



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ –
CAMPUS PICOS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARINA DE SOUSA OLIVEIRA

**RECICLAGEM QUÍMICA: OBTENÇÃO ÁCIDO TEREFTÁLICO A PARTIR DO
PET**

PICOS-PI

2022

MARINA DE SOUSA OLIVEIRA

**RECICLAGEM QUÍMICA: OBTENÇÃO DO ÁCIDO TEREFTÁLICO A PARTIR DO
PET**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus de Picos. Como requisito final para a graduação em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Joelane Maria de Carvalho Teixeira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA
SERVIÇO DE PROCESSOS TÉCNICOS

O48r Oliveira, Marina de Sousa

Reciclagem química: obtenção ácido tereftálico a partir do
PET / Marina de Sousa Oliveira. — 2022.
35 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) —
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Picos, 2022.

Orientadora: Prof^a. Dra. Joelane Maria de Carvalho
Teixeira.

1. Química física e teórica. 2. Meio ambiente. 3.
Reciclagem. I. Título.

CDD: 541

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretária de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “RECICLAGEM QUÍMICA: OBTENÇÃO ÁCIDO TEREFTÁLICO A PARTIR DO PET”

ALUNO: Marina Sousa Oliveira

DATA: 17 de fevereiro de 2022

Monografia defendida junto à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química,
aprovada pela banca examinadora:


Dña. Joeline Maria de Carvalho Teixeira – Orientadora



Me. Francisco Júnior Coelho Ferreira - Membro Examinador


Me. Maciel Rocha Martirios - Membro Examinador (externo)

Picos (PI), 17 de fevereiro de 2022

Dedico esse trabalho a minha amada
Família, que sempre está comigo.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de muitas pessoas queridas, dentre as quais agradeço imensamente.

Agradeço primeiramente a Deus que é o pai e criador do universo.

Aos professores orientadores meu agradecimento especial pela paciência e por todos os ensinamentos, dando sempre o auxílio necessário para a elaboração desse projeto, e também aos professores do curso que nos acompanharam nessa jornada.

Aos meus pais Reginalda e Valmir, os meus irmãos Rodrigo e Pedro, ao meu filho João Lucas, ao o meu namorado Cleidisson Carvalho, ao querido tio Hemiraldo e vó Iracema que me incentivaram a cada momento e não permitiram que eu desistisse.

Aos meus amigos por estarem ao meu lado. Muito obrigada a todos.

Mas pra quem tem pensamento forte,
o impossível é só questão de opinião.
Charlie Brown Jr.

RESUMO

Desde sua descoberta o plástico se tornou muito presente na vida do ser humano, ele é muito utilizado para a fabricação de diferentes materiais, entre ele o PET, que é uma embalagem muito utilizada para armazenar os mais diversos produtos. Na contramão disso ela também se tornou um grande problema da humanidade, pois demora muitos anos na natureza, quando descartada de forma errada e um dos meios encontrados para a diminuição da poluição causada por esse material é a reciclagem Química. Este trabalho tem como objetivo pesquisar sobre a reciclagem Química de garrafa PET para obtenção do ácido tereftálico.

Palavras-chave: Benefícios, PET e Reciclagem

RESUME

Since its discovery, plastic has become very present in human life, it is widely used for the manufacture of different materials, including PET, which is a packaging widely used to store the most diverse products. On the contrary, it has also become a major problem for humanity, as it takes many years in nature, when disposed of wrongly and one of the means found to reduce the pollution caused by this material is chemical recycling. This work aims to research on the chemical recycling of PET bottles to obtain terephthalic acid.

Keyword: Benefits, PET and Recycling

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Formula química do Pet	13
Figura 2 Símbolos utilizados na identificação das embalagens	14
Figura 3 Cores da Reciclagem	15
Figura 4 Processo de como se faz a garrafa pet	16
Figura 5 Pré-forma da garrafa PET	17
Figura 6 indústria de reciclagem	18
Figura 7 Consumo do PET Reciclado	19
Figura 8 Pet no mar	22
Figura 9 Estrutura molecular do ácido tereftálico	23
Figura 10 plásticos no meio ambiente	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: A produção e a reciclagem de lixo dos países	18
Tabela 2: Artigos utilizados e o ano	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 O processo da reciclagem	14
3.2 Polietileno Tereftalo (PET)	15
3.3 PETs no Brasil	16
3.4 Pet e o meio Ambiente	22
3.5 Ácido Tereftálico	24
3.6 Reciclagem do pet para obtenção do ácido tereftálico	25
3.7 Os processos para a produção do ácido tereftálico.	26
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	27
4.1 Universo da pesquisa	28
4.2 Sujeitos da pesquisa	29
4.3 Caracterização da pesquisa	29
5 RESULTADOS E DISCURSÕES	30
CONCLUSÃO	32
REFERENCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população surgiram novas tecnologias, umas delas foi o plástico, um facilitador no cotidiano do homem e é a partir dele a fabricação de utensílios e embalagens. Sua fabricação e o descarte é um dos grandes desafios na atualidade, pois sua decomposição é lenta e além de ser um grande poluidor do solo também é dos mares (EMEJR,2013)

Seus impactos são sentidos em todos os lugares e uma das soluções para esse problema é a reciclagem de embalagem feitas de poli (Tereftalato de Etileno), conhecido como PET. O Polímero é 100% reciclável e pode ser usado na fabricação de novos recipientes ou até mesmo novos produtos.

