



LOGÍSTICA REVERSA DO POLITEREFTALATO DE ETILENO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE - PERNAMBUCO.

Eduardo Antonio Maia Lins (*), Laila Fazekas Lara, Adriane Mendes Vieira Mota, Maria Clara Pestana Calsa, Andréa Cristina Baltar Barros,

* Instituto Federal de Pernambuco – IFPE / Universidade Católica de Pernambuco, eduardomaialins@gmail.com

RESUMO

Os resíduos sólidos são, sem dúvidas, o maior desafio que o planeta enfrenta nos últimos anos. Os resíduos quando despejados de qualquer forma no meio ambiente acarretam sérios riscos à saúde, a economia e, principalmente, ao ecossistema onde está inserido. Neste trabalho analisou-se a logística reversa de um dos resíduos mais agressivos ao meio ambiente, o PET (politereftalato de etileno), material utilizado para fazer garrafas para bebidas, materiais de limpeza, tecido, entre outros. Só no Brasil foi estimado, em 2020, que para produção de resina PET virgem, produziu-se cerca de um milhão de toneladas/ano, e, na produção de preformas e garrafas. No caso do PET reciclado, a capacidade de produção brasileira atingiu cerca de 450 mil toneladas/ano, apontando um crescimento de 12% na reciclagem de PET, o que mostra como esse setor tem crescido de forma significativa, acarretando uma responsabilidade ambiental para aqueles que a consomem. Realizou-se um estudo de campo entre cooperativas que fazem o beneficiamento do PET, avaliando o tipo de processo realizado em cada uma, se houve alguma diferença entre os PETs utilizados. Observou-se que o mercado de reciclagem do PET na Região Metropolitana de Recife aparenta estar defasado, pois quem faz de fato a reciclagem do PET são as cooperativas (cerca de 20 na RMR) e elas normalmente fazem o beneficiamento do PET (segregação e prensagem) para posteriormente vender para as empresas maiores que fazem a reciclagem, encontradas em sua grande maioria, na região sul e sudeste do país.

PALAVRAS-CHAVE: PET, Gestão, Custos.

ABSTRACT

Solid waste is undoubtedly the biggest challenge facing the planet in recent years. Waste when dumped in any way into the environment carries serious risks to health, the economy and, mainly, to the ecosystem where it is inserted. In this work, the reverse logistics of one of the most aggressive residues to the environment, PET (polyethylene terephthalate), material used to make beverage bottles, cleaning materials, fabric, among others, was analyzed. In Brazil alone, it was estimated, in 2020, that to produce virgin PET resin, about one million tons / year were produced, and in the production of preforms and bottles. In the case of recycled PET, the Brazilian production capacity reached about 450 thousand tons / year, increased a 12% growth in PET recycling, which shows how this sector has grown in a decreasing way, causing an environmental responsibility for those who one consumes. A field study was carried out among cooperatives that process PET, evaluating the type of process carried out in each one, if there was any difference between the PETs used. It was observed that the PET recycling market in the Metropolitan Region of Recife appears to be outdated, since the ones who recycle PET are the cooperatives (about 20 in the RMR) and they normally process the PET (segregation and pressing) to sell later to the larger recycling companies found mostly in the south and southeast of the country.

KEY WORDS: PET, Management, Costs.

INTRODUÇÃO

Resíduo sólido é uma problemática vivida desde quando o ser humano passou a habitar no planeta, pois na natureza nada é descartado, mas simplesmente tudo se transforma. Através dos processos e ações feitos pelo homem (como fabricação de produtos, extração de recursos naturais, o próprio consumo etc.) teve início o processo de geração de resíduos com maior persistência.

No Brasil começou-se a pensar em limpeza urbana por volta do ano de 1880, quando D. Pedro II lançou um decreto para que fosse realizada a limpeza das ruas da cidade do Rio de Janeiro, o recolhimento do lixo etc. (MONTEIRO *et al*, 2001). Desde esta época, o serviço de limpeza passou por altos e baixos, e hoje em dia o cenário encontrado não é positivo, mas preocupante, uma vez que cada cidade apresenta um cenário distinto em relação a gestão dos resíduos gerados.



