

Destinação de dispensers de papel toalha: estudo de caso de uma empresa em Maringá, PR

A presente pesquisa apresenta um estudo de caso de uma empresa distribuidora de produtos de higiene e limpeza brasileira estabelecida em Maringá, estado do Paraná, que utiliza em suas atividades comerciais dispensers mecânicos de papel toalha. Um comparativo entre o volume espacial ocupado pelo produto em seu estado natural e fragmentado foi realizado. Os resultados demonstraram que, o produto é composto por, aproximadamente, 80% de polímero termoplástico ABS - Acrilonitrila-butadieno-estireno, sendo 48% material virgem e 32% material reciclado. A redução do volume espacial ocupado pelo produto após a aglutinação foi de aproximadamente 80%. O custo financeiro para a realização desta redução foi de 7,14% maior que o sistema utilizado pela empresa, que descartava os dispensers em aterro sanitário. Por fim, outra opção encontrada foi a venda destes resíduos aglutinados, para o aproveitamento do material que o compõe, rendendo lucros para a empresa e reduzindo suas despesas. O estudo conclui que a venda dos resíduos é a alternativa mais viável para a empresa e também contribui com dados relevantes sobre a capacidade de redução do volume espacial de resíduos sólidos. Quando estes não são aproveitados, passando a ser destinados aos aterros sanitários, sua redução proporcionará o aumento da vida útil dos aterros sanitários.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Resíduos Sólidos Urbanos; Plástico ABS.

Destination for paper towel dispensers: case study of a company in Maringá, PR

This research presents a case study of a Brazilian distributor of hygiene and cleaning products established in Maringá in the state of Paraná, which uses in its commercial activities mechanical paper towel dispensers. A comparison between the spatial volume occupied by the product in its natural and fragmented state was performed. The results showed that the product is composed of approximately 80% of thermoplastic polymer ABS - Acrylonitrile-butadiene-styrene, being 48% virgin material and 32% recycled material. The reduction in the spatial volume occupied by the product after agglutination was approximately 80%. The financial cost for this reduction was 7.14% higher than the system used by the company, which disposed of the dispensers in landfill. Finally, another alternative found was the sale of these agglutinated residues, for the use of the material that composes it, yielding profits for the company and reducing its expenses. The study concludes that the sale of waste is the most viable alternative for the company and also contributes with relevant data on the capacity to reduce the spatial volume of solid waste. When these are not used and are destined to landfills, their reduction will provide the increase of the useful life of landfills.

Keywords: Sustainability; Urban Solid Waste; ABS Plastic.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **12/05/2023**

Approved: **14/07/2023**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Miguel Luiz Oliveira 

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0574529536687207>

<http://orcid.org/0000-0002-5733-6125>

rcmos.rev@gmail.com

Nicole Machuca Brassac de Arruda 

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2555202156228591>

<http://orcid.org/0000-0002-0332-1841>

n.brassac@lactec.com.br

Isabella Françoso Rebutini Figueira 

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2157580235609038>

<http://orcid.org/0000-0002-1995-0941>

isabellafrf@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2023.003.0008

Referencing this:

OLIVEIRA, M. L.; ARRUDA, N. M. B.; FIGUEIRA, I. F. R.. Destinação de dispensers de papel toalha: estudo de caso de uma empresa em Maringá, PR. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.14, n.3, p.96-109, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2023.003.0008>

INTRODUÇÃO

As indústrias, independentemente de seu ramo de atuação, visam a obtenção de lucros, manufaturando os recursos naturais existentes. Esta cadeia de produção e consumo cria resíduos, e estes, frequentemente, não são tratados com a devida importância por quem os produz ou por quem os consome. Muitas vezes, ambos descartam sem preocupação com seu destino, ficando a cargo do poder público dar ao resíduo uma destinação ambientalmente correta. A responsabilidade pelo gerenciamento inadequado dos resíduos, conforme definido na Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), independente da contratação de terceiros para execução dos serviços, é do representante legal do estabelecimento gerador (CARDOSO et al., 2015). No artigo 33º desta Lei, foram estabelecidas obrigações para estruturar e implementar sistemas de logística reversa, regulamentada pelo Decreto 9.177/2017.

Na cidade de Maringá, estado do Paraná, a Lei Complementar (LC) 567/2005 (MARINGÁ, 2005), revisa e revoga a Lei nº 2799/90 (MARINGÁ, 1990), que instituiu o Código de Saúde Municipal e descentralizava as ações da vigilância sanitária. A nova LC dispõe sobre a regulamentação, fiscalização, organização e controle dos serviços de saúde do município. Por sua vez a Vigilância Sanitária de Maringá expediu uma Nota Técnica (VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005), para números de instalações sanitárias necessárias em bares, lanchonetes, restaurantes, sorveterias e cafés, que define, ainda, o que deverão conter nestas instalações, como quantidades de vasos sanitários, de lavatórios, sabonetes líquidos, papel toalha, papel higiênico e lixeiras com tampas e sacos plásticos.

A partir de então, quando da abertura de empresas no município, se faz necessário o cumprimento destas exigências para a obtenção da Licença Sanitária. Para o cumprimento desta Lei, é necessário alocar estes produtos de higiene em *dispensers*, os quais são adquiridos ou comoditados de empresas que comercializam os insumos. Atualmente, as empresas estabelecidas em Maringá, independentemente de seu ramo de atuação, devem cumprir estas exigências da vigilância sanitária.

