativas da Rede Complexo de Cooperativas da Bahia, da qual as duas selecionadas para o projeto fazem parte. Posteriormente, foi realizada uma oficina somente para os cooperados da COOPMARC, após a identificação da necessidade de que um número maior de seus integrantes passasse pelo treinamento. Esse curso foi realizado no mês de março de 2014, na própria sede da cooperativa.

Além desses cursos básicos para o processamento de resíduos eletrônicos, foram realizados também cursos sobre Logística Reversa e documentação necessária à rastreabilidade dos resíduos. Esses cursos ocorreram em março e abril de 2014, nas cooperativas CAMAPET e COOPMARC, de Salvador.

Após os cursos foi notório o olhar diferente e crítico de cada cooperado

treinado, em seus ambientes de trabalho e encontravam qualquer equipamento eletrônico armazenado indevidamente, disposto ao tempo ou e contato direto com o chão de terra batida. Os monitores de CRT, que anteriormente aos cursos eram quebrados para ter sua bobina de cobre retirada, agora não são mais abertos, são armazenados corretamente e aguardam a remessa para São Paulo. A abertura e quebra dos monitores pode acarretar grave contaminação por fósforo e chumbo, nas cooperativas e nos cooperados.

Pode-se dizer que a parceria com a universidade, onde foi realizado o curso, permitiu um dos resultados mais satisfatórios do projeto: a inserção social no ambiente acadêmico. Um dos motivos principais dos cursos serem realizados no meio acadêmico, além da infraestrutura adequada, foi o contato ímpar e rico entre alunos e catadores. Vale lembrar que grande parte da população trata o catador como um profissional invisível, uma pessoa que passa despercebida aos olhos da sociedade ou que, muitas vezes, é tratado com desrespeito e desprezo. O contato direto com os catadores nas salas de aula da universidade rompeu essa barreira. Os resultados para os catadores, desde o começo do projeto, foram a alegria e entusiasmo contagiante em cada um dos que foram capacitados e diplomados. A partir do projeto muitos deles relataram ter acendida uma antiga vontade pelos estudos, sendo essa manifestação bastante gratificante para a equipe responsável pelo projeto.

9.7.4 Acompanhamento posterior, mobilização da população, comercialização e captação de recursos

Uma vez capacitadas e estruturadas, as cooperativas passaram a receber materiais inservíveis da Caixa, sendo acompanhadas permanentemente por técnicos do Instituto GEA, para que pudessem realizar o trabalho de processamento do material de acordo com o aprendido nos cursos e as exigências do mercado comprador. Durante menos de dois anos de projeto, as cooperativas de Salvador receberam por volta de 6.000 equipamentos inservíveis da Caixa, que foram comercializados para empresas certificadas, rendendo aos catadores cerca de R\$ 60.000,00.



Figura 14. Retirada de materiais eletrônicos inservíveis no depósito da Caixa em Salvador.

9.8 Considerações gerais e resultados

O projeto permitiu o alcance de resultados nos três pilares da sustentabilidade: nos aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Sob o ponto de vista ambiental, o projeto garantiu a destinação correta dos resíduos eletrônicos da Caixa, sem prejuízo ao meio ambiente. A Caixa tem possibilidade de rastrear todos os seus equipamentos eletrônicos inservíveis encaminhados às cooperativas do projeto, pois há documentação comprobatória de todas as etapas. Com isso, há garantia de que nenhum dos resíduos eletrônicos irá causar contaminação do solo, da população ou da água.

Sob o ponto de vista social, os benefícios são incalculáveis, pois os conhecimentos adquiridos pelos catadores podem lhes trazer ganhos que vão além das atuais retiradas, uma vez que esse aprendizado pode lhes servir

de diversas maneiras, ao longo de sua vida. O convívio com o ambiente universitário, o prazer em estudar, adquirir novos conhecimentos, também pode trazer frutos ainda não mensurados. De maneira geral, os catadores tem escolaridade bastante baixa, sendo muitos analfabetos. Frequentar os bancos de uma universidade e conseguir aprender é, para eles, uma novidade muito bem-vinda.

Algumas considerações e dificuldades que foram encontradas ao longo do projeto valem ser ressaltadas.

O primeiro obstáculo foi a falta de empresas certificadas fora do Sudeste do país. Houve bastante dificuldade para criar o sistema de logística para o escoamento dos eletrônicos de Salvador, pois as empresas compradoras situam-se muito distante, o que não havia sido previsto no projeto. Foi necessário levantar informações e conhecer todo o processo de fretes, transportadoras, cargas compartilhadas, etc., que não faziam parte, até então, dos conhecimentos da nossa entidade.

A distância entre a sede do Instituto GEA e as cooperativas de Salvador foi outro motivo que, caso não houvesse, potencializaria os bons resultados já alcançados. As cooperativas de São Paulo, por estarem fisicamente mais próximas da entidade, recebiam suporte de maneira mais prática, rápida e acessível.

Como os mecanismos da Logística Reversa, abordados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, são inovadores e relativamente difíceis de serem aplicados, as cooperativas que não recebem suporte rotineiro em pequenos prazos acabam sendo um pouco prejudicadas. Os resultados do projeto, nesse quesito, foram os das cooperativas de São Paulo, por poderem receber ajuda de maneira mais rápida, obtiveram mais lucros e apoio pela pequena distância.

Por fim, pode-se dizer que o Projeto foi inovador em Salvador. Os cooperados, como em qualquer outro local ou região, mostraram-se aptos e capazes de manusear resíduos eletrônicos de forma segura e rentável, os lucros para as cooperativas aumentaram, bem como a retirada mensal de cada cooperado. Para as cooperativas, de maneira geral, o projeto apoiou e ofereceu oportunidades de crescimento, tanto financeiro, quanto social e profissional.

Para a Caixa Econômica Federal, foi uma iniciativa inovadora, em que a empresa se adiantou à regulamentação da lei e demonstrou que é possível destinar materiais eletrônicos a cooperativas de catadores, sem prejuízo da sua rastreabilidade. A instituição pode ter certeza que seus resíduos eletrônicos foram destinados adequadamente, geraram renda para esses trabalhadores e foram posteriormente reinsertados na cadeia da reciclagem, preservando os aterros sanitários de seus contaminantes e evitando a extração de diversos elementos da natureza.

Para o Instituto GEA, o projeto foi uma experiência única e rica. Trabalhar com cooperativas em situações diferentes das corriqueiramente conhecidas, atuar fora de São Paulo e com um público cultural diferenciado, foram atividades que fortaleceram a vontade de continuar atuando com projetos neste ramo. Apesar de em São Paulo a realidade dos perigos do lixo eletrônico ser relativamente conhecida, fora desse Estado ainda há muito a ser divulgado, feito e trabalhado.

Referências

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos

Eletroeletrônicos. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Brasília. 2012.

Convergência Digital - **Brasil já produz 1 milhão de toneladas de lixo eletrônico por ano**, 2013. Disponível em: <<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=34032#.U7LizPldVMI>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

BRASIL, 2010. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos.

MENAD, N.; GUIGNOT, S.; Van HOUWENLINGEN. **New characterization method of electrical and electronic equipment wastes (WEEE)**, *Waste Management*. v.33, p.706-713, 2012.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Lixo eletrônico. Resposta técnica. 2014.

STI. Superintendência de Tecnologia da Informação. Universidade de São Paulo.
Disponível

em: <http://www.sti.usp.br/?q=node/5565>. Acesso em: 05 mar. 2015.

WÄGER, P.A.; HISCHIER, R.; EUGSTER, M.; **Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up**. *Science of The Total Environment*. v.409, p.1756-1756, 2011.

Modelagem matemática ambiental aplicada ao mercúrio em lâmpadas fluorescentes ¹

Ricardo Monteiro Rocha, Amanda Santos Morais, Beatriz Soares Silva, Jhennifer Laruska Leal Fraga, Pedro Lucas Ferraz Ramos

Resumo – A preocupação com o meio ambiente e as diversas práticas que passaram a ser adotadas em prol do desenvolvimento sustentável tem sido foco em várias áreas sociais, nos últimos tempos. Sendo o mercúrio um metal presente nas lâmpadas fluorescentes, utilizadas como objeto de estudo, e que apresenta fatores de riscos ambientais como também àqueles voltados à saúde humana, criou-se um modelo matemático para estimar a quantidade de Hg presente no ambiente em um horizonte pequeno, a fim de obter resultados que demonstrem seus efeitos nocivos. Por meio de tais resultados objetiva-se criar um argumento que conscientize os alunos da área estudada, o Instituto Federal de Sergipe – Campus Lagarto, em seguida, atinja a conscientização para um público maior.

10.1. Introdução

Conceituada como um conjunto de práticas adotadas para o bom aproveitamento dos recursos e para a não poluição do meio ambiente, o termo sustentável provém do latim *sustentare*, no qual se designa ao sustento, apoio, conservação. Há muito a sustentabilidade tem sido trazida à nossa realidade e ganhado grande destaque na mídia, assim como em pesquisas acadêmicas.

¹ Artigo originalmente apresentado no III Fórum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica (FMEPT 2015), realizado em Recife (PE), entre os dias 26 a 29 de maio de 2015. (<http://www.fmept.org/>)

Em dias atuais, grande parte das indústrias tem voltado o olhar para âmbitos sustentáveis, prática que recebe o nome de Sustentabilidade Empresarial à adjeção de ações das empresas quanto à preservação do ambiente. Análogo a isso, há uma logística conhecida como Logística Reversa. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (estabelecida pela lei nº 12.305 de 02/08/2010), a logística reversa pode ser definida como:

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.

Este fluxo reverso é comum para uma boa parte das empresas. Quanto às lâmpadas, o Ministério do Meio Ambiente e entidades representativas do setor de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista assinaram, em Brasília em 27/11/14, um acordo setorial que estabelece a logística reversa desses produtos. O acordo prevê responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e propicia que esses materiais, depois de usados, possam ser reaproveitados. A proposta passou por consulta pública e aprovação do Comitê orientador para a Implantação da Logística Reversa (CORI) (Ribeiro e Oliveira, 2014). Vale destacar que as empresas fabricantes dessas lâmpadas tornaram-se, praticamente, importadoras, o que causa uma preocupação maior, pois não existe legislação brasileira que estabeleça limites de concentração de mercúrio nas lâmpadas, portanto sua composição ainda não é controlada (Ministério do Meio Ambiente, 2014).

A logística reversa eficiente das lâmpadas é de suma importância quando se diz respeito à preservação da qualidade de vida e saúde. Vários tipos de lesão dermatológica podem ocorrer após exposição aos compostos

de mercúrio, entretanto, a dermatite de contato aguda é provavelmente a manifestação dermatológica mais comum secundária à exposição ao mercúrio mais comum, devido à reação por irritação (Capitani *et al.*, 2009).

Como método preventivo relativo às doenças diretas ou contaminações em rios ou aquíferos, faz-se necessária a ciência da quantidade de mercúrio presente em cada lâmpada fluorescente para que se possa estimar quanto está sendo descartado no ambiente. A quantidade de mercúrio em uma lâmpada fluorescente pode variar de acordo com o tipo de lâmpada, o fabricante e o ano de fabricação. Essa quantidade vem diminuindo significativamente com o decorrer dos anos (Júnior e Windmöller, 2008). Segundo a *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), a quantidade de mercúrio em lâmpadas fluorescentes, entre 1995 e 2000, foi reduzida em cerca de 40% (Raposo e cols., 2003). Atualmente, a quantidade média de mercúrio em uma lâmpada fluorescente de 40W, segundo a U.S EPA (*United States Environmental Protection Agency*) está em torno de 21mg. Existe controvérsia quanto à quantidade das espécies de mercúrio nas lâmpadas. Dados fornecidos pela NEMA indicam que 0,2%, ou seja, 0,42 mg estão sob a forma de mercúrio elementar, no estado de vapor. Os outros 99,8% (20,958 mg) estão sob a forma de Hg^{2+} , adsorvido sobre a camada fosforosa e o vidro (Raposo, 2001).

No Brasil, os valores admissíveis de presença do mercúrio no ambiente e nos organismos vivos são estabelecidos por normas que estabelecem limites de tolerância biológica. A legislação brasileira estabelece como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho. Os dados indicam que o mercúrio presente em apenas uma lâmpada pode contaminar e afetar seriamente um ser humano. A norma ABNT NBR 10.004 (2004), estabelece o limite regulatório de 100mg/kg de resíduo.

Os efeitos do mercúrio no organismo manifestam-se sob a forma de um quadro agudo, quando inalado em grande quantidade, no qual podem ocorrer lesões pulmonares, renais, do sistema nervoso central, podendo ocasionar inclusive a morte (FOÁ, 1985).

A intoxicação crônica afeta basicamente o aparelho gastrointestinal, sistema nervoso e psíquico, cujas alterações variam de quadros leves a muito graves (NIOSH, 1981; WHO, 1991).

O quadro gastrointestinal manifesta-se por lesões orais, de estômago, intestino e fígado. A gengivite é o distúrbio mais comumente encontrado. Também ocorrem queixas de desagradável gosto amargo ou metálico na boca, sialorréia, ulcerações orais e amolecimento de dentes. Faringite inespecífica é comum. Outra manifestação encontrada é a gastrite e gastroduodenite (ILO, 1989).

O quadro neurológico pode manifestar-se por tremores, alterações de sensibilidade dolorosa, térmica e tátil, alteração de reflexos, coordenação motora e até parkinsonismo (ILO, 1989; WHO, 1991).

Mesmo sendo a poluição do meio ambiente um assunto recorrente, algumas áreas deste tema ainda não atingiram o interesse geral. A contaminação por meio de metais pesados é uma destas áreas. Fez-se necessário a estipulação desta, em um horizonte pequeno a fim de diminuir sua dificuldade, para que se reduzam valores e, conseqüentemente, malefícios, demonstrem ineficiências no sistema logístico-reverso e torne-se mais clara a compreensão geral acerca do tema.

Esse trabalho foi resultado de um projeto de educação ambiental com alunos do ensino médio técnico do Instituto Federal de Sergipe, campus Lagarto.

10.2. Material e métodos

A pesquisa foi baseada nos seguintes passos que descrevem a sua metodologia: revisão bibliográfica para determinar a meia vida do Hg e a quantidade mínima de mercúrio que faz mal ao ser humano; levantamento da quantidade total de lâmpadas que se encontram em todo o Instituto Federal de Sergipe- campus Lagarto; entrevista com o responsável técnico para descrição da quantidade média de lâmpadas fluorescentes utilizadas por mês e o destino que lhes é dado; construção de um modelo matemático que possa avaliar a quantidade de Hg lançada no meio ambiente provinda

das lâmpadas no campus; execução do modelo através de uma planilha Excel. Após plotagem do modelo em forma gráfica foram realizadas discussões acerca dos dados encontrados.

10.3. Resultados e discussão

A meia vida do mercúrio é de dois meses, o limite de tolerância biológica segundo a ABNT NBR 10.004:2004, é de 33 µg de mercúrio por grama de creatina urinária. De acordo com a metodologia proposta, chegou-se a uma equação geral para definir a quantidade de mercúrio descartada no meio ambiente. O modelo matemático para o cálculo da quantidade de Hg permanente no meio ambiente, considerando a meia-vida do mercúrio como sendo 2 meses, foi obtido da seguinte maneira:

Decaimento do Hg

$$Q(t) = Q_0 e^{-\lambda t} \quad (\text{Equação 1})$$

λ – constante de decaimento

Q_0 – quantidade inicial de mercúrio em mg

Para $t = 2$ meses, temos: $Q(2) = Q_0 e^{-2\lambda}$

Sendo que: $Q(2) = \frac{1}{2} Q_0$

Assim:

$$\frac{1}{2} Q_0 = Q_0 e^{-2\lambda}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-2\lambda}$$

$$\ln \frac{1}{2} = \ln e^{-2\lambda}$$

$$\ln 1 - \ln 2 = \ln e^{-2\lambda}$$

$$0 - \ln 2 = -2\lambda$$

$$\ln 2 = 2\lambda$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{2}$$

Como, $\ln 2 = 0,693147$, temos:

$$\lambda = \frac{0,693147}{2}$$

$$\lambda = 0,346574$$

Assim: $Q(t) = Q_0 e^{-0,347t}$

Considerando a situação proposta: Quantidade inicial de mercúrio sendo a e quantidade mensal de mercúrio lançada no meio ambiente sendo b , temos:

t= 0 mês

$$Q(0) = Q_0 e^{-0,347(0)}$$

$$Q(0) = Q_0 \quad (\text{Equação 2})$$

$$Q(0) = a$$

t= 1 mês

$$Q(1) = ae^{-0,347(1)} + b$$

t= 2 meses

$$Q(2) = ae^{-0,347(2)} + be^{-0,347(1)} + b$$

t= 3 meses

$$Q(3) = ae^{-0,347(3)} + be^{-0,347(2)} + be^{-0,347(1)} + b$$

t= 4 meses

$$Q(4) = ae^{-0,347(4)} + be^{-0,347(3)} + be^{-0,347(2)} + be^{-0,347(1)} + b$$

t= 5 meses

$$Q(5) = ae^{-0,347(5)} + be^{-0,347(4)} + be^{-0,347(3)} + be^{-0,347(2)} + be^{-0,347(1)} + b$$

t= n meses

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} + be^{-0,347(n-1)} + be^{-0,347(n-2)} + be^{-0,347(n-3)} + \dots + be^{-0,347(n-n+1)} + be^{-0,347(n-n)}$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} + b(e^{-0,347(n-1)} + e^{-0,347(n-2)} + e^{-0,347(n-3)} + \dots + e^{-0,347(n-n+1)} + e^{-0,347(n-n)})$$

Sendo que $(e^{-0,347(n-1)} + e^{-0,347(n-2)} + e^{-0,347(n-3)} + \dots + e^{-0,347(n-n+1)} + e^{-0,347(n-n)})$ é uma progressão geométrica (PG) de razão $q = e^{0,347} = 1,415$

Assim a soma de uma PG finita é dada por

$$S_n = \frac{a_1(1 - q^n)}{1 - q}$$

Temos:

$$\begin{aligned} e^{-0,347(n-1)} + e^{-0,347(n-2)} + e^{-0,347(n-3)} + \dots + e^{-0,347(n-n+1)} + e^{-0,347(n-n)} \\ = \frac{e^{-0,347(n-1)}(1 - 1,415^n)}{1 - 1,415} \end{aligned}$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} + b \left(\frac{e^{-0,347(n-1)}(1 - 1,415^n)}{1 - 1,415} \right)$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} + b \left(\frac{e^{-0,347(n-1)}(1 - 1,415^n)}{-0,415} \right)$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} - \frac{b}{0,415} [e^{-0,347(n-1)}(1 - 1,415^n)]$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} - \frac{b}{0,415} [e^{-0,347(n-1)} - 1,415e^{-0,347(n-1)}]$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} - \frac{b}{0,415} [e^{-0,347n} \cdot e^1 - 1,415e^{-0,347n} \cdot e^1]$$

Sendo que $e^1 = 2,718$, temos:

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} - \frac{b}{0,415} [e^{-0,347n}(2,718) - 1,415e^{-0,347n}(2,718)]$$

$$Q(n) = ae^{-0,347(n)} - \frac{(2,718)b}{0,415} [e^{-0,347n} - 1,415e^{-0,347n}]$$

$$Q(n) = ae^{-0,347n} - 6,55b[e^{-0,347n} - 1,415e^{-0,347n}]$$

Chamando $e^{-0,347n} = z$, temos:

$$Q(n) = az - 6,55b[z - 1,415z]$$

$$Q(n) = az - 6,55bz + 9,27bz$$

$$Q(n) = az + 2,72bz$$

A equação do modelo é então:

$$Q(t) = (a + 2,72b)e^{-0,347t}$$

Onde: $Q(t)$ é a quantidade final de Hg descartada no meio ambiente(mg); a é a quantidade inicial de Hg(mg) ; b é Quantidade mensal de Hg lançada no meio ambiente(mg) e t é o tempo em meses.

Após sua aplicação no Excel, obteve-se o seguinte gráfico:

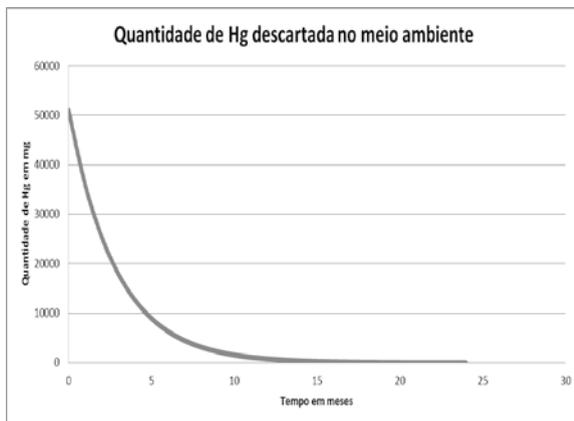


Figura 1. Gráfico da quantidade estimada de mercúrio descartada no ambiente em relação ao tempo em meses.

Observado o gráfico indica que os 50.000 mg (50g) iniciais de mercúrio contemplam sua totalidade de decomposição a partir do primeiro ano após o descarte. Durante esse primeiro ano teremos essa quantidade contaminando o meio ambiente. Esse ciclo se repete a cada ano já que todas as lâmpadas fluorescentes do campus não são descartadas de maneira correta. O valor embora, a primeira observação seja relativamente baixo contribui de forma direta para a contaminação do solo e conseqüentemente dos lençóis freáticos da região. Se expandirmos esse valor para todas as escolas de município teríamos já um valor considerável, isto sem contar com os outros estabelecimentos, comércio, repartições públicas, residências etc.

10.4. Conclusões

A partir dos resultados, percebe-se o alto potencial de contaminação do Hg. Algumas ações previstas em lei precisam ser tomadas para a prevenção de doenças recorrentes do contato com o mercúrio, em sua maioria, doenças psíquicas, nervosas e gastrointestinais. A quantidade de mercúrio gerada pelas lâmpadas do instituto é relevante. Espera-se criar um argumento que sirva de conscientização, por parte da gestão do campus, para que medidas como a logística reversa seja implantada no campus.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnica. NBR 10.004, 2004. Resíduos Sólidos Classificação.

AMBIENTE BRASIL. Efeitos do Mercúrio. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/pilhas_e_baterias/efeitos_do_mercurio.html>. Acesso em: 10 de jan. 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.

De CAPITANI, E.M.; SOUZA E.M.; VIEIRA R.J.; MADUREIRA P.R. Dermatite de contato por mercúrio elementar com reação à distância. *An Bras Dermatol.* 84(1): 75-7.

DURÃO Jr, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. *Química Nova na Escola*, disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf>>, v. 28, n. 4, p. 15-19, mai. 2008. Acesso em: 10 de jan. 2015.

ENCYCLOPAEDIA of Occupational Health and Safety. Geneva. International Labour Office, 1989. 2 v.

FOÁ, V. Neurotoxicity of elemental mercury. Occupational aspects. In: Blum, K. & Manzo, L. Neurotoxicology. New York, Ed. Marcel Dekker Inc., 1985. p. 323-43.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Logística Reversa. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/comite-orientador-logistica-reversa>>. Acesso em: 26 de dez. 2014.

OCCUPATIONAL Health Guidelines for Chemical Hazards. Washington, National Institute for Occupational Safety and Health, 1981. 2 v.

RAPOSO, C. Contaminação ambiental provocada pelo descarte não controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil. 2001. Tese (Doutorado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001.

RAPOSO C.; WINDMÖLLER C.C. e DURÃO Jr., W.A. Mercury speciation in fluorescent lamps by thermal release analysis. *Waste Management*, v. 23, p. 879-886, 2003.

RIBEIRO, R.; OLIVEIRA, T.; TARDIN, V. Logística reversa de lâmpadas tem acordo setorial assinado. Disponível em: <<http://www.abras.com.br/supermercadosustentavel/logistica-reversa/logistica-reversa-de-lampadas-tem-acordo-setorial-assinado/>>. Acesso em: 26 de dez. 2014.

SIGNIFICADOS. Significado de Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.significados.com.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 26 de dez. 2014.

SUA PESQUISA. Logística Reversa. Disponível em: <http://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/logistica_reversa.htm>. Acesso em: 26 de dez. 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Inorganic mercury. (Environmental Health criteria 118. Geneva, 1991).

ZAVARIZ, C.; GLINA, D. M. R. Avaliação clínico-neuro-psicológica de trabalhadores expostos a mercúrio metálico em indústria de lâmpadas elétricas. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v 26(5), p. 356-65, 1992.

Abordagem da sustentabilidade no Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis da cidade de Crateús (CE)

Márcia Cristina Sabóia de Andrade

Resumo - Esta abordagem da sustentabilidade do Programa de Coleta Seletiva toma com base as informações de um trabalho acadêmico de mestrado onde realizou análise do Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos recicláveis de Crateús (CE), dentro de uma perspectiva socioambiental e econômica, bem como a análise da maneira que esta experiência tem se tornado referência para outros municípios e até outros estados. Sendo realizada uma pesquisa qualitativa e quantitativa da vivência dos catadores da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Crateús (RECICRATIÚ), responsáveis pela execução do programa nos anos 2012, 2013 e 2014 com perspectivas de ampliação sendo apoiados pela prefeitura municipal, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMAM. Buscamos trazer novas contribuições tendo em vista que continuamos acompanhando a evolução do Programa nos anos seguintes. A justificativa para realização deste trabalho dá-se pela complexidade que a temática ambiental de resíduos sólidos tem estado posta no Brasil, sendo que programas de coleta seletiva, além de serem caros e demandarem grande empenho de educação ambiental, ainda são extremamente fragilizados, uma vez que somente 18% dos municípios brasileiros, hoje dispõem de sistema de reciclagem de seus resíduos sólidos. Sabe-se, porém, que tais atitudes geram economia de recursos naturais, proporcionando emprego e inclusão social de catadores. Através deste estudo buscou-se enfatizar que existe solução quando existe investimento, conhecimento e boa vontade e apesar das dificuldades diárias as soluções são possíveis independentes do tamanho geográfico e populacional do município. A lei 12.305/10 vem despertar todos os municípios brasileiros a gerenciarem de maneira adequada e eficaz seus resíduos. Este estudo visa ainda contribuir de forma significativa para os profissionais da área

de gestão ambiental, trazendo um enfoque atualizado e dinâmico da temática em estudo.

10.1. Introdução

Os principais benefícios ambientais, de acordo com a Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para a Gestão dos Resíduos Sólidos, do IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada publicada em 2010 são: aumento da vida útil das reservas de recursos não renováveis e diminuição da pressão sobre recursos renováveis; menor consumo de água e energia; menores custos de produção de produtos a partir de matéria-prima reciclável em comparação com matéria-prima virgem; menos emissões de gases de efeito estufa (GEEs); proteção da biodiversidade, ao ciclo hidrológico e menores cargas de poluição hídrica; controle e prevenção da erosão e contaminação do solo, entre outros.

Os danos ambientais e à saúde humana, provocados pelos processos produtivos e pelo descarte dos resíduos, de maneira geral, não são internalizados nos custos de produção. De maneira geral as atividades produtivas ocultam nos preços das mercadorias os custos sociais, ambientais e sanitários, e externalizam para a sociedade os danos causados.

Ao se internalizar as chamadas externalidades nos custos de produção, ou seja, trazer esses custos ambientais para dentro do custo de produção, visando a proteção e conservação do meio ambiente, e também a promoção de negócios e processos mais sustentáveis, percebe-se que a coleta seletiva se torna uma atividade de extrema relevância e com grande potencial de viabilidade econômica, desde que as cooperativas de catadores de materiais recicláveis sejam remuneradas pelo serviço ambiental que desempenham. Logo, as atividades de coleta seletiva e reciclagem devem ser consideradas para além da ótica econômica, sobretudo pelos benefícios ambientais e sociais por elas prestados.

Dentro do conceito de sustentabilidade RIBEIRO e BESEN, 2007 relatam

experiências da pesquisa COSELIX, destacam premissas de sustentabilidade de programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores, definidas como ideais no âmbito da pesquisa, contemplando as seguintes categorias:

- A inserção da coleta seletiva como etapa da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Sistema de Limpeza Urbana do município;
- A existência de instrumento legal/jurídico que estabeleça o vínculo e as regras entre as partes envolvidas.
- A remuneração pelo serviço prestado pelas organizações, como parte do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, proporcional à quantidade de resíduos coletada e triada.
- A universalização dos serviços, com qualidade.
 - A existência de política pública e de mecanismos de incentivo que induzam à autonomia das organizações de catadores.
- A existência de Programa de Educação Ambiental e de divulgação de informação à sociedade, visando aumento do grau de adesão à coleta seletiva, com qualidade na segregação dos materiais.
- Aumento significativo da quantidade de materiais encaminhados para reciclagem e a redução do montante de resíduos sólidos destinado aos aterros sanitários. Para as Organizações de Catadores, as bases definidas como ideais para a sustentabilidade contemplaram as categorias:
 - A instituição formal da organização e sua inserção no escopo da política pública municipal de resíduos sólidos, formalizada por meio de instrumento legal firmado com o município.
 - Existência de infra-estrutura, equipamentos e capacitação para o desempenho satisfatório das diversas atividades inerentes à coleta, segregação e comercialização dos materiais recicláveis.
 - Garantia de renda e benefícios para os membros.
 - Condições adequadas de higiene, segurança e saúde do trabalhador, nos

aspectos de infra-estrutura, equipamentos e conforto ambiental.

- A existência de rede de apoio, representada pelas parcerias necessárias à realização das diversas atividades da organização.

1. Local da Pesquisa

O Município de Cratéis está localizado a 360 km de Fortaleza, no Oeste do estado do Ceará. Tem se tornado um polo universitário já sedia uma universidade estadual UECE e duas federais IFCE e UFC, além das universidades particulares, conta ainda com potencial turístico entre alguns atrativos a Reserva Natural Serra das Almas, entre as principais atividades Agricultura, Pecuária e Comercio. Com clima semiárido e bioma de Caa-tinga, o município possui 13 distritos, em uma área de quase 3 mil km² e população de mais de 74 mil habitantes, Ressaltamos que a População Urbana é de 52.688 habitantes e a população rural é de 20.165 habitantes e IDH equivalente a 0,676.

2. Metodologia da Pesquisa

Este capítulo consiste na compilação das informações relativas ao trabalho de dissertação desenvolvido a partir de Andrade 2014, onde fazemos referencia a pesquisa realizada e os avanços do Programa de Coleta seletiva nos anos seguintes. A pesquisa foi realizada com base nos anos 2012, 2013 e Primeiro semestre 2014 sendo que ocorreu de forma qualitativa e quantitativa de nível descritivo de corte transversal e longitudinal. Realizou-se uma reunião para aplicação de questionários com todos os moradores envolvidos na amostra do processo de investigação. Com os demais foram feito visitas: catadores, Associação, gestor ambiental, representantes dos poderes executivos e legislativo e parceiros. Os resultados foram coletados e analisados a partir de cada representação, sendo estes quantificados para construção dos gráficos em cada grupo; e análise descritiva, feitos registros fotográficos e gravações . A proposta analisa a abordagem de sustentabilidade do Programa nos anos já mencionados na pesquisa acadêmica e segue analisando os índices nos ano seguintes do Projeto.

3. Características do Programa de Coleta Seletiva

O Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos de Crateús atende a legislação da PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos na Lei 12.305/10 que trata entre outras normativas a obrigatoriedade dos municípios na implantação de programas de Coleta Seletiva com inclusão social de catadores de material reciclável e atendimento porta a porta em pelo menos 10% da população.

A coleta seletiva de resíduos recicláveis é realizada pela Prefeitura Municipal, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMAM em parceria com Associação de Catadores de material reciclável – RECICRATIÚ, organização essa fundada em 2009, mas só conseguiu ter força a partir deste apoio municipal e de outros parceiros. Antes da criação deste programa, os catadores filiados trabalhavam diretamente no lixão, ou em catação na zona urbana, de maneira insalubre.

Com passar do tempo e vendo a necessidade de apoiar cada vez mais os catadores a prefeitura firmou um convenio através da Lei Nº 248/2013, que estabelece formalmente a parceria garantindo um repasse financeiro para que a Associação possa custear despesas de transporte para fazer coleta Urbana e garante aos catadores individualmente um auxilio denominado “bolsa reciclagem”. A mesma Lei alterada para Lei 333/2014, onde os valores foram atualizados.

“O presente convênio tem por objeto a ação conjugada dos convenientes, visando garantir o desenvolvimento de ações integradas e complementares para a estruturação e organização da coleta seletiva de materiais recicláveis, através da concessão de incentivo financeiro, sob a denominação de Bolsa Reciclagem e pagamento por serviços prestados, nos termos da Lei nº 248/2013. “Lei Municipal nº 248/2013.

Inicialmente o Programa que foi as ruas em fevereiro de 2012, aconteceu em apenas um bairro da cidade e em duas ruas do centro comercial e com apenas quatro catadores que acreditaram na proposta, a metodologia é Lixo seco e úmido ,em dias alternados da coleta convencional de limpeza urbana. Tem alguns diferenciais que corroboram para sucesso deste Programa, entre eles o sistema de comunicação, caixa de som no carro da coleta, spot educativos, chamadas informativas sobre segregação correta dos resíduos e forma de participação popular e outro aspecto é programa de educação ambiental com comunidade e instituições escolares.

Dentre as principais dificuldades nos anos iniciais podemos citar: A infraestrutura do galpão de triagem, com instalações precárias, ausência de energia, falta de equipamentos adequados; a instabilidade do mercado de reciclado , a venda para atravessadores ; a Adequação do sistema de coleta residencial onde evolui de 10% da população atendida no ano primeiro ano de 2012 para 75 % no ano final da pesquisa 2014, tendo avançado para 100% das residências atendidas porta a porta em 2016.

Uma das maiores preocupações do Programa sempre foi à inclusão social dos catadores tendo como característica principal a valorização e a capacitação desses trabalhadores. Diversas atividades já foram realizadas nesse sentido, entre elas: Roda de conversas, oficinas de reciclagem, curso de associativismo, curso de gestão integrada de resíduos sólidos, dinâmicas de grupo, fortalecimento da autoestima.

“O associativismo constitui-se numa exigência histórica e profunda de melhorar a qualidade da existência humana. O social é a ambiência normal do humano. O homem como um ser social se agrega. O associativismo é tido como uma das melhores possibilidades, pois faz com que a troca de experiências e a convivência entre as pessoas se constituam em oportunidades de crescimento e desenvolvimento.”
Canterle,2004.

É preciso qualifica-los para que possam se autogerirem, por meio da melhora da escolaridade desses trabalhadores, pois a grande maioria se classificou como não alfabetizados ou semianalfabetos.

Outro desafio é inserir catadores autônomos existentes no município, estimulando sua filiação à Associação. Ressaltamos ainda que média de salário dos catadores de Crateús (R\$ 650,00) (ANDRADE, 2014), que fazem parte do Programa de Coleta Seletiva é superior à média Brasil (R\$ 571,56) nordeste (R\$ 459,34) e Ceará (R\$ 445,00), segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013).

No Brasil existem fortes índices de município que começaram bem seus programas de coleta seletiva e após alguns meses fragilizam. O diferencial está exatamente na dinâmica, na criatividade, no acreditar na educação ambiental como um elemento de transformação.

4.1. Dimensão Social

As pessoas que trabalham com a coleta de materiais recicláveis, em sua grande maioria, vivem em situação de vulnerabilidade. Muitos, por falta de capacitação e oportunidades, acabam encontrando na catação de lixo a única maneira de sobrevivência, ficando expostos às mais variadas doenças. Projetos que sejam capazes de mobilizar, capacitar e dar o suporte necessário aos catadores, para que trabalhem em condições humanas e dignas, devem ser multiplicados e apoiados. Para que isso aconteça, é necessário que se fomentem arranjos de cooperação e associação, e que se obedeçam às diretrizes da legislação.

A preocupação do programa de coleta seletiva de Crateús em garantir meios para que os catadores de materiais recicláveis da Associação tivessem condições dignas de realizarem seu trabalho, além do resgate da autoestima, são as preocupações centrais do programa. A maioria dos catadores filiados se declararam não alfabetizados ou semi-alfabetizados. As mulheres, no geral, apresentaram pequena diferença em relação aos homens, que na sua grande maioria possuem escolaridade menor do que elas. A presidência da Associação no ano inicial foi uma mulher. A divisão

do trabalho não é fixa, porém, a maioria das mulheres trabalha no galpão de triagem, enquanto os homens são responsáveis pela coleta nas ruas. Esta coleta, como informado anteriormente, é realizada com caminhão alugado pela Prefeitura em seis bairros da cidade e em dias alternados à coleta convencional.