De acordo com Fernandes, Silva & Moura (2016), entende-se que na sociedade contemporânea as pessoas compram de forma desnecessária e considerando a pouca durabilidade de cada material, passam a ser jogadas rapidamente no lixo e destinadas aos mais de 42% dos lixões ainda existentes no Brasil (ABRELPE, 2019). A gestão de resíduos sólidos (ou seja, a logística que é feita para tratar da coleta e destinação adequada do lixo) não se trata somente da consequência, mas da causa do resíduo. Tem por princípio não gerar resíduo, porém o que gerar de resíduo tem por prioridade reduzir na fonte geradora. Tudo que não puder ser reduzido, busca-se uma forma de reutilizar, reciclar e transformar, para que no final do processo sobre apenas uma pequena quantidade de resíduo que será destinada para um aterro sanitário adequado para o seu tipo. De acordo com Vitorino (2010) a logística reversa surge como uma nova proposta da logística empresarial que atua de forma a gerenciar e operacionalizar o retorno de bens e materiais após sua venda e consumo, agregando valor aos mesmos. No contexto econômico, ambiental e social, essa nova ferramenta vem contribuir de forma significativa para o reaproveitamento de produtos e materiais após seu uso, amenizando os prejuízos causados ao meio ambiente pelo grande volume de bens fabricados pelos complexos produtivos.

De acordo com a ABIPET (2019), pode-se conhecer a grande variedade de produtos que utilizam PET reciclado na sua fabricação tais como: Mantas, Edredon e moletons; Roupas e os cabides que as mantêm em ordem; Embalagens de produtos de limpeza e de alimentos; cordas do varal e as vassouras; régua, relógios, porta lápis e canetas; caixas d'água, tubos e conexões, torneiras, piscinas, telhas; mármore sintético; tintas e vernizes; carpete; Para-choques, partes da cabine e elementos aerodinâmicos; placas indicativas de direção, luminosos, sinalização horizontal; displays e indicadores; banco de ônibus, trens e metrô; bolas, chuteiras, bancos dos estádios; uniforme dos jogadores, redes do gol; gramado dos estádios de futebol tem sistemas para drenagem da água da chuva que usa uma manta 100% PET reciclado; fitas de arquer, dentre outros.

Para que o gerenciamento de resíduos se concretize, faz-se necessário que haja a cooperação entre o governo, as empresas terceirizadas e, principalmente, da população. A conscientização da comunidade é o ponto crucial para que todo esse processo dê certo. A educação ambiental é o ponto de partida para um melhor entendimento e colaboração da população. De um modo geral, este trabalho teve como objetivo avaliar a gestão da logística reversa para o PET na Região Metropolitana de Recife (RMR), estado de Pernambuco.

METODOLOGIA

- Área de Estudo:

O estudo foi realizado no período de setembro a outubro de 2019, na região metropolitana de Recife, Pernambuco, conforme apresentado na Figura 1. Esta região fica situada no nordeste do Brasil e se encontra entre o estado da Paraíba e de Alagoas. A região possui cerca de 2.768,45 km² de extensão (CTM, 2011) e é composta por 14 municípios que juntos possuem uma população de 3.743.854 habitantes.

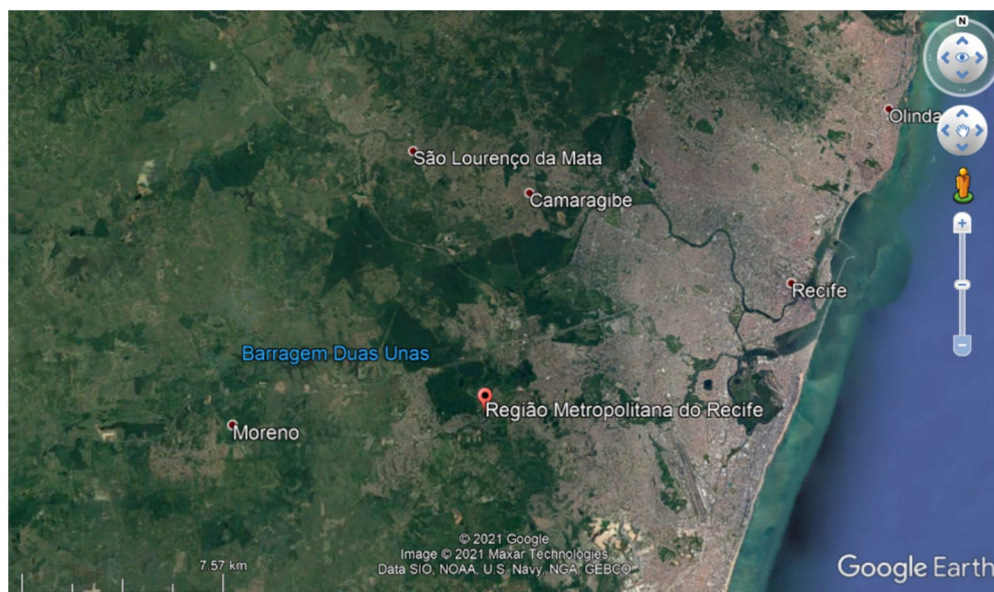


Figura 1. Região Metropolitana de Recife. Fonte: Google Earth (2021).