Os *dispensers* utilizados para alocação destes produtos são fabricados utilizando vários tipos de materiais, sendo os mais comuns o aço inoxidável, aço-carbono, polimetil metacrilato ou acrílico (PMMA), acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), acetal copolímero (POM), poliestireno alto impacto (PSAI), polipropileno (PP), polietileno (PE), estireno acrilonitrila (SAN). Quando estes *dispensers* apresentam algum tipo de defeito e a manutenção não é viável, eles tornam-se resíduos sólidos, de forma que deve ser realizado o descarte de acordo com a PNRS. A partir de 2011 o município de Maringá criou o Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) *online*, regulamentado pelo Decreto Municipal nº 2000/2011 (MARINGÁ, 2011).

De acordo com o Anexo I da Lei nº 10.454/2017 (MARINGÁ, 2017), que aprovou o novo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), o destino de rejeitos e resíduos sólidos não recuperados é o aterro sanitário municipal. Quando estes dispensadores não são destinados à reciclagem, seguem para o aterro municipal como Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Desta forma, respeitando os princípios de responsabilidade para destinação final dos resíduos sólidos

e os conceitos da logística reversa, que justificam os esforços para atender às disposições legais apresentadas acima, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma técnica para redução e compactação do volume de resíduos gerados pelos *dispensers*, a partir do estudo de caso de uma empresa comercial, instalada em Maringá, buscando demonstrar sua viabilidade técnica e financeira.

REVISÃO TEÓRICA

Reciclagem de polímeros

A disposição de resíduos sólidos é uma variável preocupante em nível mundial, tendo em vista ser capaz de proporcionar problemas técnicos. Diante disso, é sabido que os polímeros são bastante empregados e possuem uma participação considerável e expressiva nos resíduos urbanos ao longo dos anos, por conta da utilização e disseminação desses materiais no mercado atual. Contudo, a reutilização com a recuperação de polímeros sintéticos não é elevada, em decorrência dos problemas técnicos que envolvem os materiais plásticos (AGOSTINI, 2018), como:

- a) Compatibilidade: onde muitos tipos de polímeros são incompatíveis entre si, sendo mutuamente insolúveis e quando moldados juntos formam diferentes fases que alteram as propriedades mecânicas da mistura, mesmo que em baixos teores de um “segundo” polímero. A solução para este problema seria uma seleção mais cuidadosa ou pela compatibilização das fases;
- b) Contaminação: Os polímeros podem absorver compostos de baixa massa molar fazendo com que penetrem para dentro do material e causando alteração na coloração, odores estranhos ou toxicidade. Estes materiais, geralmente são reutilizados em aplicações de menor valor agregado, sendo os principais contaminantes, de um modo geral, do plástico rígido são gordura, restos orgânicos, alças metálicas, grampos e etiquetas;
- c) Degradação: Mudanças nas propriedades macroscópicas de polímeros (molecular) podem ser ocasionadas por fatores ambientais (irradiação ultravioleta), processos termooxidativos durante a moldagem ou na sua própria utilização, gases poluentes em ambientes urbanos, interações químicas com líquidos armazenados, entre outros;
- d) Reticulação: Um valor aproximado de 15% da fabricação de polímeros relata que não é presumível a realização de refusão, o que acarreta problemas extras para seu reaproveitamento;
- e) Valor relativamente baixo: O desenvolvimento de matérias primas durante o processo de fabricação na indústria polimérica é um processo que possui um custo consideravelmente baixo, tendo em vista que os gastos com coleta, transporte, segmentação e higienização dos polímeros reciclados mostra-se que é uma alternativa mais cara e;
- f) Outros fatores como as regulamentações governamentais é o fator isolado que mais pode ter um impacto positivo na indústria da reciclagem, pois as leis variam entre países e a pressão de alguns grupos locais, que geralmente estão ligados a organismos ambientais.

Conforme Oliveira et al. (2018), a reciclagem do polímero pode ser mecânica, sendo importante considerar a avaliação dos seus elementos e propriedades posteriormente a execução das suas séries de extrusão, para que seja identificado o máximo de ciclos que este polímero pode ser processado sem que ocorram prejuízos advindos das perdas de propriedades. A partir de um estudo estatístico da relação entre as médias de perdas expressivas mecânicas, têm-se uma confiabilidade maior dos resultados obtidos para compreender o comportamento do polímero na execução do processo de reciclagem.

Conceituando, a reciclagem mecânica, está se dá na conversão de resíduos plásticos em grânulos que

podem ser reutilizados na produção de outros produtos diversos. Na reciclagem mecânica, os resíduos são moídos e fragmentados em pequenas partes e passam por uma etapa de lavagem com água (ANDRADE, 2019).

Há alguns métodos capazes de permitir a reutilização de blendas de plásticos, entretanto não é necessário realizar altos investimentos para aquisição de aparelhamentos especiais, com a finalidade de obter um produto com maior qualidade (CERQUEIRA, 2018).