No ano de 2011 quando projeto foi idealizado acreditava-se que passaria mais de um ano em apenas um bairro da cidade e no centro comercial por entender que seria difícil a mobilização e sensibilização dos moradores, se assim tivesse ocorrido à evolução em 2012 não passaria de 10% da população. Para surpresa do gestor em exercício e nós que estávamos na coordenação do programa e confirmando-se que estávamos trabalhando com as estratégias certas, a abrangência foi crescendo de maneira muito positiva ao longo dos anos. Em 2012 atendemos 30% da população urbana, em 2013 avançou para 50% e inicia-se a coleta na zona rural no total de apenas 10% e em 2014 o programa passa atender 75% da população urbana e 50% da rural. E nos dias atuais atende 100% da população urbana e 75% da zona rural.

Os sócios da Associação RECICRATIÚ são os responsáveis diretos pela abordagem nas residências, pois são eles que fazem a coleta seletiva domiciliar, desta forma a relação é pautada em confiança, em conscientização, numa relação de troca onde os catadores prestam um serviço necessário e os moradores ajudam a gerar renda e juntos preservam o meio ambiente e dividem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

4.2- Dimensão Econômica

A viabilidade econômica dos negócios é característica fundamental para a sobrevivência dos mesmos. Com a coleta seletiva não é diferente. É preciso enxergar além da contribuição ambiental que tal atividade proporciona, e que a mesma seja vista como um negócio, e como tal, seja viável. Garantir a rentabilidade de programas de coleta seletiva, principalmente daqueles que mantêm parcerias com associações e cooperativas de catadores, significa

também ganho social, à medida que proporciona emprego e renda para uma faixa da população com menos oportunidades e qualificação, que é aquela formada por catadores e catadoras de materiais recicláveis.

Desta forma, preliminarmente, é necessário garantir a existência de mercados que sejam capazes de absorver a demanda de resíduos coletados e triados. A inexistência desses mercados ou desconexão destes com as cooperativas de catadores, e que muitas vezes só absorvem pequena parte dos tipos de resíduos coletados, além dos preços flutuantes e sazonais, são fatores que muitas vezes inviabilizam programas de coleta seletiva, principalmente em municípios de pequeno e médio porte, cujos volumes de resíduos gerados são menores.

4.3- Proposta de Educação Ambiental

(...) As crianças tem necessidade de pão, do pão do corpo e do pão do espírito, mas necessitam ainda mais do seu olhar, da sua voz, do seu pensamento e da sua promessa. Precisam sentir que encontraram, em você e na sua escola, a ressonância de falar com alguém que as escute, de escrever alguém que leia ou as compreenda, de produzir alguma coisa de útil e belo que é a expressão de tudo o que trazem nelas de generoso e superior (FREINET, 1967)

O maior desafio da educação sob uma perspectiva política ambiental, requer enfatizar como um seus objetivos centrais que as pessoas que educam cresçam em suas dimensões individuais e , através de uma pertinência ativa em instâncias cidadãos . Dessa maneira busca-se que o desenvolvimento do Programa tenha como base a Educação Ambiental. Dentre as atividades que são desenvolvidas, destacam-se:

- ✓ Palestras educativas em Escolas, Igrejas, Associações de bairros;

Acredita-se que a informação pode levar as pessoas a uma mudança de hábitos, por isso a proposta é atender todos os setores da sociedade.

- ✓ Oficinas de Reutilização e Reciclagem de material;

Embora tenhamos conhecimento que as oficinas não irão resolver o problema dos resíduos, não podemos a anular a importância lúdica das mesmas, atraem a atenção para informação que deseja-se que seja repassada.

- ✓ Curso de capacitação com Educadores;

O objetivo principal desta formação com educadores foi instruí-los sobre educação ambiental formal, pensar na temática como sendo parte do currículo escolar, o mesmo foi ministrado pela Professora Dr^a Arlinda César, Presidente do Instituto Venturi.

- ✓ Curso de capacitação técnica com catadores e Professores;

Pensando na capacitação continua dos catadores, realizou-se um curso de Resíduos eletrônico, com a Dr^a Lúcia Xavier em parceria com Fundação Joaquim Nabuco –PE. Essa capacitação promoveu o enorme avanço ao Programa, os catadores passaram até maior alta estima e compreender que o universo de reciclagem é bem mais amplo do que eles estavam acostumados.

- ✓ Campanhas educativas;

Pensando que informação tem que estar onde as pessoas estão, realiza-se com frequências campanhas públicas de incentivo a participação no Programa.

- ✓ Implantação do Local de Entrega Voluntária Escolar (LEVE).

Uma proposta inovadora do Instituto Brasil Solidário – IBS que soma-se com o Programa de Coleta Seletiva de Crateús ,hoje executado pela

Prefeitura Municipal através da Secretaria de Meio Ambiente e Associação de Catadores RECICRATIÚ.

O projeto teve início em fevereiro de 2014, com apenas 4 escolas municipais, o mesmo já está ampliado em 25 escolas, semanalmente o material (pet e papel) são devidamente pesados pela associação, onde é realizado um controle e trimestralmente é realizado um reembolso de 20% do valor de mercado dos produtos, para escola como forma de incentivo ambiental, na ocasião de acordo com valor arrecadado a escola comunica aos catadores o que precisa ser comprado e eles mesmos fazem a entrega para as crianças. Os demais materiais são doados para RECICRATIÚ. É importante ressaltar a importância do material está separado para facilitar a pesagem.

“O LEVE foi idealizado para incentivar a comunidade escolar na continuidade de ações ambientais voltadas para sustentabilidade de gestão de resíduos sólidos, é uma alternativa LEVE de se cuidar do meio ambiente e ainda ajudar muitas pessoas a ganharem a vida”. Márcia Andrade- Coordenadora do Programa.

É importante ressaltar ainda que a própria legislação Resíduos Sólidos prevê de acordo com o decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, descreve em seu Capítulo II, Título IX Sobre a Educação Ambiental:

Acredita-se que um dos grandes segredos do Programa trata-se do fato do mesmo ter sido idealizado, está sendo gerido e tem sido pensando por educadores. Não dá pra imaginar este Programa sem ser alicerçada na Educação Ambiental. A legislação acima citada está presente dentro do processo educacional, uma vez que a Educação ambiental é trabalhada de forma informal e formal.

4.4- Relevâncias intermunicipal e interestadual

Mesmo antes do Premio Nacional o Programa já tinha saído dos limites municipais através da parceria com Instituto Brasil Solidário que tem um Programa de desenvolvimento sustentável-Amigos do Planeta na Escola e que realiza suas atividades em diferentes estados do Brasil e uma das principais referências da ONG é a coleta seletiva de Crateús, tendo em vista que a ideia nasce lá atrás no ano de 2009 dentro de um trabalho escolar que toma um hábito municipal.

O Instituto Brasil Solidário (IBS) traz uma proposta de formação ambiental para educadores por onde atua, buscando aproveitar o potencial de cada comunidade e proporcionando troca de conhecimentos onde o sujeito passa a ser ativo no processo ambiental local. Objetiva-se através do presente trabalho Analisar a metodologia que IBS utiliza em seus trabalhos ambientais em escolas públicas de vários estados do Brasil proporcionando sustentabilidade, compreendendo como tais propostas são aceitas pela comunidade e como estas tecnologias sustentáveis produzem transformação no meio ambiente escolar e comunitário.

O trabalho já serviu de referência para os municípios de Novo Oriente-CE; Ipaporanga- CE, municípios vizinhos que tem sido orientados por Crateús. Muitos municípios Cearenses já visitaram Crateús para conhecer o Programa, entre eles: Canindé, Granja, de cunho interestadual através do Instituto Brasil Solidário- IBS, realizou trabalho de assessoria ambiental para implantação de Coleta Seletiva em Cabaceiras- PB; São Raimundo Nonato- PI; Balsas- MA; Tracuateua- PA; Carolina-MA; Novo Acordo – TO; Boquira- BA; Ibitiara-BA e Gentil do Ouro-BA.

4.5- Prêmio cidade pró-catador

O premio Cidade Pró Catador, que Crateús recebeu no ano de 2013, vem consolidar esta referência nacional, Dando mais força ao programa e ajudando a concretizar novas parcerias.

O Prêmio Cidade Pró-Catador reconhecerá boas práticas de inclusão social e econômica de catadores de materiais recicláveis, em especial na

implantação da coleta seletiva. Serão premiadas quatro iniciativas de municípios que se destacam no desenvolvimento de políticas públicas junto aos catadores.

Promovido pela Secretaria-Geral da Presidência da República, o Prêmio tem a parceria do Ministério do Meio Ambiente, Fundação Banco do Brasil, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. Dirigido aos municípios cujas práticas estejam em sintonia com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Prêmio visa reconhecer as iniciativas de integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis em ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Algumas cidades já mantêm políticas que possibilitam a inclusão de pessoas de baixa renda contribuindo para os esforços do governo federal na superação da pobreza extrema.

O Prêmio Cidade Pró-Catador tem como objetivos reconhecer e dar visibilidade às prefeituras cujas práticas com inclusão social e econômica de catadores possam ser referências para incentivar outros municípios a também implementarem iniciativas nesse campo; aprofundar o conhecimento dos gestores públicos federais, estaduais e municipais sobre políticas públicas de reciclagem, coleta seletiva e inclusão social e econômica de catadores e criar um banco de boas práticas municipalistas.

Os quatro municípios vencedores - Arroio Grande (Rio Grande do Sul), Bonito de Santa Fé (Paraíba), Cratêus (Ceará) e Ourinhos (São Paulo) – receberam o prêmio em dezembro durante cerimônia, em Brasília, com a presidente da República Dilma Rousseff. Além disso, um gestor público e um catador de cada município ganhador participaram de uma visita à Itália, de 5 a 12 de abril, para conhecer a experiência com o tratamento de resíduos das cidades de Turim e Roma.(CEMPRE 2013).

A premiação não foi em dinheiro e nem equipamentos apesar de ainda ser uma necessidade do Programa. Mas o reconhecimento consequentemente atraiu novos parceiros e fortaleceu os parceiros já existentes. Aumentou a demanda de visitas e palestras o que nos dá oportunidade de divulgar ainda mais as ações.

5- Resultados e Discussões

Em linhas gerais o Programa de Coleta seletiva apresenta os seguintes os números de toneladas coletadas 2012 (150 toneladas); 2013(236 toneladas) ; 2014 (340 toneladas); 2015 (395 toneladas) e 2016 estima-se cerca de 420 toneladas.

5.1- Análise de sustentabilidade com relação ao material coletado

O mercado de reciclável é instável realidade apresentada no primeiro ano do Programa, o mercado que compra o material coletado ainda é muito restrito, fazendo com que a Associação tenha que armazenar o resíduo triado durante certo período de tempo, geralmente de um mês para outro, para que possa vendê-lo. Além disso, o preço pago é incapaz de garantir a autossuficiência da Associação de Catadores, o que obriga a Prefeitura Municipal arcar com a maior parte dos custos de manutenção da Associação. Desde meados de 2013 todo material já é vendido diretamente para capital, otimizando os valores por tipologia, melhorando as condições da Associação.

O galpão de triagem está localizado numa área afastada do centro municipal, o que dificulta a sua operação. A energia elétrica do galpão foi instalada somente depois de 6 meses do programa. Antes disso, os resíduos coletados não eram prensados, o que influenciava no valor de venda. Esta é a realidade de 2012 e acordo com relatório da coleta seletiva publicado no mesmo ano, em meados de 2014, a dificuldade é a urgência para ampliação da central de triagem ,o espaço hoje está saturado tendo em vista a quantidade de material que tem sido coletado.

O conjunto dessas dificuldades representa a principal barreira para a sustentabilidade econômica do programa de coleta seletiva, sendo necessário superá-las, assim como procurar alternativas viáveis que sejam capazes de garantir a continuidade da coleta seletiva no município. Desta maneira podemos descrever abaixo um panorama deste grau de sustentabilidade nos três anos iniciais do Programa.

Os indicadores usados foram:

- fórmula de cálculo deste indicador é a razão entre o lucro mensal da associação sobre a quantidade de material vendido no mês. Este indicador informa o valor médio de venda do material coletado e triado.
- A fórmula de cálculo deste indicador é a razão entre o custo mensal da Prefeitura com a coleta seletiva e a quantidade de resíduos coletados por mês.
- Comparação entre Lucro e o custo.

Para tratar das questões relacionadas à sustentabilidade, assim como foi definido em 2002, é necessária maior integração das três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental.

A imagem do tripé é perfeita para entender a sustentabilidade. No tripé estão contidos os aspectos econômicos, ambientais e sociais, que devem interagir, de forma holística, para satisfazer o conceito. Sem estes três pilares a sustentabilidade não se sustenta. Ainda são discutidos novos pilares, como a questão cultural, tecnológica, para complementar a sustentação da questão como um todo.

Acredita-se, porém que somente quando estes valores começarem a se equipararem, veremos indícios da sustentabilidade econômica do programa, uma vez que já concluímos que o mesmo já é sustentável nos dois outros pilares fundamentais, social e ambiental.

5.1.1- Dados do ano de 2012

No ano de 2012, primeiro ano do Programa observou realidade refletida no gráfico abaixo, que mostra a instabilidade do Programa, onde os custos com a coleta estão bem superiores ao lucro da Associação.

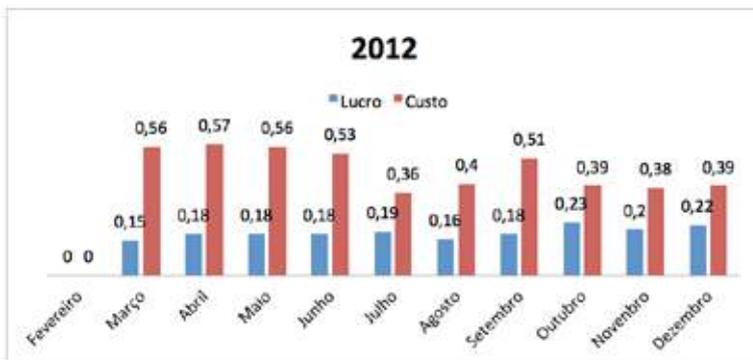


Gráfico 1: Comparativo entre lucro e custo da coleta seletiva no ano de 2012

5.1.2- Dados do ano de 2013

No ano de 2013, observamos um grande diferencial a partir do segundo semestre isso ocorreu pelo fato da Associação de Catadores ter recebido uma acessória comercial que ajudou a otimizar a venda material diretamente para as recicladoras, saindo assim das mãos dos atravessadores locais.

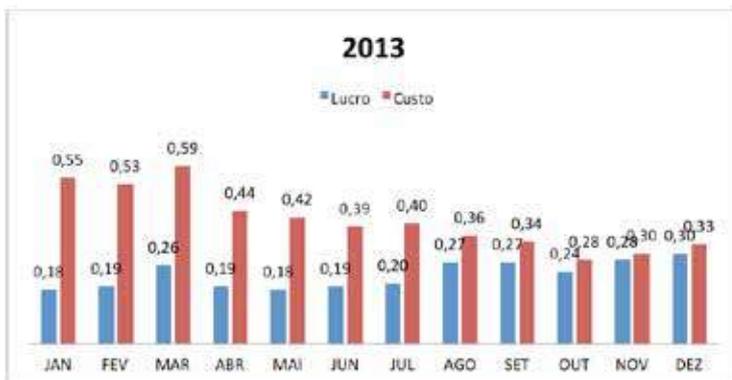


Gráfico 2: Comparativo entre lucro e custo da coleta seletiva no ano de 2013.

No ano seguinte o programa passa por uma mega ampliação, onde o grande diferencial é a coleta seletiva na zona rural da cidade, lugares distantes

que jamais sonharam em ter uma coleta de lixo convencional sequer uma seletiva, onde todo lixo era queimado, provocando assim muitas doenças respiratórias aos moradores. Fizemos uma análise do primeiro semestre de 2014, com os mesmos indicadores anteriores. De acordo com representante da prefeitura os custos aumentaram muito por conta da ampliação na zona rural e em mais cinco bairros da cidade. Como esta ampliação não foi gradativa como nos anos anteriores, o Secretário de Meio Ambiente, Wanderley Marques destacou que:

“Uma vez que a ampliação tinha sido aprovada na câmara municipal e teríamos recurso para outro caminhão, ficar com este transporte parado esperando uma ampliação gradativa, o que seria mais prudente, seria perder dinheiro, por isso esta ampliação ousada. Reconheço que a educação ambiental demorar um pouco mais e os resultados serão mais lentos”.

Observa-se no quinto mês de ampliação os resultados da educação ambiental começam a aparecer, outro fator relevante é que por conta da ampliação deve a Associação deve que aumentar muito o número de associados.

5.1.3- Dados do ano de 2014



Gráfico 3: Comparativo entre lucro e custo da coleta seletiva no ano de 2014

Neste momento podemos fazer uma parametrização entre os resultados da pesquisa acadêmica, onde foram analisados os anos de 2012 ameaçados de 2014. Nesta nova proposta seguimos uma análise no segundo semestre de 2014 ao primeiro semestre de 2016. Assim como no relato anterior no de 2014 houve uma grande ampliação do programa e índices de sustentabilidade aparecem com muita clareza no segundo semestre, onde os custos se equiparam ao lucro, há meses como setembro e novembro que os lucros foram superiores.

5.1.4- Dados do ano de 2015

A crise econômica que o país enfrenta afeta direta ou indiretamente a todas as classes sociais, independente da renda e do tipo de função desempenhada. No ramo da reciclagem não é diferente em todo país famílias que vivem da coleta de materiais recicláveis sentem o impacto. Os catadores da Associação RECICRATIÚ relatam que houve uma efetiva queda no preço dos materiais, exemplo: PET vendido a R\$ 1,60 caem para R\$ 0,80 centavos esta tipologia corresponde há 20 % do material coletado pelos catadores. Papelão que corresponde a 42% da arrecadação, caiu de R\$ 0,32 centavos para R\$ 0,22 centavos, entres outros itens que também sofreram alteração de valores.

Dessa forma fazemos a leitura do gráfico abaixo, observando que toda essa crise trouxe ao Programa uma insustentabilidade econômica, 2015 tornou-se o ano de maiores dificuldades, onde os custos com Coleta Seletiva formam bem superiores aos lucros no primeiro semestre e a partir do segundo período do ano com reforço do processo de educação ambiental os índices começam a melhorar. Importante ressaltar que os preços dos materiais não reagiram e esta evolução no quadro dar-se pela efetiva participação da população.



Gráfico 4 : Comparativo entre lucro e custo da coleta seletiva no ano de 2015

5.1.6- Dados do ano de 2016

Os dados abaixo relatam uma vivencia semelhante ao ano anterior, uma insustentabilidade com base na crise que pais enfrenta. Os índices do primeiro semestre nos deixa em alerta em continuo trabalho de educação ambiental, garantindo que os resíduos produzidos encontre a destinação correta, que todos os produtos voltem ao ciclo de vida através do processo de reciclagem .



Gráfico 5 : Comparativo entre lucro e custo da coleta seletiva no ano de 2016

6- Considerações finais

No processo de ampliação da RECICRATIÚ, definiu-se como meta a criação de um polo de valoração de resíduos sólidos com núcleo de triagem, centro de convivência, pesquisa e capacitação para unidade de beneficiamento capazes de agregar valores aos materiais recicláveis. Tendo ainda como objetivos: Sedar futuras instalações de indústria de reciclagem; estimular formação de mercado local e regional; Formação de consórcio municipal com possível replicação estadual e nacional.

Na pesquisa destacou-se entre as principais demandas para fortalecimento e continuidade do Programa a busca de novas parcerias com setor empresarial, bem como melhorar os vínculos com os parceiros já existentes seja de cunho governamental, ONGs entre outros.

Acreditamos quanto mais se investir em reciclagem em programas de coleta seletiva, mais estaremos perto de desvendar os nós desta temática, considerada um dos maiores problemas ambientais do Brasil “o lixo”. Mais do que programas, campanhas os municípios devem começar a planejar em instituir coleta seletiva como política pública de limpeza urbana, desta maneira estas iniciativas terão menos chances de fracassarem.

Por mais diferentes geograficamente, culturalmente que municípios possam ser, com boa vontade política, com políticas públicas eficazes e mobilização social veremos este índices de coleta seletiva avançarem ainda mais.

O programa de coleta seletiva de Crateús é um excelente exemplo de preocupação ambiental e social desenvolvido no semiárido cearense. Apesar das muitas dificuldades e desafios existentes, o programa permanece vivo, pela vontade e pela persistência da Associação de Catadores - RECICRATIÚ e da Prefeitura Municipal e toda população que tem contribuído efetivamente na separação dos seus resíduos.

É preciso que se incentivem e ampliem programas como esse, principalmente na região, para que mais oportunidades de negócios sejam criadas, além de emprego e renda, contribuindo assim para o atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ademais, a experiência de

Crateús pode servir de excelente referência para outras iniciativas a serem criadas no semiárido nordestino.

Após a análise das informações e resultados obtidos é possível constatar o potencial promissor que a Associação pode desempenhar se devidamente estruturada. No intuito de promover a ampliação do Programa de Coleta Seletiva assegurando o seguimento das ações executadas, torna-se imprescindível a busca por maiores investimentos e parcerias com Instituições que tenham interesse pelo mercado de recicláveis.

Devem ser implementadas estratégias para aumentar a produção de materiais pela Associação como: cumprir as metas estabelecidas; capacitar e facilitar a entrada de catadores; aumentar a sua divulgação (banners, folders, jornais, rádio e internet); adquirir novos equipamentos, elaborar projetos visando a obtenção de maiores financiamentos para a expansão da Cooperativa; incluir outros municípios ao Programa de Coleta; e agregar valores aos materiais comercializados por meio de seu beneficiamento conferindo-lhe vantagem competitiva em relação a outros mercados atuantes na área, possibilitando a ampliação dos negócios na região e despertando o interesse das indústrias que irão passar a comprá-los.

Com esta nova perspectiva de ampliação, incluir ainda mais catadores, envolver mais a população e com a efetiva formação do Pólo de valoração de material reciclável. Afirma-se com base nos resultados apresentados, que o Programa de Coleta Seletiva continuará sendo modelo de sustentabilidade socioambiental e econômica para que outros municípios possam também diminuir seus problemas relacionados aos resíduos sólidos. Embora haja visivelmente uma instabilidade nos índices de sustentabilidade no eixo da economia, há uma efetiva sustentabilidade social, tanto pela inclusão de catadores, como pelo envolvimento da população e destacamos ainda o eixo ambiental, a cidade passa por enorme desenvolvimento tanto na conscientização dos moradores como nas atitudes dos mesmos.

Referências

ALVARENGA, M. ESTELBINA. Metodologia da investigação quantitativa e qualitativa. Assunção, 2012.

ANDRADE, Márcia Cristina Sabóia de: Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Recicláveis em uma abordagem socioambiental e econômica e suas contribuições intermunicipais, um estudo de caso da Cidade de Crateús-Ceará-BR. /- Asunción, 2014. Dissertação (Mestrado) – Apresentada ao Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental com concentração na área de Gestão de Resíduos Sólidos da Universidad San Carlos de Asunción, 2014.

ANDRADE, Márcia Cristina Sabóia de; MARQUES, Ieda Maria Alves. Escolas Sustentáveis: Uma proposta do Instituto Brasil Solidário-IBS, na formação ambiental de educadores brasileiros. Artigo científico publicado Congresso em Natal-RN.

ANDRADE, Márcia Cristina Sabóia de; MARQUES, Ieda Maria Alves. Análise da implantação e desenvolvimento do Programa de Coleta Seletiva de Crateús-CE em 2012.

Arnaldo Jardim, Consuelo Yoshida, José Valverde Machado Filho-Barueri, SP: Manole ,2012. (coleção ambiental).

A Complexidade ambiental / Enrique Leff, tradução de Eliete Wolff. São Paulo: Cortez, 2003.

BESEN,G.R.;GUNTHER,W.M.R.;RODRIGUES,A.C. *et al.* Resíduos Sólidos: Vulnerabilidade e perspectivas . In: SALDIVA, P. *et al* . Meio ambiente e saúde: O desafio das metrópoles. São Paulo : Ex Libris, 2010.

BRASIL. Lei n.º 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/l12305.htm>. Acesso em: 10 out. 2013.

CASTRO, RS (ong). Pensamento complexo, dialética e Educação Ambiental. Cortez Editora, 2006.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRES.

Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos – Relatório de pesquisa – IPEA- Instituto de pesquisa econômica aplicada – 2012.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005

Epistemologia Ambiental /Enrique Leff: Tradução Sandra Valenzuela: revisão técnica de Paulo Freire Vieira .- 4.ed. revista- São Paulo : Cortez, 2007.

ENCONTROS e caminhos: Formação de educadores ambientais e Coletivos educadores.

FERREIRA, Daniela Assis Alves. A informação no projeto de coleta seletiva de papel nas unidades pertencentes à UFMG. 2003. 17-21f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

FREINET, Célestin. Pedagogia do bom senso. São Paulo, Scipione, 1967.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010: Ceará. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=23&dados=0>>. Acesso em: 9 out. 2013.

LEI 12.305/2010 (LEI ORDINÁRIA) 02/08/2010 Institui a Política Nacional de

Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

Indicadores de Sustentabilidade para Programas Municipais de Coleta Seletiva – Métodos e Técnicas de Avaliação, de Gina Rizpah Besen

ROVERIEGO, L. F. V. Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares. 2004. 12-75 f.

Resíduos Sólidos: Manual de boas Práticas no planejamento. ISWA-Associação Internacional de Resíduos-2013.

SANTOS, M.C.L., GONÇALVES-DIAS, S.L.F., 2012. Resíduos sólidos Urbanos e seus impactos socioambientais (Org), São Paulo : IEE-USP, 2012.

SOUZA, Wanderley Marques de; ANDRADE, Márcia Cristina Sabóia de. Otimização e Expansão do Mercado de Reciclagem em Crateús. Crateús, 2013.

O reúso de PET como opção de matéria-prima secundária na indústria química: estudo de caso em uma indústria de tintas imobiliárias na Região Metropolitana do Recife (PE)

Renata Magdala Garcia, Ivo Vasconcelos Pedrosa, Eden Cavalcanti de Albuquerque Junior

Resumo - Este capítulo busca apresentar os resultados de pesquisa realizada numa indústria de tintas imobiliárias. As tintas são produtos fundamentais, onde quer que se olhe ao redor ou para qualquer item que se fabrique: nos produtos da construção civil, veículos automotivos, móveis, eletrodomésticos, vestuário, equipamentos e artesanatos. O objetivo da pesquisa foi investigar a viabilidade técnica e econômica da utilização de matéria-prima resultante da reciclagem de embalagens de Politerftalato de Etileno - PET. O constante uso dos insumos provenientes da natureza vem se alterando ao longo da história da indústria química com o desenvolvimento tecnológico de processos e materiais. A comunidade científica e a sociedade mundial em geral têm procurado defender a adoção de critérios de sustentabilidade em todos os setores produtivos. Na indústria química, esses critérios incluem a substituição de matérias-primas convencionais por outras substitutas ou similares, de origem renovável. Para ajudar a resolver esse problema, destaca-se a reciclagem mecânica do PET pós-consumo, visando obter pó, *flake* ou grão. Esses se mostram uma alternativa bastante interessante ao PET originado de material virgem. Os resultados deste estudo revelaram viabilidade técnica, mas, quanto à viabilidade econômica, no entanto, mostram dificuldades atuais com a oferta de matéria-prima reciclada a preços **não** competitivos, comparados com a matéria-prima convencional.

12.1. A indústria química: especialidade de tintas imobiliárias

A indústria química está presente em quase todos os bens de consumo e em todas as atividades econômicas, oferecendo soluções e contribuindo para a melhoria dos processos e a qualidade dos mais variados produtos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM (2013), as inovações em produtos ocasionam um efetivo crescimento nessa tipologia industrial de maneira geral. Com isso, há a necessidade de criação de novos produtos e serviços nos setores de pesquisa e desenvolvimento destas indústrias, de que resultam o aperfeiçoamento e inovações que sustentam o seu crescimento.

Composta por produtos das linhas imobiliária, industrial e automotiva, a indústria química do segmento de tintas imobiliária tem índices significativos de crescimento e um enorme potencial para aumento desse crescimento. No mercado brasileiro o ramo de tintas já é bastante expressivo. Mesmo que muitas vezes passem despercebidas, as tintas são produtos fundamentais onde quer que se olhe ao redor ou para qualquer item que se fabrique: construção civil, veículos automotivos, móveis, eletrodomésticos, vestuário, equipamentos e artesanatos. Já ultrapassa a marca de um bilhão de litros a quantidade de tintas produzidos anualmente. Este volume coloca o Brasil como um dos maiores produtores mundiais de tintas, com um mercado formado por grandes empresas (nacionais e multinacionais) e fabricantes de médio e pequeno porte, voltados para o consumo em geral e para segmentos com necessidades específicas (COELHO *et al.*, 2008).

12.2. Matérias-primas usadas na indústria química de tintas imobiliárias

A Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM (2013) destaca que desde o século XX ocorre grande desenvolvimento tecnológico na área de tintas e similares, o que tem levado a alterações nas matérias-primas, sejam elas oriundas de derivados de petróleo ou não.

Os insumos para indústria química, também utilizados hoje em inúmeros segmentos da indústria de transformação, são obtidos principalmente a partir de matérias-primas provenientes do petróleo e seus derivados como a nafta, benzeno, xileno, aguarrás. Essas são matérias-primas básicas para uma série de produtos, que são chamados de petroquímicos (porque são produzidos a partir do petróleo, pela indústria química).

Na produção de tintas imobiliárias, tem-se uma enorme diversidade de matérias-primas, entre elas: cargas minerais, aditivos e pigmentos. Produz-se grande variedade de tintas para os mais diversificados fins a serem aplicados nos diferentes tipos de superfícies (COELHO *et al.*, 2008).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM (2013), uma das principais estratégias utilizadas atualmente pelas indústrias químicas é o uso de matérias-primas competitivas, firmando-se parcerias com fornecedores para garantia de disponibilidade de volume com otimização de processos, condições comerciais diferenciadas e cláusulas de qualidade assegurada estabelecidas nos contratos formais.

Ainda segundo Coelho *et al.* (2008), as resinas alquídicas, também uma categoria de matérias-primas de muita importância na indústria de tintas e indispensáveis na produção de tintas à base de solvente, contribuem para propriedades como flexibilidade, durabilidade, adesão e brilho das superfícies desses produtos. Também são de grande interesse pelo baixo custo se comparadas com outras resinas para fabricação de tintas, apresentando eficácia e facilidade em sua aplicação.

Guner, Yagci e Erciyas (2006) mencionam que as resinas alquídicas, usadas na fabricação de tintas, ao longo dos anos foram ganhando importância principalmente devido a fatores econômicos e pela facilidade de aplicação. Além disso, são polímeros biologicamente degradáveis devido ao uso de óleo vegetal e glicerina em sua composição.

O constante uso dos insumos provenientes da natureza vem se alterando ao longo da história da indústria química com o desenvolvimento tecnológico de processos e materiais. Com grande preocupação com a disponibilidade do petróleo, cujos poços têm tempo limitado para a exploração e também a preocupação associada à emissão de gases que elevam a tempe-

ratura na Terra, esses fatores levam a comunidade científica e a sociedade mundial em geral a defender a adoção de critérios de sustentabilidade em todos os setores produtivos. Na indústria química, esses critérios incluem a substituição de matérias-primas convencionais por outras substitutas ou similares, de origem renováveis (WONGTSCHOSKI, 2002).

Dentre as possibilidades para auxiliar na resolução deste problema, destaca-se a reciclagem mecânica do PET pós-consumo, visando obter pó, *flake* ou grão. Esses se mostram como uma alternativa bastante interessante ao PET originado de material virgem, pois permite obter novos materiais conservando o teor de cada componente, modificando apenas as propriedades físicas, sendo, assim, possível obter um material reciclado para aproveitamento industrial.

As resinas alquídicas, como menciona Hartmann (2011), destacam-se pelo excelente equilíbrio custo/desempenho, pelo alto brilho do acabamento da tinta na superfície recomendada e pela utilização de ampla gama de recursos renováveis.

Os resultados deste estudo revelaram viabilidade técnica, mas quanto à viabilidade econômica, no entanto, mostram dificuldades atuais, seja com a oferta de matéria-prima reciclada, a preços não competitivos, quando observada a elevação recente dos preços do PET reciclado; seja com os custos de processamento das matérias-primas recicladas se confrontados com os da convencional. No caso da gestão da logística reversa do PET pós-consumo, verifica-se casos nos quais o custo de processamento desta matéria prima secundária pode resultar em valores superiores aos observados para o processamento da matéria prima virgem, desta forma, inviabilizando a reciclagem.

11.3. A embalagem PET: características e o ciclo de vida

Os plásticos são polímeros produzidos a partir de processos petroquímicos. O Politerftalato de Etileno (PET) é um deles, e foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson, afirmam Lima, Sousa e Vieira (2008).

Devido ao fato de ser um material inerte, leve, resistente e transparente, passou a ser utilizado na fabricação de embalagens de bebidas e alimentos no início da década de 1980. Como bem definem Gauto e Rosa (2013) o PET é um polímero termoplástico que possui como características: transparência, brilho, impermeabilidade e leveza e é muito usada nas mais diversificadas indústrias, entre elas a indústria de tintas imobiliárias.

As etapas de fabricação da embalagem PET devem ser analisadas desde a concepção do produto, porque cada uma contém um potencial de otimização ambiental: na escolha das matérias-primas, das tecnologias e dos processos de fabricação, na organização da logística; em seguida, no contexto de uso e na valorização ao final da vida da embalagem. Nesse contexto, Pereira e Santos (2002) apresentam interessante abordagem sobre o ciclo de vida da embalagem.

Neste sentido, a função principal da embalagem está definida entre a fase de concepção e a do consumo. Durante o consumo, podem ser verificados alguns desvios em sua função principal, como por exemplo, problemas de saúde provocados por contaminação ou pelo descarte inadequado, acarretando a produção de resíduos.

O fim de vida dos produtos, por tanto tempo ignorado pelas empresas, tem sido agora considerado como uma responsabilidade ambiental ou uma oportunidade econômica, ou ambos, conclui Palhares (2003).

Geyer e Jackson (2004) prevêm que, no futuro, as empresas que gerenciarem estrategicamente o fim da vida de seus produtos serão mais bem sucedidas, pois estarão criando simultaneamente valor econômico e ambiental, ou seja, uma oportunidade ganha-ganha. A maioria das cadeias produtivas, desta forma, não se encerrará com a venda e entrega do produto, mas incluirá a gestão do fim da vida dos produtos. Para que isso ocorra, as empresas devem considerar a gestão do fim da vida não como uma forma de disposição organizada do produto, mas como um “circuito fechado”, isto é, como estratégia de recuperação do valor econômico e ambiental. A estratégia de fluxo fechado indica que a empresa controla a totalidade do ciclo de vida do produto, notadamente seu fim de vida, enfatiza Kazazian (2005).

12.4. Os problemas com o descarte de PET no meio ambiente

Atualmente a consciência ecológica é fruto das necessidades do ser humano, mas um dos aspectos mais preocupantes de agressão ao meio ambiente é a forma descontrolada como é feita a deposição dos resíduos sólidos. O problema é agravado pelo espaço físico ocupado por esses depósitos urbanos. Como nos países desenvolvidos não há mais espaço para a deposição dos resíduos, foram criados programas para tentar solucionar o problema.

No caso do Brasil, esse problema da falta de espaço é facilmente encontrado nos grandes centros urbanos. Por outro lado, ainda é deficiente a adoção de modelos de aterros sanitários para o resíduo urbano e o que hoje efetivamente existe são áreas reservadas para tal fim, porém sem estarem preparadas para evitar que esse resíduo seja um fator de agressão ambiental, pois, quando a disposição é efetivada em aterros, os plásticos dificultam sua compactação e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, porque criam camadas impermeabilizando o solo que bloqueiam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica. A deposição de resíduo feita em locais não preparados para recebê-lo também gera em seu entorno um grande contingente populacional, que sobrevive tirando seu sustento da exploração do lixo, vivendo em condições sub-humanas nesses ambientes completamente insalubres (PACHECO, 2000).

Pode-se dizer que há organizações para o gerenciamento, porém ainda não **são** eficientes com relação a esse material pós-consumido. Mesmo com as políticas e legislações pertinentes, ainda são insuficientes as **ações relacionadas** com a melhoria das condições de vida das populações que vivem em torno dos “lixões” (PACHECO; HEMAIS, 1999). Para esses autores, a reciclagem é o resultado final de atividades intermediárias de coleta, separação, processamento e distribuição, através da qual materiais pós-consumidos são usados como matéria-prima na manufatura de bens, anteriormente feitos com matéria-prima virgem. O sucesso da reciclagem está diretamente ligado ao fornecimento de a matéria-prima, tecnologia de reciclagem e mercado diferenciado.