- Coleta de Dados

Para a realização da coleta de dados foram realizadas pesquisas em literaturas, artigos acadêmicos, sites de empresas, órgãos e associações relacionadas ao tema e entrevistas com empresas/cooperativas do ramo do PET (3 empresas e 1 cooperativa) como pode ser observado na Quadro 1, produtoras de plástico em geral (1 empresa) e com as CTRs de Igarassu e Candeias.

Quadro 1: Relação das Empresas Entrevistadas e suas Atividades no ramo do PET.

Empresa	Função
Empresa 1 (Pré-forma)	Produtora de preforma PET, recicladora do produto próprio fabricado e antiga recicladora de garrafa PET em PE.
Empresa 2 (Resina PET)	Produtora de resina PET e a empresa faz a reciclagem do próprio produto enquanto estiver dentro da empresa.
Empresa 3 (Recicladora de Pequeno Porte)	Empresa que faz a reciclagem de PET e, até o momento, a única que exerce essa função.
Empresa 4 (Cooperativa)	Cooperativa que recebe o PET e faz a separação e prensagem para vender para as empresas que fazem a reciclagem do material. OBS.: Assim como ela, existem outras cooperativas na RMR que fazem esse trabalho de coleta, separação e prensagem.

Fonte: Os Autores (2021).

As entrevistas foram presenciais e formais com os diretores responsáveis pelo setor de produção onde eram abordados assuntos como a forma de produção, quais materiais são utilizados e se era realizada a gestão do resíduo gerado durante a produção. Também foram feitas entrevistas por ligações telefônicas e e-mails.

Realizou-se uma pesquisa com 100 jovens entre 18 e 25 anos, universitários de uma instituição particular de ensino, que compõem a classe média/alta da sociedade. Para isso foi elaborado um pequeno questionário de apenas 3 perguntas para que fosse traçado um parâmetro do conhecimento que a sociedade tem em relação à alguns pontos abordados pelo trabalho.

4.3 Análise dos Dados

Para a realização das análises dos dados foram desenvolvidas tabelas no programa Microsoft Word e Excel, além de figuras, tabelas e gráficos retirados das literaturas e sites utilizados na pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010), no art. 33, entre outros tipos de materiais, as embalagens em geral (e isso inclui o PET) são obrigadas a ter um sistema de logística reversa. Sendo assim, quando uma fábrica produz uma garra PET tem por obrigação ter um plano de gerenciamento para quando o material for descartado.

Para isso, faz-se necessário elaborar o passo a passo de como deve ser feito o processo de logística reversa. Deve iniciar com a redução, na fonte, do resíduo, e, a partir disso, trabalhar com o resíduo que é gerado. Para fazer o gerenciamento do PET é necessário passar por algumas fases. Por exemplo, quando a fábrica é produtora de preforma PET e alguma vem com avaria, a própria empresa faz sua reciclagem, podendo voltar para o processo ou pode-se vender os flakes (flocos de PET) para outra empresa. Porém, quando o resíduo é gerado dentro da fábrica que faz a injeção do PET e o envaza, deve ser feito a segregação do material em bags para que possam ser levados para a central de resíduos onde passarão pelo beneficiamento (o PET é prensado formando fardos). Após esse processo são armazenados até que tenha uma quantidade significativa para ser feita a coleta.



Essa coleta na RMR é realizada por empresas terceirizadas de coleta de material reciclado (média de 10 empresas), cooperativas (média de 20 cooperativas), ONGs e sucateiros sendo muito difícil determinar a quantidade que existe na RMR, principalmente os sucateiros porque normalmente não são licenciados. A Figura 2 representa a relação entre a quantidade de empresas e cooperativas que foi observado na RMR que fazem coleta de PET.