Produtos que são elaborados a partir da utilização de materiais reciclados possuem no geral custos menores e uma qualidade moderada. Desta forma é fundamental que se obtenha um conhecimento mais enraizado acerca desses materiais em questão que são empregados, assim possibilitando que venha a possuir várias aplicações, adequadas e favoráveis de modo que esses produtos reutilizáveis possam substituir, de forma parcial ou integral, os polímeros virgens.

Estudos realizados simulam o reprocessamento repetido de reciclados (potencial de reciclagem em múltiplas extrusões) ou o reprocessamento/utilização (método da reciclagem simulada), com a utilização de uma etapa de envelhecimento termo-oxidativo acelerado (OLIVEIRA et al., 2018).

O procedimento para realização da reciclagem de polipropileno inicia-se com a separação do material, conforme a sua utilização, pois este tem diversas possibilidades de uso, como em brinquedos, recipientes de produtos químicos, equipamentos eletroeletrônicos, computadores, dentre outros.

Com a separação realizada, o material passa por uma moagem para que o derretimento do plástico fique mais fácil e uniforme, podendo receber vários tipos de corantes, para então ser moldado. A Figura 1 apresenta o diagrama de reciclagem mecânica.

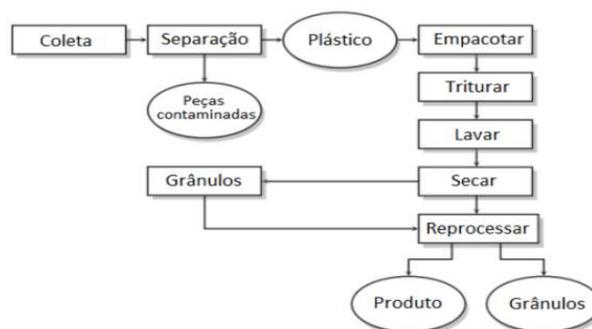


Figura 1: Diagrama de reciclagem mecânica. Fonte: Andrade (2019).

Por meio da reciclagem química, ocorre a despolimerização total ou parcial do polímero, transformando-o em moléculas menores e o produto pode gerar um novo polímero ou ser usado como combustível (PESSÔA, 2018).

Dentre os processos existentes de reciclagem química, cita-se a hidrogenação em que as cadeias são quebradas por meio de tratamento com hidrogênio e calor; a quimiólise que se dá com a quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros; e pirólise que quebra as moléculas com a ação do calor na ausência de oxigênio. Por sua vez, a reciclagem energética ocorre com a incineração controlada do polímero com o objetivo de gerar energia. Esse processo é considerado um dos meios mais eficazes para a redução de volume dos materiais, contudo, é ecologicamente inaceitável no ponto de vista da saúde, por liberar substâncias

nocivas ao meio ambiente (CERQUEIRA, 2018).

A quantidade de energia recuperada depende do poder calorífero do material, sendo que em média os plásticos possuem valor de 35 MJ/kg, fazendo com que o plástico apresente um alto potencial energético relativo (PESSÔA, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

Métodos

Essa revisão da pesquisa é bibliográfica por buscar informações junto a literatura nacional sobre estudos, pesquisas e documentos que já foram realizados sobre o assunto através de Documento ou documentação bem como, toda base de conhecimento material e suscetível de ser utilizada para consulta sobre o assunto proposto nesse estudo. Além disso, os métodos utilizados para a presente pesquisa foram exploratórios e descritivos, na forma de estudo de caso.

Universo da pesquisa

O universo da pesquisa foi uma empresa distribuidora de produtos de higiene e limpeza, estabelecida em Maringá/PR, tendo como amostra *dispensers* de produtos de higiene pessoal, especificamente os *dispensers* plásticos mecânicos de papel toalha. Foram feitas visitas em duas indústrias brasileiras que atuam no setor para entender o processo de produção, e a matéria prima utilizada, seus componentes e as técnicas de reaproveitamento do resíduo industrial. Para conhecer o sistema de descarte dos resíduos, visitou-se também o aterro sanitário de Maringá, onde se pode acompanhar o trabalho de recebimento, tratamento e aterramento dos resíduos recolhidos.

A escolha do *dispenser* mecânico de papel toalha teve por base o fato deste ser o equipamento de maior dimensão entre todos os disponibilizados pela empresa. A empresa em estudo atua no ramo de higiênicos e a prática comercial desta foca no comodato dos *dispensers* para alocação de seus produtos. A estratégia do comodato de *dispensers* fideliza os clientes, pois assim, tem a garantia de manutenção ou troca quando estes apresentarem defeitos. A concorrência no mercado regional não opta pelo comodato e sim pela venda dos *dispensers* não prestando a este nenhum tipo de manutenção.

A empresa possui o sistema de logística reversa, recolhendo os *dispensers* de seus clientes quando inutilizados. Porém, ao retornarem a empresa, sendo impossibilitado o conserto ou reparo, são considerados resíduos sólidos descartáveis. Por contrato com a multinacional que os repassou a empresa em estudo, os produtos são inúteis economicamente, pois somando o custo de transporte e alocação seria inviável seu retorno. Neste caso, o ônus do resíduo fica com a empresa, que no momento não possui nenhuma tecnologia desenvolvida para reduzir o volume. Respeitando o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR), a empresa fez um contrato com uma empresa especializada em coleta e disposição final dos resíduos sólidos, que recolhe, transporta e faz a destinação para o aterro sanitário municipal.

