



---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “MINISTRO RALPH BIASI”  
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

**PATRÍCIA APARECIDA CORRÊA SANTOS**

**DESENVOLVIMENTO DE FIOS DE POLIÉSTER FABRICADOS A PARTIR DE  
GARRAFA PET RECICLADA**

**AMERICANA, SP**

**2024**

**PATRICIA APARECIDA CORRÊA SANTOS**

**DESENVOLVIMENTO FIOS DE POLIÉSTER FABRICADOS A PARTIR DE  
GARRAFAS PET RECICLADAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia de Americana “Ministro Ralph Biasi”.**

**Área de Concentração: Sustentabilidade**

SANTOS, Patrícia Aparecida corrêa

Desenvolvimento de fios de poliéster fabricados a partir de garrafa PET reciclada .  
/ Patrícia Aparecida corrêa Santos – Americana, 2024.

35f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil) - - Faculdade de  
Tecnologia de Americana Ministro Ralph Biasi – Centro Estadual de Educação Tecnológica  
Paula Souza

Orientadora: Profa. Ms. Maria Adelina Pereira

1. Fibras artificiais 2. Meio ambiente - resíduos 3. Têxtil – processos industriais. I.  
SANTOS, Patrícia Aparecida corrêa II. PEREIRA , Maria Adelina III. Centro Estadual de  
Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana Ministro  
Ralph Biasi

CDU: 677.4

504.05

677.02

Elaborada pelo autor por meio de sistema automático gerador de ficha catalográfica da  
Fatec de Americana Ministro Ralph Biasi.

PATRICIA APARECIDA CORRÊA SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE FIOS DE POLIÉSTER FABRICADOS A PARTIR DE GARRAFAS PET REICLADAS.

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/Americana.

Data da Aprovação: 19/6/24.

Banca Examinadora:

Maria Adelina Pereira Maria Adelina Pereira (Presidente) Mestre em Administração Faculdade de Tecnologia de Americana, SP

Carlos Frederico Faé Carlos Frederico Faé (Convidado) Especialista em Design têxtil Faculdade de Tecnologia de Americana, SP

Valdecir José Tralli Valdecir José Tralli (Convidado) Mestre Engenharia de produção Faculdade de Tecnologia de Americana, SP

## Dedicatória

*“Tudo que planejares realizar dará certo, e a luz brilhará constantemente em teus caminhos”*

*Jó 22-28 Bíblia Sagrada*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por estar sempre presente em minha vida, por me fortalecer e mostrar que sou capaz.

Agradeço a mim mesma por sempre persistir nos objetivos, mesmo que muitas vezes parecendo impossíveis de alcançar.

Obrigada aos professores da Fatec Americana, pelo apoio e principalmente pela dedicação para com os alunos.

## RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda o desenvolvimento e a produção de fios de poliéster utilizando garrafas PET recicladas como matéria-prima. Este estudo visa contribuir para a sustentabilidade ambiental ao propor uma solução viável para a reutilização de resíduos plásticos, reduzindo o impacto ambiental e promovendo a economia circular.

O processo de fabricação dos fios de poliéster a partir de garrafas PET recicladas envolve várias etapas, incluindo a coleta, seleção, limpeza, moagem e fusão dos resíduos plásticos. Posteriormente, o material fundido é extrudado e transformado em fios de poliéster. Esse processo é analisado quanto à eficiência, custo e qualidade do produto.

Conclui-se que a produção de fios de poliéster a partir de garrafas PET recicladas é uma alternativa viável e sustentável, com potencial para ser amplamente adotada na indústria têxtil. Esta prática não só promove a sustentabilidade ambiental, mas também pode gerar benefícios econômicos significativos, contribuindo para a criação de uma economia mais circular e responsável.

Palavras-chave: Fibras artificiais, Meio ambiente- resíduos, têxtil processos industriais.

## **ABSTRACT**

This Course Completion Work (TCC) addresses the development and production of polyester yarn using recycled PET bottles as raw material. This study aims to contribute to environmental sustainability by proposing a viable solution for the reuse of plastic waste, reducing environmental impact and promoting the circular economy.