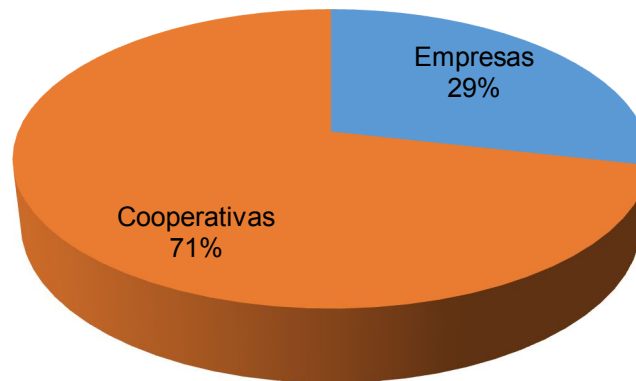


Figura 2. Gráfico de Coletoras de PET na Região Metropolitana de Recife. Fonte: Os Autores (2021).

Após essa coleta, o PET é separado por cores e prensado em fardos para que posteriormente possa ser vendido para empresas que de fato fazem a reciclagem do material (Figura 2). O valor médio, na RMR, que as empresas têm comprado o fardo de PET está entre 0,80 centavos a 1,78 real/Kg.



Figura 3. Fardos de PET Prensados e Separados por Cor. Fonte: Google (2021).

Foi observado que as empresas grandes, conhecidas por fazerem reciclagem desse material, não o fazem aqui na RMR. As empresas coletam e recebem esse material, porém envia para as sedes das empresas localizadas, em sua grande maioria, na região sudeste do país, onde serão reciclados.

O produto produzido sai da fábrica de origem para o mercado, normalmente, a empresa responsável pelo produto perde o controle de sua destinação final, mesmo que ela promova ações que incentivem a devolução da garrafa PET, a grande maioria vai parar em coletores residencial ou comercial. Quando isso acontece, fazer com que esse resíduo retorne ao seu processo de reciclagem é mais difícil. Na RMR encontram-se uma média de 30 pontos de descarte do PET, como pode ser observado na Figura 4, porém, não foi observado a divulgação desses pontos de entrega para a sociedade, tão pouco foi observado o incentivo do governo para isso. Sendo assim, o que se pode observar é que a devolução do PET para reciclagem depende da conscientização de cada pessoa e, principalmente, das atividades de catadores e sucateiros.



Quando o PET chega ao seu destino adequado e reciclado, ele passa por um processo de beneficiamento, podendo ser através de uma reciclagem química, energética ou mecânica (ABREPET, 2019). No Brasil o mais comum é o processo mecânico, o qual é realizado nas seguintes etapas:

- Segregação Pellenc: é uma máquina de leitura óptica que é programada para fazer a separação do PET (Figura 5), ou seja, ela pode ser programada para separar da forma que for conveniente para a empresa (separar por cores, tamanhos, produtos ou qualquer outra exigência);