O PET é um produto de muitas utilidades e há muitas pesquisas referentes à sua reciclagem química e sua despolimerização, na degradação do polímero, com isso, a obtenção do ácido tereftálico. Com o aumento desse material na natureza, a sua reciclagem é de interesse de todos, e assim transformar essa matéria.

É necessário observar que a reciclagem ajuda na diminuição da poluição como também trará as novas gerações de pessoas e animais que habitam a Terra, para que muitos recursos não faltarem, inclusive até para a natureza, pois as embalagens plásticas poluem muito, não só o solo, mais também mares e rios de onde vem a água e uma parte da alimentação que é necessário para nossa existência e de outras espécies.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Buscar informações da reciclagem Química de garrafa PET.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar como é feito a garrafa PET através da reciclagem química
- Investigar a importância do ácido Tereftálico na indústria mundial e nacional;
- Apresentar quais são as vantagens nesse tipo de reciclagem e seus benefícios para o meio ambiente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O processo da reciclagem

Com o grande aumento de lixo no planeta, uma palavra é muito utilizada hoje em dia a reciclagem. O que é reciclagem? É a atividade que ocorre a alteração um produto que não seria mais usado e recicla-lo para sua nova utilização. Reutilização é diferente de reciclagem, tem processos distintos não confundirmos a reciclagem com a reutilização, pois são proes. Quando é realizado o processo de reciclagem O material se transforma em um material novo já na reutilização esse processo não acontecer (ECYCLE, 2015). Para Ribeiro e Morelli (2009), sociedade industrial multiplicou a quantidade de lixo e sua diversidade.

A reciclagem é a solução encontrada para o melhor descarte desses materiais que se tornariam lixo, muitos descartados na natureza de forma incorreta, os mesmos são separados, lavados e processados para serem usados outras vezes como o produto que era anteriormente ou como matéria-prima de novos produtos (MAZZAROTTO, 2013).

A reciclagem mecânica química e energética é aplicada com materiais plásticos chamada de reciclagem de resinas, na reciclagem química equivale ao retorno do plástico (polímero) em sua primeira composição (monômero) ocorrendo na mudança química. O processo que o material, que antes iria para o lixo vai se transformado em matéria-prima para ser utilizadas na fabricação de novas embalagens plásticas primárias ou ainda de outros materiais. Nesse processo é utilizado a reciclagem Química quando o plástico é desfeito com a aplicação de substâncias químicas ou utilização do calor (ABIQUIM, 2009).

O lixo produzido pelos seres humanos, no meio ambiente, sua quantidade vem se expandindo em todas os países, em algumas região mais que outras, isso se da com o grande aumento de população de alguns países e é muito associado a melhoria de vida, costumes, criação de cada povo ou mudança de hábitos, desenvolvimento de indústrias , é um importe fator para o aumento do lixo proveniente do plástico total que está mais concentrado nos grandes centros urbanos " (BARCIOTTE,2016)

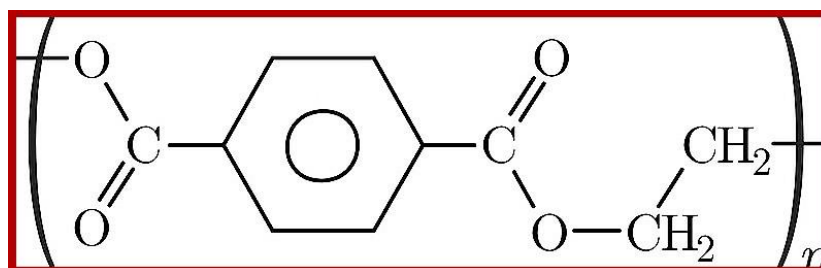
Um dos principais é a consciência ecológica, que deve ser aprendida desde de sempre, um comportamento que aumenta a consciência ecológica na comunidade despertando os cidadãos para Modificação de atitudes em favor do meio ambiente.

[...] Além de gerar benefícios diretos na economia local pois mesma gera empregos, e garante o sustento de muitas famílias sem falar na geração de recursos na economia das cidades a um baixo custo pois o investimento para que esse trabalho aconteça é baixo (PINTO,2009).

3.2 Polietilenos Tereftalato (PET)

De acordo com os químicos ingleses Whinfield e Dickson apresentaram o poli (tereftalato de etileno), conhecido também pela sigla em inglês PET, para polyethylene terephthalate, no ano de 1941. Contudo o material do polímero só teve sua utilização nos anos 70, com um rigoroso controle de segurança e meio ambiente (ABIPET, 2012). A Figura 1 apresenta a fórmula química do PET.

Figura 1 : Formula química da pet.

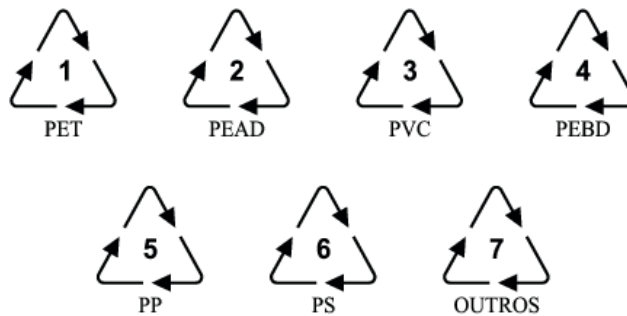


Fonte: Morassi (2013).