The process of manufacturing polyester yarn from recycled PET bottles involves several steps, including collecting, selecting, cleaning, grinding and melting plastic waste. Subsequently, the molten material is extruded and transformed into polyester yarn. This process is analyzed for efficiency, cost and product quality.

It is concluded that the production of polyester yarn from recycled PET bottles is a viable and sustainable alternative, with the potential to be widely adopted in the textile industry. This practice not only promotes environmental sustainability, but can also generate significant economic benefits, contributing to the creation of a more circular and responsible economy.

Keywords: Artificial fibers, Environment- waste, Textile industrial processes.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Todos os plásticos são recicláveis ..... | 3  |
| Figura 2: Separação da garrafa PET.....            | 4  |
| Figura 3: Identificação de fio Dtex.....           | 7  |
| Figura 4: Processo de reciclagem garrafa PET.....  | 9  |
| Figura 5: Aplicações para o PET.....               | 12 |

**Lista de abreviações:**

**PET:** Polietileno tereftalato

**PE:** Polietileno

**PVC:** Policloreto de vinila

**PE-HD:** Polietileno alta densidade

**PE-LD:** Polietileno de baixa densidade

**PP:** Polipropileno

**PS:** Poliestireno

**BHET:** Bis(2-hidroxi-etileno)

**TPA:** Ácido tereftálico

**DMT:** Éster tereftalato de dimetileno

**EG:** Etileno glicol

**PCB:** Bi fenilos policlorados

## SUMÁRIO

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Dedicatória .....          | IV   |
| Agradecimentos .....       | V    |
| Resumo .....               | VI   |
| Abstract .....             | VII  |
| Lista de figuras .....     | VIII |
| Lista de abreviações ..... | IX   |

### Capítulo 1

|                  |   |
|------------------|---|
| Introdução ..... | 1 |
|------------------|---|

### Capítulo 2

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Garrafa PET .....                 | 2 |
| 2.1 Garrafa PET .....             | 2 |
| 2.2 História da garrafa PET ..... | 2 |

### Capítulo 3

|                                             |   |
|---------------------------------------------|---|
| Reciclagem .....                            | 3 |
| 3.1 Coleta e triagem das garrafas PET ..... | 3 |
| 3.2 Plástico reciclado infinitamente? ..... | 4 |

### Capítulo 4

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Processo de fabricação .....        | 4 |
| 4.1 Seleção .....                   | 4 |
| 4.2 Lavagem .....                   | 4 |
| 4.3 Moagem .....                    | 5 |
| 4.4 Lavagem e descontaminação ..... | 5 |
| 4.5 Enxague e secagem .....         | 5 |

## Capítulo 5 Fabricação do fio

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 5.1 Extrusora de chip .....     | 6 |
| 5.1.1 Zona de alimentação ..... | 6 |
| 5.1.2 Zona de compressão .....  | 6 |
| 5.1.3 Zona de dosagem .....     | 6 |
| 5.2 Extrusão de fios .....      | 7 |
| 5.3 Título .....                | 7 |
| 5.4 Fieira .....                | 7 |
| 5.5 Resfriamento .....          | 7 |
| 5.6 Estiragem .....             | 8 |
| 5.7 Termofixação .....          | 8 |
| 5.8 Encimagem .....             | 8 |

## Capítulo 6

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 6 Texturização .....                              | 9  |
| 6.1 Texturização por torção .....                 | 9  |
| 6.2 Texturização por ar .....                     | 10 |
| 6.3 Texturização por bico .....                   | 10 |
| 6.4 Texturização por friction .....               | 10 |
| 6.5 Texturização por bulking .....                | 10 |
| 6.6 Texturização por dispositivo de pentear ..... | 11 |