Spinacé e Paoli (2005) citam que são muitos os aspectos que levam à reci-

clagem dos resíduos de PET descartados como resíduos sólidos urbanos: a economia de energia, a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima, a redução de custos com disposição final do resíduo, a economia com a recuperação de áreas impactadas pelo mau acondicionamento dos resíduos, o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública e a geração de emprego e renda.

A análise econômica da produção de PET reciclado é importante, pois a matéria-prima da reciclagem é o material pós-consumido, produzido a partir de materiais fabricados com a resina virgem. Por isso, existem vários estudos relacionados à pesquisa para o desenvolvimento de métodos de reciclagem mecânica e química dessa categoria de materiais, principalmente o PET.

Curti e Ruvolo Filho (2006) mencionam que há uma grande preocupação com as questões ambiental e econômica quanto à reutilização dos materiais poliméricos pós-consumo, devido ao grande volume de descarte destes nos lixos urbanos (e em outros lugares inapropriados) e ainda ao valor agregado que esses materiais apresentam.

Para Boustead e Lidgren (1984), o efeito ambiental do sistema de reciclagem de garrafas PET pode ser analisado a partir dos resíduos sólidos, utilização de energia, emissões de poluentes, poluição da água, higiene, impactos na saúde pública, entre outros. A estratégia ambientalmente mais eficaz é a de menor utilização de materiais e processos com o mínimo de energia.

No Brasil, a garrafa PET é um resíduo pós-consumo recentemente amparado por legislação através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010). O retorno do produto para um novo ciclo produtivo é geralmente iniciativa dos catadores ou das cooperativas de recicláveis que recebem o material reunido pelos catadores, seja por meio da cata direta nos logradouros, em condições de trabalho sub-humanas, seja a partir da coleta seletiva. Para alguns, a reciclagem das embalagens PET está em franca ascensão e os avanços tecnológicos estão impulsionando novas aplicações para o PET.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de PET, no entanto, em 2012, somente 58,9% das embalagens PET pós-consumo foram de fato

recicladas, sendo este um índice que pode ser melhorado se ações forem efetivamente implantadas pelo poder público (governos federal, estaduais e municipais), conforme menciona a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que impõe regras e estabelece ações da responsabilidade de empresas e de cidadãos, que ajudem na tarefa da reciclagem. Porém, a dependência da indústria em relação a ações do setor público e de uma categoria de trabalhadores em grande parte informais é uma evidência de que ela não consegue obter lucro sobre os custos em que incorreria na utilização de materiais recicláveis. Para estabelecer um sistema de produção sustentável, do ponto de vista da geração de lucro, na indústria química estudada se faz necessário considerar o impacto econômico de forma adequada e efetiva.

Do ponto de vista de Furtado e Garcia (2008), a reciclagem de PET traz diversos benefícios: a valorização de 1 (uma) tonelada de PET poupa cerca de 5m² de espaço de aterro, utiliza apenas 30 % da energia total necessária para a produção de resina virgem, poupa 130 quilos de petróleo e tem a vantagem de poder ser reciclado várias vezes sem prejudicar a qualidade do produto final.

Para se garantir, porém, o sucesso da reciclagem de polímeros e a continuidade desta prática são necessárias quatro condições básicas: 1) contínuo fornecimento da sucata para uma organização adequada de coleta, separação e processos de pré-tratamento, 2) tecnologia de transformação adequada, 3) mercado firme para o produto reciclado. Na atualidade, afirmam Hendrickson, Lave e McMichael (1995), o abastecimento de materiais recicláveis tem crescido muito mais rapidamente que a capacidade de transformá-los em produtos utilizáveis e o preço desses materiais tem flutuado bastante, tornando difícil o planejamento de um sistema completo. Essa afirmação descreve bem a situação atual contexto nacional brasileiro.

Por suas características, a indústria química pode apontar soluções técnicas para as mais diversas áreas econômicas e sociais, do consumo das famílias ao investimento em construções, das novas áreas de matérias-primas renováveis, ou às novas fontes de energia.

11.5. Processamento da sucata de PET e sua transformação em matéria-prima para a indústria de tinta e resina

No processo de transformação dos plásticos, sempre são gerados resíduos. Tais resíduos podem ser reaproveitados pela própria indústria que o gerou ou comercializados com outras empresas recicladoras, recuperadoras ou revendedoras (CEMPRE, 2010).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de PET, 2013, as etapas da reciclagem de PET **são**

- 1) **Triagem:** os catadores, as cooperativas e a maioria das empresas que comercializam a sucata trabalham com vários materiais recicláveis além das garrafas de PET. Inicialmente, todos esses produtos são separados por material – principalmente metais, plásticos, vidros e papéis. Dentro desses tipos de materiais tem-se uma nova separação entre as variedades de cada material. Entre os plásticos são separados PET, polietileno, polipropileno e todos os outros (Figura 1).

Figura 1 – Sucata de PET (a) e processo de separação manual de garrafas em recicladora (b)



(a)

(b)

- 2) Prensagem: após selecionadas, as garrafas pós-consumo são prensadas e amarradas com cintas, para diminuir seu volume e facilitar o estoque e o transporte (Figura 2).

Figura 2 - Fardos de garrafas PET estocados em recicladora para processo de reciclagem



(a)

(b)

- 3) Transformação: final do processo completo de reciclagem, é a utilização da matéria-prima oriunda das garrafas de PET pós-consumo para a fabricação, no caso deste estudo, de tintas; nessa etapa acontece a revalorização com o processo de moagem e lavagem de PET, produzindo-se a matéria-prima reciclada.

O material obtido após esse processo, denominado *flake*, são pequenos flocos de PET que posteriormente serão reutilizados na indústria química (Figura 3).

Figura 3 – *Flake* de PET incolor



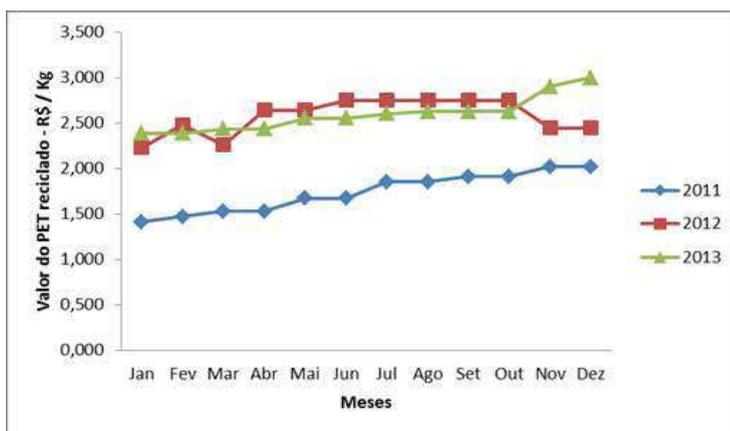
12.6. A inviabilidade econômica do reúso de PET reciclado

Tal análise foi realizada no campo de produção de tintas imobiliárias em que se utilizam de resinas alquídicas para fabricação destas tintas, na qual, habitualmente, eram utilizadas, como matérias-primas, o anidrido ftálico e glicerina, para obtenção de uma tinta de mesma *performance*. Entretanto, a viabilidade econômica da substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima secundária na produção de tintas imobiliárias mostrou-se comprometida pela disponibilidade da matéria-prima residual.

Recentemente, vem-se constatando que manter a produção com PET reciclado está sendo cada vez mais difícil, seja pelos constantes aumentos do preço da matéria prima PET reciclado, em curto espaço de tempo, mas principalmente pela dificuldade de encontrar essa matéria-prima disponível numa quantidade que satisfaça a demanda da indústria analisada.

O PET reciclado é considerado uma *commodity* que o torna um dos principais fatores de competitividade, produtividade e preço. Em concordância com a Associação Brasileira da Indústria de PET (2013), as deficiências de coleta desse material na maioria dos municípios brasileiros são responsáveis por outro aspecto importante: o preço médio do quilo do PET reciclado usado na Região Metropolitana do Recife se elevou significativamente no período 2011-2013 alcançando R\$ 3,00 / kg (sem impostos), como mostra o gráfico (Figura 4).

Figura 4 – Evolução do preço do PET reciclado na Região Metropolitana do Recife no período de jan./2011 a dez./2013. Valores em Reais (líquido de impostos) / kg de PET



Fonte: Garcia, Renata M. (2014).

O uso do PET reciclado na produção da resina alquídica (usada na fabricação de tintas imobiliárias) traz adicionalmente alguns impactos negativos para a indústria. Observando-se os aspectos operacionais e comparando-se o processo de fabricação de tintas com PET reciclado com a fabricação da mesma tinta sem uso desta matéria-prima, tomando-se como referência uma indústria de tintas imobiliárias localizada na Região Metropolitana do Recife, têm-se os seguintes resultados:

a) *tempo de processo*: na fabricação da resina alquídica acrescido do seu tempo de filtração, com o uso de PET reciclado, gasta-se um total de 30 horas para realização de cada lote. Para o mesmo processo sem o uso do PET reciclado são despendidas 25 horas. Observa-se redução de tempo se comparados os dois processos de 5 horas por lote. Nota-se também que o uso de PET tem um adicional de 20 % do tempo de produção por cada lote fabricado;

b) *consumo de energia elétrica*: na produção de resina alquídica com o uso de PET reciclado adicionado à fase de filtragem consome-se um total de 374 kWh por lote produzido; no mesmo processo, sem o uso de PET reciclado, o consumo de energia elétrica é de 318 kWh. Em um ano verifica-se o total gasto com energia elétrica com a produção da resina com PET reciclado 23.936 kWh e sem o uso desta matéria-prima 20.352 kWh. Com o uso do PET reciclado, a fábrica consome adicionalmente 3.584 kWh de energia elétrica;

c) *consumo de gás natural*: para a produção de resina alquídica, com PET reciclado, registrou-se o consumo de 440 m³ por batelada, enquanto que o consumo de gás natural sem o uso de PET reciclado na produção foi de 380 m³. Ao ano tem-se total de consumo de 28.160 m³ de gás natural com a fabricação da resina com PET reciclado; na mesma produção, sem o uso desta matéria-prima, o consumo foi de 24.320 m³;

d) *geração de resíduo (borra de resina com papel)*: nota-se um aumento em 100 % com o uso de PET reciclado no processo, gerando um custo adicional de R\$ 951,99 / ano devido à destinação deste resíduo para co-processamento;

e) *custo de mão de obra*: funcionários (filtradores e operadores) que trabalham diretamente com a fabricação da resina alquídica levam a um acréscimo de R\$ 51,05 por batelada, gerando um aumento do custo de mão de obra anual de R\$ 3.267,20;

f) *manutenção de equipamentos*: sabe-se que quanto mais se usa o equipamento, ou seja, quanto mais horas em utilização mais manutenção é necessária. Porém, esse custo não foi mensurado nesta análise.

Na análise desses custos operacionais com a produção da resina alquídica, com o uso de PET reciclado, em 5 horas adicionais incluindo a produção e a fase de filtração por cada batelada, foram observados:

- aumento no consumo de energia elétrica em 17,6 %; e
- elevação do consumo de gás natural em 15,8 %

o que resultou num maior custo operacional, de 18,3%, o que significa maior custo com manutenção de equipamentos e mão-de-obra nessa produção, aumentando consequentemente o custo da fórmula destas tintas em que se usa o PET reciclado na composição de sua resina.

Outro fato complicador para o uso de PET reciclado é a escassez desse material no mercado pelo motivo da falta de sucata de PET nos meses de maio a agosto, devido à diminuição do consumo de bebidas carbonadas neste período de chuvas. Essa escassez se agrava com o direcionamento do material para a indústria têxtil que demonstra ser um dos principais fatores para o aumento do valor do PET e a indicação de que já falta material no mercado. Em 2012, a participação da indústria têxtil foi de 38% do PET reciclado, e a da indústria química, 24%, conforme mencionam fornecedores da indústria analisada e confirma o Nono Censo da Associação Brasileira da Indústria de PET (2013), ou seja; a indústria química consome menos de $\frac{1}{4}$ de todo PET coletado para reciclagem.

Nota-se nessa análise a inviabilidade econômica do uso de PET reciclado na indústria química analisada por causa do preço elevado do material, consequência direta da limitação da oferta desta matéria-prima. Ainda há,

concordando com Calderoni (1997), uma série de entraves legais, dentre os quais a taxaço federal do resíduo plástico, que, segundo esse autor,    o único material reciclável que não era isento de IPI, taxado em 5%, vide Decreto n   7.619 de 2011¹. E ainda sofre tributa  o quanto ao ICMS (18% no Estado de Pernambuco) e ao PIS/COFINS (9,25%).

A realidade de mercado atual evidencia que a demanda pelas embalagens de PET reciclado    muito maior do que a oferta. O 9   Censo da ABIPET (2013) confirma o quanto está difícil obter o PET. 79% dos entrevistados informam que está tão difícil como antes e que está cada vez mais difícil obter PET para reciclagem. Observa-se que em 2012 a reciclagem desse tipo de material aumentou 12,6% em rela  o ao ano anterior. Com o resultado, o país atingiu um   ndice de reciclagem de 59%, mantendo-se entre os líderes mundiais do setor, o que significa um pouco mais da metade do PET    reciclado.

Mesmo com o atual   ndice de reciclagem de garrafas PET, esse percentual ainda não    um número ótimo, pois    muito precária a coleta da sucata de PET, porque depende de catadores que ainda atuam concomitantemente na cadeia catadores, cooperados e aut  nomos, estes últimos atuando em condi  oes mais precárias e submetidos ao domínio dos "sucateiros". Os recicláveis são comprados por pequenos sucateiros e ferros-velhos, que são os proprietários de galpões onde são acumulados estes materiais. Catadores que desempenham um papel importante como agente ambiental, ajudando na preserva  o do meio ambiente, pela limpeza das vias públicas e ajuda na promo  o do aumento do ciclo de vida dos materiais coletados para reciclagem. Esses catadores não têm um estímulo financeiro por parte do poder público e fazem este trabalho como meio de obten  o de recursos para sobrevivência. Na maior parte das vezes, verifica-se que os catadores priorizam a coleta de latas de alumínio em compara  o    embalagem em PET em razão do peso a ser transportado e do valor pago pelo sucateiro.

Um aspecto relevante    que em épocas chuvosas os catadores reduzem a

¹ O Decreto 7.619 de 2011 ao regulamentar os artigos 5   e 6   da Lei 12.375 de 2010, determina que os estabelecimentos industriais fariam jus, até 31 de dezembro de 2014, ao crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI na aquisi  o de resíduos sólidos a serem utilizados como matérias-primas ou produtos intermediários na fabrica  o de seus produtos.

frequência da coleta de materiais recicláveis. Além desses fatores, tem-se a sensível mudança no comportamento da população em reduzir (ou eliminar) o consumo de bebidas carbonadas, que são armazenadas em latas metálicas e garrafas PET, ao adotar hábitos mais saudáveis em sua alimentação.

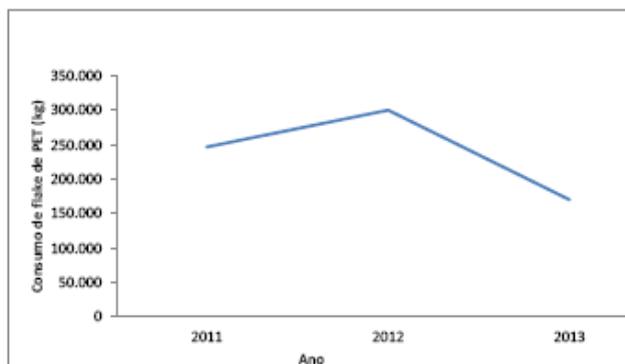
Outro fator importante que é a capacidade ociosa, como fato e mesmo a indústria de reciclagem de PET investindo fortemente em reciclagem, a realidade é que hoje esses recicladores passam por um momento difícil, por não terem coleta suficiente para abastecer seus clientes (fábricas). A coleta seletiva ainda é um desafio para o setor. Em muitos períodos do ano as empresas recicladoras apresentam ociosidade que chega a 30% de sua produção, porque não encontram embalagem pós-consumo para reciclar, agravando assim a questão de custo da matéria-prima e fazendo com que os fornecedores deste material imponham cotas de fornecimento e preço elevado para seus compradores. Muitos projetos de ampliação de capacidade continuam suspensos e novos desenvolvimentos para aplicação do PET reciclado não evoluem pela falta de material.

Sabe-se também que a reciclagem do PET precisa evoluir no que diz respeito a qualidade e confiabilidade. É preciso mudar essa atual realidade para que a indústria de reciclagem tenha oportunidade não só de crescer, mas de ser um mercado formal e qualificado.

Além disso, o mercado de PET reciclado na Região Metropolitana do Recife onde foi feita a análise é caracterizado pela incerteza no suprimento muito mais que na região sudeste, decorrente de fatores como: carência de mão-de-obra qualificada, depósitos e veículos adaptados para fazer as coletas. e - por que não citar? - na inexistência de um canal reverso definido para que este material seja revalorizado e comercializado para as indústrias.

A indústria analisada utilizou entre 2011 e 2013 um total de 716.639 kg de *flake* de PET como matéria-prima para a produção de tinta (figura 5), o que evitou que 17.199.336 garrafas de PET de 2 litros fossem para o meio ambiente.

Figura 5 - Consumo de *flake* de PET entre os anos de 2011, 2012 e 2013



Fonte: Garcia, (2014)

Entende-se que o uso de matéria-prima de origem reciclada na indústria química é um processo que deve ser introduzido de maneira gradativa, efetiva e consistente. E como o compromisso da indústria química é adotar ações concretas para que os padrões, que hoje já se mostram elevados, e que atinjam patamares ainda mais altos no futuro, de forma torná-la mais competitiva, contribuindo ao mesmo tempo para a consciência da sustentabilidade.

Nota-se também que as empresas ainda resistem a comprometer-se com a sustentabilidade porque muitas vezes não há uma afirmação concreta quanto a seus impactos nos negócios, pois também ainda não se tem número suficiente de empresas que tenham se comprometido com as operações sustentáveis em suas atividades. Embora a sustentabilidade possa significar gerar benefícios com a viabilidade de novas oportunidades, quanto ao uso de novos materiais, a adesão fica longe de ser obtida devido a outras estratégias gerenciais mais urgentes. Isso porque a gestão ambiental estratégica ainda está muito carregada de ideologia, concordando com Kurtzman, Griffith e Rifkin (2004).

11.7. Considerações finais

O uso de PET reciclado na indústria química no ramo de tinta imobiliária, neste momento (anos de 2013-2014), na Região Metropolitana do Recife, não é viável e a situação do mercado de PET reciclado é bastante preocupante em termos de disponibilidade da sucata de garrafas PET como matéria-prima, e do impacto dos seus preços sobre os custos. A ideia do desenvolvimento sustentável compreende três dimensões: a econômica, a ambiental e a social. Essas dimensões mostram uma relação interdependente, significando que uma complementa a outra e o que não contemplar uma delas faz com que o desenvolvimento sustentável não seja alcançado. Pelo lado econômico, as organizações como as indústrias precisam ser eficientes para se manterem no mercado ao longo do tempo. De uma perspectiva ambiental, as atividades das empresas e dos indivíduos precisam respeitar a capacidade de carga do planeta Terra, garantindo a disponibilidade dos recursos naturais hoje e sempre. Já a dimensão social, por sua vez, busca garantir que todos aqueles que de alguma forma sejam afetados pelas atividades econômicas (*stakeholders*) não sejam prejudicados pela atividade econômica desenvolvida.

Assim, a pesquisa procurou examinar uma indústria com o pressuposto de que se o processo não der resultado é imediatamente reavaliado e tomadas as decisões de reversão de decisões anteriormente tomadas, como foi o caso da indústria estudada, cuja produção de tintas com uso de PET como matéria-prima foi reavaliada e suspensa devido à falta de material para atender a sua demanda ao longo do ano e também devido à inviabilidade econômica do processo, pelo fato de o aumento do preço do PET reciclado repercutir negativamente no custo de produção da tinta base solvente.

A reciclagem do PET deve ser obtida através da otimização da coleta, em obediência à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), além de profissionalização e comprometimento de todos os atores que compõem a cadeia, inclusive por meio da redução e até mesmo isenção dos impostos. O propósito da indústria química, expresso no Pacto Nacional da Indústria Química, é desenvolver e difundir padrões cada vez mais elevados de responsabilidade e conduta industrial, ambiental e empresarial, promovendo a sustentabilidade nos segmentos dessa indústria.

O empresariado em geral está convencido de que as indústrias têm a necessidade de adotar efetivamente estratégias que promovam a conservação ambiental e, paralelamente, de argumentar que as empresas tenham disponibilidade de material para o contínuo processo de produção e também retorno financeiro com isso. São muitos os desafios, porém sempre há a busca por novas tecnologias e novas formas de produção mais econômicas, enxutas e “verdes”. Por isso, são consideráveis os investimentos na área de pesquisa e desenvolvimento.

É difícil medir aspectos como o impacto da empresa na questão social, e enorme o desafio da sustentabilidade, que exige indicadores para esses aspectos qualitativos e também quantitativos da conduta organizacional. Muitas vezes as ações de sustentabilidade são mais caras, trazendo mais custos financeiros, porém são essenciais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET - ABIPET. **Reciclagem - Benefícios da Reciclagem de PET**. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=49>>. Acesso em 29 abr. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA - ABIQUIM. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/a-industria-quimica/conceito-conjuntura>>. Acesso em: 26 maio 2013.

BOUSTEAD, I.; LIDGREN, K. **Problems in Packaging: The Environmental Issue**. Wiley & Sons, Incorporated, John, 1984.

CALDERONI, S. **Perspectivas econômicas da reciclagem do lixo no município de São Paulo**. 1997. 274f. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo FFCLH-USP, São Paulo, 1997.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM -. **O Desenvolvimento da Indústria da Reciclagem dos Materiais no Brasil: Motivação Econômica ou Benefício Ambiental Conseguído com a Atividade?** São

Paulo: 2010. p 40. Disponível em <http://www.cempre.org.br/>. Acesso em: 13 jul. 2013.

COELHO, L. E. *et al.* **Tintas e Vernizes: Guia técnico ambiental tintas e vernizes - Série P+L.** CETESB. São Paulo. 2008.

CURTI, P. S.; RUVOLO FILHO, A. Estudo cinético da reação heterogênea de despolimerização do PET pós-consumo em meio alcalino: influência da velocidade de agitação. *Polímeros*. v.16, n.4, p. 276-285, 2006.

FURTADO, J.; GARCIA, R. **Relatório setorial final, 2008**, p.112. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PortalIDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impressao.asp?Ist_setor=403>. Acesso em: 6 mai. 2013.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química Industrial.** Série Tekne. Tekne Editora, 2013.

GEYER, R.; JACKSON, T. Supply loops and their constraints: the industrial ecology of recycling and reuse. **California Management Review**, v. 46, n. 2, p.55-73, 2004.

GUNER, F.S.; YAGCI, Y.; ERCIYES, A. T. Polymers from triglyceride oils. *Progress in Polymer Science*, v.31, n.7, p.633-670, 2006.

HENDRICKSON, C.; LAVE, L.; MCMICHAEL, F. Reconsider recycling. *Chemtech*, v.25, n.8, p.56-60, 1995

KAZAZIAN, T. (org.). **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005, p. 194.

KURTZMAN, J.; GRIFFITH, V.; RIFKIN, G. **MBA Definitivo: soluções criativas e as melhores ideias das mentes mais brilhantes do mercado.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

LIMA, Rosimere S.; SOUZA, Rosilene L. de; VIEIRA, Mauro A. G. **Análise da viabilidade econômica para implementação de uma Indústria de reciclagem de PET na região metropolitana de Belém.** FAP – Faculdade do Pará – Curso de Administração, Belém – PA. 2008.

PACHECO, E. B. **Análise de impacto ambiental devido a resíduos poliméricos.** *Revista Plástico Moderno*, n. 308, p. 40-51, 2000.

PACHECO, E. B.; HEMAIS, C. A. Mercado para produtos reciclados à base de

PET/HDPE/Ionômero. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.9, n.4, p.59-64, 1999.

PALHARES, M. F. P. **O impacto do marketing “verde” nas decisões sobre embalagens das cervejarias que operam no Brasil**. 2003. 139f. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2003.

PEREIRA, A. F.; SANTOS, M. C. L. Design pré-reciclagem e pós-reciclagem: contribuição à discussão do problema do lixo urbano de embalagem, levando em conta a complexidade sistêmica da coleta e triagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN, 1., 2002, Brasília – Brasil. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, p. 5, 2002.

SPINACÉ, M. A. da S.; PAOLI, M. A. de, **A Tecnologia da Reciclagem de Polímeros**. Química Nova, v. 28, n.1, p. 65-72. São Paulo. 2005.

A logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no perímetro irrigado de Bebedouro em Petrolina (PE)

Shyrlley Dayanne Soares Possidonio, Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves, Eden Cavalcanti de Albuquerque Junior

Resumo - A fruticultura irrigada é o vetor de desenvolvimento da região do Vale do São Francisco, nordeste brasileiro. Entretanto, a expansão agrícola nessa região ocasionou o aumento da utilização de agrotóxicos, substâncias cuja utilização indiscriminada causam danos ambientais, a exemplo da geração de milhares de embalagens vazias desses compostos descartadas incorretamente. Diante desse cenário, buscou-se avaliar a responsabilidade socioambiental de agricultores do Perímetro Irrigado de Bebedouro, Petrolina-PE, e de entidades ligadas ao tema (ACAVASF, Petrolina-PE), sob o fluxo reverso de embalagens vazias de agrotóxicos. Além do conhecimento do papel que a ACAVASF desempenha na região, dados coletados a partir de relatos de agricultores, analisados por meio da distribuição de frequência e a correlação de Sperman (não-paramétrico), permitiu inferir que a maioria dos agricultores (95%) pratica a logística reversa apenas para atender às regulamentações da legislação. Alguns gargalos puderam ser observados, como a falta de local apropriado para o armazenamento temporário de embalagens vazias de agrotóxicos, os quais influenciam diretamente na eficácia e dificultam o alcance da desejada sustentabilidade ambiental.

1. A agricultura irrigada e a gestão de embalagens de agrotóxicos em Bebedouro, Petrolina (PE)

Segundo a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF (2013), o projeto de irrigação de Bebedouro localiza-se no submédio do São Francisco e extremo oeste do Estado de

Pernambuco, na zona rural do município de Petrolina, na confluência dos polos econômicos das cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). Limita-se com o Rio São Francisco e a Rodovia Federal 428. Possui uma população composta por cerca de 3.000 pessoas, distribuídas em sete vilas e nos lotes, na sua grande maioria, são agricultores, conta com uma área irrigável de 2.418 ha, totalmente ocupada com 141 lotes, sendo 1.034 ha ocupados por pequenos irrigantes e 858 ha ocupados por empresas. A principal fonte de renda nessa região é a agricultura irrigada, com predominância da fruticultura, sendo o cultivo de manga e uva responsáveis pela maior parte da produção. A agricultura familiar é responsável por 87% da área sob cultivo e dentre as culturas temporárias, destaca-se a do feijão.

A consolidação e a expansão do agronegócio nessa região, por meio da fruticultura irrigada, ocasionaram a transformação de diversos setores nos Polos agroindustriais formados pelas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA.

A implementação de diversas tecnologias as quais visaram o melhoramento da qualidade e o aumento da produtividade nessas regiões, intensificou o uso de fertilizantes, agrotóxicos e afins. Sabe-se que a utilização indiscriminada de agrotóxicos causam graves problemas ambientais, como a geração de resíduos sólidos (embalagens plásticas de agrotóxicos vazias), que são descartados de forma incorreta, colocando em risco o meio ambiente e a saúde humana e animal, uma vez que esses resíduos tóxicos desses recipientes são causadores de vários efeitos adversos, sendo, na Região do Vale do São Francisco, um dos principais problemas ambientais a ser combatido.

Para combater o uso indiscriminado desses produtos químicos e evitar os seus possíveis impactos ao meio ambiente, o Governo Federal, por meio do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, definiu dentre outros aspectos a obrigatoriedade do retorno das embalagens vazias e destinação final adequada das mesmas.

Mais recentemente, em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a partir da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, a qual trouxe um importante avanço ao instituir acordos setoriais, estabelecendo de forma individualizada e encadeada, responsabilidades para

fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. No art. 3º da PNRS a definição de logística reversa é descrita 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. Em complementação ao disposto no referido artigo, em seu art. 20, a Lei Federal Nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010, determina a obrigatoriedade da elaboração e implantação de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para as instituições geradoras dos resíduos, incluindo as de resíduos agrossilvopastoris, ou seja, os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

Contudo, constata-se que a maioria dos produtores rurais ainda realiza o descarte dessas embalagens de forma inadequada, visto que, após sua utilização são depositadas a céu aberto ou descartada nos leitos dos rios, com o risco de poluir as águas superficiais e subterrâneas.

O tema logística reversa tem sido amplamente discutido nos últimos anos, sendo um dos principais enfoques a sua viabilidade como ferramenta de preservação ambiental, por meio do recolhimento das embalagens e a correta destinação desses resíduos (BONFANTE; SOUZA; TAGUCHI, 2009; MEHELER; NASCIMENTO, 2012).

Segundo Cometti (2009), a logística reversa é vista como um instrumento para o gerenciamento de resíduos sólidos, que aliada à consciência ambiental contribui para o alcance da sustentabilidade. Lopes e Tonini (2013) ainda afirmam que os benefícios gerados pela logística reversa ultrapassam os aspectos legais, como redução de custos de estocagem e armazenagem, aumento de ciclo de vida do produto ou dos seus derivados, além da preservação ambiental; esses benefícios podem ser alcançados concomitantemente.

O descarte das embalagens vazias de agrotóxicos é uma área delicada da logística reversa, pois seu conteúdo altamente tóxico não pode ser

manuseado, transportado e nem armazenado sem os devidos cuidados, exigindo rigorosa infraestrutura e normas. Segundo Matsumoto *et al.* (2008), é necessário um compromisso obstinado de todos os agentes ligados à cadeia de consumo desses produtos para que a mesma possa se desenrolar de forma correta.

O fluxo reverso das embalagens vazias de agrotóxicos é ressaltado por Oliveira (2012), como uma ferramenta fundamental para minimização dos impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada das embalagens, sendo uma condicional utilizada progressivamente para o desenvolvimento no setor agrícola com a finalidade da destinação dos resíduos perigosos gerados na atividade.

Aliado a esse importante instrumento da PNRS, encontra-se a Associação do Comércio Agropecuário do Vale do São Francisco – ACAVASF (Figura 1), localizada em Petrolina-PE, a qual deu início às suas atividades em 1º de junho de 2000, com 10 empresas associadas. Atualmente, possui 100 empreendimentos associados em 25 municípios dos Estados da Bahia e Pernambuco. É uma entidade civil sem fins lucrativos, que objetivava inicialmente organizar e desenvolver políticas de comprometimento e responsabilidade de todo o comércio agropecuário do Vale do São Francisco (ACAVASF, 2012).

Figura 1: Sede da ACAVASF em Petrolina-PE



Fonte: Autor

A Central de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos em Petrolina-PE foi criada em 2002 em parceria com o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - InpEV, com a finalidade de gerenciar e realizar todas as ações administrativas e legais necessárias, visando à correta destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos e contribuir para a proteção da saúde humana e do meio ambiente.

O Recebimento itinerante de embalagens vazias foi iniciado em 2006, sendo a central pioneira no Nordeste a introduzir essa modalidade. O objetivo é atender aos pequenos produtores que não possuem transporte adequado e estão distantes da central. Dessa forma, foi criado um calendário no qual todos os municípios são contemplados, sendo divulgado na mídia e escolhido um local mais próximo à propriedade do produtor e o caminhão da entidade faz o recolhimento.

A logística reversa é utilizada na gestão do processo de envio das embalagens vazias, uma vez que o InpEV utiliza os mesmos procedimentos em todo o país. Dessa forma, ACAVASF e as outras centrais informam ao sistema o volume a ser enviado e recebe a informação de qual o caminhão está fazendo ou fará a entrega de agrotóxicos, na região, para os distribuidores e revendas do setor. Em seguida, retorna levando os recipientes vazios (a granel ou compactados) que estavam armazenados na ACAVASF. O transporte é realizado através de uma parceria com o operador logístico Luft Agro, uma empresa especializada na prestação desse serviço (Figura 2a).

De acordo com a Gerência administrativa da entidade o recolhimento itinerante é importante porque o maior gargalo em relação à entrega dos recipientes são os pequenos produtores que não possuem condições de levá-los até a central; diferentemente dos médios e grandes que, por necessitarem da certificação para exportar, levam os seus diretamente. Após o recolhimento itinerante das embalagens vazias, a ACAVASF inicia o processo de limpeza retirando os rótulos, processando e realizando a prensa dos fardos, posteriormente armazenados em galpões até o envio ao InpEV (Figura 2b). As embalagens recolhidas que não sofreram o processo de lavagem tríplice são consideradas contaminadas e encaminhadas para incineração.

Figura 2: Transporte de Embalagens vazias de agrotóxicos (a) e Recolhimento Itinerante (b) pela ACAVASF



(a)



(b)

Fonte: InpEV, 2013. Fonte: *Site Portal SG*, 2013.

A ACAVASF também realiza ações educativas, dentre elas, destacam-se as do Dia do Meio Ambiente, quando ocorrem palestras educativas para apresentar e resgatar a importância da sua preservação, e as do Dia Nacional do Campo Limpo, para divulgar a importância da destinação correta das embalagens. O Programa de Educação Ambiental Campo Limpo contempla ações educativas que objetivam transmitir aos estudantes a importância da preservação do meio ambiente e acontecem no Dia Nacional do Campo Limpo como fornecimento de materiais pedagógicos sobre temas ambientais, apresentações culturais, palestras educativas, exposições e visitas às unidades de recebimento.

Ainda dentro das ações educativas, os representantes do InpEV participaram em 2012 de mais de 100 eventos, sendo a mais importante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, ocorrida em junho, na cidade do Rio de Janeiro. Durante a conferência foram apresentadas as iniciativas de destinação pós-consumo, os resultados do estudo de Ecoeficiência do Sistema Campo Limpo e a realização das campanhas de recebimentos itinerantes.

A destinação de produtos ilegais apreendidos por autoridades, produtos agrícolas obsoletos e impróprios também é preocupação do InpEV. Assim, visando dar o correto destino aos mesmos, foi criado em agosto de 2011 em parceria com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para

Defesa Agrícola (SINDAG), um programa com essa finalidade. Em 2012, o quantitativo de produtos apreendidos totalizou 41.512 kg.

Seguindo o calendário nacional, que institucionalizou oficialmente o dia 18 de agosto como o Dia Nacional do Campo Limpo, acontece em todo o país, a celebração da data que busca levar as comunidades do entorno das unidades de recebimento a refletirem sobre a preservação do meio ambiente. Desde 2005, atividades socioeducativas agenciadas pelas centrais ocorrem anualmente, em duas modalidades de eventos: “**Escolas Abertas**” e “**Portas Abertas**”.

Escolas Abertas - A equipe da ACAVASF promove palestras educativas, concursos, peças teatrais, plantio de árvores e distribuição de materiais educativos em escolas localizadas na zona rural de Petrolina e Juazeiro.

Portas Abertas - A ACAVASF “abre suas portas” à visitação pública e promove ações educativas e recreativas, proporcionando momentos de informações e serviços e demonstrando todo o percurso das embalagens até a destinação final (Figura 3).

Figura 3: Dia Nacional do Campo Limpo modalidade escolas abertas



Fonte: Site Portal SG, 2013

A responsabilidade socioambiental dos agricultores na logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos: estudo de caso no projeto de irrigação Petrolina-PE

A eminente necessidade de reduzir o volume de embalagens vazias de agrotóxicos descartadas de forma inadequada no meio ambiente e a importância da destinação correta dessas embalagens utilizadas no

Perímetro de irrigação Bebedouro, localizado em Petrolina-PE, precursor na região e um dos mais importantes na produção de fruticultura irrigada, foi problematizada através de um estudo investigativo sobre a importância de uma maior conscientização dos agricultores dessa região, sobre a utilização da logística reversa como forma de diminuir ou eliminar os riscos oferecidos pelo descarte inadequado destes resíduos sólidos no meio ambiente.

Buscou-se nesse estudo verificar o entendimento da consciência ambiental dos pequenos agricultores instalados no perímetro irrigado Bebedouro-PE, sobre a visão da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos. Utilizou-se como base teórica as questões do manuseio de agrotóxicos e a legislação atual que versa sobre tema, a adoção de tecnologias e novas práticas, bem como os riscos associados à saúde humana, sendo o seu delineamento experimental dividido em três fases, quais são: definição do instrumento de coleta de dados, o pré-teste e a amostragem.