O Polietileno Tereftalato é um poliéster ou polímero termoplástico, um tipo de plástico muito resistente e 100% reciclável, que tem em sua composição química não produz nenhum produto tóxico, sendo formada apenas de carbono, oxigênio e hidrogênio (MORAES, 2014). O início desse tipo de embalagem no Brasil aconteceu em 1988, trazendo inúmeras vantagens ao consumidor, trouxe também muitos desafios para o seu descarte e reciclagem. Nos últimos tempos, a produção nacional de PET vem crescendo no país.

O PET nas condições normais de uso são transparentes, inquebráveis, impermeáveis e leves, utilizado geralmente como matéria prima de garrafas de água mineral e refrigerante, produtos alimentícios em suas embalagens, em recipientes para embalar sucos, produto como de limpeza, cosméticos e farmacêuticos e ainda em bandejas para micro-ondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, e etc. (ABIQUIM, 2009). A Figura 2 apresenta os símbolos de identificação dessas embalagens.

Figura 2: Símbolos utilizados na identificação das embalagens.



- 1 - Politereftalato de etileno
- 2 - Polietileno de alta densidade
- 3 - Policloreto de vinila
- 4 - Polietileno de baixa densidade
- 5 - Polipropileno
- 6 - Poliestireno
- 7 - Outros

Fonte: ecycle.com.br/6287-simbolo-da-reciclagem (2015).

Na Constituição de 1988 cita: “Todo cidadão tem 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 preservá-lo para as presentes e futuras gerações “ (BRASIL, 1988).

Atualmente, um dos grandes problemas das cidades é a grande quantidade de lixo gerada pelas pessoas e pelas indústrias. Segundo Marcon (2010), o problema dos resíduos sólidos nas cidades é complexo e a sua solução passa por três grupos que precisam cumprir corretamente o seu papel: o cidadão, o poder público e a indústria e sem essa união não há solução.

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), mostram que em 2018/2019 foram geradas 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no Brasil, sendo que 16% são plásticos em suas diferentes variações (ABRELPE, 2019).

3.3 PETS no Brasil

O Brasil é o terceiro maior consumidor mundial de PET para fabricação de garrafas, com isso, existem cerca de 3400 marcas de refrigerantes. Apesar desse crescimento do mercado de embalagens para refrigerantes esteja chegando ao limite, o crescimento do consumo aparente desse tipo de embalagem é muito grande, pois

embala não só refrigerantes, mas diversos outros produtos (DIAS; TEODOSIO, 2009). A Figura 3 mostra a separação da reciclagem por cores.

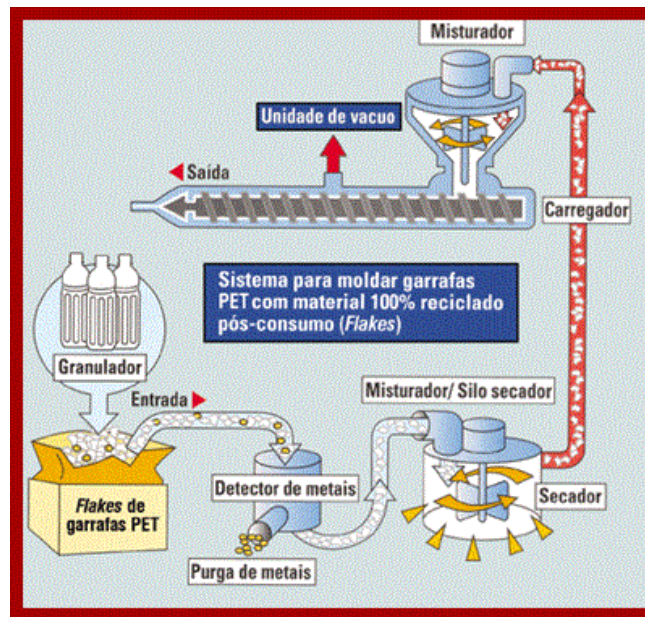
FIGURA 3: Cores da Reciclagem



Abipet- 2019

O PET no Brasil tornou-se disponível em 1989, mas só em 1993 que as garrafas de refrigerantes passaram a ser produzidas em larga escala. De acordo a ABIPET (2015), por ter vantagens sobre as demais embalagens, se popularizou rapidamente e hoje é produzida em grande escala no país. Tem praticidade, segurança, custo baixo, resistente é reciclável, apresenta segurança e praticidade e tem boa aparência (ABIPET, 2015). A Figura 4 apresenta o esquema como é produzida a garrafa PET.

Figura 4 :Processo de como se faz a garrafa pet



Fonte; Abipet, 2019

Ainda de acordo com a ABIPET (2015), as principais vantagens da garrafa pet são:

- Excelentes propriedades de barreira para gases e odores;
- Alta resistência mecânica e química;
- Embalagens mais livres, com otimização no transporte e manuseio;
- Pouco peso, com isso o frete fica mais barato ;
- Por ser um produto resistente , tem pouca quebra na linha de produção ;
- Composição de material 100% reciclável;
- Apresenta segurança e praticidade;
- Os principais benefícios na produção desse tipo de material é seu baixos custo, além de ser facilidade de manusear e transportar. A Figura 5 mostra a pré-forma dessa embalagem (ABIPET, 2009).

Figura 5: Pré-forma da garrafa PET



Fonte: ABIPET (2016).

A pré-forma é produzida, e em seguida acontece a transformação nas indústrias por meio de um sopro e segue para etapa de industrialização, ou seja, a pré-forma é transformada na embalagem final por sopro e em seguida é feito o envasamento.