Coleta de dados

Os dados coletados na empresa foram referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016, contendo informações mensais sobre o peso dos *dispensers* descartados, os valores pagos a empresa terceirada contratada para o descarte de acordo com o PGRS estabelecido para a empresa, além da quantidade estimada de *dispenser* mecânico de papel higiênico, descartados neste período.

Foram coletadas 5 unidades do produto, já sem condições de uso (resíduo sólido), para desmontar, classificar, medir e pesar. Um *dispenser* foi desmontado e separado por componentes, porém para classificá-los, para tanto cada componente foi fotografado sobre uma balança digital B-Max modelo FS400, de sensibilidade entre 1 e 5.000 gramas (g), com autocalibração. Desta maneira, já foi possível estabelecer o peso de cada componente para a confecção da planilha de discriminação da composição do produto.

Para classificar os componentes com maior precisão, foi realizada visita técnica a uma indústria produtora de *dispensers*, na cidade de São Paulo. Lá o produto desmontado vou avaliado por especialistas no produto, que após analisá-los, classificaram cada um de acordo com sua função e tipo de material utilizado em sua confecção.

Nesta visita à indústria, além de coletar os dados sobre a matéria-prima utilizada na confecção de cada componente do *dispensers* em estudo, foi possível acompanhar a processo de produção do *dispenser*, apreciar as matérias-primas virgens e recicladas utilizadas nesta indústria, conhecer as máquinas empregadas na fabricação, além de poder observar as técnicas utilizadas pela indústria para o reaproveitamento dos resíduos sólidos por ela gerados.

Para obter um comparativo industrial, foi necessário fazer outra visita técnica, desta forma houve um novo deslocamento até uma indústria de *dispensers* estabelecida no estado de Santa Catarina. Utilizou-se dos mesmos procedimentos efetuados na visita anterior, obtendo informações sobre os processos e as máquinas de produção, observar as matérias-primas virgens e recicladas, obter informações sobre o reaproveitamento e destino dos resíduos sólidos industriais.

Processamentos dos dados

Com os componentes classificados por tipo de matéria-prima e seus pesos definidos, os dados foram tabulados. A partir de então, passou-se a fragmentar os componentes de forma manual, para tanto foi utilizado uma tesoura alicate de corte. A fragmentação deu-se de forma separada e ordenada por tipo de matéria-prima, desta maneira ao terminar o processo feito para um determinado tipo de matéria-prima, o resultado da fragmentação era alocado em uma só embalagem. Ao fim da fragmentação manual, cada embalagem foi pesada e os resultados foram tabulados, a fim demonstrar os componentes por tipo de matéria-prima e verificar o peso total do *dispenser* antes e depois de fragmentado.

Para se fazer o comparativo entre o volume espacial ocupado pelo *dispenser* inteiro com o resultado obtido pela sua fragmentação foi utilizado um recipiente de vidro, confeccionado com as mesmas dimensões e capacidade volumétrica do *dispenser* inteiro. Foi depositado neste recipiente o resultado obtido na fragmentação, por ordem de matéria-prima de maior quantidade, somente por uma questão estética. Por fim, foi colocado o único componente que não sofreu fragmentação, por possuir uma lâmina de corte em

aço.

Diante da redução do volume espacial encontrada, passou-se então a procura de uma técnica para fazer esta redução em quantidades maiores. Sabendo-se que, mais de 80% do resíduo obtido é composto pelo polímero termoplástico ABS, a melhor opção encontrada seria utilizar uma máquina trituradora de plásticos. A cidade de Maringá possui várias empresas que atuam no ramo de reciclagem, porém não foi possível encontrar dentre elas, uma capaz de prestar este serviço por se tratar do polímero ABS.

A opção encontrada em uma destas empresas foi utilizar uma máquina aglutinadora, uma de suas funções é reduzir em partículas menores os plásticos que não estejam granulados ou moídos. Para a execução do serviço, foi necessário retirar o componente com a lâmina de aço dos quatro *dispensers*, antes disto, eles foram pesados e medidos, e após a coleta destes dados foram encaminhados para a empresa terceirizada.

O produto aglutinado retornou em uma embalagem plástica, que foi pesado se utilizando uma balança digital eletrônica, marca Triunfo, modelo PLT 60/150, com capacidade para até 150 quilos com divisão na pesagem de 50 g. Da mesma forma como foi feito na fragmentação manual, utilizou-se o mesmo recipiente de vidro, para fazer o comparativo da redução espacial do produto. E em seguida, comparou-se a redução obtida pela fragmentação manual e a redução feita obtida pela aglutinação.

RESULTADOS

O dispenser mecânico de papel toalha

A empresa em estudo disponibilizou para os testes o *dispenser* mecânico de papel toalha modelo HF108-05 EURO, produzido pela empresa canadense *Dispensing Dynamics*¹ e importado por uma multinacional estabelecida em São Paulo. A empresa também forneceu as características técnicas do produto: material – ABS, dimensões L x A x P – 300 mm X 409 mm X 235 mm, peso – 3.230 g, volume cúbico – 0,0288 m³.



Figura 1: *Dispenser* Modelo HF108-05 EURO WHITE. Fonte: Dispensing Dynamics.