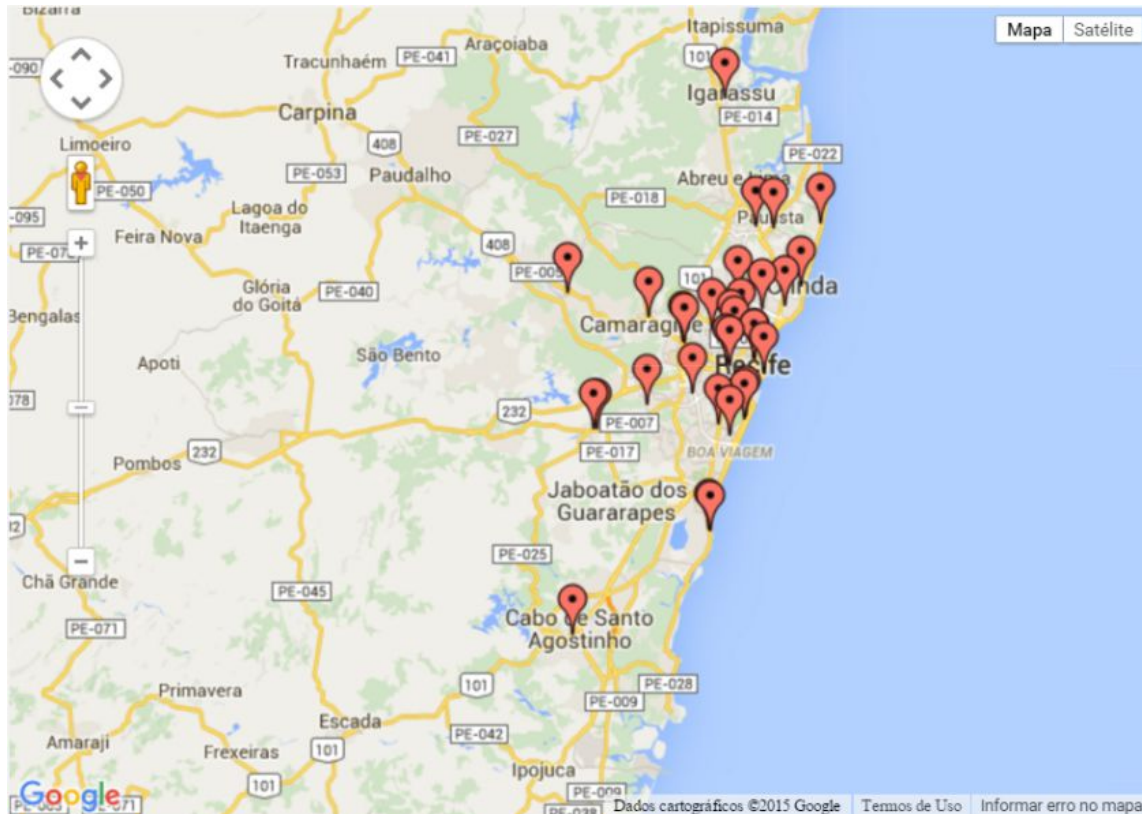


Figura 4. Pontos de Entrega de PET na RMR. Fonte: ABIPET (2021).

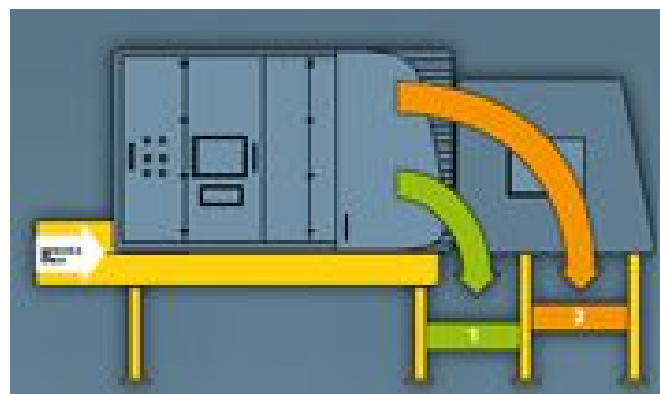


Figura 5. Esquema de como Funciona uma Máquina Pellenc (Vista Lateral). Fonte: Google (2021).

- Esteira: nessa etapa há duas funções, a transportação do PET para as etapas seguintes e a separação manual de algum produto contaminante (como fios de n il o, arame, molas de ferro, etc.) que ainda tenha passado pelo Pellenc e esteja entre o PET que será reciclado (Figura 6).   importante destacar essas duas fases iniciais, pois são elas que darão a qualidade do produto final, pois qualquer contaminante que permaneça pode acabar com todo o processo e perder todo o produto.



Desenrotulador: máquina responsável por retirar parte das tampas e rótulos das garrafas (Figura 7), que serão encaminhados posteriormente para destinação final (podendo ser vendido como subproduto ou enviado para a CTR).



Figura 6. Esteira de Segregação Manual e de Transporte de PET (Fonte: Google, 2021).

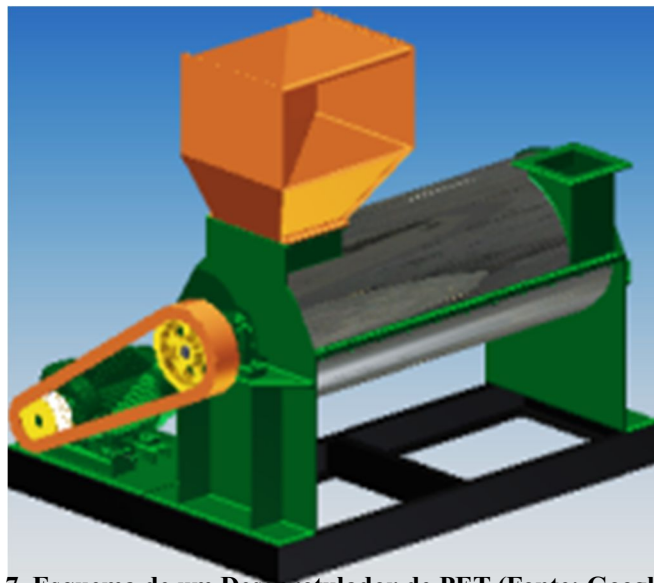


Figura 7. Esquema de um Desenrotulador de PET (Fonte: Google, 2021).