## Capítulo 7 Acabamento

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 7.1 Torção .....           | 11 |
| 7.2 Tingimento .....       | 11 |
| 7.3 Tingindo o fio .....   | 11 |
| 7.4 Tingindo a massa ..... | 11 |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| 7.5 Fiação .....                                         | 12        |
| 7.6 Produção de produtos têxteis .....                   | 12        |
| <b>Capítulo 8</b>                                        |           |
| Vantagens do plástico .....                              | 13        |
| 8.1 Benefícios sociais .....                             | 13        |
| 8.2 Benefícios econômicos .....                          | 13        |
| 8.3 Benefícios ambientais .....                          | 14        |
| <b>Capítulo 9</b>                                        |           |
| Desvantagens do plástico PET .....                       | 14        |
| 9.1 Impactos ambientais .....                            | 14        |
| 9.2 Peixes e outros animais podem comer o plástico ..... | 15        |
| 9.3 PET reciclado nas embalagens .....                   | 16        |
| <b>Capítulo 10</b>                                       |           |
| ABIPET .....                                             | 17        |
| 8.1 Abipet em ação .....                                 | 17        |
| <b>Conclusão .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <b>Referências bibliográficas .....</b>                  | <b>20</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, onde a conscientização ambiental e a busca por soluções sustentáveis estão em constante crescimento, o desenvolvimento de materiais e produtos ecologicamente corretos tornou-se uma prioridade para muitas indústrias. Um dos desafios mais prementes enfrentados pela sociedade moderna é o gerenciamento eficaz do plástico, especialmente das garrafas PET (polietileno tereftalato), que representam uma pequena parcela significativa do resíduo plástico global.

Neste cenário, a indústria têxtil desempenha um papel crucial na busca por alternativas sustentáveis e na redução do impacto ambiental. A indústria têxtil, tradicionalmente dependente de polímeros derivados do petróleo, tem explorado a utilização de materiais reciclados como uma solução sustentável. Nesse contexto, a produção de fios de poliéster a partir de garrafas PET recicladas surge como uma alternativa promissora, alinhando-se aos princípios da economia circular e contribuindo para a redução da pegada ambiental.

O processo de reciclagem do PET envolve a coleta, triagem, limpeza, moagem e fusão dos resíduos plásticos, que são posteriormente extrudados para formar fios de poliéster. Este ciclo de produção não só diminui a quantidade de resíduos plásticos destinados aos aterros sanitários, mas também reduz a dependência de recursos naturais não-renováveis, como o petróleo.

A relevância deste estudo reside na possibilidade de promover uma cadeia produtiva mais sustentável, incentivando a reciclagem e a reutilização de materiais plásticos. Além disso, ao demonstrar que os fios de poliéster reciclados possuem qualidade competitiva, este trabalho pretende contribuir para a expansão do mercado de produtos têxteis ecológicos, fomentando práticas industriais mais responsáveis e conscientes.

## **2 GARRAFA PET**

### **2.1 O QUE É A GARRAFA PET**

O tereftalato de polietileno é um material termoplástico utilizado na fabricação de embalagens, especialmente falando em garrafas plásticas de refrigerantes e sucos. Apesar de causar impactos, assim como qualquer outro plástico, o PET é 100% reciclável, podendo ser transformado em outras garrafas, tecidos e outras aplicações.

### **2.2 A HISTÓRIA DA GARRAFA PET**

O plástico foi patenteado em 1941 por trabalhadores da *Calico Printer's Association*, na Inglaterra. Nesta época o PET era utilizado pela empresa DuPont, para fins têxteis. Apenas na década de 70 que ele começou a ser usado na fabricação de embalagens. Já na década de 90, o governo dos Estados Unidos autorizou o uso do PET para a produção de embalagens de alimentos.

No Brasil, o PET chegou em 1988 e era utilizado na indústria têxtil. Sua utilização como embalagem de bebidas só começou em 1993, por conta dos baixos custos de produção, praticidade e leveza. O que fez com que rapidamente substituísse as garrafas de vidro retornável.

Com o uso em grande escala das garrafas PET, principalmente a partir da década de 1990, um problema ambiental sério surgiu: muitas destas garrafas eram descartadas de forma incorreta e acabavam parando em terrenos, rios, esgotos, mares e matas. Apesar de ser um material que tornou mais prático o consumo de bebidas, assim como qualquer outro plástico, as garrafas PET causam impacto ao meio ambiente, pois são altamente inertes quimicamente e não oxidam, impedindo assim seu desaparecimento da natureza, são classificados como organo-persistentes, por outro lado permitem um contínuo reuso aproveitando-se o material continuamente reciclando para outras aplicações. (Julia pimenta – 2021).