Caracterização do *dispenser*

Utilizou-se de um *dispenser* mecânico de papel toalha, para fazer o levantamento descritivo de seus componentes, definindo seus nomes, sua origem polimérica e seu peso. Antes de desmontá-lo foi aferido seu peso inteiro em 3,233 Kg. O Quadro 1 apresenta todos os componentes, discriminando sua nomenclatura, peso, matéria-prima e sua composição.

Quadro 1: Discriminação da composição dos componentes do *Dispenser*.

¹ <https://dispensingdynamics.com/>

Nome dos Componentes	Peso Gramas	Material	Observação
Frente do <i>dispenser</i>	636	ABS	ABS virgem
Base do <i>dispenser</i>	752	ABS	ABS virgem
Sobretampa Maior	191	PMMA	PMMA virgem
Engrenagem	32	ABS	ABS reciclado
Carcaça maior do mecanismo	386	ABS	ABS reciclado
Acionador Lateral Direito	20	ABS	ABS virgem
Tampa Frontal Inferior da carcaça	45	ABS	ABS reciclado
Rolo menor interno	32	ABS	ABS reciclado
Suporte e lâmina	40	Nylon	Nylon virgem/aço
Tampa Lateral rolo maior	32	ABS	ABS reciclado
Tampa Frontal Superior da carcaça	124	ABS	ABS reciclado
Tampas laterais do mecanismo	176	ABS	ABS reciclado
Sobretampa Menor	115	PMMA	PMMA virgem
Rolo maior interno	208	ABS	ABS reciclado
Borracha do rolo maior interno	131	Silicone	Silicone virgem
Conjunto de molas	8	Aço	Aço virgem
Rolo maior externo	110	ABS	ABS virgem
Borracha do rolo maior externo	65	Silicone	Silicone virgem
Braço do conj. Suporte da bobina	70	PMMA	PMMA virgem
Suporte da bobina	36	ABS	ABS virgem
Pinos articuladores	11	POM	POM virgem
Peso Total	3220		

Fragmentação manual

O quadro 2 demonstra o peso total dos componentes separados por tipo de matéria-prima, após a fragmentação de cada componente, realizado de forma manual. Com a fragmentação concluída, foi realizada a verificação quanto a redução espacial do volume. Como se trata de volume espacial, o cálculo foi feito em volume cúbico para demonstrar o espaço ocupado pelo *dispenser*, a fórmula de cálculo do volume cúbico é largura, multiplicada pela altura e multiplicado pela profundidade como as medidas estão em centímetros para transformar em metros cúbicos divide-se o total da multiplicação por 1.000.000. Define-se que os cálculos em metros cúbicos serão feitos utilizando-se apenas quatro casas após a vírgula. Utilizou-se para o comparativo, um recipiente de vidro com as mesmas dimensões do *dispenser*, sendo elas, LxAxP – 300 mm X 409 mm X 235 mm, com volume cúbico de 0,0288 m³, seu peso vazio é de 4,829 Kg.

Quadro 2: Componentes do *Dispenser* Discriminados por tipo de matéria-prima.

Item	Componentes	ABS Virgem	ABS Reciclado	PMMA Virgem	POM Virgem	Silicone Virgem	Nylon e Aço	Aço Virgem	Total
1	Frente do <i>dispenser</i>	636							636
2	Base do <i>dispenser</i>	752							752
3	Sobretampa Maior			191					191
4	Engrenagem		32						32
5	Carcaça maior do mecanismo		386						386
6	Acionador Lateral Direito	20							20
7	Tampa Frontal Inferior da carcaça		45						45
8	Rolo menor interno		32						32
9	Suporte e lâmina						40		40
10	Tampa Lateral rolo maior		32						32
11	Tampa Frontal Superior da carcaça		124						124
12	Tampas laterais do mecanismo		176						176

13	Sobretampa Menor			115					115
14	Rolo maior interno		208						208
15	Borracha do rolo maior interno					131			131
16	Conjunto de molas						8		8
17	Rolo maior externo	110							110
18	Borracha do rolo maior externo					65			65
19	Braço do conj. Suporte da bobina			70					70
20	Suporte da bobina	36							36
21	Pinos articuladores				11				11
	TOTAL EM GRAMAS	1554	1035	376	11	196	40	8	3220
	PORCENTAGEM	48%	32%	12%	0%	6%	1%	0%	100%



Figura 2: Comparação visual entre o recipiente com o resultado da fragmentação de um *dispenser* e um *dispenser* inteiro. Fonte: Imagens feitas durante o estudo.

Os componentes triturados foram acomodados no recipiente de vidro por ordem de maior quantidade, sendo o primeiro o ABS virgem, em seguida o ABS reciclado, na sequência o PMMA virgem, depois o silicone virgem e por último os componentes que não puderam ser triturados, ou seja, o componente 9 (suporte + lâmina de corte) e o componente 16 (conjunto de molas). Houve a necessidade de trocar de balança, a usada para as próximas pesagens é uma balança digital Clink, com pesagem até 10.000 gramas, com escala de grama em grama.

A redução do volume espacial obtido com a fragmentação fica visível na Figura 2, comparando o tamanho do *dispenser* inteiro com o recipiente contendo um *dispenser* fragmentado, vê-se nitidamente que o processo de fragmentação reduz o espaço ocupado pelo *dispenser* inteiro.