Os Estados Unidos e o Canadá foram os precursores na reciclagem de PET, e uma década depois em outras regiões desenvolveram, ela era utilizada geralmente na produção de enchimento de almofadas, com o 9º CENSO da Reciclagem de PET (ABIPET, 2012). Depois do alumínio, é o material mais reciclado no mundo. Sua divisão acontece em três partes (CEMPRE, 2010. Primeiramente ocorre a seleção e coleta resíduos são separados por material, em seguida o recolhimento e por fim a transformação, onde o material que foi reciclado se torna um novo produto pronto para uso). A Figura 6 mostra a separação desse material em uma indústria

Figura 6: Indústria de reciclagem

Fonte; CEMPRE, 2018

As embalagens PET são de separados e seguem para a esteira que alimenta uma peneira rotativa, onde acontece a separação de outros materiais que ficaram, em seguida ocorre também o processo de lavar as garrafas para que fiquem sem resíduos (ABIPET,2010).

Ainda de acordo com a ABIPET a reciclagem no Brasil é mundialmente atuante. Nosso país tem uma elevada taxa de reciclagem e com uma perspectiva de crescimento ainda maior. Com isso, gera empregos e ajuda o meio ambiente pois as mesmas vai tem outro destino (ABIPET, 2012). A Tabela 1 representa a reciclagem dos países por ordem de lixo gerado.

Tabela 1: a produção e a reciclagem de lixo dos países.

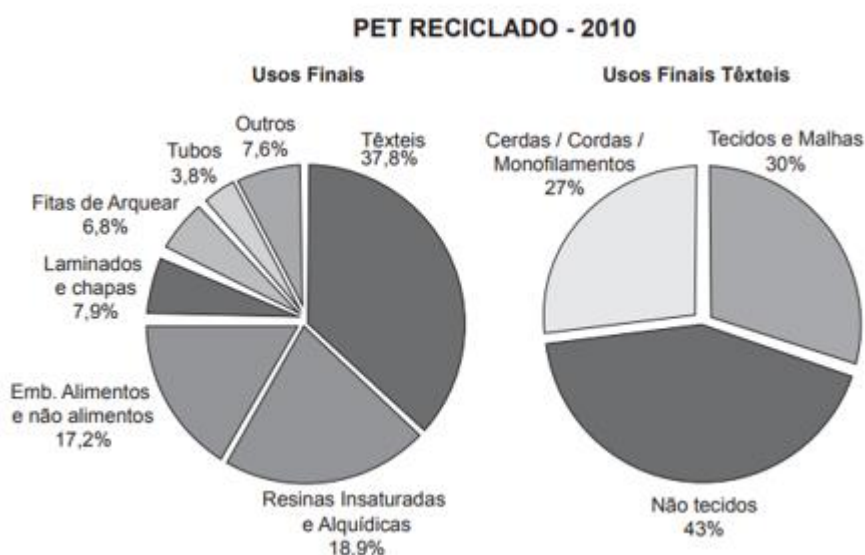
PAIS	Total de lixo gerado	Total incinerado	Total reciclado	Relação da produção e reciclagem
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.667	5,73%
Brasil	11.355.220	0	145.043	1,28%

Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%
Alemanha	8.286.827	4.876.027	3.143.700	37,94%
Japão	7.146.514	6.642.428	1.423.139	5,68%

Fonte: ABIJET, 2019.

Muitos materiais hoje em dia são fabricados a partir da reciclagem desse material como vassouras, produtos de limpeza, embalagens de produtos entre outros (ABIJET, 2012). A Figura 7 apresente os materiais fabricados a partir da reciclagem.

Figura 7: Consumo do PET Reciclado



Fonte: ABIJET, 2012.

Como pode-se observar o PET reciclado possui várias aplicações, tais como:

- Produto em geral, tais como porta-objetos, potes, luminárias, móveis, objetos de decoração, vasos para plantas, utensílios de cozinha, material de escritório e muito mais.
- Sinalização viária, como placas de trânsito e sinalização horizontal (como as "tartarugas") são feitos com PET.
- Vassouras, varais, cordas e cerdas de escovas.
- Construção civil: tubos e conexões, torneiras, caixas para armazenamento de água, calhas, telhas, mármore sintético, chapas plásticas e pastilhas feitas com a resina PET para revestimento de paredes (semelhantes às pastilhas de vidro).

- Indústria têxtil: desde a produção de roupas até mantas e moletons para o inverno.
- Indústria química: na fabricação de vernizes e tintas .
- Indústria eletrônica: algumas carcaças de aparelhos eletrônicos e telefones celulares.
- Indústria de embalagens: produtos industriais, isopor, diversas embalagens (garrafas).
- Indústria automobilística: bancos de ônibus, forrações, painéis, materiais acústicos entre outros.