53 entrevistas em seis zonas agrícolas, que compõem o Perímetro de Irrigação Bebedouro, foram realizadas, sendo a distribuição do quantitativo de entrevistados por lotes, feito de forma desigual devido à dificuldade de acesso a algumas localidades. Realizou-se um pré-teste com produtores rurais locais, por meio de entrevistas preliminares com três produtores, objetivando verificar se o conteúdo dos questionários seria entendido pelos demais entrevistados, além de explanarem suas próprias concepções e valores a respeito do tema proposto, contribuindo para o desenvolvimento do instrumento de coleta.

Os questionários, aplicados no período de setembro a novembro de 2013, foram respondidos por agricultores de pequeno porte (100%), dos quais 88% são proprietários e 12% arrendatários, todos do sexo masculino. A grande maioria planta mais de um tipo de cultura, sendo a predominância entre os cultivos permanentes o de uva (48%), manga (34%) e outras (18%). Entre os temporários estão o de feijão (57%), milho (38%) e outras (5%).

Efetivou-se a coleta de dados por meio de questionário estruturado contendo quatro perguntas iniciais para a descrição da amostra: Nome do Produtor, Tipo de Cultivo; Porte do Produtor; Tipo de Propriedade. Além

dessas informações, outras onze perguntas temáticas foram formuladas, as quais foram respondidas pelos entrevistados e ordenadas em uma escala do tipo ordinal de valores para permitir o uso do teste de correlação de Spearman. Foram utilizados procedimentos de abordagens qualitativa e quantitativa, sendo a primeira para o levantamento dos dados secundários, por meio de pesquisa documental, coleta de dados primários e entrevistas com 53 produtores rurais e aplicada a referida técnica. Foram formuladas 11 questões fechadas, optando-se na análise identificar “A devolução das embalagens vazias às empresas fornecedoras” como a variável dependente (Y), aquela que o presente estudo prevê, e as restantes, como independentes (X_n), aquelas que preveem ou explicam a variável dependente (Quadro 1).

Quadro 1: Variáveis Dependentes e Independentes

| | |
|--|---|
| Variável dependente (Y): Devolução das embalagens vazias às empresas fornecedoras | |
| Variáveis independentes | |
| X_1 | Preocupação com a contaminação do meio ambiente por agrotóxicos - PCMA |
| X_2 | Inutilização das embalagens vazias de agrotóxicos - IEVA |
| X_3 | Modo de realizar a inutilização das embalagens vazias de agrotóxicos - CIEV |
| X_4 | Visita de órgãos responsáveis pela coleta das embalagens vazias - RVOC |
| X_5 | Disponibilização, pelas empresas vendedoras, de informações de manuseio - RIML |
| X_6 | Recebimento de informações de manuseio de cooperativas ou associações - RIMC |
| X_7 | Recebimento de informações sobre armazenamento das embalagens vazias por cooperativas ou associações - RICA |
| X_8 | Conhecimento sobre as leis de descarte de embalagens vazias - CLDE |
| X_9 | Realização de tríplice lavagem das embalagens - CLDA |
| X_{10} | Local de devolução das embalagens vazias de agrotóxicos - RTLE |
| X_{11} | Participação em seminários em que se discutam o uso de agrotóxicos - CPSA |

Após classificação e categorização das informações, utilizou-se o software SPSS v20 para proceder às análises estatísticas, sendo, aplicadas as técnicas estatísticas de Distribuição de frequência, Correlação de Spearman (não-paramétrico) (tabela 1).

Tabela 1 - Análise de correlação

| | PCM A | IEV A | CIE V | RVO C | RIM L | RIM C | RIC A | CLD E | RTL E | CLD A | CPS A |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PCM A | 1,00 | | | | | | | | | | |
| IEVA | 0,45** | 1,00 | | | | | | | | | |
| CIEV | 0,63** | 0,57* | 1,00 | | | | | | | | |
| RVO C | 0,33* | 0,19 | 0,31* | 1,00 | | | | | | | |
| RIM L | 0,10 | 0,08 | 0,23 | 0,31* | 1,00 | | | | | | |
| RIM C | 0,01 | 0,17 | 0,16 | -0,05 | 0,12 | 1,00 | | | | | |
| RICA | 0,06 | 0,16 | 0,23 | 0,03 | 0,30* | 0,80* | 1,00 | | | | |
| CLD E | 0,25 | 0,07 | 0,17 | -0,05 | 0,11 | 0,20 | 0,07 | 1,00 | | | |
| RTL E | 0,43** | 0,44* | 0,24 | 0,20 | 0,20 | -0,02 | 0,12 | 0,04 | 1,00 | | |
| CLD A | 0,15 | -0,02 | 0,07 | 0,13 | -0,03 | -0,06 | -0,09 | 0,22 | 0,15 | 1,00 | |
| CPS A | 0,24 | 0,23 | 0,03 | -0,04 | -0,01 | 0,43* | 0,35* | 0,37* | 0,18 | 0,34* | 1,00 |

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Sobre a preocupação com a contaminação do meio ambiente por agrotóxicos (PCMA), 55% dos entrevistados afirmaram que sempre se preocupam, 31% frequentemente se preocupa, 11%, raramente e 3%, nunca se preocupam.

Quando questionados sobre a preocupação com a contaminação do meio ambiente por agrotóxicos (PCMA), 55% dos entrevistados afirmaram que sempre se preocupam, 31% frequentemente se preocupa, 11% raramente e 3% nunca se preocupam. Sobre as variáveis estudadas foi observada uma correlação entre as variáveis PCMA e IEVA, e PCMA e CIEV, com $r = 0,63$ e $0,45$, respectivamente, demonstrando que existe uma associação entre essas variáveis, e devido aos coeficientes de correlação ser positivos, pode-se dizer que os entrevistados que demonstraram alguma preocupação com o meio ambiente, de alguma forma inutilizam as embalagens vazias de agrotóxicos.

No que se refere às variáveis PCMA e RTLE o coeficiente (r) foi 0,43, demonstrando também uma possível associação entre as variáveis, no sentido de que aqueles entrevistados que se preocupam com a contaminação do meio ambiente realizem a tríplex lavagem das embalagens.

Quanto à inutilização das embalagens vazias de agrotóxicos - IEVA, 69,8% responderam sempre realizar esse procedimento; 13,2% nunca realizam; 11,3% frequentemente e 5,7% raramente realizam. Percebeu-se que há uma relação entre as variáveis IEVA e RTLE com o coeficiente r de 0,44 mostrando que aqueles que inutilizam as embalagens realizam a tríplex lavagem antes. O modo como é efetuada a inutilização das embalagens vazias também foi indagado, obtendo-se as seguintes respostas: 5,7% queimam; 0% enterra; 1,9% descartam em lixo comum; 41,5% armazenam em local na propriedade; 13,2 % entregam diretamente na central de recolhimento; 37,7% utilizam mais de uma forma de descarte (armazenam temporariamente e fazem entrega no período de recolhimento itinerante). No entanto, observou-se que a parcela que armazena na propriedade não faz a entrega anualmente das embalagens vazias, sendo a perda ou esquecimento da data de entrega o principal motivo alegado.

Quanto ao questionamento sobre a visita dos órgãos responsáveis pela coleta de embalagens vazias de agrotóxicos - RVOC em sua propriedade, os percentuais mais significativos foram: nunca (40,1%) e raramente (60,9%), o que também é demonstrado pelas correlações negativas das variáveis RVOC e RIMC; RVOC e CLDE; RVOC e CPSA com coeficientes de r -0,05 e -0,04, explicitando que a falta de visita dos órgãos tem ligação direta com o não recebimento de instruções sobre manuseio, desconhecimento da legislação e a não participação em seminários. A ADAGRO foi apontada como a entidade que mais realiza visita, porém, essas ocorrem apenas de uma a duas vezes ao ano.

Em relação ao recebimento de instruções sobre manuseio dos produtos em lojas desse segmento – RIML, foi observado que 29,6% nunca receberam, 27,6% raramente, 22% frequentemente e 40,8% sempre. Alguns entrevistados relataram que recebem apenas o receituário agrônomo ou folheto da ACAVASF como forma de instrução pelas lojas. As variáveis “Recebem Informações de Manuseio de Cooperativas ou Associações-

RIMC” e “Recebem Instruções de Cooperativas ou Associações sobre Armazenagem – RICA”, possuem uma alta similaridade nas respostas, as quais apontam a alternativa nunca (59,5 e 40,5%) de maior percentual. A correlação dessas variáveis foi positiva e forte com coeficiente r de 0,80; assim verifica-se que a ausência de informações engloba o manuseio e a armazenagem.

O conhecimento sobre as leis de descarte das embalagens de agrotóxicos - CLDE também foi questionado e a maioria dos produtores (60,4%) respondeu ser conhecedor de noções da legislação sobre esse tema; no entanto, a correlação entre essa variável e a variável RVOC foi negativa com coeficiente r de -0,05; desta forma, percebe-se uma relação inversa entre a divulgação da legislação e a visitação das propriedades.

A realização da tríplex lavagem das embalagens vazias - RTLE foi apontada positivamente pelos entrevistados, pois, 62,2% sempre a realizam. Situação inversa ocorre com a variável “conhecimento do local de devolução de embalagens – CLDA” pois, 37,8% dos entrevistados afirmaram não conhecer o local. A correlação de CLDA tem coeficiente r negativo com a maioria das variáveis, refletindo, assim, a deficiência nos procedimentos da logística reversa.

Ao serem questionados sobre a participação em palestras e seminários - CPSA, a maioria dos respondentes (49,1%) afirmou que raramente participam e quando isso ocorre é em eventos dentro do próprio Bebedouro de uma a três vezes ao ano. A referida variável tem correlação negativa com coeficiente r -0,04 e -0,01 com RVOC e RIML respectivamente; desta forma, percebeu-se que aqueles que não participam de seminário também não recebem visitas dos órgãos e não recebem informações sobre manuseio.

2. Situação atual do sistema de recolhimento de embalagem vazias de agrotóxicos

Após a análise do fluxo reverso das embalagens vazias de agrotóxicos, tomando-se como avaliação a base da evolução do sistema, sua

caracterização e a sensibilização ambiental dos irrigantes, no tocante à sua participação na responsabilização pela destinação correta desses recipientes, foram detectados alguns gargalos e oportunidades que influenciam diretamente na eficácia e dificultam o alcance da desejada sustentabilidade.

As principais falhas detectadas e as sugestões, em relação à situação atual do sistema de recolhimento, nível de conhecimento dos agentes sobre a legislação, dificuldades para o cumprimento das leis, percepção dos participantes quanto à questão ambiental, deficiências no processo e ações para melhoria foram sintetizadas e estão descritas a seguir.

| Sistema de recolhimento e armazenamento das embalagens vazias | |
|---|--|
| <i>Falhas Detectadas</i> | <i>Sugestões</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de local adequado para o armazenamento das embalagens nas propriedades dos agricultores entrevistados. Muitos deles as colocam em depósitos ou despensas, junto a outros materiais (Figura 4). • Não existe no perímetro irrigado de Bebedouro, Petrolina-PE, um local para a devolução das embalagens, o que restringe a entrega ao recolhimento itinerante realizado anualmente pela ACAVASE. Isso foi apontado por alguns dos entrevistados como insuficiente, uma vez que, ao perderem essa oportunidade, os recipientes somente são recolhidos no ano seguinte. | <p>Implantação de um local no próprio perímetro de irrigação para armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos devolvidas até serem recolhidas pela ACAVASE.</p> |
| <p>Foi relatado pelos entrevistados que eram realizadas palestras de instrução sobre o sistema de recolhimento, ministradas por profissionais contratados pela extinta cooperativa ou por técnicos de uma prestadora de serviços da CODEVASE, porém deixaram de ocorrer após o encerramento do contrato. As mesmas foram apontadas pela grande maioria como a única forma de instrução sobre a importância da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos.</p> | <p>O poder público e as entidades responsáveis pelo recolhimento das embalagens vazias devem estabelecer programas de orientação e sensibilização ambiental para que os produtores realizem de forma correta para armazenagem dos produtos na sua propriedade.</p> |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • As informações necessárias sobre o processo de devolução das embalagens de agrotóxicos deixam de ser repassadas, porque comerciantes, fabricantes e órgãos públicos veem os produtores como conhecedores do processo, fato não condizente com a realidade. • Uma parcela considerável dos irrigantes afirmou não receber informações ou desconhecer as leis que versam sobre o referido processo. • Alguns entrevistados relataram que apenas recebiam os receituários agrônômicos no ato da compra do produto e que neles constavam a ACAVASF como local de entrega, sendo o rótulo ou bula apontado por eles como única fonte de instrução de manuseio dos produtos. Dessa forma, pode se contatar que em alguns estabelecimentos comerciais a emissão desse documento ocorre apenas para cumprimento da legislação. | <ul style="list-style-type: none"> • É necessário também que as ações resultem de participação de todos os agentes para tornar efetivo o sistema de destinação correta das embalagens. • Criação de programas para orientação, treinamento e sensibilização ambiental dos agentes envolvidos, principalmente produtores que estão em contato de direto com os agrotóxicos e dá início ao ciclo reverso desses resíduos sólidos. |
|--|---|

Figura 4: Locais de armazenamento das embalagens vazias



| Nível de conhecimento dos agentes sobre a legislação | |
|--|---|
| Falhas Detectadas | Sugestões |
| A maioria dos produtores entrevistados declarou ter noções sobre a legislação de retorno das embalagens, alusiva à execução da tríplex lavagem. Contudo, na prática, foi detectada a realização de tal procedimento como forma de remover os 0,3% do produto que fica no interior do recipiente. | Desenvolver programas e campanhas de incentivo à devolução, treinamentos voltados para produtores e profissionais da equipe que presta assistência técnica ao perímetro, enfatizando a realização de procedimentos iniciais da logística reversa de forma correta para evitar a contaminação das embalagens. |
| A maioria dos irrigantes afirmou ter conhecimento da obrigatoriedade de entregar as embalagens inutilizadas com perfurações no fundo e devolvê-las à ACAVASE, entretanto nem todos realizam tais procedimentos anualmente. | <ul style="list-style-type: none"> • Expandir as campanhas de recolhimento itinerantes, apontados pela maioria como único momento de entrega dos recipientes. • Ampliar os programas de sensibilização ambiental sobre a importância de realizar o descarte ambientalmente correto das embalagens vazias e entregá-las ao menos uma vez ao ano. |

| Percepção dos agentes quanto à questão ambiental | |
|---|--|
| Falhas Detectadas | Sugestões |
| A grande maioria dos produtores declarou que se preocupa com o meio ambiente, entretanto observou-se certa acomodação no cumprimento das exigências legais, justificada pela falta de condições logísticas para cumprir a legislação adequadamente. | Realizar ações mais efetivas para a proteção ambiental com a participação de todos os envolvidos e de forma integrada. |

| | |
|---|--|
| <p>Aliado a esses fatores observou-se a presença constante de resíduos sólidos urbanos abandonados a céu aberto e espalhados por todo o perímetro estudado, sendo depositadas garrafas PETs, sacolas plásticas, latas de alumínio e até mesmo eletrodomésticos. Foram detectados, vários focos de solo queimado evidenciando a possível queima de resíduos (embalagens vazias de agrotóxicos) (Figura 5).</p> | <p>Ampliar a coleta de resíduos sólidos urbanos e promoção de campanha de incentivo à coleta seletiva para eliminar ou diminuir os lixões a céu aberto e desincentivar a realização de queimada da vegetação</p> |
|---|--|

Figura 5: Lixões a céu aberto na área de abrangência do estudo



| <i>Dificuldades do cumprimento da legislação</i> | |
|---|--|
| <i>Falhas Detectadas</i> | <i>Sugestões</i> |
| <p>Acondicionam de embalagens laváveis e não laváveis, por alguns agricultores, em sacos improvisados, deixando-os a céu aberto na própria propriedade ou, em alguns casos, queimando-as.</p> | <p>As lojas de produtos agrícolas devem fornecer sacos próprios para armazenamento das embalagens e conscientizar os produtores da necessidade de guardá-las em um local seguro, uma vez que muitos dos agricultores reutilizam embalagem inapropriadas para tal finalidade além de acondiciona-las em local indevidos (Figura 6).</p> |
| <p>O procedimento da tríplice lavagem em alguns casos ocorre de forma incorreta o que acaba contaminando as que são encaminhadas para a incineração.</p> | |

| | |
|---|---|
| <p>Falta de apoio logístico e operacional aos produtores, pois, alguns alegaram não ter condição financeira de levarem as embalagens até a sede da ACAVASE.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Promover treinamentos com os motoristas para que no ato da entrega dos produtos nas propriedades possam também receber as embalagens vazias e emitir comprovante de entrega ao produtor. • Participação mais ativa dos órgãos públicos no processo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos para instrução e fiscalização dos produtores, haja vista que a Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco – ADAGRO foi apontada como único órgão fiscalizador na região, mas com uma atuação insuficiente devido ao pequeno efetivo de profissionais que realiza apenas de uma a duas visitas por ano aos agricultores do perímetro irrigado. • Maior integração entre os agentes participantes da logística reversa e ampliação da participação das entidades responsáveis pela fiscalização, apoio e orientação aos produtores. |
|---|---|

Figura 6:- Armazenamentos indevido das embalagens vazias (a,b,c)



| Deficiências no processo e ações para melhoria | |
|--|--|
| <i>Falhas Detectadas</i> | <i>Sugestões</i> |
| Legislação com excesso de processo burocrático, dificultando o seu cumprimento, além de uma deficiência na atuação do poder público, no tocante às responsabilidades previstas na legislação. | <ul style="list-style-type: none"> • Buscar alternativas para cumprimento das exigências da legislação. • Participação mais efetiva do poder público no cumprimento das responsabilidades previstas na legislação. |
| Alguns produtores não utilizam todos os equipamentos de proteção individual (EPI) e abandono de embalagens próximas aos canais de irrigação, negligenciando os riscos a saúde e o perigo da contaminação (Figura 7). | Intensificar as campanhas de sensibilização ambiental da necessidade de utilização dos equipamentos de proteção individual |

Figura 7: Produtores trabalhando sem EPI (a) e Embalagens abandonadas ao lado de canais de irrigação (b)



(a)



(b)

De acordo com dados fornecidos em visita à ACAVASF, foram coletadas 884 toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos do meio ambiente, entre os anos de 2003 (primeiro ano de funcionamento) e 2012 (Tabela 2).

O volume de embalagens recolhidas poderá ser alavancado com a correção dos gargalos e melhorias nas políticas de atuação utilizadas pelo Poder Público e pela ACAVASF na Região do submédio do São Francisco, principalmente no perímetro irrigado de Bebedouro objeto deste estudo e que apresenta impactos ambientais visíveis.

Tabela 2: Volume de embalagens vazias de agrotóxicos recolhidas por ano pela ACAVASF

| Ano | Volume (kg) |
|------|-------------|
| 2012 | 120.086 |
| 2011 | 133.870 |
| 2010 | 110.060 |
| 2009 | 104.080 |
| 2008 | 93.690 |
| 2007 | 126.690 |
| 2006 | 100.520 |
| 2005 | 48.900 |
| 2004 | 38.045 |
| 2003 | 8.045 |

Fonte: ACAVASF, 2013

Oportunidades

A partir do estudo desenvolvido, são sugeridas, alternativas para o melhoramento do processo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos na região do Perímetro irrigado de Bebedouro – Petrolina/PE. As oportunidades visam tornar o processo mais eficiente e sustentável:

1. Incentivar a reciclagem com o desenvolvimento de recipientes compostos por materiais reutilizáveis e que utilizem menor quantidade de matéria-prima. Além de estimular a utilização de embalagens hidrossolúveis para pequenas quantidades de produto ativo.

2. Ampliar e intensificar as campanhas e programas de orientação do manuseio do produto e os procedimentos da tríplice lavagem para diminuir o número de embalagens contaminadas ou devolvidas de forma inadequada.
3. Estabelecer a padronização para realização do licenciamento ambiental dos estabelecimentos comerciais para o recebimento e armazenamento temporário de embalagens vazias de agrotóxicos.
4. Expandir a fiscalização do recolhimento pelos fabricantes das embalagens armazenadas temporariamente nos estabelecimentos comerciais licenciados, como também incentivar a ampliação das coletas itinerantes.
5. Estimular políticas públicas e orientação técnica para incentivar o desenvolvimento da agricultura orgânica e diminuir a dependência do uso de agrotóxicos.

3. Considerações finais

A logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos sob a ótica da responsabilidade socioambiental no perímetro de irrigação Bebedouro em Petrolina-PE foi avaliada no estudo desenvolvido, tendo em vista que a expansão agrícola no curso do submédio do Vale do São Francisco ampliou a utilização dos agrotóxicos e conseqüentemente dos volumes de embalagens vazias que, ao serem descartadas de forma incorreta, abandonadas ou utilizadas inadequadamente, ocasionam graves problemas ambientais e para a saúde humana.

Por ser um importante agente da gestão resíduos sólidos, a logística reversa atua sistematizando os fluxos reversos e através da reciclagem das embalagens de agrotóxicos são produzidos artefatos vendáveis e rentáveis, que poupam matéria-prima virgem, reduzem o consumo de energia e possibilita que produtos de vida curta (embalagens) transformem-se em produtos de vida longa.

Assim, é importante incentivar e a reciclagem com o desenvolvimento de recipientes compostos por materiais reutilizáveis e que utilizem menor quantidade de matéria-prima. Além de estimular a utilização de

embalagens hidrossolúveis para pequenas quantidades de produto ativo.

Percebeu-se que as coações legais sobre o uso de agrotóxicos têm fortes impactos sobre a realização da logística reversa, uma vez que na pesquisa desenvolvida foram encontradas evidências de uma relação indireta entre o manejo destes resíduos sólidos e a preocupação ambiental, visto que é a responsabilização pós-consumo, inserida com base no princípio poluidor-pagador, que atua como fator preponderante.

Faz-se necessário incentivar a aplicação dos princípios; usuário-pagador que estabelece que o usuário dos recursos naturais deve pagar pelo seu real valor, no sentido de sensibilizá-los para um uso racional e sustentável. Como também, a melhoria na operacionalização do processo de recolhimento, avanços nas leis ambientais e maior fiscalização proporcionaram o aumento do volume de embalagens destinadas corretamente, uns dos principais entraves encontrados no perímetro irrigado analisado.

Os processos reversos necessitam de mais investimentos principalmente por parte dos fabricantes, visto que, verificou-se que os produtos são lançados sem a preocupação com os prejuízos que eles provocarão na natureza. Portanto, há necessidade da ampliação dos recolhimentos itinerantes, principal forma de entrega utilizada pelos produtores, e a instalação de um local de recolhimento no próprio projeto de irrigação para o armazenamento temporário.

Apesar dos irrigantes mostrarem conscientes das obrigações ambientais referentes ao descarte desses produtos. Há deficiência na execução dos procedimentos legais, sendo realizados incorretamente ou inadequadamente, a exemplo do o armazenamento temporário, a não entrega dos produtos anualmente e a realização da tríplice lavagem. Portanto, faz-se necessário a realização de campanhas locais de sensibilização ambiental, divulgar a importância de se praticar a logística reversa e incentivar a entrega anual das embalagens corretamente tríplices lavadas.

Sugere-se que as lojas de produtos agrícolas deverão fornecer sacos próprios para armazenamento das embalagens e conscientizar os produtores da necessidade de guardá-las em um local seguro. Como também, promover treinamento com os motoristas para que no ato da entrega dos produtos

nas propriedades possam também receber as embalagens vazias e emitir comprovante de entrega ao produtor. Tornar mais ativa a participação dos órgãos públicos no processo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos para instrução e fiscalização dos produtores.

Estabelecer a padronização para realização do licenciamento ambiental dos estabelecimentos comerciais para o recebimento e armazenamento temporário de embalagens vazias de agrotóxicos. Assim como, expandir a fiscalização do recolhimento pelos fabricantes das embalagens armazenadas temporariamente nos estabelecimentos comerciais licenciados, como também incentivar a ampliação das coletas itinerantes. E estimular políticas públicas e orientação técnica para incentivar o desenvolvimento da agricultura orgânica e diminuir a dependência do uso de agrotóxicos.

Devido à importância da logística reversa como instrumento de gestão dos resíduos sólidos visando à preservação ambiente sugere-se que o tema deve ser amplamente explorando abrangendo não somente o recolhimento das embalagens vazias de agrotóxicos, como também outros tipos de resíduos sólidos, considerando sua ampla contribuição para o desenvolvimento de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

ACAVASF - ASSOCIAÇÃO DO COMÉRCIO AGROPECUÁRIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **ACAVASF**. Disponível em: <www.acavasf.com.br> acessado em 25/05/13.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BARREIRA, L. P.; PHILIPPI, A. J. **A problemática dos resíduos de embalagens de agrotóxicos no Brasil**. in: Congresso Internacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, Ed.USP, São Paulo, 2002.

BARUDI FILHO, A. **Uma contribuição à avaliação dos impactos da gestão de estoques na satisfação e fidelização pós-vendas de clientes de concessionárias de automóveis: um estudo empírico em Natal- RN**, Dissertação (mestrado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, Natal RN, 2011.

BONFANTE, T. M.; SOUZA JOÃO I.; TAGUCHI, R. L; **Logística Reversa de embalagens de agrotóxico, um olhar teórico e prático: o caso da Coopercitrus.** XI Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Ribeirão Preto- SP, 2009.

BRASIL. **Decreto Federal nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002** - Regulamenta a Lei nº7.802, de 11 de julho de 1989, Disponível em:

< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm > acessado em 03/03/2013.

COMETTI, J. L. S. **Logística Reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil: um caminho sustentável?**, Dissertação (mestrado), Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2009.

GUIDE. J. R. V.; Daniel; TERRY P. H.; WASSENHOVE. Luk N. VAN. **The Challenge of Closed-Loop Supply Chains**, Interfaces, INFORMS, Vol. 33, No. 6, Nov–Dec 2003,p.3-6.Disponível em:<www.personal.psu.edu/.../interfaces-intro%20feature%20issue.pdf > acessado em 20/04/2014.

ETHOS - INSTITUTO ETHOS DE EMPRESA E RESPONSABILIDADE SOCIAL. **O que é RSE.** Disponível em <[www1.ethos.org/ethosweb/PT/29/oqueerse /oqueerse.aspx](http://www1.ethos.org/ethosweb/PT/29/oqueerse/oqueerse.aspx) > acessado em 06 janeiro de 2014.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: categorias e práticas empresariais em programas implementados no Brasil- um ensaio de categorização.** In: Encontro da Anpad, 2005.

LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas.** São Paulo: Harbra, 1985.

LOPES, A. C. V.; TONINI, M. C. de S. **A logística reversa com embalagens vazias de agrotóxico: Um estudo na associação de revendedores de agrotóxico no Brasil, organizações e sustentabilidade,** Londrina, v. 1, n. 1, p. 54-72, jul./dez. 2013.

MATSUMOTO, A. S. **Responsabilidade social ambiental na devolução das embalagens vazias de agrotóxicos,** Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.

OLIVEIRA. E. S. **A importância da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos,** Revista UNIABEU Belford Roxo V.5 Número 11 setembro-dezembro 2012.

STOCK, J. R. **Reverse Logistics.** Illinois: Council of Logistics Management, 1992.

VEIGA, M. M. **Flaws in Brazilian take-back program for pesticide containers in a small rural community.** Management Research News, v.32, n.1, p. 62-77, 2009.

Os resíduos sólidos do arquipélago Fernando de Noronha (PE)

Michelle de Almeida Lima

Resumo - O arquipélago Fernando de Noronha, localizado a 545 km de distância do Recife, é Patrimônio Mundial Natural, título concedido pela UNESCO, e um destino turístico internacional. O atual sistema de tratamento dos resíduos sólidos foi implantado no ano 1989, pela necessidade de destinação correta do resíduo produzido e da eliminação de dois lixões que existiam na época, sendo assim criada a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Fernando de Noronha, usando os sistemas de triagem e compostagem aeróbica, que operam até a presente data. O resíduo orgânico é transformado em composto e o inorgânico é enviado ao continente em embarcações marítimas. Observa-se a inexistência de um programa de coleta seletiva, de sistemas de logística reversa e consumo consciente. E há carência em programas de educação ambiental para incentivar a implementação da redução de resíduos, reutilização e atividades de reciclagem. A comunidade noronhense mostra-se disposta em contribuir com esta temática. Conclui-se que a atual gestão de resíduos sólidos em Fernando de Noronha é insustentável, e o tratamento e a destinação dos resíduos precisam ser revistos, com novas tecnologias, para assim planejar uma operação mais eficaz, e ressalta-se também a importância de estabelecer, monitorar e cumprir a capacidade de carga turística.

1. Introdução

“O paraíso é aqui”, assim disse Américo Vespúcio, no ano 1503, ao chegar em uma ilha deserta, que, posteriormente, foi denominada Fernando de Noronha (SILVA, 2013). Mais de quinhentos anos se passaram... A frase do navegador, entretanto, imortalizou-se no discurso de milhares de visitantes, brasileiros e estrangeiros, que um dia passaram por ali.

Localizado no Atlântico Equatorial Sul, a 545 km de Recife, capital de Pernambuco, o arquipélago é formado por 21 ilhas, ilhotas e rochedos, em uma área de 26 km². A ilha principal, que também se chama Fernando de Noronha, com 17 km², é a única habitada e tem o turismo como principal atividade econômica, recebendo aproximadamente 60.000 turistas por ano (LIMA, 2014).

“Desde os anos 80, o ritmo do crescimento populacional de Fernando de Noronha sofreu uma grande aceleração, provocando um adensamento de consumo sem precedentes na história da ilha” (ELABORE, 2007, p.10). Grande parte do consumo noronhense é feita com base em produtos importados, enviados do continente, como alimentos, materiais e insumos, que são diesel, gasolina, gás, alimentos, bebidas, água mineral, móveis e utensílios, material de limpeza, material de construção (cimento, madeira, etc.), máquinas e equipamentos diversos, e após o consumo destes produtos tem-se a exportação dos resíduos para o continente (ELABORE, 2008).

Em qualquer localidade, o consumo precisa ser controlado, já que a problemática de resíduos sólidos representa um grande desafio, e se tratando de um ambiente insular o cuidado merece ser ainda maior. E esta problemática:

foge da consideração meramente técnica, de engenharia, e exige um tratamento multi e interdisciplinar devido às interfaces que tem: as injunções econômicas de uma sociedade de consumo – que gera por sua vez estilos de comportamento inconsequente – e a necessidade de reconhecimento e de apoio político, de planejamento e de profissionalização. E, não menos importante, a premência da preservação ambiental. (BARROS, 2012, p.33).

O arquipélago possui unidades de conservação e o reconhecimento de sítio do Patrimônio Mundial Natural, classificado pela UNESCO, que comprovam a beleza natural e o valor excepcional e universal desta localidade. Sendo assim, tem reconhecimento legal da necessidade de

proteção dos seus ecossistemas marinhos e terrestres, sendo importante gerir os resíduos sólidos de maneira a minimizar ao extremo os impactos negativos. Contudo para a gestão de resíduos sólidos, o paraíso ainda está distante de ser alcançado (LIMA, 2014).

2. Estado da arte dos resíduos sólidos em Fernando de Noronha

No ano 1989, logo após a reanexação do arquipélago ao estado de Pernambuco e da criação do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, é concebido o atual sistema de tratamento dos resíduos sólidos, pela necessidade de destinação correta do resíduo produzido e da eliminação dos dois lixões que existiam, na época, na vila da Basinha e no acesso à praia da Atalaia (SILVA, 2013).

Assim foi criada a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Fernando de Noronha (UTRS-FN), que entrou em funcionamento nos anos 1990/91, com capacidade de operação de duas toneladas de resíduos por dia, utilizando os sistemas de triagem e compostagem aeróbica, processos utilizados até o presente momento (SILVA, 2013).

A UTRS-FN localiza-se na microbacia do córrego Quixaba, com 3,4 hectares, e de acordo com o zoneamento do plano de manejo da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha, a unidade está inserida em uma pequena parcela de Zona de Conservação da Vida Silvestre e em sua maior parte na Zona Urbana (TETRPLAN, 2005). Está próxima do oceano, e ao ar livre, com exceção de alguns locais cobertos que abrigam algumas atividades, como a triagem, além das edificações administrativas e de moradia dos funcionários.

Até o ano 1995 a equipe e os equipamentos eram gerenciados pela Administração do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, e a partir daí, foi terceirizado para uma empresa privada, através de processo licitatório (SILVA, 2013). Esta empresa é responsável pelos serviços de coleta, varrição, capinação, poda ou corte de árvores e arbustos, raspagem e pintura de meio-fio, processamento e/ou beneficiamento dos resíduos (operação da UTRS-FN), construção civil e serviços correlatos e o transbordo em

Fernando de Noronha, além do recolhimento no porto do Recife e da destinação final dos materiais (ENGECONSULT, 2011). Atualmente são aproximadamente 60 funcionários que trabalham na coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos. Estes funcionários são provenientes do continente, estando na condição de moradores temporários em Fernando de Noronha (LIMA, 2014).

A capacidade da UTRS-FN para o processamento de resíduos sólidos era de 3,2 toneladas por dia no ano 2000, e verificou-se que a demanda mais alta já atingia 2,7 toneladas por dia (MRS ESTUDOS AMBIENTAIS, 2000). No ano 2011 a UTRS-FN já recebia um volume de resíduos sólidos seis vezes maior do que o produzido na época da sua criação, no ano 1989, e a média diária de resíduos domiciliares e comerciais gerados era 6,5 toneladas por dia (ENGECONSULT, 2011). Atualmente encontra-se em torno de 8 toneladas por dia e chega a 17 toneladas por dia em períodos de pico de visitação turística, nas datas de Réveillon, Carnaval e Semana Santa (LIMA, 2014).

Sendo assim, essa situação reflete uma realidade onde a geração de resíduos extrapola a capacidade de suporte do arquipélago e a UTRS-FN não tem capacidade e muito menos estrutura suficiente para acondicionar e tratar uma quantidade de resíduos que aumenta na mesma proporção que o fluxo turístico (FEITOSA; GÓMEZ, 2013).

No início do ano 2000, houve a fixação de 200 lixeiras duplas em locais estratégicos da ilha, nas cores verde e vermelha, sendo a verde para depósito de resíduo inorgânico e a vermelha para depósito de resíduo orgânico (PINTO FILHO, 2003). A colocação destas lixeiras surgiu a partir de reclamações dos turistas que preenchiam os questionários de avaliação sobre a ilha, e sentiam falta de um local para depositar o resíduo (LIMA, 2012). Nessa época também foram distribuídos dois tambores de 200 litros a todos os meios de hospedagem, que correspondem a maior parte das edificações de Fernando de Noronha (PINTO FILHO, 2003).

Os resíduos domésticos ou residenciais são deixados pelos moradores em frente das residências, e hoje não há uma padronização das lixeiras (fotos 1 e 2).

Foto 1 – Lixeiras com resíduos para coleta



Foto 2 – Lixeiras com resíduos para coleta



Fotos: Michelle Lima, 2014.

Os resíduos residenciais e comerciais são coletados diariamente, através de um trator agrícola com caçamba basculante, que faz dois circuitos, no período diurno, e seguem para a UTRS-FN, onde são separados em orgânicos e inorgânicos, e grande parte destes resíduos retornam para o continente, e há também a coleta de volumosos que é realizada através de caminhão, contudo sem uma frequência definida (LIMA, 2014).

Até o ano 1994, o serviço de coleta era de apenas 50% do total de resíduos produzidos em Fernando de Noronha (PINTO FILHO, 2003), e, com o passar dos anos, abrangeu 99,8% da população atendida (TETRPLAN, 2005).

O resíduo hospitalar é de responsabilidade de outra empresa terceirizada, sendo coletado e acondicionado em separado, e os materiais de pequeno porte, como agulhas e seringas, são destruídos em equipamento específico para esse fim no hospital São Lucas, único da ilha (ENGECONSULT, 2011). Antes do retorno ao continente, os resíduos hospitalares ficam acondicionados na URTS-FN em local aberto, com cobertura, contudo apresenta parte do telhado quebrado (LIMA, 2014), necessitando assim de reparo.

Para as pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos portáteis e seus acessórios, há uma agência bancária com um local específico denominado Papa-

Pilhas, que recolhe e recicla estes resíduos especiais. No entanto, o comportamento da população ainda não responde totalmente a esta iniciativa, e, na prática, esses materiais aparecem na triagem da UTRS-FN, e após separados são transportados para o continente, juntamente com as lâmpadas fluorescentes (LIMA, 2014).