### 3 RECICLAGEM

**3.1 Coleta e Triagem das Garrafas PET:** A reciclagem de garrafas PET se inicia com a coleta feita por catadores e cooperativas de reciclagem que destinam o material aos centros de triagem.

No centro de triagem, os catadores/funcionários separam os materiais de acordo com o tipo (papel, metal, plástico, vidro etc.).

Para que possa ser reciclada, é importante remover a tampa, lacre e rótulo da garrafa PET, pois geralmente são feitos de outro tipo de plástico.

Uma vez dentro da categoria plástico, os catadores/funcionários também separam de acordo com o polímero utilizado.

Essa separação é baseada na nomenclatura localizada na superfície da embalagem, o PET faz parte do grupo tipo 1 dos plásticos.

Cada tipo de plástico é identificado por um número:

Figura 1: Todos os plásticos são recicláveis



Fonte: <https://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/tres-erros-comuns-sobre-a-reciclagem-de-plastico/>

### 3.2 Plástico reciclado infinitamente?

O plástico não pode ser reciclado infinitamente, pois esse processo enfraquece a sua composição química.

Por exemplo, as garrafas de refrigerante podem ser reaproveitadas para composição de canos, não sendo fortes o suficiente para comporem outra garrafa.



Os plásticos dos tipos 3, 4 e 6 podem ser reciclados apenas uma vez. Já o do tipo 5 pode ser reciclado até 4 vezes.

É indiscutível a importância da reciclagem dos plásticos. Apesar de inúmeras campanhas disseminadas por ambientalistas e empresas no mundo todo, estima-se que apenas 10% do plástico produzido até hoje foi reciclado.

## 4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

**4.1 Seleção:** Os catadores/funcionários separam por cor, para garantir uniformidade da tonalidade do plástico durante o processo de reciclagem, o que garante um maior valor no mercado de novas embalagens.

Figura 2 – Separação da garrafa PET



Fonte: Promover a reciclagem deste tipo de resíduo é fundamental para um futuro mais sustentável <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/camara-aprova-percentual-minimo-de-pet-reciclado-em-garrafas>

**4.2 Lavagem:** Após o processo de separação, as garrafas PET recicladas passa por um processo de lavagem, onde é retirado quaisquer impurezas que poderá futuramente alterar a qualidade do fio.

**4.3 Moagem:** As garrafas são então levadas por uma esteira até um Moedor, que precisa ter características específicas para trabalhar com PET. Por ser um material de maior resistência mecânica, o PET tem abrasividade superior à maioria dos outros plásticos usados em embalagens e isso exige, por exemplo, facas feitas com metais específicos e com forma construtiva que permita a fácil substituição e manutenção dadas o rápido desgaste. Nesse equipamento as garrafas são cortadas em pequenas partículas conhecidas como flocos ou *flakes*. Em muitos casos essa moagem já é feita com a presença de água, permitindo uma limpeza mais bem elaborada. O material moído segue para uma nova etapa de lavagem, enquanto a água suja é levada para tratamento e retorno ao processo. Normalmente, ao final da moagem, os flocos ou *flakes* passam por telas que controlam a granulometria do floco. Em muitos casos existe mais de uma etapa de moagem até se obter o tamanho desejado da partícula cortada da garrafa.

**4.4 Lavagem e descontaminação:** Após a moagem, os *flakes* são transportados para tanques de separação e limpeza.

Nota técnica: o PET tem densidade específica de  $1,38 \text{ g/cm}^3$ , enquanto a maioria dos outros plásticos usados em embalagem tem densidade específica menor que  $1 \text{ g/cm}^3$ .

Ou seja, quando os *flakes* que saíram do moedor são depositados em tanques com solução de água e alguns produtos de limpeza, o PET afunda e se ainda houver algum *flake* de outro material plástico, esse flutuará, permitindo mais uma etapa de separação fina de possíveis contaminantes plásticos. Obviamente a solução de água e outros produtos de limpeza, num processo de alta agitação, contribuem muito para uma superlimpeza dos *flakes*.