3.4 PET e o meio ambiente

Para que se degrade no meio ambiente Uma garrafa PET leva em média 400 anos ambiente, apesar de ser um material de fácil transporte, tem sua desvantagem quando descartada de maneira errada há geração de impactos ambientais na cadeia produtiva deste material, principalmente se forem descartados de maneira incorreta (SANTOS, 2011). Trigueiro (2012) a PNRS, Lei Federal nº 12.305 de 2010, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404 de 2010, destina um marco regulatório para o setor de resíduos sólidos, seu fácil manejo evoluindo não só o campo de manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, mas todo o modo de operar do setor empresarial, principalmente das dez cadeias produtivas nominalmente citadas na Lei, e do setor público, que fica obrigado a implantar a coleta seletiva. Conta-se também com o reforço da Lei Federal nº 12.305 de 2010, diferencia rejeitos de recicláveis, pois recicláveis podem ser reaproveitados e rejeitos não (TRIGUEIRO, 2012)

Assim dispõe (BRASIL, 2010): Art. 7º. São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- Cuidado com a saúde pública e do meio ambiente, com o cuidado de não adquirir doenças causadas pela poluição do meio ambiente;
- Estimular o consumo sustentável, de só comprar o que realmente vai precisar pra haver uma diminuição do lixo;
- Desenvolvimento de novas tecnologias para uma maior sustentabilidade do planeta;
- Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

- Incentivar as indústrias para reciclagem ao invés de criar novos produtos com novas matérias-primas utilizar produtos que já existem para tal finalidade;
- Gestão integrada de resíduos sólidos;
- Junção integrada para a reciclagem entre indústrias privadas, poder público e população;
- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- Serviços públicos limpeza com foco na reciclagem: observada a Lei nº 11.445, de 2009;

Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

- Produtos reciclados e recicláveis;
- Concretização de bens de consumo de acordo com o consumo consciente;
- Inserção de trabalhadores formais para reciclar essas matérias;
- Focar na reciclagem para que não tenha que se produzir uma nova matéria usando matéria prima;
- Incentivar o consumo consciente, fazer campanha de conscientização para reciclagem de PET e cuidado com seu descarte indevido;

Leff (2009) afirma “ sustentabilidade anuncia o limite da racionalidade econômica, proclamando os valores da vida, da justiça social e do compromisso com as gerações vindouras”.

Simultaneamente a fabricação de PET, ocorreu na geração de poluentes orgânicos persistentes, contaminante da água e do solo, que pode causar intoxicação (DAMÁSIO, 2015). Assim causa um grande efeito ambiental por conta desse material que foi descartado e não reciclado da maneira incorreta (SANTOS, 2011) os oceanos estão poluídos com esse tipo de material (DIAS, 2010).

A sobrevivência do homem está diretamente ligada à natureza, sua destruição é também a da humanidade (SENA, 2014). STEPHANOU (2013), na reciclagem um dos termos mais utilizados é os 3 R's: Os seus significados são: reduzir, reutilizar e Reciclar, que propõe a redução dos bens de consumo e conseqüentemente a redução de lixo, a reutilização de materiais que ia para o lixo para serem utilizados em outras coisas e a reciclagem para que esses mesmos não venham a ser descartados na natureza (COELHO, 2013). Tocchetto (2013) afirma que as transformações causadas pelo homem provocam as alterações mais profundas, a Figura 8 mostra uma grande quantidade de PET no mar.

Figura 8: pet no mar



Fonte: Albert Karimov (2015)

A maior parte do lixo descartado no nosso país vai parar em aterros sanitários, o país não tem uma boa política de reciclagem, principalmente em cidades pequenas, onde isso quase não existe. Muitas vezes esse lixo é queimado e sua fumaça polui o meio ambiente ou é descartado em locais inadequados CEMPRE (2015).

A garrafa PET é uma das embalagens mais utilizadas não só em nosso país, mas no mundo inteiro. Ela é umas grandes preocupações para ambientalistas e para a poluição em si, pois é um dos grandes poluidores do planeta. (CUNHA, 2013).

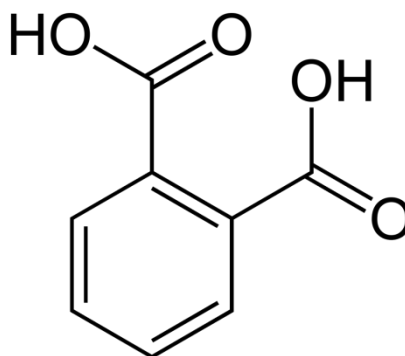
A melhor forma para a economia de recursos naturais na atualidade é a reciclagem, pois o produtos já existe, só vai ser transformado, com isso, economizar energia e água, além de nova matéria-matéria-prima para a fabricação de um novo produção, e ainda a preservação do meio ambiente (CEMPRE, 2015).

3. 5 Ácido Tereftálico

O ácido tereftálico é um sólido incolor e se apresenta por ser um considerável monômero, onde é usado como precursor na produção do PET. Este ácido é insolúvel em água, éteres, ácido acético, clorofórmio, álcool e outros. A caracterização do ácido tereftálico, assim como o seu grau de pureza pode ser averiguado a partir de

cromatografia em fase gasosa e espectroscopia na região do infravermelho (SILVA, 2012). Ele é significativamente menos solúvel no ácido acético que qualquer dos intermediários, podendo ser separado diretamente após a oxidação apenas por filtração ou centrifugação. A Figura 9 apresenta a estrutura moléculas do ácido tereftálico.

Figura 9 – Estrutura molecular do ácido tereftálico



Fonte: CHARBOUILLOT. (2011).

O fornecimento de ácido tereftálico e dimetil tereftalato no mundo é consumidos como precursores para politereftalato de etileno (PET). Teve seu início em 1970 com de cerca de 1,75 milhões de toneladas. Em 2016, a demanda global de ácido tereftálico purificado (PTA) ultrapassou 30 milhões de toneladas. A tecnologia utiliza uma levedura que produz enzimas capazes de degradar o componente das garrafas PET em até 30 dias, sob pressão e temperatura ambientes. (Romão, 2009).