Um agravante em Fernando de Noronha refere-se aos resíduos que chegam pelas correntes marítimas e são coletados nas praias, sendo grande parte gerados por embarcações, muitas estrangeiras, que provavelmente jogam em alto mar no caminho da África e Europa (LIMA, 2014).

Em Fernando de Noronha não há catadores e tampouco associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, e a prática da coleta seletiva ainda não é difundida, embora existam alguns estabelecimentos comerciais e residenciais que a efetuem, no entanto o carro de coleta domiciliar não é seletivo, e assim os resíduos coletados são misturados (LIMA, 2014), (fotos 3 e 4).

Foto 3 – Veículo da coleta



Foto 4 – Coleta de resíduos



Fotos: Michelle Lima, 2014.

Os resíduos coletados em Fernando de Noronha são pesados na entrada da UTRS-FN, e depois são descarregados em uma tanque a céu aberto (foto 5). O tanque de recepção dos resíduos para a triagem está subdimensionado para a demanda atual. Quando o resíduo sólido chega na UTRS-FN, ele

fica em contato direto com o solo, ao ar livre, sem nenhuma proteção, e se chover o material irá molhar e assim se decompor mais rápido.

A partir daí os resíduos são enviados para a mesa de triagem, uma mesa de concreto com pequena declividade e abas laterais para impedir o vazamento dos resíduos, que apresenta condições precárias e insalubres (foto 6). A catação é manual, e a mesa não dispõe de esteiras transportadoras metálicas. Os resíduos são separados por tipo, pelos funcionários da UTRS-FN, e primeiro rasga-se o saco com os resíduos, que são espalhados na mesa, de modo a facilitar o trabalho de separação (LIMA, 2014).

Foto 5 – Tanque de recebimento de resíduos



Foto 6 – Área da mesa de triagem



Fotos: Michelle Lima, 2014.

A equipe de trabalho da mesa de triagem está exposta aos diversos agentes físicos, biológicos e químicos, representando risco à saúde, e para minimizar esses riscos os trabalhadores deveriam usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), compostos por roupas adequadas, máscaras, luvas e botas, entretanto este cuidado não acontece. (LIMA, 2014).

A separação dos resíduos é feita de maneira não eficiente, pois há muita matéria orgânica junto do material inorgânico, e vice-versa, e assim após a separação dos resíduos orgânicos, muitas vezes o resíduo inorgânico segue junto ao material orgânico, reduzindo assim a eficiência do composto orgânico. Um agravante é o fato de que poderá ocorrer a contaminação com substâncias tóxicas, e assim o composto orgânico, que em sua maioria

é utilizado na agricultura, pode provocar sérios danos a saúde humana. Portanto faz-se necessário um controle rígido sobre estes resíduos orgânicos (LIMA, 2014).

Ao término da separação, os resíduos sólidos (plásticos, papéis/papelão e metais) são encaminhados para prensagem, e após a prensagem, os fardos aguardam o envio para o continente em embarcações marítimas. Com a implementação da coleta seletiva em Fernando de Noronha, o trabalho de triagem de resíduos reduziria, pois estes já chegariam separados na UTRS-FN (LIMA, 2014).

Dos resíduos sólidos, há a exceção para o vidro, que é colocado em um triturador, onde vira pó. Após a trituração, eles são armazenados em sacões de nylon e doados à população. Com esta ação, o pó do vidro é aproveitado totalmente pela comunidade noronhense, e assim pode ser utilizado pela comunidade substituindo a areia, na construção civil, tendo em vista o alto custo para aquisição de areia em Fernando de Noronha, por conta do transporte do continente ao arquipélago (LIMA, 2014). Este é um exemplo aplicado de ecologia industrial, que tem como objetivo principal a transformação do caráter linear do sistema industrial em um sistema cíclico, onde a matéria-prima, energia e resíduos sejam sempre reutilizados, e com isso transforma-se a percepção dos ecossistemas industriais em ecossistemas naturais, e o sistema industrial pode ser visto como um subsistema da sociedade e como uma estratégia para a sustentabilidade (ALMEIDA; GIANNETTI, 2006).

Os resíduos orgânicos são transformados em composto orgânico através da compostagem realizada em solo impermeabilizado. A compostagem efetuada em Fernando de Noronha é aeróbia, com a presença de oxigênio no processo do material disposto em pilhas a céu aberto aeradas (revolvidas) manualmente, através de um processo exotérmico (que libera calor), eliminando os microorganismos patogênicos básicos, e como é um processo aeróbico, não há produção de líquidos percolados poluentes (ENGECONSULT, 2011).

O resíduo orgânico atrai muitas garças, então telas de proteção foram colocadas nas áreas de compostagem (LIMA, 2014). As garças representam

perigo em relação a possibilidade de acidentes causados por aves e aeronaves, já que o aeroporto encontra-se muito próximo a área da UTRS-FN (ELABORE, 2007).

A compostagem da matéria orgânica de Fernando de Noronha não tem o devido controle de umidade e temperatura, devido à ausência dos instrumentos de medição e quadro de pessoal insuficiente, tendo apenas um operador, o que causa impacto sanitário e ambiental, gerando a proliferação de larvas atrativas à população de garças e contaminação do solo pelo chorume, o que resulta em desequilíbrio ambiental. Sua operação é considerada precária, por apresentar baixo padrão de qualidade, com irregularidades que causam impacto negativo no ambiente (ENGECONSULT, 2011).

Deste modo, pode-se concluir que o processo de compostagem é deficiente. Recomenda-se que a compostagem seja feita de acordo com os requisitos técnicos estabelecidos. Há também muitas canaletas rachadas, acumulando chorume, e muitas telas quebradas e rasgadas (LIMA, 2014).

Outro problema observado é o chorume que entra no solo, e em períodos de chuvas, este problema agrava-se, além do chorume que escorre para as praias contaminando as mesmas (MPPE, 2013).

Em audiência do Ministério Público, no ano 2013, em Fernando de Noronha, houve um alerta por parte de um turista e engenheiro sanitarista presente nessa reunião sobre a possibilidade de incêndio na UTRS-FN, e explicou que os resíduos orgânicos encontravam-se empilhados e o triturador de composto não funcionava, havendo assim o perigo de combustão espontânea, e observou que isso ainda não aconteceu devido a alta umidade da ilha (MPPE, 2013). Mesmo com esse alerta, que encontra-se na ata da referida audiência pública, no entanto nenhuma providência foi tomada por parte da Administração do Distrito, nem pela empresa que administra a UTRS-FN.

No ano 2015, na madrugada do segundo domingo do mês de julho, ocorreu um incêndio de médias proporções na UTRS-FN. Foram mais de quatro horas de trabalho por parte dos funcionários da unidade e do Corpo de Bombeiros para apagar as chamas. Houve muito material inflável, papel,

papelão e plástico. Segundo o técnico operacional da empresa responsável pela UTRS-FN em entrevista a Marinho (2015), o incêndio foi provocado por uma combustão espontânea.

Enfim a situação atual da UTRS-FN é alarmante e vários problemas são identificados, como ausência de condições mínimas de salubridade, logística e tecnologia. Além do desmatamento de parte da área florestal para acondicionar todos os resíduos e da existência de grande quantidade de *big bags* brancas armazenadas no chão, direto no solo, em lugar aberto, sem cobertura para proteção das chuvas (CARVALHO, 2011), (foto 7).

Foto 7 – Visão aérea da UTRS-FN - ano 2014



Foto: Michelle Lima, 2014.

Um outro agravante na UTRS-FN é que não há uma área específica para acondicionamento de pneus, e os mesmos são armazenados ao ar livre, cobertos por uma lona, ficando alguns descobertos (foto 8), e armazenando água (foto 9), o que representa sério risco a saúde (LIMA, 2014), além de ser vedado o armazenamento de pneus a céu aberto, mesmo que temporariamente (BRASIL, 2009).

Foto 8 – Pneus a céu aberto



Foto 9 – Pneu armazenando água



Fotos: Michelle Lima, 2013.

O transporte de resíduos para o continente é de responsabilidade da Administração do Distrito, e atualmente há três embarcações operando o transporte para o Recife (LIMA, 2014). E de acordo com o plano de manejo da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha (TETRPLAN, 2005, encarte 3, p.309):

Todo o resíduo sólido que sai de Noronha deve ser pesado nas instalações da Usina de Tratamento de Resíduos Sólidos. Em adição, a administração do porto entende que seja necessário solicitar ao porto de Recife que este mesmo material também seja pesado ao chegar em Recife, antes de seguir para o seu destino final. Existe a desconfiança de que parte dos resíduos sólidos transportados para o continente é descartada em alto mar.

Um jornal de grande circulação de Pernambuco, no ano 2011, fez um caderno especial sobre Fernando de Noronha, e afirmou que:

O navio que faz o transporte do lixo tem retirado da ilha uma quantidade de resíduos muito inferior à demanda produzida. Por mês, são, no máximo, 80 toneladas cruzando o oceano. O problema é que a produção mensal do arquipélago é praticamente o dobro dessa capacidade. Isso significa que todo mês, pelo menos metade do lixo produzido na ilha

fica acumulado na área da usina. E tem mais um agravante. Como o transporte depende de vários fatores, inclusive as condições marítimas, o intervalo entre cada viagem pode demorar até 40 dias. (CARVALHO, 2011, p. 4)

Com a publicação desta informação, no ano seguinte, a partir de janeiro de 2012, foram retiradas 1.800 toneladas de resíduos da UTRS-FN e enviadas ao continente, como resultado de um acúmulo de três anos (LIMA, 2014).

3. Medidas de gestão de resíduos

A lei orgânica de Fernando de Noronha determina que no âmbito do Distrito é proibido o abandono de resíduos, sujeitando os infratores à aplicação das penalidades cabíveis (PERNAMBUCO, 1995). Há também uma Portaria Distrital que proíbe a entrada e comercialização de produtos em recipientes e embalagens descartáveis, prevendo multa no valor correspondente a dois salários mínimos vigentes no Brasil pelo descumprimento da norma, além da apreensão do material encontrado (PERNAMBUCO, 1996). E no ano 1997, foi publicado um Decreto que dispõe sobre normas de conduta de tratamento dos resíduos em Fernando de Noronha, e para infração prevê como penalidade a advertência com prazo, a multa e, por último, tornar sem efeito o registro, licenciamento ou concessão (PERNAMBUCO, 1997). Contudo estas legislações não estão sendo cumpridas.

O plano Noronha +20, elaborado através de uma construção participativa que contou com aproximadamente 230 pessoas da comunidade local e 40 instituições, é um programa de sustentabilidade para o arquipélago de Fernando de Noronha, composto por um conjunto de ações integradas que visam garantir o bem-estar ambiental e social, e possui nove ações para os resíduos sólidos, com foco ao estímulo e fomento a processos que favoreçam a adoção de padrão de consumo compatível com o modelo pretendido (gestão integrada sustentável), disponibilizando subsídios para utilização de processos e tecnologias de baixo impacto e elevada autonomia (ICMBio, 2011).

O Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Fernando de Noronha (PGIRS-FN), finalizado em 2011, foi elaborado para ser um instrumento legal, técnico e gerencial necessário ao estabelecimento de um adequado sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos, que formulou três alternativas para a gestão de resíduos sólidos, e sugeriu a alternativa 3 como o diferencial desejado para o equacionamento da problemática dos resíduos sólidos no Distrito, através da coleta seletiva com separação em duas categorias de materiais (orgânico e inorgânico) e da introdução do gaseificador, e avalia esta alternativa com procedimentos e operações vantajosas em relação as alternativas 1 e 2 (ENGECONSULT, 2011).

Para a introdução do gaseificador como uma solução para transformar os plásticos, os papéis, parte dos resíduos orgânicos e os rejeitos em energia, precisa-se observar que a UTRS-FN está localizada em uma Área de Proteção Ambiental. Nesta área estão proibidas a implantação de atividades ou projetos que possam poluir ou provocar alteração nas condições ecológicas locais (BRASIL, 1986). Outro agravante é o fato do PGIRS-FN não apresentar estudo de impacto ambiental para o gaseificador em Fernando de Noronha.

Para resolver os problemas dos resíduos sólidos, as soluções são muitas vezes pensadas com o foco no final, na destinação, quando mereciam ser pensadas em medidas de prevenção e abordagens integradas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos incentiva a não geração, a redução de resíduos na fonte de geração, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos (BRASIL, 2010), e o PGIRS-FN está trabalhando no sentido contrário do preconizado pela Política Nacional. Dispor, da parte inferior da hierarquia, é a opção de gestão utilizada para a fracção restante de resíduos quando todas as formas de desvio, reutilização e valorização estão esgotados (UNEP, 2013).

O PGIRS-FN indicou a necessidade de reestruturação de UTRS-FN, com a readequação das áreas existentes e inclusão de novos espaços, objetivando adequar este equipamento ao novo modelo de gestão de resíduos sólidos para atender as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (ENGECONSULT, 2011). O projeto existe e prevê também a criação de

um museu, e apresenta-se como uma urgência, por vias legais como pela qualidade do serviço e das condições de trabalho para os funcionários que nela operam.

Almejando o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o PGIRS-FN precisa urgentemente ser colocado a apreciação da comunidade noronhense, já que é um documento com propostas e diretrizes para o gerenciamento de resíduos, que deveria ter sido construído de forma participativa, com o envolvimento da população (LIMA, 2014).

As gestões das unidades de conservação de Fernando de Noronha tem realizado vistorias na UTRS-FN, elaborando relatórios detalhados destas vistorias, e, em alguns casos, emitindo autuação por descumprimento de questões operacionais que são condicionantes da licença de operação (IBAMA, 2006; ICMBio, 2010).

O Ministério Público de Pernambuco promoveu, no ano 2013, uma audiência pública com o objetivo de discutir acerca da gestão dos resíduos sólidos no Distrito, bem como a aplicação das normas impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, a fim de desenvolver diretrizes, estratégias e projetos capazes de subsidiar a gestão de resíduos sólidos em Fernando de Noronha, contando com a validação de documentos a partir da participação popular (MPPE, 2013).

Em abril de 2013, foi lançada uma campanha de incentivo ao uso de garrafas tipo *squeezes* (foto 10), com o objetivo de coibir o excesso de garrafas PET em Fernando de Noronha, que correspondia a 70% dos resíduos descartados no Parque Nacional Marinho. Na compra de um *squeeze*, a pessoa recebe grátis os dois primeiros reabastecimentos com água gelada (foto 11). Esta ação de abastecimento de água através das *squeezes* deveria ser ampliada além da área do parque, para abranger toda a ilha.

Foto 10 – Squeezes



Foto 11 – Abastecimento de água gelada



Fotos: Michelle Lima, 2014.

Com o objetivo de debater e avaliar as políticas de atenção ao Meio Ambiente local, com ênfase nos resíduos sólidos produzidos no arquipélago de Fernando de Noronha ocorreu, em agosto de 2013, a 2ª Conferência de Meio Ambiente de Fernando de Noronha, (PERNAMBUCO, 2013), e algumas moções referentes aos resíduos sólidos foram aprovadas para o Distrito, com destaque para a criação de um selo verde que abranja todas as práticas e condutas sustentáveis em todos os setores afins, a criação de ecopontos, por bairros, para a entrega voluntária de materiais reaproveitáveis e tornar público o PGIRS-FN, divulgando-o com a comunidade noronhense, com a realização de oficinas e apresentações técnicas abertas a sociedade em geral, sobre a cadeia dos resíduos.

4. Percepção da comunidade noronhense

Sobre a gestão noronhense de resíduos sólidos, 42% dos moradores avaliam como regular, 10%, ruim, e 31%, péssima, e apenas 1% avalia como ótima e 14%, boa, ou seja, a comunidade não está satisfeita com esta gestão (LIMA, 2014).

Em relação às ações que deveriam ser incentivadas para uma sustentável gestão de resíduos sólidos em Fernando de Noronha, a tabela 1 apresenta a média das notas dadas pela comunidade para educação

ambiental, consumo consciente, redução de resíduos, coleta seletiva, reciclagem, compostagem, produção mais limpa, eliminação no uso de descartáveis e gaseificação.

Tabela 1 – Caracterização da média geral para nota dos entrevistados referente as ações que devem ser incentivadas em Fernando de Noronha - janeiro/2014

| ITEM | MÉDIA GERAL |
|-----------------------------------|-------------|
| Educação ambiental | 9,2 |
| Consumo consciente | 8,6 |
| Redução de resíduos | 8,8 |
| Coleta seletiva | 9,2 |
| Reciclagem | 9,2 |
| Compostagem | 9,1 |
| Produção mais limpa | 8,4 |
| Eliminação no uso de descartáveis | 8,5 |
| Gaseificação | 3,1 |

Fonte: Lima, 2014

Sobre a intenção da comunidade em contribuir com a gestão de resíduos sólidos de Fernando de Noronha, 86% declararam interesse, contudo quando questionados sobre as ações que a comunidade tem feito para a gestão dos resíduos sólidos de Fernando de Noronha, 42% responderam que nada, 33%, pouco, e 25% não respondeu. Não houve nenhuma menção para a opção muitas ações. E em relação às ações da Administração do Distrito apenas 1% declara que a mesma tem feito muitas ações, 13%, poucas ações e 54% para a opção nenhuma ação (LIMA, 2014).

5. Análise da sustentabilidade da gestão de resíduos sólidos

A gestão de resíduos sólidos de Fernando de Noronha é crítica e preocupante. O quadro 1 sintetiza, através de categorias de sustentabilidade em relação aos resíduos sólidos, com uma classificação para a situação atual através dos critérios de sustentável, insustentável e inexistente.

Quadro 1 – Sustentabilidade data gestão de resíduos sólidos de Fernando de Noronha

| CATEGORIAS | SITUAÇÃO ATUAL |
|---|----------------|
| Gestão integrada de resíduos sólidos | Insustentável |
| Plano de gestão integrada de resíduos sólidos | Insustentável |
| Coleta seletiva | Inexistente |
| Logística reversa | Inexistente |
| Tratamento | Insustentável |
| Destinação | Insustentável |
| Consumo consciente | Inexistente |
| Educação ambiental | Insustentável |

Fonte: Lima, 2014

Observa-se a inexistência de um programa de coleta seletiva, de sistemas de logística reversa e consumo consciente. E há carência em programas de educação ambiental para incentivar a implementação da redução de resíduos, reutilização e atividades de reciclagem. O tratamento e a destinação dos resíduos sólidos precisam ser revistos, com novas tecnologias, para assim planejar uma operação mais eficaz (LIMA, 2014).

6. Conclusões

Fernando de Noronha está aquém da desejável sustentabilidade para um destino turístico insular. A gestão de resíduos sólidos encontra-se inadequada, sem o cumprimento dos preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e pode-se concluir que:

- a atual gestão apresenta-se de forma insustentável;
- não existe gestão integrada de resíduos sólidos;
- as legislações vigentes para os resíduos não estão sendo cumpridas;

- a UTRS-FN encontra-se subdimensionada e não opera de acordo com a normatização;
- a ausência de um programa de coleta seletiva compromete a separação na UTRS-FN;
- não houve a participação da sociedade civil organizada na elaboração do PGIRS-FN;
- a comunidade noronhense não está satisfeita com a gestão de resíduos sólidos;
- há ausência de programas educacionais para incentivar a adoção e implementação de consumo consciente, redução de resíduos, reutilização e atividades de reciclagem;
- há ausência de novas tecnologias para o tratamento e destinação de resíduos sólidos.

Diante desse cenário e considerando a imensa importância desta localidade como um patrimônio ecológico mundial, o arquipélago Fernando de Noronha merece ser cuidado para o benefício da humanidade, e isso requer uma atenção constante em relação ao seu estado de manutenção e conservação, sendo também uma preocupação internacional.

Os resíduos são consequência, que vão surgir de acordo com o nível de consumo e da quantidade de pessoas que vivem no ambiente. Ressalta-se a importância de estabelecer, monitorar e cumprir a capacidade de carga turística estabelecida para Fernando de Noronha, pois do contrário a tendência é agravar e levar a um aumento dos impactos negativos. Importante também a conscientização da comunidade, dos visitantes, dos estabelecimentos comerciais e da administração do Distrito sobre hábitos para o consumo consciente.

A partir das perspectivas abordadas neste capítulo, é importante o cumprimento da legislação distrital vigente, a implementação das ações do Plano Noronha +20 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, para assim existir de fato uma gestão integrada de resíduos sólidos em Fernando de Noronha.

Referências

ALMEIDA, Cecília; GIANNETTI, Biagio. **Ecologia Industrial**: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BRASIL. Decreto n. 92.755, de 5 de junho de 1986. Declara Área de Proteção Ambiental o Território Federal de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e os Penedos de São Pedro e São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 06 jun. 1986.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 out. 2009.

_____. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, ago. 2010.

CARVALHO, Ciara. Noronha - o paraíso às avessas. **Jornal do Commercio**. Recife, 26 jun. 2011. Caderno Especial.

ELABORE ASSESSORIA ESTRATÉGICA EM MEIO AMBIENTE. **Estudo e determinação da capacidade e suporte e seus indicadores de sustentabilidade com vistas à implantação do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do arquipélago de Fernando de Noronha (Produtos 1 e 2)**. Brasília, 2007.

ELABORE ASSESSORIA ESTRATÉGICA EM MEIO AMBIENTE. **Estudo e determinação da capacidade e suporte e seus indicadores de sustentabilidade com vistas à implantação do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do arquipélago de Fernando de Noronha (Produtos 3 e 4)**. Brasília, 2008.

ENGECONSULT CONSULTORES TÉCNICOS LTDA. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos de Fernando de Noronha**. Recife, 2011.

FEITOSA, Maria José da Silva; GÓMEZ, Carla. **As aparências enganam: dinâmica dos resíduos sólidos e impacto ambiental em Fernando de Noronha** – PE. SIMPOSI, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatório de Vistoria em Usina de Tratamento de Lixo em 15 de maio de 2006**. Fernando de Noronha, 2006.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio).. **Relatório de Vistoria Conjunta n. 01/2010/APA-FN-ICMBio/CPRH em 2 de fevereiro de 2010**. Fernando de Noronha, 2010.

_____. **Noronha +20: Programa de sustentabilidade para o Arquipélago de Fernando de Noronha**. 2011.

LIMA, Michelle de Almeida. Turismo Sustentável. In: MESQUITA, Daniela Garcia. (Org.) **O livro de Fernando de Noronha**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2012.

_____. **Análise da gestão de resíduos sólidos do destino turístico Fernando de Noronha (Pernambuco, Brasil)**. Recife, 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.

MARINHO, Ana Clara. **Incêndio é registrado na Usina de Lixo de Noronha**. Blog Viver Noronha. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pernambuco/blog/viver-noronha/post/incendio-e-registrado-na-usina-de-lixo-de-noronha.html>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE PERNAMBUCO (MPPE). **Ata de audiência pública com o objetivo de discutir acerca da gestão dos resíduos sólidos no DEFN**. Fernando de Noronha, 2013.

MRS ESTUDOS AMBIENTAIS. **Plano de gestão do arquipélago de Fernando de Noronha, ecoturismo e desenvolvimento sustentável – fase 1 (Capacidade de suporte)**. Brasília, 2000.

PERNAMBUCO. Lei nº 11.304, de 28 de dezembro de 1995. Institui o Distrito Estadual de Fernando de Noronha, aprova a sua Lei Orgânica, dispõe sobre

medidas de natureza administrativa e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, 29 dez. 1995.

_____. Portaria GOPE/DEFN nº 002, de 25 de janeiro de 1996. Proíbe a entrada e comercialização de produtos em recipientes e embalagens descartáveis no Distrito Estadual de Fernando de Noronha. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, jan. 1996.

_____. Decreto Distrital nº 004, de 12 de novembro de 1997. Dispõe sobre normas de conduta de tratamento do lixo no Distrito Estadual de Fernando de Noronha e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, nov. 1997.

_____. Portaria nº 062, de 25 de julho de 2013. Convoca a II Conferência Distrital do Meio Ambiente do Distrito Estadual de Fernando de Noronha e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, jul. 2013.

PINTO FILHO, Josias de Oliveira. **Levantamento das condições do lixo em Fernando de Noronha**. Recife, 2003. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco.

SILVA, Marieta Borges Lins e. **Fernando de Noronha: cinco séculos de história**. Recife: Universitária da UFPE, 2013.

TETRAPLAN CONSULTORIA E PLANEJAMENTO. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental APA Fernando de Noronha, Atol das Rocas e São Pedro e São Paulo**. Brasília, 2005.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Guidelines for national waste management strategies: Moving from challenges to opportunities**. Kenya, 2013.

Educação, catadores e a PNRS: uma análise da gestão de resíduos eletroeletrônicos na Região Metropolitana de Recife

Katharine Trajano, Monick Mello

Resumo - O aumento da população e a rápida urbanização que enfrentamos como aspecto de país em desenvolvimento frequentemente nos remete a questão do lixo que produzimos e sua deposição. A falta de infra-estrutura das cidades latino-americanas no que concerne o manuseio de resíduos nocivos também nos é visível – uma problemática que, lentamente, ganha espaço de desmistificação no Brasil, graças a Política Nacional de Resíduos (PNRS) aprovada após décadas de discussão política, em 2010.

15.1 Introdução

A gestão de resíduos sólidos é uma questão prioritariamente urbana em razão dos volumes e da diversidade de resíduos que se concentram nestas áreas. O Brasil é um país que possui 35 Regiões Metropolitanas, congregando mais de 400 municípios e gestão diferenciada. O Brasil tem mais de 204 milhões de habitantes, representa uma das principais economias mundiais, no entanto ainda tem índices irrisórios de coleta seletiva ou compostagem dos resíduos gerados (IBGE, 2015; SNIS, 2014).

As principais metrópoles brasileiras são palco de diferentes formas de violência, uma delas consiste na gestão inadequada dos resíduos que, de forma cíclica, impacta a qualidade de vida de seus habitantes. Marques (2012) enfatiza inclusive que a localização dos centros de triagem de resíduos tendem a se localizar em áreas empobrecidas e degradadas das metrópoles.

De acordo com Jacobi e Besen (2011):

A ausência de uma estrutura de planejamento e gestão metropolitana dos resíduos é um dos fatores que dificultam uma ação integrada e coordenada entre os municípios e que poderiam reduzir custos ambientais e financeiros.

Estes mesmos autores ainda enfatizam o potencial tecnológico na área da gestão sustentável como uma solução possível para questões sociais e econômicas. No entanto, também destacam as barreiras estabelecidas pelo interesse econômico privado e apontam a coleta seletiva como uma solução urgente e estratégica.

Desta forma, neste capítulo é abordada a gestão de resíduos eletroeletrônicos na Região Metropolitana do Recife (RMR), em conformidade com os requisitos legais.

15.2. A Política Nacional de Resíduos Sólidos

Focando os reflexos do consumo e ciclo de vida dos produtos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelece o conceito da “responsabilidade compartilhada”, conforme a seguir:

um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores [...] para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, a lei impulsiona o posicionamento da sociedade acerca do consumo consciente e desenvolvimento sustentável, nos remetendo ao

Artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil (1988) que diz:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem do uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público o dever de defendê-lo e à coletividade de preservá-lo para presentes e futuras gerações.

Neste sentido, está definido o conceito de que o meio ambiente é um bem de uso comum e de que ao Poder Público cabe a responsabilidade de sua gestão, segundo a regulamentação da Carta Magna.

A consolidação da PNRS promoveu ações objetivando o fim dos lixões, a coleta seletiva e incentivou a formação de cooperativas de catadores. Contudo, a articulação para o cumprimento da Lei nº 12.305 sobre a PNRS, enfrentou o despreparo e aversão de diversos municípios brasileiros. A título de exemplo, temos a recente prorrogação do prazo de encerramento dos lixões, o que pode ser também interpretado como um amadurecimento da discussão, ao se propor um escalonamento nas ações de encerramento conforme o porte e localização dos municípios brasileiros.

Ainda antes da discussão sobre a postergação do prazo de encerramento dos lixões, alguns municípios brasileiros se mobilizaram. Até outubro de 2014, 147 municípios pernambucanos sequer haviam assinado o Termo de Ajustamento Ambiental (TCA) proposto pelo Ministério Público de Pernambuco (MPPE), sobre a situação dos lixões do estado (LEIA JÁ PERNAMBUCO, 2014). Este posicionamento destoa do pioneirismo estadual em regulamentar a gestão dos resíduos sólidos – destaca-se as Leis nº 13.047/2006 (coleta seletiva em condomínios, comércio, indústria e órgãos públicos) e nº 14.236/2010 (PERNAMBUCO, 2010).

Em 2009, foi criada em Pernambuco a lei nº 13.908, primeira no país a estabelecer obrigatoriedade da gestão dos resíduos a partir da ação das empresas produtoras. Em seguida, a lei nº 15.084 de 2013 endossou a PNRS

e a regulamentação estadual de 2009 ao incluir a responsabilidade pela instalação de pontos de recebimento de equipamentos eletroeletrônicos pós consumo em estabelecimento comerciais, impondo inclusive multas ao seu descumprimento.

Com a exigência do fechamento dos lixões e subsídios para formação de cooperativas a partir da PNRS, os catadores avançam em busca da valorização da categoria, do reconhecimento como profissionais, deixando a marginalidade dos direitos sociais e trabalhistas. Os primeiros registros da classe no Brasil datam do século XIX e, atualmente, sua participação está em cerca de 60% do que é reciclado no país (EIGENHEER, 2009).

Colocando o lixo numa óptica histórica, Eigenheer (2009) nos diz que apenas na segunda metade do séc. XIX há uma separação entre resíduo sólido (passível a reciclagem) e dejetos humanos. Monteiro (2001) nos relata o estigma social ainda atribuído àqueles que lidam com materiais descartados pela sociedade e a invisibilidade deste profissional que, transitando diariamente pelos centros urbanos, faz destes materiais uma forma de sustento.

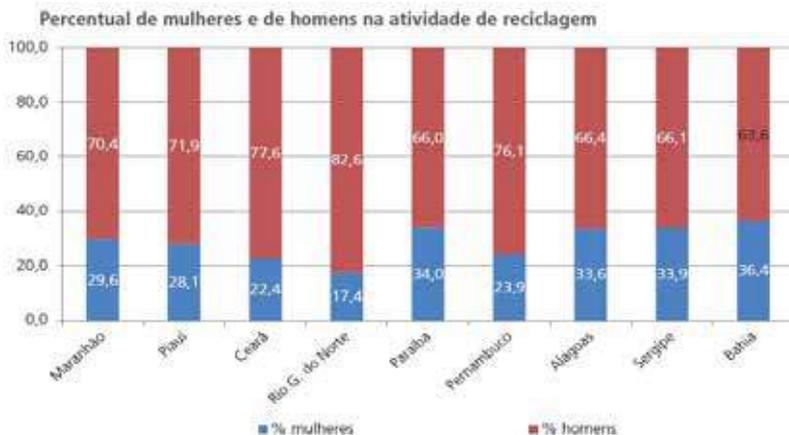
15.3. Educação, catadores e a gestão de resíduos na RMR

A Região Metropolitana do Recife (RMR) congrega 14 municípios e uma população estimada em 3,9 milhões de habitantes. (IBGE, 2015) e IDH médio de 0,650.

No Nordeste, segundo relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013), há 116.528 catadores, dos quais 20.166 catadores se encontram em Recife; destes, 76.01% são homens e 23.9% mulheres.

Conforme apresentado na Figura 1, o mesmo padrão se verifica nos diferentes estados nordestinos.

Figura 1. Percentual de mulheres e de homens na atividade de reciclagem no Nordeste do Brasil (IPEA, 2013)



Outro dado importante deste relatório é a alarmante taxa de analfabetismo entre os profissionais, que chega a 34,3% no estado; Na Bahia, unidade federativa com 34.107 catadores – maior número da região Nordeste – esta taxa é menor, em torno de 28,6%.

Estes números demonstram a crescente demanda de programas educacionais inclusivos no estado de Pernambuco, como também em outras regiões do Nordeste – responsável por concentrar 30% dos catadores brasileiros (IPEA, 2013). Tendo em vista a necessidade destes profissionais em se adequar ao mercado de logística reversa, a PNRS (2010) prevê a “capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos” (Cap. II, art. 7º, IX).

Com a criação do Decreto 7.404/2010, título V, art. 43, a União é entrelaçada a regulamentação de programas que priorizem a inserção produtiva do catador; Para mais, o art. 44 § II e III estabelece que tais programas fomentem:

II- o estímulo à capacitação, à incubação e ao

fortalecimento institucional de cooperativas, bem como à pesquisa voltada para sua integração nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

III - a melhoria das condições de trabalho dos catadores.

Metello (2014) nos aponta outras normativas a fins de inclusão socioeconômica de sancionadas em 2003, como:

- I. “A Lei 11.405/07 permite que municípios contratem cooperativas e associações de catadores para realizarem coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos sem licitação;
- II. O Decreto 7.404/10 destaca que os municípios devem priorizar a participação de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis na coleta seletiva;
- III. O Decreto 7.405/10 reedita o Comitê Interministerial para a Inclusão Social e Econômica de Catadores de Materiais Recicláveis e Reutilizáveis (CIISC) e cria o Programa Pró-Catador”.

As diretrizes supracitadas reafirmam a relevância na incorporação científica ao sistema de produção como mão de obra aos novos processos produtivos brasileiros. Através da formação educacional e profissional os trabalhadores poderão se apropriar de saberes no que tange seus direitos, a manipulação de materiais dentre outras preocupações. E, como nos lembra Oliveira (2011),

a ocupação (do catador) é marcada por precárias condições de trabalho, exposição a riscos, insalubridade, má remuneração, menosprezo, preconceitos e ausência de garantias trabalhistas que os defenda, principalmente, em condições de acidentes de trabalho, doenças, aposentadoria, décimo terceiro salário e seguro desemprego.

Lentamente, a partir de 1985, como apontado por Ávila (2000), houve uma descentralização das funções dos governos federais e estaduais; a partir daí, as comunidades buscam suprir as necessidades locais assumindo

“o agenciamento do seu desenvolvimento e os agentes externos são os que se envolvem participando, inclusive no sentido de “combustíveis” e “baterias” que acionam o “motor” para que ela mesma, pouco a pouco, se torne capaz de tracionar o progresso de suas condições e qualidade de vida, sob todos os pontos de vista (social, econômico, cultural, etc) (...)”

Numa pesquisa realizada em pelo Walmart Brasil e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2010, 24% dos pernambucanos entrevistados elegeram a comunidade como principal instituição capaz de influenciar suas ações em relação ao meio ambiente. Neste sentido, fica perceptível a visão local de interdependência e pensamento coletivista que faz alusão à perspectiva freiriana de que:

a verdadeira comunicação não admite uma só voz, um só sujeito, a transmissão, a transferência, a distribuição, um discurso único, mas sim a possibilidade de muitas vozes, alteridade cultural, independência e autonomia dos sujeitos, inúmeros discursos, enfim, estruturas radicalmente

democráticas, participativas, dialógicas. (FREIRE, 1987).

Poderíamos destacar como fomento à formação dos catadores, o uso da educação em espaço não-formal, proposta por Gohn (2006), pois ela traz “uma intencionalidade na ação, no ato de participar, de aprender e de transmitir ou trocar saberes”. No espaço informal, se constrói em grupo uma identidade e as ações são transdisciplinares, holísticas e mobilizadoras sociais.

Nestes espaços não formais, tratar, sobretudo com os catadores, a questão dos resíduos eletrônicos (REEE) – cuja produção prevista para 2015 é de 1, 247 mil toneladas apenas para objetos de pequeno porte (ABDI, 2013) – implica em potencializar e integrar estes sujeitos às novas demandas do mercado.

Faz-se necessário aproximá-los com uma linguagem simples e direta, envolvendo aspectos *cognitivos* e *afetivos*, pois apesar dos REEE atraírem pelo alto valor de mercado, o desmonte incorreto das peças acaba por expor os trabalhadores à contaminação com substâncias tóxicas. Esta contaminação pode ser associada ao risco ocupacional derivado do trabalho, entendido como

toda e qualquer possibilidade de que algum elemento ou circunstância existente num dado processo e ambiente de trabalho possa causar dano à saúde, seja através de acidentes, doenças ou do sofrimento dos trabalhadores, ou ainda através da poluição ambiental (OLIVEIRA apud PORTO, 2011, p.77).

No estado de Pernambuco, as capacitações acerca dos REEE já foram ofertadas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em parceria com a Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ) e a OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) Instituto GEA, em 2015 (DIÁRIO

DE PERNAMBUCO, 2015). O instituto GEA, por si só, mantém o projeto “Eco-Eletrô” financiado pela Petrobras e responsável por levar, a catadores de alguns estados brasileiros, informações e materiais sobre coleta e processamento de REEE (INSTITUTO GEA, 2015).