Fragmentação não manual

Visando uma fragmentação mais rápida e eficiente, foi realizada a aglutinação dos materiais plásticos em empresa de reciclados, na cidade de Maringá (PR).

Aglutinação dos *dispensers*

Para fazer a aglutinação foram utilizados quatro *dispensers*, que foram desmontados para a retirada dos componentes de aço, pois a máquina aglutinadora só aceita produtos plásticos. Para cumprir com o solicitado e assim atingir o objetivo deste estudo, primeiro pesaram-se os quatro *dispensers* usados.

A soma total da pesagem dos quatro *dispensers* foi de 12,941 Kg, sendo 3,235 Kg o peso do *dispenser*

número um e 3,235 Kg o peso do número dois, 3,236 Kg o peso do número três e 3,235 Kg o peso do número quatro. A medida auferida com os quatro *dispensers* sobrepostos foi de 80 cm de altura, 58 cm de largura e 29 cm de profundidade, resultando seu volume em 0,115 m³.

Depois de desmontados os quatro *dispensers* e retiradas as peças de aço, estes foram levados para aglutinação. Quando findo o serviço contratado, restou uma embalagem contendo os fragmentos dos *dispensers* aglutinados, pesando 12,1 Kg.

A confirmação dos pesos foi necessária para a determinação da perda no processo realizado, assim sendo, utilizou-se o mesmo recipiente para medir e pesar o *dispenser* triturado manualmente, porém em função do peso ser quatro vezes maior, foi preciso utilizar outra balança com capacidade para tal tarefa. Somando-se então ao peso do recipiente vazio (4,8Kg), o peso líquido dos quatro *dispenser* aglutinados (12,1 Kg), os quatro conjuntos de molas (32 g) e os quatro suportes de nylon com suas lâminas de aço (160 g), resultam em um total de 17,092 Kg. Com o arredondamento da balança Triunfo, o peso final foi de 17,1 Kg.

Ao encher o recipiente com os quatro *dispensers* aglutinados e com os componentes que não sofreram o mesmo processo, obteve-se 32 cm de altura, mantendo-se as medidas de largura e profundidade, calculando-se em metros cúbicos ($30 \times 32 \times 23,5 / 1000000$) o resultado é de 0,022 m³.

A redução obtida com a aglutinação dos quatro *dispensers* pode ser calculada apenas pelas medidas obtidas no recipiente utilizado. Tem-se então que a altura de um *dispenser* é de 40,9 cm, multiplicado por dois (um sobre o outro) resulta em 81,8 cm de altura; a sua largura é de 30 cm, da mesma forma multiplicada por dois (um ao lado do outro), resulta em 60 cm; a profundidade que é de 23,5 cm, será mantida em função dos quatro *dispenser* sobrepostos não alterar a profundidade. Calculando-se em metros cúbicos ($60 \times 81,8 \times 23,5 / 1000000$) temos que o espaço ocupado pelos quatro *dispensers* sobrepostos o resultado é de 0,115 m³. Se os quatro *dispensers* inteiros têm 0,115 m³, fragmentados resultaram em 0,022 m³, a redução espacial do volume representa aproximadamente 80%.

Levantamento de resíduos gerados

Os dados coletados na empresa, no que se refere aos resíduos sólidos descartados nos anos de 2014, 2015 e 2016, onde foram informados mês a mês os valores pagos a empresa terceirada contratada para a execução do descarte, os pesos aferidos em quilos, serviram de base para a confecção dos Tabela 1. Utilizou-se o peso unitário do *dispenser* mecânico de papel toalha, como referência para determinar a quantidade de *dispenser* descartados.

Tabela 1: Volume de resíduos descartados pela empresa nos anos de 2014, 2015 e 2016.

MÊS / ANO	Peso Kg	Valores	Quantidade Aproximada de <i>Dispensers</i>
2014	6.654,90	R\$ 2.660,18	2046
2015	5.197,20	R\$ 2.311,73	1603
2016	3.559,40	R\$ 1.482,89	1097
Totais	15.411,50	R\$ 6.454,80	4746

A empresa deixou de descartar vários *dispensers* em 2016 para aguardar o resultado da pesquisa. Houve a necessidade de armazená-los em local fechado sem interferência da luz e sem a possibilidade de

ficar exposto a chuvas, o que poderia acarretar criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, febre amarela, Chikungunya e Zika, que acarretaria outro problema para a empresa.

Custos financeiros

A empresa em estudo, para atender a legislação e cumprir com os objetivos do seu PGR, sempre teve custo financeiro para dar destino final aos resíduos produzidos pelo seu ramo comercial. Conforme demonstra Tabela 2 mantendo-se os valores e pesos totais, utilizando como custo unitário uma média do total pago a cada ano.

Tabela 2: Custo dos resíduos descartados por Quilo.