No Brasil principal uso do ácido tereftálico é na fabricação PET. Em 2018, o consumo foi de 515.000 toneladas de resina PET que foram usadas na fabricação de embalagens. Sendo 57,1% recicladas, que deu o segundo lugar ao Brasil, ficando atrás somente do Japão. Mas, o descarte de embalagens, em lixos, é um grave problema, sem a degradação em aterros sanitários e ficando impossível a compostagem. Sendo assim, a reciclagem é a melhor forma de proteger o meio ambiente e o PET não ter tanto impacto ambiental, sendo a melhor opção para um mundo mais saudável. (Romão, 2009).

3.6 Reciclagem do pet para obtenção do ácido tereftálico

A empresa tereftálicos que o produzia teve suas atividades interrompidas desde agosto de 2007 quando a produção anual Chegou a zero, pois havia uma grande dependência de importação. Uma das alternativas para obtenção do mesmo foi a reciclagem do PET, que ajudou a diminuição do resíduo sólido polimérico e a reciclagem fornece matéria prima para a produção. (ABIQUIM, 2011)

A reciclagem é dividida em dois grupos: Mecânica e Química. (PAVEL e AWAJA, 2015) eles variam ao reagente com a reação. Na mecânica, é utilizado o PET em um tratamento físico. Na reciclagem química, as moléculas tem modificação estrutural onde são realizadas outros tratamento como (metanólise, glicólise e hidrólise), o método faz produtos como: dimetiltereftalato (DMT), etileno glicol (EG), bis-hidroxietil tereftalato (BHET), ácido tereftálico (AT) .

O ácido tereftálico é a matéria prima para produção do PET. É cristalino e sólido com temperatura acima de 300°C e a formula molecular $C_8H_6O_4$ e seu peso molecular é de 166 g/mol. Não dissolve em água, álcool, clorofórmio, éteres, ácido acético. Só é solúvel em alguns álcalis e é um pouco irritante sobre a pele humana (MANO. 2010).

3. 7 Os processos para a produção do ácido tereftálico.

Os processos para obtenção do ácido Tereftálico são: processo Mobil, Amoco e Standar. O processo de misturar o p-xileno o AT para ter uma ação de ar ou oxigênio em meio líquido de ácido acético com o catalisador solúvel de cobalto e ativador adequado assim é feito o Mobil ele utiliza oxigênio com pureza >95% e metil etil cetona (MEC) como catalisador ativador. Na conversão do p-xileno a AT, dois grupos metil são oxidados a dois grupos (BRYANT, 2011).

O Amoco é que produz a ácido tereftálico por meio de oxidação há 225°C de temperatura e pressão de 15atme sua pureza chega a 99,5% de pureza no tempo de 90 minutos.

O Standar Oil é um processo importante na produção do ácido tereftálico. (PARK,. 1975). Mas há malefícios desses compostos, os efeitos mais comuns em seres humanos causados por essa classe de compostos é aumento da incidência de câncer de próstata e de mama, e diminuição da quantidade de sêmen (BILA, 2017).

4 ASPECTOS METODOLOGICOS

A metodologia da pesquisa foi baseada com a formação teórica de análise de dados bibliográficos é qualitativo, com embasamento teórico com a visão dos autores que discutem a temática e análise dos dados coletados sobre reciclagem química de garrafa PET com o ácido tereftalato. O método utilizado foi análise de como o PET está presente nossas vidas e quais são as maneiras adequadas para o seu processo de descarte reciclagem. Foram expostas algumas metodologias de análises e buscou-se então o processo de ferramentas para a melhoria dos processos, a análise e coleta de dados foram utilizadas, estudos, pesquisas em reciclagem de PETs e seus impactos.

O objetivo das pesquisas era conhecer os impactos gerados pelo descarte irregular desses objetos e a formatos correta de coleta e reciclagem dos mesmos. Na fabricação do PET. Como essa material influência negativamente para o aumento da poluição. Para a produção de novas embalagens utiliza-se muito mais energia elétrica do que na reciclagem da mesma. Até nessa questão sai mais barato a reciclagem. E como a reciclagem traz benefícios tanto para a natureza quanto para a vida do ser humano. Na Tabela 2 alguns dos artigos utilizados e o ano de sua publicação.

Tabela 2: Artigos utilizados e o ano.

ARTIGO	ANO
Desregula dores Endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências.	2017
Política nacional de resíduos sólidos.	2012
Retorno de embalagens PET	2016
Reciclagem e reutilização de garrafas pet,.	2011
Resíduos Sólidos: problema ou oportunidade?.	2009
Desenvolvimento Sustentável e a Abordagem	2014
A tecnologia da reciclagem de polímeros. Química Nova	2014

Implantação de Uma Fábrica de Reciclagem de PET	2009
Associação Brasileira das Indústrias Químicas..	2009

Fonte: Elaborado pelo autor, (2022).

Foi realizada uma comparação entre os artigos citados, para ver o contraste das opiniões de diferentes autores, avaliando e opinando sobre o tema, usando sua criticidade com a temática.

4 .1 Universo da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada através de fontes e artigos sobre a reciclagem de Pet, a pesquisa foi através de artigos e de autores falando sobre o assunto. O tema abordado foi como essa reciclagem ajuda na vida do ser humano, pois além de ser uma fonte de renda de muitas pessoas, a mesma ajuda com a diminuição da poluição do planeta, já que o PET na natureza demora até 400 anos para se decompor, por que os microrganismos não estão adaptados para fazer sua decomposição, e até isso acontecer pode levar milhões de anos. O material quando queimado produz gases tóxicos, com isso o plástico é uma das grandes preocupações dos ecologistas do século XXI como mostra a Figura10 a poluição dos rios.