- Moinho Destroçador: máquina que possui uma tela de 16 milímetros (Figura 8) e lâminas metálicas que cortam o PET em flakes ou flocos (Figura 8). Nesse momento é feita a primeira lavagem no próprio moinho e, após esse enxague, o material é transportado por rosca de transporte até o moinho de refino.

- Moinho de Refino: é o mesmo processo realizado pelo moinho destroçador, porém com uma tela de 14 milímetros para reduzir ainda mais o tamanho do grão. Após esse processo o material é encaminhado para a banheira.



Figura 8. Moinho Destroçador para Corte de PET (Fonte: Google, 2021).



Figura 9. Produto Obtido após a Moagem – Flakes ou Flocos (Fonte: Google, 2021).

- Banheira: onde é feita a lavagem e separação de alguns contaminantes, como rótulos e tampas, pois como são mais leves que os flakes de PET (Figura 10), eles flutuam enquanto o PET afunda e, do fundo da banheira seguem para um novo lavador com água limpa e posteriormente para o secador que, após a diminuição de umidade, seguem para os silos através de um exaustor.

- Silos: local onde fica armazenado o produto final da reciclagem até ser levado para análise em laboratório. Após todo esse processo, amostras são retiradas para que sejam feitos testes laboratoriais para saber se o material ainda tem alguma contaminação ou se está apto a ser inserido no processo de fabricação de preforma.

Há uma série de fatores que dificulta o processo de reciclagem do PET: garrafas que têm a impressão do lote e validade com tinta no corpo da garrafa, por exemplo, que prejudicam a reciclagem porque essa tinta (após a moagem) fica misturada ao produto, e, com isso pode haver uma contaminação do produto final. É necessário uma hiper lavagem (processo de lavagem com produtos químicos para descontaminação do material) encarecendo o produto. Caso isso não seja realizado o produto pode acabar sem função nenhuma e tendo que ser descartado.



Além disso, há outros problemas relacionados como a forma que o produto chega aos locais de reciclagem, muitas vezes misturados com cola, tinta, arames, fios de náilon, fitas, e nesses casos a empresa não recebe o material, sendo necessário ele retornar ao local para que seja feita uma limpeza e depois seja reenviado à empresa recicladora. Caso isso não seja realizado, serão destinados aos lixões ou aterros sanitários, considerando que o sistema de coleta seletiva no Brasil possui um baixo percentual de eficiência e alcance populacional (SILVA *et al.* 2019). De acordo com Conke e Nascimento (2018), as pesquisas analisadas revelaram que, apesar da sua importância como geradora de emprego, renda e na preservação, a coleta seletiva nas pesquisas brasileiras dos recursos naturais é ainda incipiente, estando presente em somente 41% dos municípios. De um modo geral, as cooperativas de catadores, priorizam materiais reciclados com maior valor comercial, não se preocupando com aspectos relacionados aos impactos ambientais negativos gerados, ou seja, gera-se uma situação em que resíduos com alto potencial de dano ambiental não são priorizados, gerando risco ambiental acentuado (ALMEIDA *et al.* 2013). Ainda de acordo com os autores, as embalagens PET, por exemplo, não possuem valor comercial suficiente a ponto de movimentar por si o fluxo de reciclagem. Este resíduo não apresentaria um alto poder de dano ambiental quando comparado a outros resíduos, mas a grande quantidade gerada, certamente, resulta em disposição inadequada.



Figura 10. Banheira de Lavagem e Separação de Contaminantes (Fonte: Google, 2021).

Observou-se que o quadro de reciclagem do PET na RMR é precário. Em todo o estado não existe uma recicladora de PET de grande porte, pois a quantidade de material gerada não compensa financeiramente por todo o processo que é feito pra reciclar o PET (em 2021 essa empresa recebeu uma média de 1300 – 1500 t/mês).

Além disso, o quadro da logística reversa está defasado, de todo o material que é recolhido, apenas 1% vem de cooperativas, os outros 99% vêm de sucateiros e empresas de gerenciamento de resíduos, encarecendo mais o produto, o que reflete no preço do produto pós-reciclagem. Esse número tão baixo de material recolhido pelas cooperativas é causado por duas situações. A primeira é em relação às prefeituras que não estabelecem metas a serem alcançadas por elas, ou seja, a prefeitura apenas regulariza um grupo de catadores que já existiam na cidade e não os incentiva a evoluir. Já a segunda situação está relacionada ao fato da falta de informação (ou parte dela), que a sociedade em geral tem, a respeito da existência de coleta seletiva, cooperativas e pontos de entrega de PET, como mostra a Figura 11.