Tipo de Descarte	Ano	Custo de descarte por Quilo		
		Quilos (Kg)	Valor Pago	Custo Unitário
Aterro Sanitário	2014	6.654,90	R\$ 2.666,18	R\$ 0,40
Aterro Sanitário	2015	5.197,20	R\$ 2.311,73	R\$ 0,44
Aterro Sanitário	2016	3.559,40	R\$ 1.482,89	R\$ 0,42
Total		15.411,50	R\$ 6.460,80	

O gasto total neste triênio foi de R\$ 6.460,80 para descartar 15.411,50 Kg de resíduos. Contudo vale lembrar que no último ano, a empresa em estudo, reduziu os descartes dos resíduos, fazendo apenas o descarte necessário para aguardar a conclusão deste trabalho. Sendo assim, para se obter resultados mais reais com relação aos custos que a empresa teria se tivesse feito o descarte total, considerar-se-á que no ano de 2016 o volume descartado seria uma quantidade média encontrada nos anos de 2014 e 2015. Com esta definição, fez-se necessário a confecção de uma nova tabela com os valores alterados, como se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3: Custo dos resíduos descartados utilizando média proporcional.

Tipo de Descarte	Ano	Custo de descarte por Quilo		
		Quilos (Kg)	Valor Pago	Custo Unitário
Aterro Sanitário	2014	6.654,90	R\$ 2.666,18	R\$ 0,40
Aterro Sanitário	2015	5.197,20	R\$ 2.311,73	R\$ 0,44
Aterro Sanitário	2016	5.926,05	R\$ 2.488,94	R\$ 0,42
Total		17.778,15	R\$ 7.467,06	

Com a alteração da tabela, o gasto total deste triênio passa a ser de R\$ 7.467,06 para descartar 17.778,15 Kg, sendo que o custo unitário foi mantido o constante na Tabela 2.

A empresa que prestou o serviço de aglutinação para este estudo, informou que faria a aglutinação dos *dispensers*, pelo valor de R\$ 0,45 (quarenta e cinco centavos) o quilo, mas que para isto seria preciso que os *dispensers* fossem entregues e retirados em sua empresa após o serviço.

Para fazer um comparativo do custo entre o processo de aglutinação e ao modelo de descarte utilizado pela empresa, utilizaram-se os mesmos pesos do triênio constantes na Tabela 2, alterando-se apenas o valor unitário do quilo para se chegar ao custo total, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4: Custo total para aglutinação dos resíduos por Quilo.

Tipo de Transação	Ano	Custo de aglutinação por Quilo		
		Custo Unitário	Quilogramas	Valor a pagar

Redução aglutinação	por	2014	R\$ 0,45	6.654,90	R\$ 2.994,71
Redução aglutinação	por	2015	R\$ 0,45	5.197,20	R\$ 2.338,74
Redução aglutinação	por	2016	R\$ 0,45	5.926,05	R\$ 2.666,72
Total				17.778,15	R\$ 8.000,17

O resultado obtido nesta simulação de custo com a aglutinação para o mesmo triênio foi de R\$ 8.000,17 (oito mil reais e dezessete centavos). Fica evidente o aumento nos custos em relação ao sistema antigo, para realizar a aglutinação dos resíduos a empresa sofreria um aumento nos custos de 7,14%, além de que, ainda teria o custo do transporte do material até a prestadora do serviço e o transporte dos resíduos aglutinados até o aterro municipal. Sem a possibilidade de estimar estes custos de transportes, em função das quantidades de vezes que se faria este trajeto ao longo do triênio, fica prejudicada a conclusão da vantagem deste processo.

Diante desta situação, criou-se outra opção para reduzir os custos da empresa em estudo, foi proposto à empresa que prestou o serviço de aglutinação, a possibilidade da venda destes resíduos, já que ela comercializa resíduos plásticos de várias espécies.

A empresa demonstrou interesse em adquirir os *dispensers*, porém com a condição de que a empresa em estudo os desmontasse, pois, a prestadora de serviço não dispunha de mão de obra para tal serviço. Ofereceu R\$ 0,15 (quinze centavos) por quilo caso fosse aceito a proposta e que o transporte seria por sua conta. Diante da proposta oferecida foi necessário montar a Tabela 5, utilizando como base a mesma quantidade descartada constante na Tabela 4, referente aos últimos três anos, assim se pode calcular os resultados que se teria com esta venda.

O resultado obtido com este cálculo, foi de uma receita de R\$ 2.666,79, caso a empresa em estudo tivesse vendido seus resíduos nos últimos três anos. Os custos referentes a condição imposta para esta negociação, que seria a desmontagem dos *dispensers*, poderiam ser absorvidas pela empresa se seus próprios colaboradores, em tempos vagos ou ociosos fizessem a desmontagem. Neste formato o valor recebido pela venda dos resíduos seria uma receita líquida.

Tabela 5: Receita possível com a venda dos Resíduos Sólidos.

Tipo de Transação	Ano	Receita com venda por Quilo		
		Valor Unitário	Quilograma	Valor a receber
Venda do resíduo	2014	R\$ 0,15	6.654,90	R\$ 998,23
Venda do resíduo	2015	R\$ 0,15	5.197,20	R\$ 779,58
Venda do resíduo	2016	R\$ 0,15	5.926,05	R\$ 888,98
Total			17.778,15	R\$ 2.666,79

Tendo-se como base a quantidade de resíduos dos últimos três anos, com esta venda, a empresa em estudo teria além da receita de R\$ 2.666,79, uma eliminação das despesas referentes os descartes no valor de R\$ 7.467,06, o que resultaria em um ganho total de R\$ 10.133,85.