Figura 10: Poluição de rios por plástico



Foto: Albert Karimov (2018)

4.2 Sujeitos da pesquisa

O sujeito da pesquisa é a reciclagem de garrafas pet, como é seu impacto para o meio ambiente e para o dia a dia da natureza e das pessoas.

4.3 Caracterizações da pesquisa

A presente pesquisa foi feita com objetivo de definir a metodologia da reciclagem de garrafas pet, as ferramentas utilizadas foram pesquisas estudos científicos sobre o tema, serão utilizadas na conclusão dos resultados. Os dados bibliográficos foram essenciais para a coleta de dados estatísticos.

A pesquisa foi possibilitando e aprimorando o estudo sobre o tema. Gil (2009), a pesquisa bibliográfica que é feita por meio de material já existe como artigos e livros sobre o tema, diferentes opiniões sobre o mesmo assunto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A obtenção do ácido tereftálico acontece pelo processo da despolimerização do PET pós-consumo via hidrólise ácida. No processo o ácido tereftalato tem um papel fundamental na reciclagem do PET sendo sua principal matéria prima. Para que se possa avaliar e ver qual é a melhor forma para essa reciclagem e quais são seus principais desafios.

O foco principal foi a sua utilização na reciclagem de pet, que um grande problema de lixo na atualidade como afirma Morelli (2009) “a sociedade industrial multiplicou a quantidade de lixo e sua diversidade”. Por ser um material de baixo custo tem também muitas vantagens e a redução de custos de transporte e produção, o PET se tornou as embalagens mais utilizadas pelas indústrias. (ABIPET, 2009).

Na fabricação de produtos de PET, ocorre a geração de poluentes, que contaminam solo e água (SANTOS, 2011) é uma das formas de evitar é com a reciclagem, que são produzidos muitos produtos, o ácido tereftálico é um importante componente nesse processo tem como principal função é a fabricação do PET, que é um material barato, a hidrólise de PET tem grande contribuição nesse processo, para a diminuição de resíduos sólidos. Com esse processo o indício obtido é evitado o acúmulo desse tipo de lixo.

Então porque não ocorre esse processo em todo o país? A reciclagem não faz parte da realidade da maioria das cidades, a coleta seletiva nem existe. O poder público recolhe o lixo das casas em caminhões que são levados até aterros sanitários para ser queimados ou enterrados, sendo impossível a reciclagem dos mesmos. O econômico e social, o lixo produzido vai parar em lixões ou fica jogado em locais desapropriados para que sejam recolhidos (CUNHA, 2013).

A grande questão a ser discutida é se o lixo produzido pelo pet será cuidado e porque não se investe em meios como o ácido tereftálico para a diminuição desse poluente que demora tantos anos para se decompor uma garrafa PET demora no meio ambiente cerca de 400 anos para se degradar ABIPET, 2010.

A reciclagem química leva à despolimerização do PET aos monômeros, ou parcial aos oligômeros e a outros compostos, a decomposição via hidrólise, em particular, além de colaborar com o propósito ambiental, também contribui economicamente, pois por meio dela é possível obter o ácido tereftálico (PTA) com apenas uma reação. A esterificação do PTA com etileno glicol a uma temperatura

entre 240 °C e 260 °C e uma pressão compreendida entre 300 kPa e 500 kPa é a principal alternativa industrial de síntese da resina PET (FONSECA, 2014).

O avanço da pesquisa sobre processos de reciclagem química, processo no qual o PET pós-consumo é despolimerizado, irá favorecer a recuperação das matérias-primas básicas, com pureza e qualidade, para retornarem para as embalagens com 100 % de PET reciclado.

A reciclagem do PET ainda encara grandes desafios e assim, processos de reciclagem em larga escala são dificilmente encontrados. Isto se dá ao fato da reação de despolimerização do PET ser normalmente lenta, e por esse motivo deixam de ser interessantes do ponto de vista industrial. A reciclagem química apresenta vantagens em relação à descontaminação do PET com substâncias tóxicas e tem importância como processo alternativo à reciclagem mecânica. A principal desvantagem está relacionada com o fato do processo ser oneroso, devido à grande quantidade de energia consumida, além de contribuir com a emissão de gases de efeito estufa (RAHIMI, 2017.) Pelo fato do processo da reciclagem química não ter sido totalmente desenvolvido ao ponto de transformar-se economicamente viável para uso no setor industrial e por permitir a produção de novas embalagens para acondicionar bebidas e alimentos a partir da matéria-prima original e isento de impurezas, é que se fundamenta a necessidade de maiores investigações no sentido de aprimoramento da reciclagem química do PET.

CONCLUSÃO

As PETs estão presentes no nosso dia a dia, elas surgiram com objetivo de ajudar a embalar produtos e com isso facilitar a vida dos seres humanos, desde de sua invenção, mas se tornou um grande problema devido a sua grande produção e com isso o desperdício dessas embalagens em locais não apropriados para o seu descarte.