Não são feitas ações com frequência que incentivem a sociedade a segregar seus resíduos ou procurar a cooperativa mais próxima da sua casa para levar seu material reciclável. Com isso, as cooperativas só contam com aquilo que elas próprias conseguem coletar (destacando que cooperativas, em geral, não possuem recursos muito avançados para fazer coletas em larga escala) e com algumas poucas doações de pessoas que levam até elas.

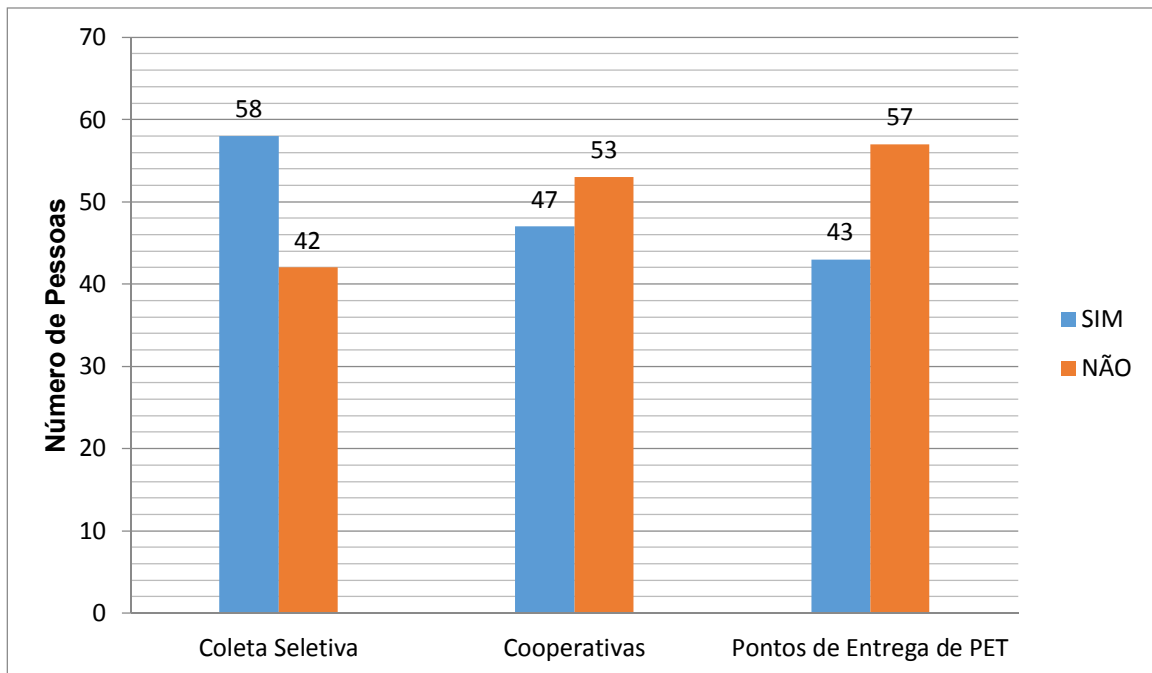


Figura 11. Índice de Conhecimento Sobre a Existência de Coleta Seletiva, Cooperativas e Pontos de Entrega de PET. Fonte: Os autores (2021).

A pesquisa mostrou que mais de 50% dos entrevistados obtiveram as informações através da televisão, internet ou familiares, e cerca de 10% obtiveram as informações através de ações promovidas pela prefeitura. Isso comprova o resultado encontrado durante o trabalho, confirmando que o quadro de reciclagem do PET na RMR está precário e que precisa de mudanças urgentes para que esse material possa ser reaproveitado, e não destinado para aterros sanitários, onde não é feita a segregação do material.

O PET é um material muito versátil (podendo ser reutilizado para fins além da garrafa PET e do artesanato), pode ser reutilizado para diversos fins, e para cada tipo de objeto que o PET vai ser transformado, há um processo industrial diferente a ser realizado. Sendo assim o PET não necessariamente precisa, depois de reciclado, voltar a ser uma garrafa PET, mas pode ser transformada em fios os quais vão constituir roupas, mantas, edredons, moletons, etc. Além desses materiais, há outros materiais como cabides, corda do varal, vassouras, materiais escolares (como régua, caneta, porta lápis, relógios, etc.), materiais para construção civil (tubos, caixas d'água, conexões, torneiras, telhas, piscinas, mármore sintético, etc), tintas e vernizes também usam o PET reciclado na sua fabricação. Para a indústria do automóvel (carpete, forração do teto, tampas de bagageiros, para-choques, parte da cabine e elementos aero dinâmicos), sinalizações variadas de trânsito (placas, luminosos, sinalização horizontal, etc), transporte coletivo (banco de ônibus, trens e metrô), material esportivo (bola, chuteiras, bancos de estádios, o gramado tem um sistema de drenagem da água da chuva feito por uma manta 100% reciclada, etc), pode ser usado no corpo do aparelho telefônico, entre muitos outros materiais.