Um projeto semelhante foi desenvolvido no âmbito do projeto “Inovação e Sustentabilidade na Gestão de Resíduos: Perspectivas da Aplicação da Política Nacional de resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Recife”, desenvolvido ao longo dos anos de 2013 e 2014 (FACEPE, 2012). Na ocasião foram promovidos cinco workshops de pesquisas e palestras abertas ao público. A proposta consistia na promoção da Tecnologia Social, ou seja soluções tecnológicas de baixo custo e alto impacto para comunidades de baixa renda.

Para tanto, foi feito o uso da educação no espaço informal e levou a experiência ao Encontro Nacional de Conhecimento e Tecnologia, em Brasília, em 2014, sob o tema “Inclusão socioeconômica de catadores de materiais recicláveis”. Nesse panorama, o êxito da experiência da pesquisadora, reitera a possibilidade de implementar projetos socioambientais independentes da participação governamental.

Verificamos, aqui, a educação não formal como subsídio do processo de construção social, econômico e afetivo de indivíduos, atendendo, também, a Lei N° 8.742/93 da Lei Orgânica da Assistência Social – LOAS (BRASIL, 1993) sobre serviços assistenciais que visam à melhoria de vida da população carente e promovam formação e capacitação de lideranças.

Assim, se contribui com a saúde pública e ambiental ao mesmo passo que se engrandece a imagem destas como prestadoras de serviços sustentáveis. Desta maneira, valoriza-se a profissão de catador, caracterizando-os como agentes diretos indispensáveis na gestão de resíduos urbanos (RSU) através de uma práxis democrática, sustentada pela *solidariedade mecânica*, como proposta por Durkheim (VARES apud DURKHEIM, 2013).

Seguindo o conceito proposto por Gadotti (2005), a educação formal

tem objetivos claros e específicos e é representada principalmente pelas escolas e universidades. Ela

depende de uma diretriz educacional centralizada como o currículo, com estruturas hierárquicas e burocráticas, determinadas em nível nacional, com órgãos fiscalizadores dos ministérios da educação.

Contraposta a educação não formal, esta modalidade não é tão flexível e depende de programas (em sua maioria públicos) para se desenvolver. Historicamente, o Estado tem se responsabilizado pelos resíduos produzidos pela população, o que desencadeou “a planificação e institucionalização de uma cadeia produtiva que associa projetos de geração de trabalho e renda para populações vulnerabilizadas” (PINHEIRO, AMARAL, LISBOA et al., 2014).

O programa Pró Catador instituído no Decreto 12.305/2010 respaldou uma iniciativa de politizar o Movimento Nacional dos Catadores, formado em 1999 (MNCR, 2015). Além disso, aflorou o debate acerca da formação a estes profissionais, fazendo eclodir uma vasta literatura no que concerne sua imprescindibilidade, mas que ainda peca em expor poucas políticas públicas efetivas para tal.

Dentre os projetos públicos educativos voltados aos catadores, destacam-se o Programa Cataforte e o Pronatec Catador, ambos de âmbito nacional. O primeiro, criado em 2009, beneficiou mais de 11 mil catadores até 2013 (BRASIL, 2015); o segundo, ainda caminha lentamente sob forma de curso de Formação Inicial e Continuada (FIC) e depende da mobilização de Prefeituras para sua inserção (MDS, 2013).

15.4. Considerações finais

A educação formal e informal mostra-se como ferramenta fundamental para a gestão dos resíduos sólidos no espaço urbano. O elevado número de habitantes nos espaços urbanos, a crescente geração de resíduos e a insuficiência das ações de gestão destes resíduos remetem à necessidade da efetivação das políticas públicas por meio da participação pública. Participação esta que tende a ser motivada por meio da educação, ou seja,

transferência e mediação do conhecimento sobre o assunto.

Conforme previsto na PNRS, a capacitação dos agentes envolvidos na logística reversa e na gestão dos resíduos como um todo, é uma premissa a ser observada e incentivada de forma continuada. Nos moldes da assistência técnica, as cooperativas de catadores podem se valer da transferência de conhecimento para aprimoramento dos serviços prestados.

Estudos futuros poderiam vir a considerar os mecanismos de financiamento da capacitação e educação por meio das empresas produtoras, desta forma, fomentando o círculo virtuoso da melhoria de competências para a gestão eficiente dos resíduos.

Referências

BRASIL, 2010. Lei Federal no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em :

BRASIL, 2015. SECRETARIA GERAL – PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Projeto Cataforte beneficia 11 mil catadores de materiais recicláveis em todo o país. Disponível em: <http://www.secretariageral.gov.br/atuacao/pro-catador/videos/projeto-cataforte-beneficia-11-mil-catadores-de-materiais-reciclaveis-em-todo-o-pais> , acesso em 6 de maio, 2015.

DIARIO DE PERNAMBUCO. Sustentabilidade: UFPE oferece curso de gestão de resíduos de equipamentos eletrônicos. Disponível em: < http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2015/04/27/interna_vidaurbana,573609/ufpe-oferece-curso-de-gestao-de-residuos-de-equipamentos-eletronicos.shtml > Acesso em 2 de maio, 2015.

EIGENHEER, Emílio M. A história do lixo – a limpeza urbana através dos tempos. Porto Alegre: Pallotti, 2009. FACEPE, 2012. Projeto de pesquisa sobre Inovação e Sustentabilidade na Gestão de Resíduos. Disponível em: <http://www.facepe.br/projeto-de-inovacao-e-sustentabilidade-na-gestao-de-residuos-e-aprovado-pela-facepe-e-mit-a-2/>. Acesso em outubro de 2016.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

IBGE, 2015. Estimativa da população. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm. Acesso em outubro de 2015.

INSTITUTO GEA. Projeto Eco-Eleto (Segurança + renda). Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/projetos/projeto-eco-eleto-seguranca-renda-2/>> Acesso em maio de 2015.

IPEA. Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável – Região Nordeste. Brasília: IPEA, 2013, Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacaosocial_mat_recicavel_brasil.pdf. Acesso em outubro de 2016.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

LEIA JÁ PERNAMBUCO. MPPE dá ultimato para prefeitos sobre a questão dos lixões. Disponível em: <http://pernambuco.ig.com.br/noticias/2014/mppe-da-ultimato-para-prefeitos-sobre-questao-dos-lixoes>. < Acesso em 15 de fevereiro, 2015>.

MARQUES, M. I. M. (2013). Reciclagem e gestão do ambiente urbano: o trabalho dos catadores de resíduos sólidos na metrópole paulistana em tempos de políticas neoliberais. *Diversitas*, 1(1), 76-89.

MDS, 2013. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE A FOME. Pronatec Brasil Sem Miséria. Disponível em: http://www.mds.gov.br/brasilsemiserial/arquivos/Pronatec_BSM_nova_04.2013.pdf, acesso em 6 de maio, 2015.

METELLO, D. A inclusão socioeconômica de catadores de materiais recicláveis. *Revista IPEA – Desafios do desenvolvimento*. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=3058&catid=29&Itemid=34 <acesso em 17 de fevereiro, 2015>.

MNCR. História do MNCR. Disponível em: http://www.mncr.org.br/box_1/sua-historia, acesso em 3 de maio, 2015.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro. IBAM, 2001.

PERNAMBUCO, 2010. Política Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%2014236;141010;20101229.pdf Acesso em outubro de 2016.

SNIS, 2014. Diagnóstico de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>. Acesso em outubro de 2016.

Logística reversa de óleo de cozinha residual: experiências de Pernambuco, Paraíba e Piauí

Rômulo Simões Cezar Menezes, Ericka Patrícia Brito, Rosa Virgínia T. Grangeiro, Ricardo Luís S. Pinheiro, Lúcia Helena Xavier

Resumo – A reutilização de resíduos como insumo em cadeias produtivas por meio da logística reversa consiste em uma das ações mais nobres para a promoção de um ambiente sustentável na área de gestão de resíduos. Algumas soluções no segmento de logística reversa de óleo têm contribuído para a melhoria da qualidade do saneamento nos centros urbanos. Neste sentido, três experiências são abordadas: uma na empresa Águas e Esgotos do Piauí S/A (Agespisa) no Piauí, outra na empresa ASA em Pernambuco e na Paraíba e a terceira na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Todas as iniciativas consistem em parcerias entre o governo, comunidade acadêmica e estabelecimentos comerciais, ou residências, que integram os programas e representam ações de sucesso que congregam gestão de resíduos, saneamento e logística reversa.

1.1. Introdução

O consumo de alimentos preparados com óleo de cozinha é bastante difundido na sociedade atual por ser um processo de cozimento rápido e que garante um sabor agradável aos alimentos. O óleo de fritura, quando descartado de forma incorreta nos ralos da pia ou vaso sanitário, causa uma série de problemas ambientais como o entupimento das tubulações da rede de esgoto, contaminação das águas dos rios e encarecimento dos processos nas estações de tratamento de esgoto. Torna-se fundamental,

portanto, a conscientização da população para que o óleo de fritura deixe de ser apenas um poluente, fornecendo uma destinação adequada para esse material.

Além dos corpos hídricos, o descarte inadequado de óleo de cozinha pós-consumo também pode ocasionar o comprometimento das vias de saneamento urbano, conforme destacado por Mognato e Martins (2007): “Quando despejado no ralo, o óleo forma crostas de gordura na tubulação residencial e nas redes de esgoto, causando entupimentos e poluindo córregos, riachos, rios e o solo.”

De acordo com Castellaneli et al (2007), informar a população a respeito dos impactos potenciais e a forma de destinação ambientalmente adequada dos resíduos devem ser o foco das ações para uma efetiva ação socioambiental. Para tanto, estes autores sugerem que tais informações sejam incluídas nos rótulos dos próprios produtos. Em 2005 foi apresentado o projeto de Lei nº 296 que dispunha sobre a obrigatoriedade de constar a advertência sobre a destinação correta do óleo pós-consumo (BRASIL, 2005a). No entanto, a matéria foi rejeitada pelo Senado em 2007. Alguns estados e municípios avançaram e regulamentaram a proposta, como é o caso do Rio de Janeiro que publicou em setembro de 2015 a Lei nº 5.975, Rio de Janeiro (2015), que estabelece procedimentos para o descarte de óleo de cozinha usado no município.

A Resolução Conama nº 357 de 2005, Brasil (2005b), regulamenta em 50mg por litro de água a quantidade máxima de óleos vegetais presentes no lançamento de efluentes. Desta forma, pode-se entender que 1 litro de óleo, que corresponde a 1×10^6 mg, pode contaminar cerca de 20 milhões de litros de água sem extrapolar os parâmetros legais, ultrapassado este valor observa-se um comprometimento do comportamento metabólico do corpo hídrico, em razão da privação de oxigênio, e uma indução do processo de eutrofização, ou seja, acúmulo de matéria orgânica em decomposição.

Os óleos comestíveis podem ser classificados conforme sua utilidade, Castellaneli et al (2007), conforme descrito a seguir:

- Atividades domésticas (óleos de cozinha usados no processamento

dos alimentos, como por exemplo, a fritura de batatas, salgados, etc.);

- Atividades industriais, destacando-se as de preparação e conservação de batata (fabrico de batatas fritas “em pacote”) ou outros tipos de alimentos que necessitem de óleo de fritura em grande quantidade;
- Estabelecimentos como hotéis, restaurantes, cafés, cantinas e refeitórios

Neste sentido, a proposta de coleta e processamento do óleo comestível pós-consumo e sua logística reversa com a reinserção em processos produtivos tem sido viabilizada em diferentes estados do Nordeste brasileiro. Da mesma forma, ações de regulamentação e estruturação da cadeia reversa encontram-se em implementação.

Tanto Mognato e Martins (2007) quanto Miranda (2008) destacam o uso de óleos vegetais pós-consumo na produção de biodiesel. Mais recentemente, Freitas (2016) identifica a possibilidade de configuração de um sistema de logística reversa aplicado a cadeia de produção do biodiesel utilizando-se matérias primas alternativas. No entanto, Pitta Júnior et al (2009) ressaltam que o recolhimento ainda é um desafio para a gestão do óleo de cozinha pós-consumo.

Buscando contribuir com esta questão, Castellaneli et al (2007) afirmam que uma forma adequada de se destinar os óleos utilizados é acondicionando-os em garrafas plásticas pós-consumo, tipo PET, e destinando-as em pontos de recolhimento, evitando jogar em ralos, pias e vasos sanitários. Ações mais nobres para a destinação dos óleos residuais encontram-se em desenvolvimento e podem ser priorizadas a partir da informação e incentivos.

Um importante avanço no segmento da logística reversa de óleo de cozinha residual é o termo de compromisso para a logística reversa que foi assinado em 2015 pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiovi), com vigência de quatro anos a contar de Janeiro de 2016, que também terá a anuência do Sindicato das Indústrias de Óleos Vegetais e seus Derivados no Estado de São Paulo (Sindóleo) e da Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). O termo estabelece que até dezembro de 2016 devem ser estabelecidos 1.150 pontos de coleta, sendo que este valor será escalonado para 1.250 pontos em 2017, chegando até 1.450 em 2019.

A seguir são descritos os estudos de caso evidenciados nos estados de Pernambuco, Paraíba e Piauí.

1.2. A experiência da Agespisa (Piauí)

Por iniciativa do governo estadual do Piauí, a empresa Águas e Esgotos do Piauí S/A (Agespisa) lançou em maio de 2008 o programa “Não Jogue Óleo no Ralo”. A proposta teve, ao longo de sua elaboração, o apoio da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar), além dos consumidores que são representados por estabelecimentos comerciais e residências do estado.

A proposta foi motivada por dois fatores: a ampla contaminação dos recursos hídricos e impacto da vida aquática pela destinação inadequada dos óleos e o comprometimento no sistema de esgotamento sanitário pelo acúmulo de óleo residual. Antes do projeto ser estabelecido, a rede de esgoto estadual precisava passar periodicamente por ações de desentupimento em função do acúmulo de óleo residual em suas tubulações. O processo de manutenção consumia recursos financeiros, tempo e mão-de-obra para restaurar a eficiência da rede de saneamento. E o óleo destinado de forma indevida impactava os recursos hídricos do estado, contaminando a água e comprometendo a vida dos organismos aquáticos.

Assim, teve início o Programa Água Pura que, inicialmente, visava orientar os cidadãos a respeito da importância de não se descartar óleo de cozinha pós-consumo em ralos de pias. Vinculado a isso, implementou-se um incentivo financeiro, por meio da concessão de desconto na fatura de água consumida, o Programa alcançou a adesão dos consumidores e melhorou a qualidade de vida no estado do Piauí.

De acordo com Carvalho et al (2009), a iniciativa é pautada na premissa de conservação dos recursos naturais, principalmente os recursos hídricos,

em razão de sua importância em todos os ecossistemas naturais. Para tanto, foram direcionados esforços no sentido da promoção de ações educativas para a construção de um modelo que permitisse a melhoria das condições de saneamento e gestão dos recursos hídricos com baixo custo, e de alto impacto. Assim, o Programa Água Pura, que congrega diferentes projetos ambientais a partir de iniciativas dos próprios empregados da Agespisa, promove ações de educação ambiental, tecnologias limpas, conservação ambiental e o reaproveitamento de resíduos por meio da logística reversa.

O Projeto “Não jogue óleo no ralo” é uma das iniciativas do Programa Água Pura, sendo voltado para a promoção da coleta seletiva do óleo residual, que promoveu resultado em impacto positivo significativo nos custos com a manutenção das tubulações de esgoto e na preservação ambiental dos rios Parnaíba e Poti, além disso viabilizou processos tecnológicos para a produção de biodiesel a partir do óleo de cozinha pós-consumo, bem como o seu uso em ração para animais e produção de detergentes.

Segundo os idealizadores do sistema, uma quantidade significativa de óleo é despejada por consumidores nos ralos de suas próprias residências ou ainda a partir de estabelecimentos comerciais como bares, restaurantes, hotéis e outros. Desta forma, a Agespisa era responsável pelo desentupimento e restauração de tubulações de esgotamento sanitário com frequência significativa.

No entanto, a empresa percebeu que não bastava mobilizar a sociedade apenas com ações informativas e, por isso, optou por estabelecer um sistema de recompensa na qual são concedidos descontos na conta de água para aqueles que coletarem e entregarem o óleo usado em postos de atendimento. Inicialmente o projeto concedia o “Vale Água”, um desconto na conta de água do mês subsequente, no valor de R\$ 0,30 para cada litro de óleo de fritura usado doado. Em estabelecimentos comerciais a própria empresa realiza a coleta mediante cadastramento dos fornecedores comerciais e agendamento. A empresa fornece tambores com capacidade de 43 litros para a armazenagem do óleo residual nos estabelecimentos comerciais. Durante a retirada é quantificado o volume descartado e fornecido o recibo correspondente ao desconto. Atualmente a Agespisa conta com três pontos de coleta de óleo no estado.

Todo óleo coletado é transportado para o depósito onde passa por processo de purificação para a produção de biodiesel. A produção do combustível, estimada em 8 mil litros por mês, é utilizada na própria frota da Agespisa. A glicerina gerada como coproduto a partir da produção do biodiesel é destinada à produção de sabão, gerando emprego e renda para associações envolvidas no projeto, e promovendo a inclusão social. Os volumes entregues nos pontos de coleta também são quantificados e o desconto é concedido da mesma forma.

A partir da conscientização ambiental e do incentivo econômico a população tem se manifestado disposta a contribuir com o Programa. Desta forma, desde a sua implantação em 2008 até o início do ano de 2016, já foram coletados mais de 480 mil litros de óleo de cozinha pós-consumo. Existem mais de 500 estabelecimentos e residências cadastradas no sistema do Programa para a retirada o óleo residual.

Os benefícios do programa podem ser estimados a partir do volume de recursos hídricos que deixam de ser contaminados, bem como pela qualidade de solos que são preservados pela destinação inadequada do óleo pós-consumo.

O acondicionamento e destinação ambientalmente adequada são ações que estão em conformidade com as exigências estabelecidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305 de agosto de 2010 – e, por isso, contribuem para o exercício das políticas ambientais no Brasil. Da mesma forma, a destinação a partir da logística reversa consiste em um requisito de grande relevância no cenário nacional. Além de promover a gestão ambiental por meio da retirada de um elemento contaminante do ambiente, a proposta ainda possibilita a reinserção de um resíduo como insumo em cadeias produtivas, através da utilização do óleo residual como matéria prima para combustíveis, detergente e sabão.

A proposta em curso está ampara também no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)

1.3. A experiência da empresa ASA (Pernambuco e Paraíba)

A empresa ASA Indústria e Comércio Ltda. congrega empresas que atuam tanto no ramo alimentício como no segmento de produtos de limpeza. A partir do Programa socioambiental Mundo Limpo, Vida Melhor, a empresa realiza a coleta de óleo de cozinha usado, evitando que o mesmo seja descartado nos recursos hídricos e, ao mesmo tempo, utilizando-o como matéria prima na produção de sabão. O Programa encontra-se ativo em 37 municípios com a parceria de escolas, organizações privadas e governamentais e encontra-se em fase de estabelecimento em Fernando de Noronha. A proposta de educação ambiental do Programa já capacitou mais de 60 mil pessoas.

Em Fernando de Noronha, especificamente, existem mais de 100 pousadas e 30 restaurantes que geram um volume significativo de óleo residual que será recolhido pela empresa ASA. O Programa socioambiental, coordenado por Flávia Moura, recolherá o óleo pós-consumo e encaminhará para o processamento em Recife. O processo de reciclagem do óleo consiste na filtração, refino, lavagem e clarificação para a produção de sabão.

Atuando nas cidades de Recife e Belo Jardim em Pernambuco, bem como em Campina Grande na Paraíba, a empresa possui diferentes áreas de coleta de óleo residual distribuídas no estado de Pernambuco. O programa foi estabelecido em 2008 e estima-se que já foram recolhidos mais de 3 milhões de litros de óleo desde sua implantação. Assim, a empresa ganhou o Prêmio Vasconcelos Sobrinho, em 2014, por contribuir com a preservação dos recursos hídricos.

O sistema de coleta de óleo consiste no cadastramento de condomínios, empresas e residências para a coleta periódica do óleo residual. A partir do cadastramento são fornecidas bombonas plásticas para a armazenagem do óleo. Assim que o vasilhame atinge sua capacidade a empresa é comunicada por email ou telefone sobre o agendamento da coleta. A partir deste momento se estabelece uma periodicidade para a coleta.

Após o recebimento do óleo, o mesmo é processado e direcionado como matéria graxa para a produção de alguns tipos de sabões comercializados pela empresa.

Em parceria com a Fundação Alice Figueira de apoio ao Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP), a empresa ASA desenvolve um projeto social que consiste na doação financeira para a fundação proporcionais ao óleo residual coletado.

Além da difusão do conhecimento e estímulo à consciência ambiental por meio da prática da educação ambiental, um dos principais resultados do Programa é a redução do impacto ambiental por meio da mitigação da contaminação dos recursos hídricos. De acordo com a Companhia de Saneamento, a Compesa, as redes coletoras de esgoto têm sido poupadas do entupimento. De acordo com informações da Compesa, estima-se que cerca de 70% das solicitações de serviços de manutenção da rede de saneamento são resultado do despejo indevido de óleo em pias e ralos. Ao ser despejado o óleo residual se acumula e solidifica causando entupimento das tubulações.

1.4. A experiência da Universidade Federal de Pernambuco

A reciclagem do óleo para a produção de biodiesel surge como uma alternativa eficiente para seu reaproveitamento e ainda como uma forma eficiente de destinação para se evitar o impacto ambiental. Diante desse cenário, gestores, pesquisadores e alunos da UFPE implantaram um sistema de coleta seletiva de óleo de fritura no *campus* Recife da UFPE. Além da coleta, o sistema visa tratar e utilizar o óleo para a produção de biodiesel, assim como avaliar a qualidade do biocombustível em ensaios mecânicos. Em uma etapa posterior, o biodiesel será utilizado pela frota de veículos e grupos geradores da UFPE.

Para a elaboração deste trabalho, em primeiro lugar foi conduzida uma pesquisa de caráter descritivo-exploratório, na qual a coleta de dados foi realizada por meio de questionários aplicados com funcionários de 13 estabelecimentos do setor alimentício e com a comunidade acadêmica do *campus* Recife da UFPE para verificar o interesse dos estudantes e servidores sobre a coleta seletiva do óleo de fritura. Foram desenvolvidos dois pontos de coleta em parceria com a Superintendência de Infraestrutura a serem implementados no *campus*. Visando a sustentabilidade, os coletores

foram desenvolvidos na própria universidade com material que seria descartado. O primeiro coletor foi construído com pallets e o segundo foi desenvolvido com pedaços de madeira que iriam para o lixo. Com isso, pretende-se estimular a reciclagem e as práticas ambientalmente corretas a todos que forem usar os pontos de coleta (Ecoponto) para depositar o óleo de cozinha, além do incentivo à reciclagem do óleo.

A pesquisa demonstrou que a quantidade de óleo de fritura gerado pelos estabelecimentos presentes no *campus* da UFPE totaliza quase 1.200 litros por mês. Essa quantidade pode ser considerada significativa, em termos do potencial de poluidor de todo esse óleo produzido no referido *campus*. Contudo, constatou-se que desse total 1044 litros já são destinados para reciclagem.

Posteriormente todo o óleo coletado foi transportado para uma usina de biodiesel localizada no Centro Tecnológico de Bioenergia do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene), em Caetés-PE. O biodiesel produzido foi caracterizado de acordo com as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), no laboratório de Energia de Biomassa da UFPE e Laboratório de Combustíveis e Materiais da UFPB. Como todos os parâmetros estavam dentro dos estabelecidos, os ensaios nos motores puderam ser realizados. Utilizou-se um motor gerador ciclo diesel, da marca Hyundai, modelo D4BB-AG31 e potência nominal de 17 kVA/15 kW, localizado no Laboratório de Micro-Geração (COGENCASA) do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPE. O combustível usado para os testes consistiu na mistura do diesel comum (B7), comprado em um posto de gasolina local, e misturas em diferentes proporções do biodiesel (B20, B40, B60, B80 e B100). O desempenho dos motores com o uso do biodiesel produzido foi considerado extremamente satisfatório.

Portanto, a Universidade Federal de Pernambuco já se encontra preparada para se tornar auto-suficiente na produção de biodiesel através do óleo de fritura proveniente do *campus* Recife. Atualmente encontra-se em fase de construção uma pequena usina experimental no próprio campus, com capacidade inicial de produção de 100 litros por dia de biodiesel. O biodiesel produzido irá alimentar a frota de veículos e os grupos geradores

da universidade. Espera-se que a produção de biodiesel chegue a 3000 litros por mês, sendo capaz de substituir todo o combustível utilizado na universidade. No futuro, em caso de produção excedente de biodiesel, o mesmo será utilizado para geração de energia elétrica para consumo do campus da UFPE.

Espera-se que o sistema adotado na UFPE sirva como modelo para ser aplicado em pequenos municípios do Brasil. Essa iniciativa está inserida no projeto “Coopera UFPE” que visa implantar um sistema de gestão sustentável de todos os resíduos gerados na universidade. Pretende-se, com isso, conscientizar o maior número possível de pessoas, para que elas possam ser defensoras da coleta seletiva, não só do óleo de fritura, mas de toda a cadeia de resíduos sólidos urbanos gerados nas suas residências e em suas comunidades.

1.5. Considerações finais

Uma diversidade de fatores podem interferir na contaminação dos solos e disseminação dos impactos ambientais em virtude do descarte inadequado dos resíduos sólidos. Os óleos vegetais pós-consumo, configuram como uma categoria de alto impacto em razão da sua capacidade de reduzir a quantidade de oxigênio disponível em corpos hídricos e, por isso, exigem ações mais focadas para a sua gestão. A utilização de métodos que promovam a mitigação dos impactos e que permitam a realização da logística reversa visando o reaproveitamento dos materiais são medidas para o retorno do mesmo ao ciclo produtivo, adequando-se assim aos objetivos previstos pela PNRS.

Conforme a abordagem apresentada foi perceptível identificar que as iniciativas das empresas Agespisa (Piauí) e ASA (Pernambuco e Paraíba) através dos Programas “Não jogue óleo no ralo” e “Mundo Limpo, vida melhor”, direcionados a recuperação do óleo de cozinha tem demonstrado resultados satisfatórios, visto principalmente a integração entre o sistema empresarial e a sociedade civil que contribuíram de forma paralela para a execução dos objetivos dos programas.

Por outro lado, as ações empreendidas na Universidade Federal de Pernambuco denotam um significativo avanço no sentido de se estabelecer, a partir do projeto piloto, um sistema a ser replicado em áreas urbanas, tendo em vista o incentivo à logística reversa de materiais residuais e, ao mesmo tempo, a produção de biocombustíveis a partir de matéria prima residual ou secundária.

Para uma maior adesão a programas desse tipo, faz-se necessário o estímulo à sensibilização e a educação ambiental, uma vez que a ignorância sobre os riscos nocivos dos resíduos e do possível reaproveitamento desses materiais podem apresentar-se como elemento de incredulidade e descrença. Essa disseminação do conhecimento poderá contribuir para expansão desses programas, uma vez que essa temática for assimilada pela sociedade, as ações no sentido ambiental serão mais efetivas, pois o consumidor é detentor do produto e suas atitudes são significativas ao meio ambiente, minimizando os impactos negativos associados à disposição inadequada do óleo de cozinha.

Os casos de sucesso apresentados poderão incentivar medidas que possam contribuir na diminuição da disseminação de poluentes ao meio ambiente, utilizando o elo empresarial juntamente as ações da sociedade civil e a academia, através logística reversa dos materiais, visando inseri-los em um novo ciclo produtivo promovendo um equilíbrio no âmbito econômico, social e ambiental.

Referências

BRASIL, 2005a. Projeto de Lei n. 296, de 2005. Dispõe sobre a obrigatoriedade de constar, no rótulo das embalagens de óleo comestível, advertência sobre a destinação correta do produto após o uso. Diário do Senado Federal: Brasília, 25 de agosto, 2005. Disponível em: <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/75098> Acesso em outubro de 2016.

BRASIL, 2005b. Resolução Conama nº 357 de 2005. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf Acesso em outubro de 2016.

CARVALHO, K.M.H., COSTA, R.L., SILVEIRA, D.M.R.L., 2009.

Responsabilidade socioambiental na gestão pública. II Congresso Consad de Gestão Pública. Disponível em: <http://repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/handle/123456789/447> Acesso em julho de 2015.

CASTELLANELLI, C.A., MELLO, C.I., RUPPENTHAL, J.E., HOFFMANN, R., 2007. Óleos comestíveis: o rótulo das embalagens como ferramenta informativa da correta destinação pós-uso. I Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí.

FREITAS, E.S.C., 2016. Produção de Biodiesel a partir de Sebo Bovino: Proposta de um Sistema de Logística Reversa. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial. Universidade Federal da Bahia.

MIRANDA, R. A., 2008. Biodiesel: obtenção a partir de óleos residuais utilizados na cocção de alimentos. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Biológicas – Universidade de Itaúna; 164 p. Minas Gerais.

MOGNATO, E. A.; MARTINS, H. F., 2007. Elaboração de um Projeto para a Obtenção de Biodiesel a partir do Reaproveitamento de Óleo Residual de Fritura. Monografia – Faculdades Integradas São Pedro, Faesa, Vitória.

PITTA JÚNIOR, O. S. R., Nogueira Netto, M.S., Sacomano, J.B., Lima, J.L.A., 2009. Reciclagem do Óleo de Cozinha Usado: uma Contribuição para Aumentar a Produtividade do Processo. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net> - São Paulo. Acesso em outubro de 2016.

RIO DE JANEIRO, 2015. Lei nº 5.975 de 2015. Dispõe sobre o descarte de óleo de cozinha usado e dá outras providências. Disponível em <http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/7cb7d306c2b748cb0325796000610ad8/be99556e874d9c3f83257ec900489600?OpenDocument>. Acesso em outubro de 2016.

Logística reversa: a gestão de resíduos e coprodutos do biodiesel de sebo bovino no estado da Bahia

Emmanuelle Soares de Carvalho Freitas, Emerson Andrade Sales

Resumo - Os resíduos provenientes da indústria do biodiesel, são diversos e inerentes aos processos industriais, necessitando de disposição e tratamentos adequados. O biodiesel é um combustível obtido a partir de diversas matérias-primas, entre as oleaginosas se destaca a soja e entre as gorduras animais, especificamente, o sebo bovino. O aumento no consumo de combustíveis fósseis e o conseqüente aumento das emissões de gases poluentes incentivam a busca por novas fontes de energia que sejam menos nocivas ao meio ambiente. Apesar de se conhecer as vantagens de algumas dessas matérias primas, poucos trabalhos abordam o potencial do sebo bovino. Os resultados indicam a existência de benefícios econômicos e ambientais através da logística reversa inserida na gestão de resíduos e trazendo uma criação de valor para a cadeia reversa dos coprodutos do biodiesel de sebo, evidenciam dessa forma a competitividade do sebo como fator para a destinação ambientalmente adequada desse resíduo, transformando essa matéria-prima secundária em uma fonte de energia limpa.

Introdução

Nos últimos tempos, as mudanças ambientais e climáticas que estão ocorrendo no nosso planeta, pelo uso indevido dos recursos naturais, resultaram na geração de significativos problemas ambientais, visto que a principal causa dos desequilíbrios ambientais são a queima de combustíveis fósseis, recursos naturais não renováveis, que causam impactos de natureza atmosférica, terrestre e ambiental, gerando uma busca por novas fontes de

energia que não sejam prejudiciais ao meio ambiente.

Uma das alternativas à substituição do diesel é o biodiesel. Produzido através de diversas matérias-primas, o biodiesel vem ganhando espaço no cenário mundial, como um combustível ambientalmente correto. O biodiesel é derivado de fontes renováveis, podendo ser produzido a partir de diferentes plantas oleaginosas. No Brasil, a soja é a matéria-prima mais usada na produção de biodiesel, respondendo a quase 80% da produção, seguido pelo sebo bovino, atualmente com 16%, e outras oleaginosas de quase 4% (ANP, 2016).

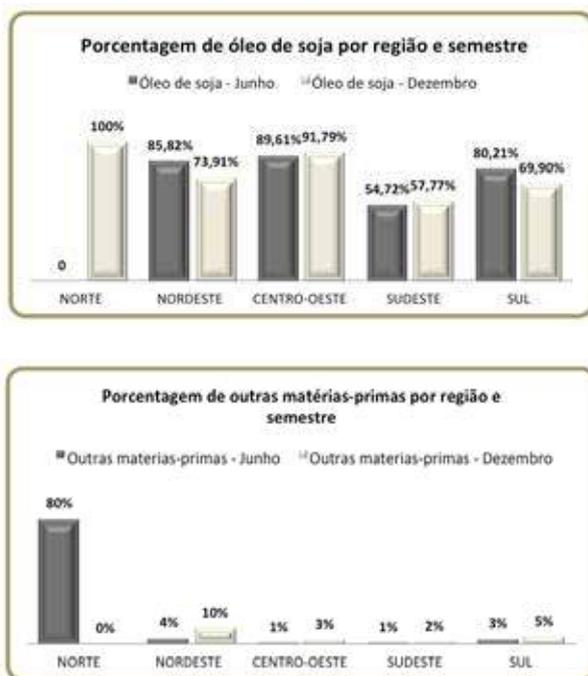
O sebo bovino se destaca, representando um papel relevante na produção do biodiesel, devido ao seu baixo custo em relação ao óleo de soja, a principal matéria-prima para a produção do biodiesel atualmente, além de não ter problema com as épocas de safra e não competir com a produção de alimentos. O sebo é um resíduo orgânico, e estes quando não são gerido, nem tratados, podem ocasionar poluição ambiental e riscos à saúde, caso sejam descartados de forma incorreta. Nos últimos tempos, a preocupação em torno dos problemas ambientais consequente dos processos industriais, do descarte incorreto e da falta de gerenciamento dos resíduos resultante desses processos e neste contexto, os combustíveis alternativos representam uma evolução da questão ambiental no mundo, sobre as fontes de energias renováveis e mínimo impacto ao meio ambiente que elas possam causar. A logística reversa se consolida com o objetivo de recolher produtos e materiais pós-consumo ou que tiveram seu ciclo produtivo encerrado e dar destino final a eles, de forma a não agredir o meio ambiente. Permite a reciclagem, reuso e reutilização de produtos em outros processos na cadeia de produção. Hoje, compartilha-se a política da responsabilidade socioambiental e a utopia por um mundo melhor e sustentável, valendo a pena ressaltar que a mudança de comportamento pode começar com a responsabilidade socioambiental das organizações, levando desenvolvimento e consumo sustentável para a população.

O uso e produção do biodiesel devem atender às exigências legais

apresentadas pelo programa nacional de produção e uso do biodiesel (PNPB- Lei nº 11. 097) e assim também como os subprodutos e resíduos gerados desta produção devem atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2012) que regulamenta a destinação e disposição destes subprodutos e resíduos.

O percentual da utilização do sebo bovino na produção de biodiesel varia, contudo, sempre mantendo-se sempre em segundo lugar no ranking de matérias-primas mais utilizadas. No Gráfico 1 é possível perceber o crescimento desta matéria-prima secundária em relação as outras matérias-primas, mostrando significativa contribuição para a produção de biodiesel.

Gráfico 1: Matérias-primas para a produção de biodiesel





Fonte: ANP, 2015.

São muitas as matérias-primas utilizadas para a produção do biodiesel, conseqüentemente, também são muitos os subprodutos, coprodutos e resíduos gerados desta produção. Estes subprodutos, coprodutos e resíduos gerados do processo de produção do biodiesel possuem problemas com relação a sua destinação, mostrando a necessidade de uma gestão sustentável para se desenvolver uma forma ambientalmente correta de tratamento e destino. A utilização desta matéria-prima secundária está relacionada a competitividade industrial, visto que é um insumo, que é um subproduto do abate de animais e possui um custo inferior à soja, principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel. Apesar de o sebo bovino ser uma matéria-prima oriunda do abate que está relacionada a atividade pecuária, utilizar o sebo para fazer biodiesel é ecologicamente correto pois este é um resíduo que antes era, em parte, despejado na natureza e que está em ascensão, por apresentar benefícios econômicos à produção do biodiesel, como uma matéria-prima de baixo custo com relação a outros insumos. O sebo é uma matéria-prima que tem um alto grau de aproveitamento na produção, o que representa uma possibilidade de investimento que pode ser economicamente viável e durante o processo de produção do sebo bovino, outros coprodutos são gerados, sendo absorvidos por novos mercados. A utilização deste biocombustível traz uma discussão da concorrência com oleaginosas de culturas alimentícias e da ampliação das áreas cultivadas para este fim, sendo estudados e projetados combustíveis alternativos. Os processos industriais mostram que é possível obter o desenvolvimento da empresa com a aplicação mais eficiente de recursos ambientais.