Pensando como o planeta ia sofrer com cada vez mais garrafas pet no planeta, surgiu a reciclagem, pois as mesmas se deixadas na natureza demoram cerca de 400 anos para se decompor. A reciclagem desse material é o único meio viável das mesmas não poluírem a Terra. Com a reciclagem de PET através do ácido Tereflático, tem a diminuição delas em ambientes e a utilização desses produtos pela indústria, fazendo com as mesmas não seja produzida novamente e sim reciclam o produto que já existe.

A reciclagem é o processo de transformação de material que já foram utilizados, eles passam por processos químicos e são transformados novamente em produtos para a fabricação de outros pets, ou mesmo de outros produtos, evitando assim o desperdício e que essas embalagens sejam descartadas em locais desapropriados.

Com isso, tem também outro fator importante que é a geração de empregos, pois a reciclagem gera muitos, desde de empregos indiretos como catadores de material reciclado, até profissionais que trabalham em industrias, e ainda, os artesões que usam esse material para produzir produtos que na maioria das vezes é sua única renda. O ganho para o meio ambiente através desse tipo de reciclagem é muito grande, pois se os mesmos não acontecerem o planeta vai levar milhares de anos

para absorver esse tipo de material e como ele é sempre produzido vira um ciclo que não acaba, o melhor para o meio ambiente e para quem produz é a reciclagem.

REFERENCIAS

ABI PET **Associação Brasileira da Indústria do Pet** Disponível em: <http://www.abipet.org.br> (2021)..

ABI PET –**Associação Brasileira da Indústria PET**. Disponível em: <www.abipet.org.br>. 2021.

ABI PET. **Associação Brasileira da Indústria de PET**. Disponível em:<<http://www.abipet.org.br/index.html>>. Acesso em: agosto de 2019.

ABI PLAST. Perfil 2012. **Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico**. . 2013.

ABI QUIM – **Associação Brasileira das Indústrias Químicas**. janeiro de 2019.

BESSEN, G. R. **Sustentabilidade e Programas de Coleta Seletiva social : Avanços, Desafios e Indicadores**. In: IV Encontro Nacional da Anppas.IV, 2011, Brasília. Anais...Brasília.

BILA, D.M.; DEZOTTI, M.; **Desregulados Endócrinos no meio ambiente**: efeitos e consequências. Química Nova, v. 30, p. 651, 2017.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei n.12.305, de 2 de agosto de 2010. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

BRYANT, H.S et al. **Mobil's Process for TPA**. Chemical Engineering Progress, v.7, n.9, p. 69-75, 2011.

CEMPRE - - **"Fichas técnicas: PET"**, CEMPRES. . 2019.

CEMPRE –**Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Reciclagem de PET**.2015.

DAMÁSIO, Diego; HOFFMANN, Marcos Leandro; EIDELWEIN, Fabrício; SELLITTO, Miguel Afonso. **Retorno de embalagens PET**: PET.UFSM, 2015.

DIAS, Pablo R. **Os Impacto ambiental de garrafas de água na cidade** . Porto Alegre: UFRGS, 2011.

DIAS, S. L. F. G, TEODOSIO, A. S. S. **Reciclagem do PET**: desafios e possibilidades. **XXVI ENEGEP**, Fortaleza, 13 de julho de 2015.

FONSECA, T.G., ALMEIDA, Y.M.B., VINHAS, G.M., “**Reciclagem química do PET pós-consumo: caracterização estrutural do ácido tereftálico e efeito da hidrólise alcalina em baixa temperatura**”, *Polímeros*, v. 24, n. 5, Set. 2014

LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Editora Vozes: Petrópolis-RJ, 2009.

LUCAS, D. D.; MORAES, L. C. K. **Alternativas para o Descarte de Embalagens do Tipo PET: Reutilização e Reciclagem**. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2014.

MANO, Eloisa B.; DIAS, Marcos L; OLIVEIRA, Clara M. F.; **Química Experimental de**. (2014)

PAVEL, D.; AWAJA. F.; **Recycling of PET**,. (2015)

PETRY, Jéssica. Estudo de Caso: **Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas pet**, 2011.

PINTO-COELHO, Ricardo M. **Reciclagem e desenvolvimento sustentável no Brasil**. Belo Horizonte: , 2009, 340p.

RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. **Resíduos Sólidos: problema ou oportunidade?** 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Inter ciência, 2009. 158 p.

Romão, W.; Spinacé, M. A. S. & De Paoli, M. A. - **Polímeros**, 19, p.121 (2009). <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282009000200009>. [Links]

SEIFFERT, Mari Elizabete Barbardini. ISO 14001 **Sistema de Gestão Ambiental**. 4. ed. São Paulo, 2015.

SENA, et al 2014. **Desenvolvimento Sustentável e a Abordagem Grassroots**: delineando caminhos convergentes. Universidade de Fortaleza, Engema, 2014.

SILVA, Simone Vasconcelos et al. (Coord.). T. **Institutos Superiores de Ensino do Censa**. Revista perspectivas online, V.2, nº 7, 2009.

SPINACÉ, Márcia A. S.; DE PAOLI, Marco A. **A tecnologia da reciclagem depolímeros**. Química Nova, v.28, n.1, p.65-72, jan. 2005.

TOCCHETTO, Marta. **A Gestão Ambiental e a Sustentabilidade no Cotidiano das Empresas e das Pessoas**.2015.

TRIGUEIRO, A. **Mundo Sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise**. São Paulo: Globo S.A., 2012.

RAHIMI, A., GARCÍA, J.M.,“**Chemicalrecyclingofwasteplastics for new materialsproduction**”, Nature Reviews Chemistry, v. 1, n. 6, Jun. 2017