DISCUSSÃO

Conforme a revisão da pesquisa, os polímeros constituem uma parcela significativa dos resíduos

sólidos urbanos, e a reutilização e recuperação desses materiais são limitadas devido a problemas técnicos associados aos polímeros sintéticos, como a incompatibilidade entre diferentes tipos de polímeros. Na pesquisa realizada pela empresa distribuidora de produtos de higiene e limpeza em Maringá/PR, a análise foi focada no dispenser mecânico de papel toalha, que é fabricado em ABS.

A utilização da máquina aglutinadora permitiu a obtenção de fragmentos menores dos materiais plásticos, facilitando a reutilização desses materiais na produção de novos produtos e a acomodação dos componentes triturados no recipiente de vidro, por ordem de maior quantidade, mostra a proporção de cada tipo de material no dispenser original e como a fragmentação reduziu o volume espacial ocupado pelo conjunto.

Destacou-se nos teóricos a relevância da reciclagem de polímeros, principalmente em produtos como os dispensers de papel toalha, que podem gerar grandes quantidades de resíduos. A reciclagem mecânica e a aglutinação dos materiais plásticos mostram-se como alternativas para a reutilização desses materiais, possibilitando a redução dos custos e o aproveitamento de resíduos que, de outra forma, seriam descartados.

CONCLUSÕES

As duas experiências realizadas durante a pesquisa apresentaram resultados satisfatórios no que foi proposto. No primeiro experimento o *dispenser* foi desmontado, triturado e verificou-se a redução espacial de volume, o que acarretaria menor uso de espaço do aterro sanitário, ampliando o tempo de utilização. No segundo experimento, foi utilizada a estrutura de uma empresa de reciclagem e aglutinação, com equipamentos específicos de trituração dos *dispensers*. Apesar do ganho de tempo e destinação, houve um aumento nos custos referentes à logística reversa.

Nesse ponto, foi necessário encontrar uma solução que resultasse em ganho ambiental e redução de custos para logística reversa da empresa em estudo. A solução apresentada foi propor a empresa de reciclagem e aglutinação, a venda destes resíduos, para realização da reciclagem, e posterior revenda, já que este era o ramo de atuação dela. Com o acordo, a empresa de aglutinação compraria os resíduos por R\$ 0,15 (quinze centavos) por quilo e ficaria também responsável pelo transporte dos materiais. Por fim, com esta destinação dos *dispensers* seria benéfico ao meio ambiente, com sua reciclagem, bem como, o corte de custos da logística reversa, obtendo inclusive uma receita advinda deste descarte.

Conclui-se, portanto, que a pesquisa realizada demonstrou que é possível para empresas buscarem soluções ecologicamente sustentáveis, contribuindo com o poder público na redução da pressão dos aterros sanitários, do uso e práticas mais eficientes de insumos industriais, bem como, atuar de maneira mais responsável quanto as técnicas econômicas do século XXI. O exemplo da empresa em estudo mostra que mesmo realizando o descarte de forma correta, seguindo a legislação vigente, ainda era possível diminuir o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, N. B.. **Reciclagem primária de resíduos poliméricos provindos do processo FDM**. Monografia

(Bacharelado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

ANDRADE, R. D. S.. **Processos de reciclagem de polímeros termoplásticos**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BRASIL. **Lei n. 12305 de 02 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: DOU, 2010.

CARDOSO, S. M.; PASSOS, K. K.; CARNEIRO, R. O.. Sustentabilidade ambiental: nível de conscientização e atuação de estudantes de odontologia acerca da biossegurança e dos riscos provocados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v.14, n.1, p.57-63. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v14i1.11971>

CERQUEIRA, V.. Reciclagem de Polímeros: Questões Socioambientais em Relação ao Desenvolvimento de Produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 9. **Anais**. Rio de Janeiro. 2018.

MARINGÁ. **Lei n. 2799 de 28 de dezembro de 1990**. Código Sanitário Municipal. Maringá: Diário Oficial do Município, 1990.

MARINGÁ. **Lei Complementar n. 567 de 03 de outubro de 2005**. Código de Saúde Municipal. Maringá: Diário Oficial do

Município, 2005.

MARINGÁ. **Decreto Municipal n. 2000 de 29 de dezembro de 2011**. Regulamenta o sistema oficial para apresentação das informações quanto à gestão de resíduos em suas fontes geradoras do município, denominado Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos online, e dá outras providências. Maringá: Diário Oficial do Município, 2011.

MARINGÁ. **Lei n. 10454/2017 de 27 de julho de 2017**. Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Maringá, nos termos da Lei Municipal n.10.366/2016 e Lei Federal n. 12.3051/2010. Maringá: Diário Oficial do Município, 2017.

OLIVEIRA, M. V. J. D.; PEREIRA, J. H.; CAMARGO, K.; SANTOS JUNIOR, P. S.; LEME, P. H. G.; SILVA, R. V. S. S.. Desenvolvimento de mini-extrusora de baixo custo para reciclagem de polímeros. **Revista Brasileira de Iniciação científica**, Itapetininga, v.11, n.2, p.71-82, 2018.

PESSÔA, V. A. F.. **Reciclagem e reutilização de materiais poliméricos plásticos**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018

VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Dispõe sobre números de instalações sanitária para bares, lanchonetes, sorveteria, cafés, restaurantes**. Nota Técnica. Maringá: Secretaria Municipal de Saúde, 2005.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – **Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03)** detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.