A produção de biodiesel impulsionada pelo sebo bovino vem crescendo nos últimos anos, mostrando grande potencial devido ao aumento da demanda por produtos menos poluentes e promissora ascensão para o segmento da economia. Por outro lado, na cadeia reversa do sebo bovino utilizado para a produção do biodiesel existem vários segmentos produtivos que se beneficiam dos resíduos, produtos e coprodutos. Os principais segmentos produtivos são a pecuária e a indústria do biodiesel. A graxaria configura como um processo intermediário, porém de significativa relevância em razão de ser responsável pela produção do sebo bovino e também da farinha de osso e sangue que são insumos para, por exemplo, a produção de biodiesel e produção de ração animal, respectivamente. Em outras palavras, os resíduos oriundos da atividade pecuária são processados em graxarias e aproveitados na produção de biodiesel e de ração animal. Cabe ressaltar ainda que além da graxarias existem mais três agentes, que fazem parte dessa cadeia, são o frigorífico, o corretor e o comerciante, conforme Figura 1.

Figura 1: Agentes da cadeia do biodiesel de sebo bovino.



Fonte: Elaboração própria, 2016.

No mercado de sebo existem quatro tipos de agentes, o frigorífico, onde tudo é integrado, compra-se o boi, abate, separa a carne, produz o sebo e vende o couro. O segundo agente são as graxarias independentes, elas apenas processam o sebo, elas circulam em pequenos frigoríficos, pequenos abates, pequenos açougues, recolhem esse material que não seria utilizado, tais como: cabeça, vísceras, chifres, entre outros, processam nas

suas unidades industriais, e produzem o sebo e em sua maioria, quando se produz o sebo existem outros subprodutos, como a farinha de carne, farinha de osso, farinha de sangue, que vai alimentar outros tipos de mercado. Tem o terceiro agente que são os comerciantes, que circulam entre as pequenas graxarias que produzem pequenos volumes de sebo, coleta esse sebo, faz um volume considerável, e vende para um grande produtor de biodiesel, para um grande saboeiro, ganhando comissão em cima disso. O comerciante ainda transaciona outros tipos de produtos, tipo o sebo quando ele é processado, no processo pré-físico, ele gera um subproduto, o ácido graxo, às vezes o comerciante faz a transação desse ácido graxo (dependendo de sua qualidade), que serve para queima, para fabricação de certos tipos de sabão, serve para certos tipos de resina, quando sua qualidade é extremamente alta, ele serve para gordura na fabricação de panetones (no segmento de panificação), na pior das hipóteses ele serve para queimar em caldeira e fornecer energia. Por último, o quarto agente é o corretor, ele não produz, ele não carrega, ele não mistura, porém ele conhece os compradores, conhece bem os vendedores e faz a intermediação, entre donos de graxarias e usinas.

A valorização do sebo bovino em cadeias produtivas não é algo diferente, visto que é utilizado em indústrias de higiene e limpeza, entretanto para o uso na produção de biodiesel é algo recente. O biodiesel de sebo bovino pode apresentar uma opção eficaz para a produção de sebo no país, já que o Brasil é o segundo maior rebanho do mundo e o maior exportador de carne bovina do mundo desde 2008 (MAPA, 2015).

É importante mostrar o crescimento do sebo bovino, como matéria-prima para a produção do biodiesel, apresentando a vantagem ambiental pelo reaproveitamento de resíduos, como os rejeitos oriundos do abate, que antes era descartado e agora é reaproveitado, evidenciando não só uma eliminação eficiente, como também transformando um subproduto em uma oportunidade de negócio.

Produtos e subprodutos gerados da produção do biodiesel

O sebo bovino antes do biodiesel era considerado dejetos pela indústria de reciclagem animal, contudo, com a chegada da PNPB,

isto mudou. Atualmente o sebo bovino corresponde a quase 16 % da matéria-prima utilizada pelas usinas, mostrando que a sua participação na produção de biodiesel está aumentando nos últimos anos, conseqüentemente com o aumento da participação do sebo bovino nas indústrias produtoras de biodiesel e o incentivo da PNPB para o aumento da adição de biodiesel ao diesel comum, o número de subprodutos e resíduos gerados nesse processo aumenta também, mostrando a necessidade de aproveitamento desses produtos.

Os subprodutos gerados da produção de biodiesel de sebo são a glicerina, os ácidos graxos e a oleína (ácido graxo recuperado) e suas aplicações são as seguintes:

Aplicações da Oleína:

- Queima;
- Resinas para a indústria química (após purificação);
- Fabricação de sabão em barra ou em pó

Aplicações do Ácido Graxo:

- Fonte de gorduras em ração animal;
- Queima;
- Indústria de alimentos;
- Tratamento de minérios
- Indústria de tintas;
- Fabricação de sabão em barra ou em pó;
- Fabricação de biodiesel.

Glicerina:

- Indústria farmacêutica;
- Agente umectante em cosméticos;
- Fluido refrigerante em equipamentos térmicos;
- Fabricação de resinas termoplásticas.

Figura 2: Subprodutos do biodiesel de sebo bovino



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Os ácidos graxos oriundos do sebo bovino são resíduos do tratamento químico deste produto. A glicerina sai bruta do processo de transesterificação, contudo, existem diferenças entre as glicerinas: a bruta é a que sai do processo com muito álcool e vestígio de catalisador em média 50% de glicerol, a glicerina loira é com glicerol a partir de 85% após o tratamento de retirada dos ácidos graxos e evaporação do álcool.

A crescente produção de subprodutos e resíduos gerados no processo de produção do biodiesel de origem animal mostra a importância da recuperação desses produtos que deixam de ser um custo para as indústrias, passando a se tornar um investimento, contribuindo para impulsionar esse segmento e mostram soluções compatíveis com a necessidade do mercado.

Mercado para os subprodutos da produção do biodiesel

Os coprodutos da produção de biodiesel de sebo, além da destinação convencional utilizada pelas usinas, possui um amplo mercado, podendo absorver outros mercados alternativos, influenciando de forma positiva a economia do biodiesel. A produção de biodiesel, em torno de 10% é convertida em glicerina, que possui baixo grau de pureza, não servindo dessa forma para as indústrias farmacêuticas, cosmética e alimentícia (ÁVILA *et al.*, 2006). No entanto, essa glicerina impura pode ser purificada, atendendo as exigências e especificações dessas indústrias.

O PNPB, com o passar dos anos, autorizou o aumento gradativo da adição de biodiesel ao diesel convencional e também prevê o aumento dos atuais 7%, e isso acarretara em um excedente dos subprodutos e resíduos gerados da produção do biodiesel. Esses subprodutos precisam ser tratados, para que possam ser aproveitados em outros processos produtivos ou em outros produtos, assim também como é necessário buscar novas alternativas para aplicação dos mesmos, podendo representar uma fonte de renda adicional as indústrias que produzem biodiesel.

A glicerina e o biodiesel são coprodutos de qualquer matéria-prima. No processo de produção do biodiesel de sebo, quando se usa sebo refinado, ele entra direto no processo de transesterificação, contudo, se o sebo utilizado, for o sebo bruto, ele precisa passar por um processo pré-físico, que gera ácido graxo, e a acidez detém a quantidade de ácido graxo produzido, de 1 a 2 vezes a acidez. Se o sebo contém 3 % de acidez, no processo pré-físico vai ser reproduzido 3 a 6% de ácido graxo.

A glicerina bruta é vendida para refinarias e 50% exportada para a china, a maior compradora do mundo nos dias atualmente. As usinas produtoras de biodiesel acham oneroso o investimento em torno de 20 milhões para

o refino da glicerina, não vendo potencial no refinamento, visto que, não se pode fazer um investimento esperando que o mercado absorva isso, quando se faz um investimento, é preciso se pensar se haverá demanda para esse produto. A maioria das usinas prefere investir em outras prioridades da indústria, seria o custo versus oportunidades, por que fazer um investimento para o refino da glicerina é menos vantajoso que talvez outros investimentos, como no caso do ácido graxo, que sendo colocado um reator de esterificação pode produzir biodiesel. O ácido graxo também pode ser queimado na caldeira e diminuir o consumo de combustível.

O preço da glicerina é muito cíclico. A glicerina bruta tem exigência 80% ou menos de glicerol, a glicerina loura tem exigências de 80% de glicerol, a glicerina destilada acima de 95% é a glicerina USP, que é a glicerina destilada duas vezes, aumentando o valor agregado e o custo de produção, tem exigência acima de 99,5% (ÁVILA *et al*, 2006). Para se analisar o valor da glicerina, é necessário uma análise de sensibilidade, se o mercado cair, se o mercado subir, como se comporta o pagamento do produto, e existe uma tendência de sobre oferta, visto que, a Malásia é uma grande produtora de biodiesel, indo para B10, conseqüentemente vai ter um excesso de glicerina, não sendo absorvido totalmente pelo mercado.

A glicerina bruta para poder ser aplicada na indústria de cimento, saboaria, entre outras cadeias produtivas. O ácido graxo, pode ser aplicado na indústria de sabão, para produção de tintas e queimar em caldeira. Atualmente, as usinas preferem investir em glicerina para a produção de metanol e de outros produtos, tendo em vista, que se o foco é a produção de biodiesel, se não pode investir mais em um subproduto que no próprio produto.

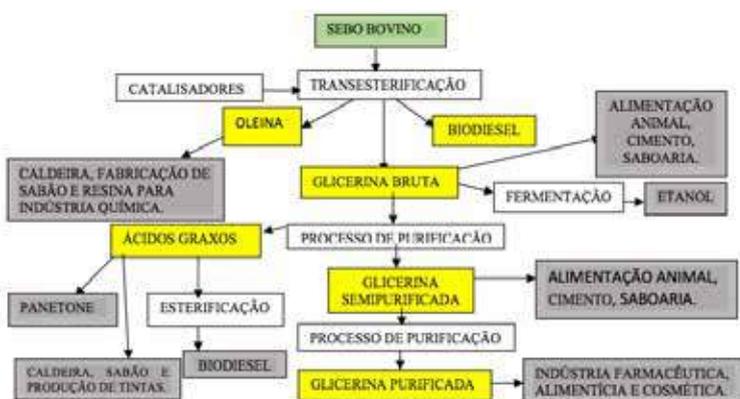
A glicerina é vendida por um preço base, de acordo com a região produtora e as características do produto. O mesmo ocorre, por exemplo, com o petróleo. De acordo com as características do Blend (mistura a partir da qual se obterá as frações como: gasolina, nafta, entre outros) e o custo do frete, será composto o preço de venda.

Desta forma, fica evidente que, como a glicerina ainda necessitaria do processo de purificação para atingir um maior valor de venda para ser

absorvida por segmentos como a indústria farmacêutica e alimentícia, outros subprodutos se mostram mais competitivos, como é o caso do ácido graxo.

A Oleína é um subproduto do processamento do sebo bovino e que é muito utilizado como base para sabões e sabonetes, também utilizada pela indústria cosmética, como base para cremes, bronzeadores, produtos solares e etc. Apresenta variada aplicação industrial, dentre as quais: lubrificantes, desengraxantes, plastificantes.

Fluxograma 1: Esquema simplificado do processo produtivo dos subprodutos do biodiesel.



Fonte: Elaboração própria, 2016.

Uma grande oportunidade na produção de biodiesel é a produção e comercialização do ácido graxo, devidamente tratado e purificado (ARANDA, 2010). Desta forma, os ácidos graxos possuem aplicações para a indústria de alimentos, como é o caso de sua utilização para a produção de panetones.

Gestão dos subprodutos do biodiesel

Os coprodutos e resíduos gerados na produção do biodiesel de sebo possuem diversas aplicações, contudo as indústrias de biodiesel possuem

destinação convencional limitada. Muitos desses produtos poderiam ter uma maior aplicação se fossem destinados a outras indústrias diferente das convencionais, podendo obter um maior valor para esse coproduto.

É de fundamental importância o estudo sobre a forma como esses subprodutos são aproveitados, visto que é possível se obter um maior valor agregado para a sua destinação. Dentre os subprodutos que possui um grande valor de mercado, está a glicerina, que ganha destaque entre os subprodutos gerados na produção do biodiesel de sebo. Diante da crescente valorização do biodiesel, será evidente o aumento do número de subprodutos dessa indústria.

A Resolução nº 03/2015, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada em outubro deste ano, que autoriza a comercialização e o uso de biodiesel de forma voluntária, em misturas superiores à obrigatória (B7). Mostrando ser uma oportunidade para o mercado do biodiesel, assim como as vantagens econômicas que essas misturas em maiores quantidades podem trazer (BOFF, 2015).

Quadro 1: Esquema da destinação dos subprodutos gerados no processo de produção do biodiesel de sebo bovino.

| MATÉRIA-PRIMA | SUBPRODUTOS | DESTINAÇÃO CONVENCIONAL | DESTINAÇÃO ALTERNATIVA |
|---------------|-------------|--|---|
| SEBO BOVINO | GLICERINA | CALDEIRA GLICERINA BRUTA | PRODUÇÃO DE BIOGÁS PRODUÇÃO DE ETANOL ALIMENTAÇÃO ANIMAL CIMENTO SABOARIA AGENTE UMECTANTE EM COSMÉTICOS FLUIDO REFRIGERANTE EM EQUIPAMENTOS TÉRMICOS FABRICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS |
| | ÁCIDO GRAXO | CALDERIA FABRICAÇÃO DE SABÃO | PANETONE (ALTO GRAU) FABRICAÇÃO DE BIODIESEL TRATAMENTO DE MINÉRIOS |
| | OLEÍNA | FABRICAÇÃO DE SABÃO CALDEIRA PRODUÇÃO DE TINTA | BASE PARA BRONZEADORES E CREMES. LUBRIFICANTES E DESENGRAXANTES PURIFICAÇÃO PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA (RESINA). |

Fonte: Elaboração própria, 2016.

Não por acaso, a glicerina é o subproduto que obtém o maior número de possibilidades de investimentos em destinações alternativas menos agressiva ao meio ambiente, visto que do total de biodiesel produzido 10 % será de glicerina, ou seja, se foram produzidos quatro bilhões de litros de biodiesel até o final de 2015, 10% foi de glicerina, ou seja, 400 m³. Atualmente o Brasil apresenta um excedente quanto à oferta de glicerina, com pouca alternativa de destinação dada pelas usinas. A produção das indústrias frigoríficas e graxarias que até determinada época não eram valorizados, passaram a ganhar importância, devido à utilização dos subprodutos oriundos da pecuária, ocorrendo uma reestruturação da cadeia e destinação adequada dos resíduos gerados desse processo. Apesar do caráter residual, o sebo e outros subprodutos gerados da cadeia produtiva do abate bovino ganharam bastante importância, tais como: farinha de carne, farinha de osso, farinha de sangue, sendo o aproveitamento desses outros produtos para indústrias alimentícias, sabão, higiene, ração animal e cosmético (CETESB, 2006).

Neste contexto que a logística reversa é inserida, quando pega uma matéria-prima residual e valoriza ela, reinserindo em outras cadeias produtivas ou na mesma cadeia. São muitas as matérias-primas utilizadas para a produção do biodiesel, conseqüentemente, também são muitos os subprodutos, coprodutos e resíduos gerados desta produção. Estes subprodutos e resíduos gerados do processo de produção do biodiesel possuem problemas com relação a sua destinação, mostrando a necessidade de uma gestão sustentável para se desenvolver uma forma ambientalmente correta de tratamento e destino.

Como propostas de cenários de melhoria, foram analisados os impactos positivos e negativos que os processos de produção do biodiesel de sebo bovino exercem sobre o meio ambiente. Propostas para melhoria dos meios de produções atuais, as conseqüências que esses meios trazem a longo prazo de sua utilização, e propor soluções para os problemas gerados pela matriz energética nacional e os impactos negativos gerados por ela.

As etapas estabelecidas na metodologia, como os aspectos social, ambiental e econômico representaram um ponto importante no embasamento para a proposta de melhoria. A etapa social está ligada a geração de emprego

e renda, desenvolvimento regional e melhoria da qualidade de vida dos profissionais envolvidos na indústria do biodiesel. A etapa ambiental está associada à preservação do meio ambiente, na tentativa de evitar o desequilíbrio e degradação ambiental relacionado à produção de biodiesel de sebo bovino. A etapa econômica está vinculada ao retorno que o investimento nos subprodutos e resíduos pode gerar, assim como o gerenciamento de risco da matéria-prima, neste caso, o sebo bovino, pode agregar a matriz energética brasileira e evitar custos com a produção de biodiesel, devido ao manuseio incorreto desta matéria-prima.

Este projeto propõe como cenário de melhoria, um sistema de logística reversa (SLR), buscando alternativas para atenuar a situação do Brasil diante exploração de recursos naturais, podendo através da logística reversa (LR) utilizar em seu processo produtivo recursos usados no processo de produção do biodiesel. A LR pode ser uma solução para um melhor aproveitamento dos subprodutos gerados pela indústria de biodiesel, propiciando vantagens e eficiência necessárias para a implantação, melhoramento e ampliação da produção do biodiesel no Brasil. A implantação de um SLR nas indústrias de produção do biodiesel, especificamente na produção de biodiesel de sebo bovino, podem evitar impactos ambientais negativos, que devem ser controlados, como forma de mitigar os efeitos danosos que possam trazer ao meio ambiente.

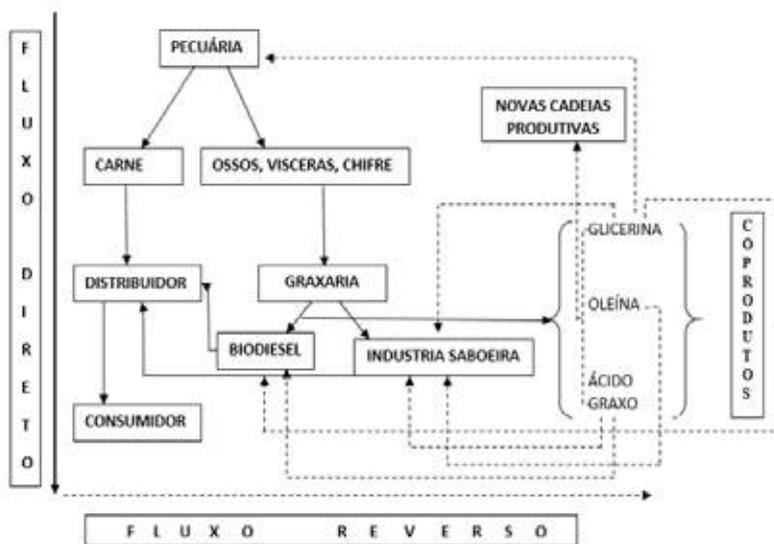
A dimensão social tem como foco o incentivo ao pequeno produtor. De modo análogo como ocorreu com o pequeno produtor rural na produção do biodiesel a partir de oleaginosas. Da mesma forma, o selo combustível social poderia ser apresentado como critério para assegurar a inserção social na cadeia reversa do sebo bovino. Um dos impactos positivos dessa proporção seria destacar a importância e abrangência da redução dos abates ilegais de bovinos a partir do reconhecimento da sustentabilidade na atividade pecuária.

Na dimensão ambiental, por sua vez, buscou-se considerar a priorização das boas práticas industriais no segmento produtivo em questão, bem como a identificação de áreas impactadas, ações nocivas ao meio ambiente e as ações de gestão de resíduos a partir do uso do sebo como insumo produtivo. Nesses aspectos também foram inseridos as restrições legais cabíveis.

Por fim, a dimensão econômica buscou ressaltar o potencial de ganhos econômicos a partir do potencial de valorização e comercialização dos subprodutos, como também a análise do potencial e risco de mercado das diferentes matérias-primas. Para efeito da análise que se propõe neste trabalho, são sugeridos três cenários dentre os muitos que se poderia trabalhar a partir da dimensão da sustentabilidade (SACHS, 2002). O primeiro cenário busca propor o trabalho em rede entre os agentes que comporiam o SLR. O segundo cenário pressupõe uma integração entre iniciativas políticas e econômicas em favor de uma melhor eficiência do sistema.

Nesse contexto, o SLR proposto busca integrar as dimensões apresentadas e a abordagem dos cenários, importantes na formulação dos modelos adequados, sendo importante registrar os benefícios desse sistema.

Figura 3: Fluxo reverso e direto da cadeia do biodiesel do sebo bovino



Fonte: elaboração própria, 2016.

Os resíduos e coprodutos gerados a partir da produção de biodiesel representam insumos na indústria de higiene e limpeza, indústria farmacêutica e indústria alimentícia; como é o caso da reinserção da glicerina, dos ácidos graxos, do álcool e da oleína (Figura 3) no ciclo produtivo.

Os processos produtivos se tornam cíclicos, justificando a configuração de um SLR, em vários momentos. Um dos exemplos é a absorção do sebo bovino para a produção de biodiesel que, por sua vez, resulta na síntese de glicerina e álcool como coprodutos que são passíveis de aproveitamento na indústria farmacêutica. Esta última podendo gerar medicamentos a serem aplicados tanto na pecuária (vacinação de animais) quanto na indústria de ração animal (na forma de antibióticos).

A percepção da ocorrência de ciclos característicos dos SLR possibilita um melhor entendimento da dinâmica desses processos, bem como a efetiva aplicação das políticas públicas e ainda a otimização dos sistemas de logística reversa nas dimensões da sustentabilidade.

Torna-se evidente a necessidade de se desenvolver inovações quanto à destinação e recuperação dos resíduos e coprodutos da produção de biodiesel, além de suas aplicações em outras cadeias produtivas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL – ANP (2016) <http://www.anp.gov.br/> Acesso em agosto de 2016.

ARANDA, D.A.G. et al. As microalgas como fonte de produção de biodiesel: discussão de sua viabilidade. *Acta Scientiae & Technicae*. Volume 2, Number 1, Jun. 2014.

ÁVILA, S. F., MACHADO, A. D.S.; SANTOS, E. P. – Purificação da glicerina. I congresso da rede brasileira de tecnologia do biodiesel, 2006. Disponível em: www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/co-produto/purificacao4.pdf. Acessado em agosto de 2016.

BOFF, M. A importância de uma perspectiva de longo prazo para o biodiesel e para o país. Conferência BiodieselBR, outubro de 2015.

BRASIL. Lei nº11.097 de 13 de Janeiro de 2005. Política sobre o Uso e Produção do Biodiesel na Matriz Energética do Brasil, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.035 de 02 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010b.

CETESB- Companhia Ambiental de São Paulo. Guia técnico ambiental de graxarias,2006.

CNPE- Conselho Nacional de Política Energética. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/05/governo-aumenta-porcentagem-de-biodiesel-no-diesel>. Acessado em julho de 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Bovinos e Rubalinos. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. Acessado em agosto de 2016.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos coletados na cidade de São Luís (MA): Estudo de caso dos materiais recicláveis e reaproveitáveis do Nordeste brasileiro

Aline Carolina da Silva, José Fernando Thomé Jucá, Maria Madalena Pereira Botão

Resumo - A problemática referente a geração de resíduos implica diretamente no planejamento e execução de projetos e programas municipais, visto que os municípios são responsáveis pelo desenvolvimento de modelos ou sistemas de gestão de resíduos, observando as legislações, características e peculiaridades locais, que possibilitem otimizar a segregação e comercialização destes. A eficiência dos programas municipais de coleta seletiva, por exemplo, pode vir a contribuir para a substituição dos resíduos recicláveis como matéria prima, promovendo a readequação do modelo econômico de linear para circular. Neste contexto, o presente artigo teve como objetivo diagnosticar os resíduos sólidos urbanos da capital São Luís (MA), dando ênfase aos materiais recicláveis e reaproveitáveis secos coletados, visando contribuir com o mapeamento das realidades do nordeste brasileiro, no que tange aos programas implementados, viabilidade comercial e econômica dos materiais recicláveis e reaproveitáveis. Após análise dos dados quali-quantitativos verificou-se que com 17 anos de existência o Programa municipal de Coleta Seletiva tem dificuldades quanto a coleta, infraestrutura e comercialização dos materiais secos coletados, atribuindo-se esta realidade a inexistência de estudos aprimorados sobre o potencial de geração destes resíduos na capital, infraestrutura das cooperativas e associações atuantes e estudos acerca da capacidade de suporte para estes materiais.

18.1. Introdução

No Brasil, a implementação ou aperfeiçoamento das ações e programas acerca dos resíduos sólidos urbanos (RSU) requer comprometimento de toda sociedade. As soluções mundialmente adotadas baseiam-se no gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, conceito que combina várias técnicas para o manejo dos distintos elementos do fluxo de resíduos. Em um sistema de gerenciamento integrado todos os elementos fundamentais são avaliados e utilizados, e todas as suas interfaces e conexões são consideradas para se conseguir a solução mais eficaz e econômica (SILVA 2014, Apud TCHOBANOGLIOUS et al., 1997).

Como exemplo de necessidade de aperfeiçoamento, têm-se as informações relativas à segregação e coleta dos materiais secos recicláveis no país, que ocorrem, em sua maioria, pelos Programas Municipais de Coleta Seletiva. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) levantou que 994 municípios praticavam em 2008 a coleta seletiva e apenas 411 destes abrangia toda a área urbana. Sete anos depois, em 2015, o diagnóstico da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) divulgou que 3.859 municípios brasileiros possuem iniciativas de coleta seletiva. Em 2016, o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) publicou que 1055 municípios brasileiros (cerca de 18% do total) operam programas de coleta seletiva, correspondendo a 31 milhões de brasileiros (15%), aproximadamente, com acesso a programas municipais de coleta seletiva.

Percebe-se que as informações relativas a este modelo de coleta no país mostram diferenças significativas entre as fontes, o que pode implicar negativamente quanto ao real alcance das ações municipais, e também comprometer a implementação de políticas públicas pela possível existência de mapeamento inverídico da realidade brasileira.

Contudo, é sabido que os Programas de Coleta Seletiva ainda são inexistentes em muitos municípios brasileiros, principalmente porque são vistos como dispendiosos. Dados do CEMPRE (2016) revelam que o custo médio da coleta seletiva, por tonelada, nas cidades é de US\$ 102,49¹

¹ Dólar cotado a R\$ 3,80

(R\$ 389,46), considerando que o valor médio da coleta regular de lixo US\$ 25,00 (R\$ 95,00), tem-se que o custo da coleta seletiva ainda está 4,10 vezes maior que o custo da coleta convencional (CEMPRE, 2016). É importante destacar que o movimento econômico promovido pela coleta dos resíduos sólidos no Brasil gira em torno de U\$ 94.14 bilhões de dólares, correspondente a R\$ 25.3 bilhões de reais (ABRELPE, 2014).

Calderoni (2003) menciona que a coleta seletiva constitui parte de um processo de reciclagem de resíduos e que ao incluí-la entre os dispêndios sem retorno ou a fundo perdido o argumento está conduzindo ao entendimento, enganoso, de que a reciclagem do lixo não é economicamente viável.

Rutkowski *et al.* (2013) defendem que é necessário implantar a obrigatoriedade da segregação dos recicláveis na fonte, ou seja, nos domicílios ou empresas, bem como a logística reversa de embalagens, de modo a possibilitar a reciclagem de vidros, metais, plásticos e papéis que, em média, correspondem a cerca de 30% do volume dos RSU gerados. Os exemplos internacionais, como a Alemanha que é pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos resíduos sólidos, nos mostram uma política que prevê a coleta dos resíduos gerados, os princípios de evitar e valorizar os resíduos antes da sua eliminação (JURAS, 2012).

Nesta perspectiva, cabe destacar que apenas 1,6% do total de resíduos coletados no país, domiciliares e de limpeza pública (64,4 milhões de toneladas), foram referentes a materiais recicláveis secos (estimado 1 milhão de toneladas), segundo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2014. E destes, apenas 74.158 toneladas correspondem a região nordeste do país, massa per capita coletada seletivamente de 5,1 kg/hab/ano (SNIS, 2014). Para a melhoria do cenário descrito, é imprescindível efetivar os instrumentos trazidos pela PNRS, como a Logística Reversa, e implementar normativas que discorram sobre os tributos e viabilizem os acordos entre os diferentes setores da economia.

Também, em contrapartida a pseudo onerosidade dos programas de coleta seletiva, o cenário atual do setor da reciclagem demonstra o poder econômico da sua indústria e, conseqüente interesses empresariais em prol do crescimento da atividade no país, que devem vir a influir nos

Programas Municipais de Coleta Seletiva visto que entende-se que estes são os responsáveis diretos, conforme Lei Federal nº 12.3015/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pela promoção da sensibilização junto à população, coleta, triagem e comercialização dos materiais segregados. Vale lembrar ainda que a coleta seletiva de resíduos é dita pela PNRS como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implementada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.

É imprescindível que cada municipalidade busque o desenvolvimento de seu próprio modelo ou sistema, otimizando a segregação e comercialização dos resíduos recicláveis, baseado nas características e peculiaridades locais, pois a heterogeneidade encontrada entre os resíduos sólidos urbanos é imensa.

Desta forma, de modo a contribuir com o mapeamento das realidades regionais do Brasil, especificamente nordeste, no que tange aos resíduos sólidos urbanos e materiais recicláveis/reaproveitáveis secos coletados nos municípios, bem como o atual funcionamento dos Programas de Coleta Seletiva, o presente trabalho objetivou diagnosticar a gestão dos resíduos sólidos urbanos, enfatizando a coleta de materiais recicláveis e reaproveitáveis secos coletados pelo Programa Municipal de Coleta Seletiva da capital São Luís (MA).

18.2. Metodologia

O desenvolvimento da pesquisa é caracterizado como estudo de caso qualiquantitativo, buscando traduzir em números, opiniões e informações para posterior análise (GIL, 1991). Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa caracteriza-se como um método exploratório, pois busca proporcionar maior familiaridade com o problema, de modo a promover maior conhecimento sobre o tema pesquisado por meio de pesquisas bibliográficas (dados secundários) e estudo de caso (dados primários) (GIL, 1991).

A pesquisa foi realizada de forma indutiva, partindo-se da realidade para a formulação de hipóteses explicativas e de planificação de políticas públicas

visando a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (ALMEIDA, 2012).

Sendo assim, o desenvolvimento do trabalho foi dividido em 3 etapas:

1ª etapa: Levantamento de dados secundários. Foi feita pesquisa da situação dos resíduos sólidos urbanos, enfatizando os secos coletados seletivamente com enfoque na gestão, inclusão social e comercialização de materiais recicláveis. Inicialmente foi realizada a busca de informações secundárias no Brasil (produções acadêmicas, IBGE, SNIS, CNI, Banco Central, Atlas Brasil, Observatório Social de São Luís, ABRELPE, CEMPRE, IVN Indústria Vidreira do Nordeste, entre outros) focando nos dados socioeconômicos do município, gestão de resíduos sólidos urbanos, coleta seletiva municipal, cooperativa de catadores, comercialização dos materiais recicláveis e reaproveitáveis, mercado de materiais para processamento industrial. Gil (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de: material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet.

✓ 2ª etapa: Diagnóstico municipal da gestão de resíduos sólidos urbanos coletados e coleta dos materiais recicláveis e reaproveitáveis por meio coleta seletiva. Nesta etapa foi realizada entrevista junto à Prefeitura Municipal de São Luís, cooperativas e associações de catadores atuantes, SEMOSP-Secretaria Municipal de Obras Públicas e SEMAM - Secretária de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão para mapear os materiais recicláveis da capital São Luís. Para a padronização no levantamento de informações foi elaborado um “check list”, o qual serviu de roteiro para as entrevistas.

Para este fim é importante descrever a importância da SEMAM que tem como principais atividades o engajamento de realizar campanhas e envolver a sociedade com relação ao meio ambiente inclusive aos resíduos sólidos e a SEMOSP que momento além de suas atribuições realiza fiscalização das atividades de coleta, transporte e destinação dos resíduos realizada pela SLEA - São Luís Engenharia Ambiental, empresa que tem a concessão dos serviços de limpeza urbana, sob a fiscalização da prefeitura.

✓ 3ª etapa: Tabulação dos dados. Após levantamento das informações secundárias e primárias foi realizada a análise dos dados com auxílio do arquivo no formato XLSX (Excel 2003/2007) de modo a facilitar a organização das informações, bem como a tabulação dos resultados por gráficos, tabelas e quadros.

Vale ressaltar que o diagnóstico de uma situação é a base para a definição das ações em um plano estratégico contemplando assim um mapeamento cognitivo a respeito de uma determinada situação-problema.

18.3. Resultados

18.3.1. Caracterização da capital São Luis (MA)

A cidade de São Luís (MA), capital do estado nordestino Maranhão, possui uma população estimada em 1.082.935 mil habitantes (IBGE, 2016), área da unidade territorial em km² 834,785, Produto Interno Bruto (PIB) per capita R\$ 23.132.344 (IBGE, 2015).

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) do município, corresponde a 0,768, segundo dados do IBGE (2010). Vale lembrar que o IDH é uma medida resumida para avaliar o progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: uma vida longa e saudável, acesso ao conhecimento e um padrão decente de vida. Segundo o Banco Central -BC (2010) o IDH varia de 0 a 1 (quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano).

De acordo com Atlas Brasil (2013), que faz compilação dos dados Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, Instituto Brasileiro de Pesquisas Aplicadas - IPEA e Fundação João Pinheiro -FJP, de 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,562, em 1991, para 0,768, em 2010. Isso implica em uma taxa de crescimento de 36,65% para o município.

18.3.2. Legislações municipais de São Luís (MA): diretrizes acerca dos resíduos sólidos urbanos

O acelerado processo de urbanização dos grandes centros perpassa não somente pela ausência de infraestrutura básica das cidades, mas também

pela quantidade de resíduos gerados, intimamente relacionada com o aumento de tecnologias, de produção de bens cada vez mais descartáveis, do aumento do consumo de produtos industrializados, etc. Resolver estas questões estruturais tornou-se fundamental para amenizar as consequências causadas pela pressão populacional sobre o meio ambiente.

Positivamente, na tentativa de solucionar as problemáticas do meio urbano, vem sendo criados instrumentos por meio de legislações que para implementação exigem forte participação e envolvimento de todos os atores que interferem no processo aspirando-se atingir as dimensões da sustentabilidade ambiental, econômica, política, cultural e social do município.

Em São Luís, há o Plano Diretor, Lei nº 4.669, de 11 de outubro de 2006 e com base nele foi elaborado em 2011, o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Luís (PMISB) que guarda analogia com o PLANSAB e busca a melhoria da salubridade ambiental, proteção dos recursos hídricos e promoção da saúde pública, segundo Carvalho (2014). Ressalta-se que não se obteve acesso aos referidos planos devido ausência de publicidade dos mesmos.

Posterior, em 2008, foi publicada a Lei Municipal nº 4.653 que criou o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no município de São Luís (MA). Também em 2008 têm-se a criação da Lei Municipal nº 4.996 que dispõe sobre Saneamento e Gestão de Resíduos no município.

Cabe destacar os Artigos 7º, 8º e 9º da supracitada Lei, que estabelecem as responsabilidades dos atores:

Art. 7º São responsabilidade do Poder Público Municipal:

a) adotar tecnologias de modo a absorver ou reaproveitar os resíduos sólidos reversos oriundos dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos

e dar disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos; e

b) articular com os geradores dos resíduos sólidos provenientes dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos de responsabilidade dos mesmos.

Art. 8º São responsabilidades dos fabricantes e importadores:

a) adotar tecnologias de modo a absorver ou reaproveitar os resíduos sólidos reversos sob sua responsabilidade;

b) coletar os resíduos sólidos sob sua responsabilidade e dar disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos;

c) articular com sua rede de comercialização a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo

de retorno dos resíduos sólidos reversos de sua responsabilidade; e

d) garantir que estejam impressos, em local visível e destacado, nos materiais que acondicionam os produtos de sua responsabilidade, informações sobre as possibilidades de reutilização e tratamento, advertindo o consumidor quanto aos riscos ambientais resultantes do descarte indevido e divulgar por meio de campanhas publicitárias e programas, mensagens educação de combate ao descarte indevido e inadequado dos resíduos sólidos de sua responsabilidade.

Art. 9º São responsabilidade dos revendedores, comerciantes e distribuidores:

- a) receber, acondicionar e armazenar temporariamente, de forma ambientalmente segura, os resíduos sólidos do sistema reverso de sua responsabilidade;
- b) garantir, o recebimento, criar e manter postos destinados à coleta dos resíduos reversos de sua responsabilidade, e informar ao consumidor a localização desses postos;
- c) disponibilizar informações sobre a localização dos postos de coleta dos resíduos sólidos reversos e divulgar por meio de campanhas publicitárias e programas, mensagens educativas de combate ao descarte indevido e inadequado.