O PET reciclado é o único material aprovado pela ANVISA, que, depois de reciclado, pode ser transformado em objetos que armazenem produtos alimentícios. Isso se deve a coleta do PET ser simplificada por causa do formato da embalagem, possuindo poucos aditivos e formado por monômeros aprovados para contato direto com alimentos (ANVISA, 2016). Porém, faz-se necessário que haja um teste laboratorial e a aprovação da ANVISA para que a fábrica recicladora produza novas preformas a partir da resina PET reciclada.

É necessário que haja uma conscientização maior, também, da população para que ela possa ser a maior fonte de informações, denúncias e fiscalização, pois a sociedade é tão responsável quanto o governo, e precisa saber quais medidas podem ser tomadas, além de serem corrigidas também quando necessário. Deve-se educar o país a ser um povo mais organizado e consciente de que os recursos naturais têm um período de vida útil, e não duram para sempre.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Foi observado que o programa de logística reversa na RMR não é tão eficaz, tendo diversos problemas e falhas durante todo o seu processo. De fato, ocorre somente parte do processo, sendo feita coletas e o beneficiamento do PET (segregação e prensagem), porém, os fardos são vendidos, em sua grande maioria, para empresas que estão fora do estado de Pernambuco;
- Pode-se concluir que algumas ações que aparentemente positivas para a sociedade, são na verdade causadoras de problemas, pois contaminam o material PET deixando-o inviável para a reciclagem, onde no fim passa a ser destinado para os aterros;
- Há a necessidade de maiores estudos na área para que mais informações sobre o assunto sejam dispostas, visto que houve muita dificuldade para se encontrar as informações desejadas;
- Sugere-se que sejam feitas ações para estimular a população a devolver seus PETs em locais adequados, que seja imposto metas as cooperativas para que elas possam atingir todo o potencial que tem e reduzir os impostos sobre o material reciclado para que as empresas sejam estimuladas a fazer esse processo no estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIPET, 2019, **Censo de Reciclagem do PET**. Disponível em: <http://abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=7>. Acesso em: 24/03/2021.
2. ABRELPE, 2019, **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso 20 de novembro de 2020.
3. ALMEIDA, F. A.; VIANA, A. P. S.; RITTER, Á. M., SELLITTO M. A. Cooperativas de catadores de Resíduos e cadeias logísticas reversas: estudo de dois casos. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET** e-ISSN 2236 1170 - v. 17n. 17 Dez 2013, p. 3376 – 3387.
4. ANVISA. **Informe Técnico n. 71**, de 11 de fevereiro de 2016.
5. BRASIL Congresso Nacional. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 02 ago. 2010.
6. CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. (2018). A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 10, n. 1, p. 199-212.
7. CTM: CONSÓRCIO DE TRANSPORTE METROPOLITANO. "**Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife STPP/RMR**". 2011. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/1239568/>. Acesso em: 27 de outubro de 2020.
8. FERNANDES, A. C. Q.; SILVA, F. S. B.; MOURA, R. S. C. Sociedade de consumo e o descarte de resíduos sólidos urbanos: reflexões a partir de um estudo de caso em Pau dos Ferros/RN, **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.6, n.2, p.30-47, Jul./Dez. 2016.
9. FORMIGONI, A.; CAMPOS, I. P. A. **Reciclagem de PET no Brasil**. Universidade Estadual Paulista - UNESP. 2007.
10. LEITE, P. R. **Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 246p.
11. MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITTO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. "**Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**". Rio de Janeiro: IBAMA, 2001.
12. SILVA, F. S. ; LINS, E. A. M; MELO, D. C. P. ; FIRMO, A. L. B. . A LOGÍSTICA REVERSA DO POLITEREFTALATO DE ETILENO; ESTUDO DE CASO EM SUAPE / PE. In: Ilana Lopes da Silva Nunes; Lidiane Almeida Pessoa,;Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. 1ed.RECIFE: EDUFRPE, 2019, v. 1, p. 227-239.