Art. 10 São responsabilidades dos consumidores:

- a) após a utilização do produto, efetuar a entrega dos resíduos sólidos reversos aos comerciantes e distribuidores ou destiná-los aos postos de coleta específicas; e
- b) acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, atentando para práticas que possibilitem a redução da geração de resíduos.

Visualiza-se, nos Artigos listados, a instrumentação jurídica quanto a logística reversa na capital São Luís (MA) discutida de forma salutar anterior a implementação da Lei Federal nº 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. No Anexo I da Lei Municipal nº 4.653/2008,

é definida logística reserva como o conjunto de ações, procedimento e meios, destinados a facilitar a coleta e a restrição dos resíduos sólidos aos seus geradores, para que sejam tratados ou reaproveitados na forma de novas matérias-primas em seus processos produtivos ou em de terceiros, visando a não geração de rejeitos.

Cumpra esclarecer que, conforme estabelece o Artigo 15, inciso I, do Decreto nº. 7.404/2010, os Sistemas de Logística Reversa serão implementados e operacionalizados por meio de acordo setorial, sempre em observância às exigências específicas previstas em Lei ou regulamento, e normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS, do SUASA e em outras normas aplicáveis.

Também, destaca-se o Art. 15 que incube ao órgão gestor do sistema de limpeza pública planejar e estabelecer, para cada local do Município, em função de aspectos técnicos e operacionais, os dias e horários da coleta domiciliar regular e da coleta seletiva, que deverão ser observados pelos munícipes, e o Art. 16 que esclarece que a coleta dos resíduos recicláveis será preferencialmente atribuída às associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda, contratadas pelo órgão ou entidade municipal.

De modo a elucidar quanto ao arcabouço regulatório de São Luís, foi compilado no Quadro 1 as Legislações municipais encontradas acerca da temática resíduos sólidos urbanos.

Quadro 1: Legislações municipais de instrumentação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de São Luís do Maranhão.

| LEI MUNICIPAL | CONTEÚDO |
|-------------------------|--|
| Lei ordinária 4996/2008 | Dispõe sobre Saneamento e Gestão de Resíduos Sólidos do município de São Luís, e dá outras providências. |
| Lei ordinária 4738/2006 | Dispõe sobre a Concessão de Serviços de Destinação Final de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. |
| Lei ordinária 4669/2006 | Dispõe sobre o Plano Diretor do município de São Luís e dá outras providências. |

| | |
|-------------------------|--|
| Lei ordinária 4653/2006 | Cria o Sistema de Gestão sustentável de Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos, e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no município de São Luís- MA e dá outras providências. |
| Lei ordinária 4516/2005 | Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento. |
| Lei ordinária 4427/2004 | Dispõe sobre a Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos e dá outras providências. |
| Lei ordinária 4387/2004 | Institui o Programa Municipal de incentivo à Coleta Seletiva e à reciclagem de resíduos, disciplina a coleta e destinação de resíduos não convencionais e dá outras providências. |
| Lei ordinária 3959/2001 | Dispõe sobre a Política de Proteção, Controle, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Base de dados Leis Municipais.

Pelo posto, o município em estudo possui um arcabouço jurídico amplo acerca da gestão dos resíduos municipais, perpassando por impactos ambientais, educação ambiental, planejamento e disposição de resíduos volumosos, política de taxa por resíduos produzidos (embutidas no Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU), disposição final, entre outros. Contudo, mesmo sendo estabelecido o cumprimento das legislações em tela após as datas de publicação, assim como em muitas outras legislações no país, as legislações não estabelecem metas, prazos, avaliações ou instrumentos para a efetivação das ações e cumprimento do regido. É importante ressaltar que apesar de São Luís (MA) possuir um amplo arcabouço legislativo que regulamentasse a destinação correta dos resíduos e que pudessem vir a impulsionar a prática correta de disposição dos resíduos, até meados de 2015 contemplava a irregularidade na forma de disposição final, sendo esta realizada em aterro controlado.

Panorama dos resíduos sólidos urbanos em São Luís (MA)

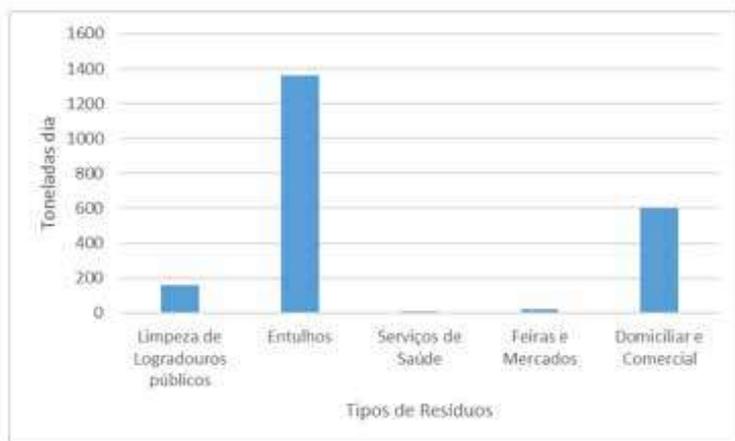
Em São Luís (MA) a geração de resíduos é de 15.044,25 t/mês, segundo dados da SNIS (2014), equivalente a uma geração per capita de 1,43 kg/hab/dia, em relação aos resíduos domiciliares e de limpeza pública. Quanto a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, o município aterra desde 2015 na Central de Gestão Ambiental, Aterro Sanitário Classe II, administrado pela empresa Titara, localizado no município de Rosário, localizado à 60km da capital São Luís (MA).

Até o ano de 2015 os resíduos da capital tinham como principal destino o Aterro controlado da Ribeira, que fica localizado nas proximidades do distrito industrial do município. De acordo com Carvalho (2014) eram destinados ao Aterro Controlado, 1.400 toneladas dia de resíduos da capital. Segundo o autor o referido aterro foi classificado como controlado em 1998, devido não possuir operacionalização mediante procedimentos exigidos pelas normas técnicas (NBR 8.419).

De acordo com os dados do SNIS de 2014 a capital possui uma taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município correspondente a 100 %, identificando-se a população urbana em 1.005.143 habitantes. Contudo, em análise de campo verifica-se que esta cobertura não corresponde à realidade municipal.

Em relação ao montante de resíduos coletados no município têm-se que de 2.150 t/dia, sendo que 1.360 t/dia são de resíduos da construção civil e aproximadamente 600 t/dia de resíduos domiciliares, segundo informações repassadas em entrevista pela Secretaria Municipal de Obras Públicas e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O Gráfico 1 apresenta os quantitativos por tipo de resíduo coletado na cidade de São Luís (MA) no ano de 2015.

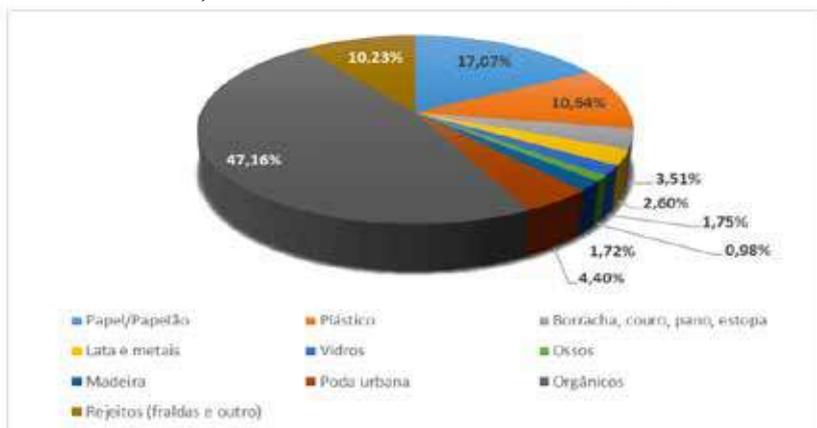
Gráfico 1: Resíduos sólidos urbanos coletados na cidade de São Luís (MA), ano 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Do total dos resíduos domiciliares e comerciais, de feiras e mercados e de limpeza de logradouros públicos coletados tem-se que 47,16% dos resíduos corresponde a materiais orgânicos e 10,23% correspondem a rejeitos (considerados resíduos sólidos sem possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e disponíveis), conforme informações SEMOSP/SEMMAM (2016) descrito no Gráfico 2.

Gráfico 2: Caracterização os resíduos sólidos urbanos de São Luís (MA), ano 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Por meio da caracterização repassada pelos órgãos descritos, verifica-se que a cidade de São Luís possui um volume considerável de materiais recicláveis e reaproveitáveis diagnosticados, correspondendo aproximadamente 36% dos resíduos coletados. O cenário apresentado possibilita descrever como sendo promissores a aplicação de tecnologias e ações que visem a reinserção destes materiais ao ciclo produtivo, bem como, os benefícios econômicos e sociais que podem vir a ocorrer com a otimização do gerenciamento dos materiais recicláveis trazendo economia de recursos naturais e redução de custos de produção, e também poderá a fração orgânica trazer energia permitindo a otimização dos recursos financeiros do município.

Quanto ao processo de caracterização realizado, não foram obtidas informações quanto a metodologia utilizada, não possibilitando delimitar amostra. O que percebe-se nos municípios é que não há metodologia específica de caracterização dos tipos de materiais, esta caracterização vem sendo realizada de forma bruta, muitas vezes, dificultando a identificação para a indústria e oportunidades de venda em valores mais atrativos. No Brasil não há regulamentação específica para caracterização dos resíduos recicláveis o que também impossibilita avanços no planejamento e melhorias significativas para setor.

Passando para os custos e investimentos do município na área de resíduos sólidos, o diagnóstico efetuado teve como base os dados divulgados pelo SNIS nos anos de 2012, 2013 e 2014. A Quadro 2 apresenta as despesas municipais declaradas pelo município de São Luís ao SNIS.

Quadro 2: Despesas com manejo dos resíduos sólidos urbanos de São Luís (MA)

| INDICADORES SNIS | ANOS | | |
|---|-------------------|--------------------|---------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 |
| Despesa total com serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (R\$/ano) | R\$ 66.368,063,89 | R\$ 121.634.396,52 | Não informado |
| Despesa per capita com manejo de resíduos sólidos urbanos em relação à população urbana (R\$/hab) | R\$ 67,59 | R\$ 122,19 | Não informado |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Dados Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2012, 2013 e 2014.

O Quadro 2 apresenta um aumento de R\$ 55.266.332,63 (cinquenta e cinco milhões, duzentos e sessenta e seis mil, trezentos e trinta e dois reais e sessenta e três centavos) nas despesas com manejo de resíduos no município, sendo o valor contratual (preço unitário) do serviço de aterramento de RDO e RPU R\$ 45,24 (quarenta e cinco reais e vinte e quatro centavos) nos anos de 2013 e 2012, sendo a forma de disposição final o aterro controlado de Ribeira. Não obteve-se justificativas para o aumento apresentado no manejo de resíduos no ano de 2013, como também, não foram encontradas informações no SNIS que pudessem vir a esclarecer tal valor.

18.3.3. Programa de coleta seletiva em São Luís (MA)

O Programa de Coleta Seletiva realizado na capital São Luís teve início em 1999 juntamente com a Fundação da Associação de Catadores do Maranhão – ASCAMAR, que atualmente possui 14 associados, segundo dados da SEMOSP/SEMMAM. A coleta de materiais segregados ocorre em alguns pontos do município, especificamente em pequenos e médios comércios e órgãos públicos conveniados junto às cooperativas e associações cadastradas. Tem-se junto a prefeitura municipal 5 cooperativas cadastradas para atuação na área urbana do município, são elas:

- COPRESL – Cooperativa de Reciclagem de São Luís
- ASCAMAR – Associação de Catadores do Maranhão
- ASCAMARCO – Associação de Catadores da Cidade Olímpica
- COOPEGEST - Cooperativa de Gestão de Resíduos Sólidos
- COOPVILA - Cooperativa de Trabalho, Coleta e Recuperação de Resíduos da Vila Maranhão.

Das cooperativas listadas apenas 2 possuem atuação expressiva na coleta de materiais a capital, ASCAMAR e COPRESL, devido ao fato de possuírem galpões doados pela prefeitura municipal e 1 caminhão baú doados pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) em parceria com a SEMMAM (Entrevista SEMOSP/SEMMAM, 2016). As Figuras 3 e 4 apresentam os galpões de triagem e estocagem das cooperativas ASCAMAR e COPRESL, respectivamente.

Figura 3a: Parte externa do galpão da cooperativa ASCAMAR em São Luís (MA)

Figura 3b: Parte interna do galpão da cooperativa ASCAMAR em São Luís (MA)



Fonte: Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Figura 4: Galpão da cooperativa COPRESL em São Luís (MA)



Fonte: Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

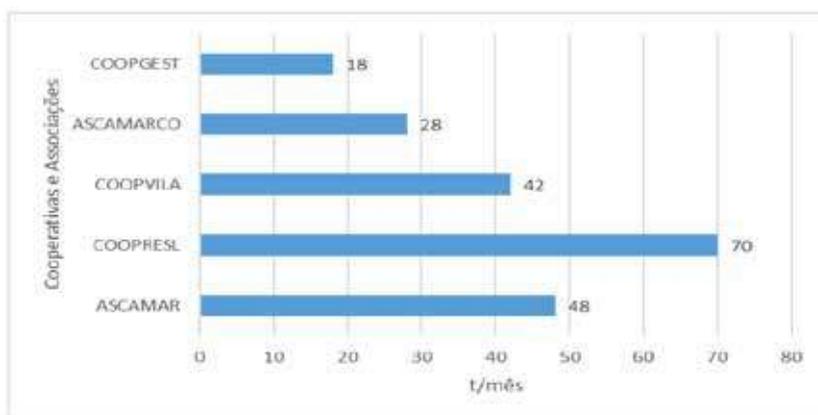
As Figuras apresentadas possibilitam perceber deficiência de estrutura para recebimento, armazenamento e triagem dos materiais coletados seletivamente na capital. As cooperativas atuantes têm galpões rústicos e quase sem espaço para estocagem, além de possuírem instalações físicas sem condições adequadas, mostram rachaduras nas paredes, cobertura com telhas quebradas e aparentam um ambiente insalubre.

Menciona-se que a ASCAMAR recebeu por doação alguns aparelhos para prensamentos dos resíduos: um elevador que foi cedido pela ONG “DOE SEU LIXO” do Instituto Coca-Cola, que tem trabalhos sociais junto a Associações e Cooperativas e também uma empilhadeira manual que foi cedida pela TETRAPAK. Porém, esses equipamentos encontram-se sem utilização devido à falta de espaço para instalação dos mesmos. Além desses equipamentos contam ainda com uma balança (com capacidade de 1

tonelada) e um caminhão baú doado pela FUNASA (não especificado ano) para coleta dos resíduos recicláveis. Já a COOPRESL possui uma balança doada pela empresa HABIB'S e não possui equipamento para prensar os materiais, recentemente tiveram uma perda de materiais recicláveis devido a exposição na chuva e falta de estrutura para sua devida armazenagem, conforme informações repassadas em entrevista.

Em uma análise percentual, segundo informações da SEMOSP/SEMMAM (2016) das 48 t/mês no ano recebidas no ano de 2015 de materiais recicláveis na ASCAMAR, 67% correspondem a papelão, 27% a papel branco, 2,5% PET e 3,5% ferro, alumínio e outros. E a COOPRESL a quantidade total coletada em 2015 girou em torno de 70 toneladas de material por mês, dentre as quais: 63% de papelão, 18% de papel e 9% de plástico e 10% de alumínio, ferro e demais (SEMOSP/SEMMAM, 2016). Conforme Gráfico 3 abaixo.

Gráfico 3: Quantitativo mensal de materiais reciclados ou reaproveitados coletados por cooperativas e associações no ano de 2015 em São Luís.



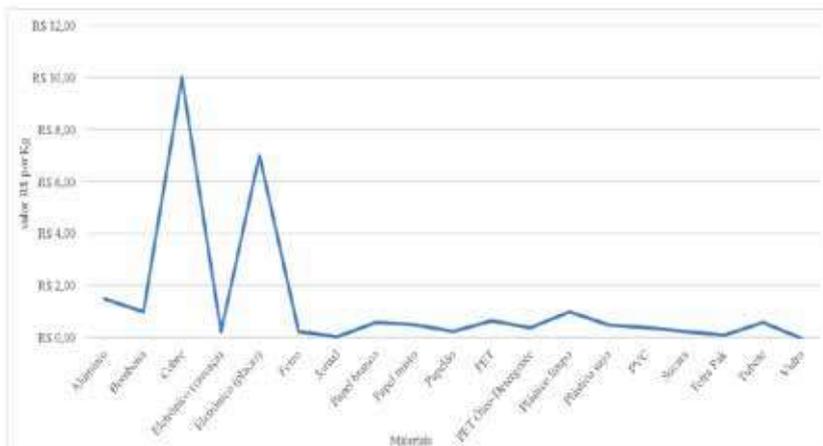
Fonte: Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Verifica-se um total de 206 t/mês coletados pelas cooperativas e associações de São Luís considerado um baixo valor quando comparado a coleta domiciliar e de limpeza pública de 15.044,25 t/mês, o que equivalente a 1,36% de cobertura de coleta seletiva. Devido a este cenário, ou seja, ao total coletado mês ser um pouco maior pela COOPRESL, somente ela consegue comercializar alguns resíduos, como PET, de forma direta com algumas recicladoras, a exemplo da recicladora Santa Clara, além de compradoras como a Sucata Bandeira Tribuzi e Sucata Nalva.

Contudo, o cenário apresentado implica na comercialização dos materiais recicláveis ou reaproveitáveis tendo em vista que devido ao baixo montante que se consegue coletar e triar não se consegue vender diretamente para a indústria e a grande maioria são negociados com atravessadores que pagam valores inferiores aos de mercado. Comumente, os atravessadores unem os materiais segregados de diferentes municípios e/ou estados para venda junto às indústrias dentro e fora do país, retrato que vem sendo verificado em diferentes capitais brasileiras. É importante mencionar que os *middlemen* (intermediários) possuem um papel fundamental na saída dos materiais, apesar de na maioria das vezes serem exploradores da mão de obra das cooperativas, mas também podem ser vistos como gestores da comercialização dos recicláveis, tendo em vista a incipiência na consolidação e implementação de políticas públicas.

À venda dos materiais segregados de São Luís aos atravessadores, segundo informações obtidas por meio de entrevista junto à gerente administrativa da COOPRESL no ano de 2016, variam entre R\$ 10,00 (dois reais) e R\$ 0,05 (cinco centavos), conforme demonstrado no Gráfico 4.

Gráfico 4: Valores pagos por quilo (Kg) de material reciclável secos no município de São Luís (MA) ano 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Dados entrevista ASCAMAR (2016)

Os valores ilustrados no Gráfico 4 são referentes ao quilo (Kg) dos materiais vendidos prensados e/ou triturados. Visualiza-se que o resíduo de cobre

(valor aproximado no período) seguido do alumínio, eletrônicos e dos tipos de plásticos possui maior valor econômico. Constata-se a valorização significativa dos tipos de plástico e PET em todo país, e a desvalorização comercial do jornal. Este cenário nos confirma o cenário internacional, onde o material plástico teve ascensão devido ao seu processamento no sistema produtivo industrial (CNI, 2014). Frisa-se ainda que os materiais identificados com o valor R\$ 0,00 significam ausência de comercialização. Segundo a cooperativa, não há saída de vidro no Estado do Maranhão.

No levantamento efetuado quanto as indústrias de vidro no Brasil, chamou atenção a empresa IVN Indústria Vidreira do Nordeste, localizada em Estância (SE), visto que o objetivo da empresa é produzir suas embalagens a partir dos detritos de embalagens de vidro coletados nos municípios, contudo encontra no nordeste do país muita dificuldade no repasse de materiais triados corretamente, pois para reciclarem necessitam que as embalagens estejam limpas, sejam incolores e não possuam metais. O responsável pela empresa informou ainda que a indústria tem interesse em receber qualquer tipo de vidro com as referidas características e que hoje apenas cooperativas conveniadas de São Paulo (SP) atendem a esta especificação. Também, informou que existe o repasse de materiais por indústrias como Ambev e Coca-cola. De acordo com o representante entrevistado, hoje a produção dos produtos da IVN conta com aproximadamente 10% de cacos de terceiros, nomenclatura atribuída à compra das embalagens de vidro triadas. Quanto ao valor pago pelo material triado não obteve-se informação.

Vale ressaltar que após pagamento de todas as despesas como: manutenção de caminhão, combustível, alimentação, transporte e materiais para embalagem, a renda individual dos catadores em São Luís varia entre R\$ 300,00 e R\$ 500,00/mês, conforme informações repassadas em entrevista.

Pelo posto, compreende-se que a coleta seletiva promovida pela Prefeitura Municipal de São Luís em parceria com as cooperativas caminha a passos lentos, como pode ser analisado nos dados do SNIS (2012, 2013 e 2014) onde a taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (rdo + rpu) coletada (%), por exemplo, não ultrapassa de 0,5% (Quadro 3).

Quadro 3: Indicadores de funcionalidade da Coleta Seletiva no município de São Luís (MA).

| Indicadores SNIS | Anos | | | Taxa de Crescimento (%) |
|--|------|-------|-------|-------------------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | |
| Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município (%) | 0,2% | 1,11% | 1,09% | 81,65% |
| Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (resíduo domiciliares e resíduo público urbano) coletada (%) | 0,6% | 0,14% | 0,12% | -400% |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016. Dados Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2012, 2013 e 2014).

A análise dos dados do Quadro 3 mostra que houve aumento significativo na cobertura do serviço de coleta seletiva no município entre 2012 e 2014 resultando em uma taxa de crescimento de 81.65% para o período, porém um decréscimo na taxa de recuperação de materiais recicláveis coletados que representou uma taxa negativa de 400%. Cabe ainda destacar que os anos de 2012 e 2013 são considerados de transição governamental nos municípios brasileiros e, conseqüentemente, a alimentação do sistema de dados dependerá da interpretação do gestor responsável, podendo assim haver inconsistência de dados e inconfiabilidade quanto a realidade exposta pelos indicadores.

Ressalta-se também que por meio do comparativo dos dados do SNIS anos 2012, 2013 e 2014, foi possível verificar que a Prefeitura de São Luís relata haver coleta seletiva porta a porta executada por organizações de catadores com parceria ou apoio do agente público, contudo, segundo dados da SEMOSP/SEMMAM (2016) e já relatados anteriormente, a coleta seletiva na capital só ocorre em empresas e órgãos públicos.

18.3.4. Indústrias de comercialização dos materiais secos recicláveis de São Luís (MA)

Mesmo após 17 anos de existência do Programa de Coleta Seletiva no município, ainda é possível notar a dificuldade quanto à saída de materiais, em especial vidro o que é de extrema preocupação se analisarmos o cenário produtivo brasileiro de consumo via materiais de vidro e a ausência de parceria para processamento desses. A fabricação de vidro demanda de 82% de recursos naturais (areia + calcário) que pode vir a ser substituído pelo processamento dos vidros triados e triturados, segundo informações da Verallia Brasil (2016). A utilização de detritos de vidro é uma forma de valorizar, bem como economizar energia e matéria-prima.

De modo tabular as indústrias que recebem materiais secos recicláveis do município de São Luís, atuantes no estado do Maranhão, a SEMOSP/SEMMAM para a realização do diagnóstico dos resíduos do município objetivando a elaboração do Plano de Gestão Integrada Municipal realizou levantamento junto as cooperativas, associações e indústrias. Salienta-se que o referido plano está paralizado devido alegação municipal de ausência de verba pública para prosseguimento SEMOSP/SEMMAM (2016). O Quadro 4 apresenta levantamento realizado quanto as empresas que recebem materiais e/ou comercializam recicláveis da capital São Luís.

Quadro 4: Empresas que recebem materiais e/ou comercializam recicláveis da capital São Luís (MA).

| INDÚSTRIA | ESPECIFICAÇÃO | PRODUÇÃO |
|---|---|---|
| EVEREST - Indústria de Papéis do Maranhão Ltda. | Empresa de Médio Porte de fabricação de Papéis Industriais e Comerciais e tem como matéria prima Celulose e papéis Branco destinados para Reciclagem. Os insumos papéis são comprados da RIPEL (que compra das cooperativas e coleta de grandes empresas de São Luís) e de outros Estados da região Nordeste. | Não informado. |
| DUPLÁSTICO - Reciclagem de Plásticos Ltda. | É uma empresa de médio porte, que fabrica sacos plásticos e tem um nicho de comércio já bem definido em São Luís, compra seus insumos (plástico transparente) da RIPEL e em algumas situações diretamente das Cooperativas. | Produção mensal 30ton/mês de sacolas plásticas. |

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| MAJÓ – PLAST - Reciclagem de Plásticos Ltda. | Empresa de Pequeno porte que fabrica granulados e comercializa com a DUPLÁSTICO e outras recicladoras menores. Granulados é matéria prima secundária para fabricação do Plástico. | Produção mensal 14ton/mês. |
|--|---|-------------------------------|

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A SEMOSP/SEMMAM informou ainda que existem quatro grandes empresas que revendem Resíduos Recicláveis Coletados de grandes geradores ou comprados das Cooperativas. Que são RIPEL, MAXTEC, JC AMBIENTAL E EMAPLA. Essas organizações têm estruturas mais adequadas, que incluem vários galpões para triagem, caminhões para coleta/transporte e parcerias com grandes supermercados e outros, que geram significativos volumes de materiais recicláveis. Contudo, não há maiores informações sobre elas, incluindo-se quantitativos e valores, também não obteve êxito no contato direto junto as referidas empresas.

As Figuras 5 e 6 apresentam os galpões das empresas MAXTEC E EMAPLA. As imagens foram cedidas pela SEMOSP/SEMMAM em entrevista no ano de 2016.

Figura 5: Parte interna do galpão da empresa MAXTEC em São Luís (MA)



Fonte: Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Figura 6: Parte interna do galpão da empresa EMAPLA em São Luís (MA)



Fonte: Dados entrevista SEMOSP/SEMMAM (2016).

Entende-se que a ausência de um Plano de Gerenciamento para a Coleta Seletiva na capital implica no alcance das premissas institucionalizadas por meio da PNRS. Se faz necessário ainda observar toda capacidade de suporte externo para programa de coleta seletiva no que se refere ao escoamento dos resíduos coletados, não sendo possível se mapear sem um padrão de caracterização dos materiais secos recicláveis local com abrangência global. É imprescindível observar que no município o potencial de produção e comercialização está atrelado aos papeis, papelão e plásticos, espera-se que em breve haja saída dos vidros. Assim, deve-se investir no recolhimento destes reduzindo inclusive a massa descartada no aterro.

Visualiza-se também a necessidade de se traçar a rota dos resíduos do município de São Luís (MA) permitindo identificar o custo por rota e estabelecer cenários com melhorias significativas para o programa. Analisa-se que o sistema atual adotado no município, que reflete a realidade da maioria dos municípios brasileiros, necessita ser reformulado para que haja viabilidade e sustentação econômica do manejo dos resíduos municipais por meio da comercialização do que é produzido nas cidades, taxaço per capita de produção ou não segregação, permitindo assim fluir o ciclo de reinserção na cadeia de produtos e contribuindo para a logística reversa.

Além disso, segundo Calderoni (2003) a coleta de recicláveis deve ser entendida dentro do seu contexto, ou seja, como parte do processo de coleta (seletiva) e reciclagem de lixo. Sendo a coleta condição para reciclagem, deve-se considerar a economia resultante de todo o processo. Em especial, os custos associados à economia de matéria-prima, de energia e de controle ambiental economizados pela reciclagem. Tais custos devem ser levados em conta, sobretudo sob o ponto de vista da indústria e dos governos Estadual e Federal (CALDERONI, 2003).

Por fim, a Prefeitura Municipal de São Luís no início do ano de 2016, implantou um Ecoponto para serem usufruídos pela população para destinação de materiais recicláveis e reaproveitáveis e inservíveis não coletados, propiciando a redução de descartes irregulares, como também, o denominado Ecoponto objetiva servir de apoio para a cooperativa COPRESL e para a associação ASCAMAR, segundo informações da SEMOSP/SEMMAM.

Segundo informações repassadas pela prefeitura municipal, a instalação do Ecoponto atende, ainda, aos ditames estabelecidos na Parceria Público-Privada (PPP), na modalidade de concessão para execução de serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, firmada pela Prefeitura com a empresa São Luís Engenharia Ambiental.

Ainda segundo a prefeitura municipal em entrevista, o projeto de criação dos Ecopontos foi desenvolvido para atender os geradores e transportadores de pequena quantidade de resíduos, com volumes inferiores a 2m^3 , transportados por veículos como pick-up, carrinhos de mão ou carroças. Eles são instalados principalmente em áreas afetadas por grande volume de materiais descartados irregularmente, previamente catalogados pela coordenação do projeto.

A Figura 7 apresenta diferentes ângulos do Ecoponto instalado em São Luís no Parque Amazonas.

Figura 7: Eco ponto no Parque Amazonas em São Luís (MA).



Fonte: SEMOSP/SEMMAM e G1 (2016).

No levantamento de dados foi verificado que não houve conscientização efetivada junto à população antes e durante a instalação do referido Eco ponto. Silva (2014 Apud Grippi (2006), enfatizam que a educação ambiental é fundamental para o sucesso de qualquer programa de gestão de resíduos. Também o quanto é indispensável esclarecer ao cidadão o seu papel como gerador, sendo divulgadas informações com frequência em todos os meios disponíveis.

Segundo informações repassadas pelos órgãos supracitados as baias para descarte medem 3x3m com frente aberta e toda estrutura com área total de 1.200 m², não possuindo cobertura, o que preocupa o órgão pois pode haver perda de materiais a serem revendidos pelos cooperados. Informaram ainda que desde junho está sendo efetuado o recolhimento na unidade e o volume não chegam a 50 t/mês.

Neste cenário, Ezeah *et al.* (2012) afirmam que junto as políticas públicas de gestão de resíduos, se faz necessário um programa de educação pública sobre resíduos, prevenção e reutilização, como também, para o problema de desperdício, pois a gestão de RSU nas cidades dos países em

desenvolvimento ainda está em fase rudimentar, e que as insuficiências na gestão de RSU devem ser dadas nas áreas institucionais e legais.

18.4. Considerações finais

Visualizou-se que no município de São Luís (MA) devem ser efetuadas adequações na forma de implementação das ações, pois possíveis melhorias na forma de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos municipais podem ser efetivadas. Se faz necessário investimentos, emprego eficiente dos recursos públicos destinados ao setor e participação popular na construção de políticas públicas para que haja alcance das políticas.

Contatou-se que São Luís (MA) possui coleta de seus resíduos, porém não atende de forma efetiva ao sistema de segregação de resíduos, coleta seletiva e posterior reciclagem e reaproveitamento. O que pode vir a ser justificado pela ausência de um plano de gerenciamento para a coleta seletiva, o que implica na inexistência de estudos aprimorados e verídicos a respeito da composição dos resíduos ali produzidos e no conhecimento do mercado para o fluxo comercial dos resíduos passíveis de reciclagem, gerenciamento operacional, alcance e cobertura municipal, assim como participação e adesão da população e continuidade das ações.

Os resultados desta pesquisa possibilitaram obter um panorama parcial dos materiais secos recicláveis do município de São Luís (MA), geração de um banco de dados para o estado da arte e sensibilização da sociedade para efetivação de políticas públicas (nacionais, estaduais e municipais) que contribuam significativamente para a modificação do cenário atual.

Por fim, conclui-se que as problemáticas encontradas no município estudado, retratam a realidade de diversos municípios brasileiros, que como a capital estudada, não possui quantitativo de banco de dados no estado da arte que corrobore para os seus sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos adotados.

Referências

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: Associação brasileira de empresas públicas e resíduos especiais, 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/>. Acesso em: Set, 2016.

ALMEIDA, K. M. V. Logística reversa para gestão de resíduos e coprodutos da cadeia de biodiesel – estudo de caso em usinas do Nordeste Brasileiro. Recife: O Autor, 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. São Luís do Maranhão. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-luis_ma Acesso em: Out, 2016.

BC. Banco Central do Brasil. Estudo sobre as desigualdades regionais no Brasil. 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2010. Rio de Janeiro, IBGE, 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Projeção. Rio de Janeiro, 2015. Rio de Janeiro, IBGE, 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211130&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> Acesso: Out, 2016.

BRASIL. Lei nº 11.445/07. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 02/08/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2010. 30 pág. Diário Oficial da União - Seção 1 – 3 de agosto de 2010.

CALDERONI, Sabetai. Os Bilhões Perdidos no Lixo. 4ª Ed. São Paulo: Humanitas Editora/FFLCH/USP, 2003.

CAMPOS, H.K.T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. *In: Engenharia Sanitária e Ambiental*. vol.17 no.2 Rio de Janeiro. 2012.

CARVALHO, Mario Dias. AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE SÃO LUIS – MA V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Anais. Belo Horizonte/MG, 2014

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. Ciclossoft 2016.
Disponível em: <http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8>. Acesso em: Ago, 2016.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/iniciativas/eventos/cni-sustentabilidade/2014/03/1,34145/edicao-2014-residuos-solidos.html?parent=Mem%C3%B3ria>. Acesso em: Jul, 2016.

G1. São Luís ganha Ecoporto para combater descarte irregular de lixo. Disponível em: <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2016/05/sao-luis-ganha-ecoponto-para-combater-descarte-irregular-de-lixo.html> Acesso em: Out, 2016.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

JURAS, L.M. Legislação sobre Resíduos Sólidos: comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. Consultoria Legislativa da Câmara de Deputados. Brasília, 2012.

Kairós, Desenvolvimento Social. OBSERVATÓRIO SOCIAL DE SÃO LUIZ. Disponível em: <http://www.nossasaoluis.org.br/indicadores2012/i0502.html> Acesso em: Out, 2016

LIMA, J. D. Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

LIMA, J. D. Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de

tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2012.

MARANHÃO, Governo do Estado, Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão. Mensagem da Governadora à Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão, 2011: apresentada na reunião de abertura da 1ª sessão Legislativa da 17ª Legislatura. São Luís, 188 p.

MARANHÃO. Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação dos Planos Diretores Participativos relatório nº 20 - município de São Luís - MA avaliação lei nº 4669/2006. São Luís: IMESC, 2009.

RUTKOWSKI, J.E.; LIMA, F. P.A.; Oliveira, F.G. Aprimoramento da gestão de resíduos sólidos urbanos por meio do incentivo à reciclagem: uma metodologia para cidades mais sustentáveis. *In: Anais... III Conferência Internacional de Gestão de Resíduos Sólidos*. São Paulo, 2013.

SILVA, A. Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais do nordeste brasileiro: o caso de Aracaju-SE e João Pessoa-PB. Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT. João Pessoa, 2014. 156f.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnostico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2012. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos> Acesso em: Mai, 2015.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; ELIASSEN, R. *Solid wastes: engineering principles and management issues*. USA: Mc-Graw Hill, Inc, 1977. 621 p.

VERALLIA BRASIL. Processo de Fábriço do Vidro. Disponível em: <http://br.verallia.com/o-vidro/processo-de-fabricacao> Acesso em: Set, 2016.

Otimizar. Essa é a palavra de ordem quando pensamos sobre, pesquisamos e analisamos os processos de gestão de resíduos sólidos em vigor nos estados brasileiros. Percebe-se que, mesmo na ausência de incremento tecnológico ou recursos financeiros, algumas ações surpreendem por seu potencial inovador. Entretanto, ainda há um longo e árduo caminho a se percorrer para que possamos atingir um patamar satisfatório de saneamento no país.

A região Nordeste, particularmente, é um emblema do Brasil em termos de gestão de resíduos sólidos. Mesmo experimentando um salutar crescimento econômico na última década, essa região ainda possui um dos piores índices de saneamento do país. Em outras palavras, pelo menos no Nordeste, o desempenho econômico não tem sido revertido em ações que melhorem as condições de gerenciamento dos resíduos. Por outro lado, esta mesma região constitui um dos polos mais ativos de atuação de catadores e catadoras de materiais recicláveis, com uma significativa contribuição para abastecer o mercado nacional e, em alguns casos, internacional de produção a partir de matéria prima secundária.

Em razão de haver poucos estudos que priorizem o levantamento e a discussão de informações sobre as linhas de pesquisa, projetos, políticas e ações para a gestão de resíduos sólidos no Nordeste do Brasil, apresentamos essa proposta que consiste na compilação dos estudos mais recentes desenvolvidos sobre a gestão de resíduos a partir de diferentes cadeias produtivas. Desta forma, pretende-se colaborar, a partir da abordagem de diferentes autores, por meio da consolidação de diferentes saberes e interesses sobre uma mesma temática. Espera-se que o material seja leitura do interesse de gestores públicos, gestores de empresas privadas, docentes, alunos, pesquisadores e da sociedade como um todo.