**4.5 Enxague e Secagem:** Uma vez limpo, o *flake* é submetido ao enxague em tanques com circulação de água ou sistemas rotativos com o objetivo de se eliminar qualquer deposição de produtos de limpeza sobre a superfície do *flake*. Em seguida é transportado para secadores, passando também por peneiras e elutriadores para se eliminar micropartículas e pó da superfície do *flake*.

## 5 FABRICAÇÃO DO FIO

**5.1 Extrusora de chip:** O processo de extrusão consiste em derreter os *flakes* da resina termoplástica e em seguida processar esse material, para ser utilizado na produção de produtos contínuos, isso acontece através da fusão da matéria-prima colocada na máquina extrusora, uma vez derretido esse material é forçado a passar por uma matriz. O processo de fabricação que acontece numa extrusora de plástico começa com a inserção de resinas termoplásticas no equipamento. O funil da extrusora é alimentado com o material granulado ou moído, que por causa da gravidade cai sobre uma rosca que o transportará dentro de um cilindro aquecido por resistências elétricas, parte desse calor é provido pelo atrito do próprio material com as paredes do cilindro. Nessa fase, o material passa por três zonas: alimentação, compressão e dosagem.

**5.1.1 Zona de alimentação:** A rosca tem sulcos profundos, o intuito é que o material seja aquecido perto de seu ponto de fusão para então ser transportado a próxima zona.

**5.1.2 Zona de compressão:** Existe uma diminuição progressiva dos sulcos de rosca, comprimindo o material contra parede do cilindro promovendo sua plastificação.

**5.1.3 Zona de dosagem:** Os sulcos da rosca são continuamente rasos, para que seja feita uma mistura do material e a manutenção da vazão através da pressão gerada.

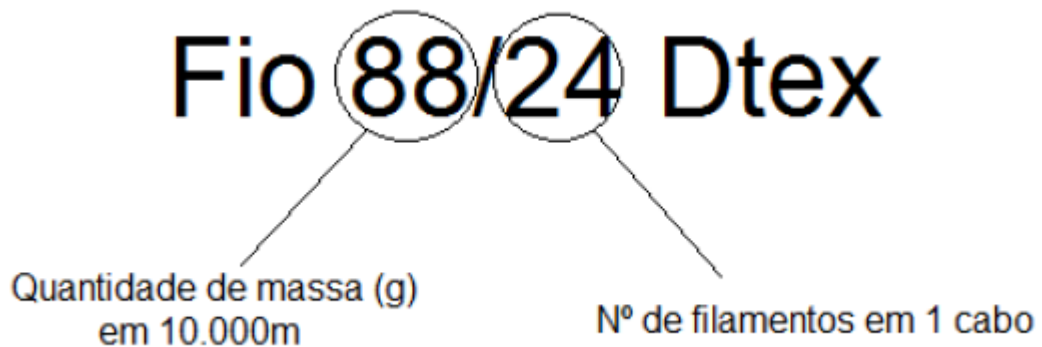
No final do processo, o material é forçado contra telas de aço que seguram as impurezas como metal e borracha. Em seguida, passa pela matriz onde irá adquirir a forma de chip para ser destinada a fabricação de fios e outros produtos.

**5.2 Extrusão de fios:** A bomba dosadora é que irá definir o título do fio, pois ela controla a quantidade de polímero que será bombeada às fieiras. Esta dosagem deve ser ajustada, quanto maior a dosagem por um período, maior será o título, contudo depois de estabilizada o fluxo de passagem de material deve ser constante.

**5.3 Título** É a relação entre a massa e comprimento do fio visando orientar-se quanto ao seu diâmetro. Temos diversas unidades de título, contudo como trabalharemos com fiação sintética é de costume utilizar a unidades de título direto: Dtex

Um Dtex equivale à quantidade de massa em grama que temos em 10.000m de fio.

Imagem 3: Identificando fio Dtex



Fonte: TCC Fiação de poliéster AMC

**5.4 Fieira:** As fieiras têm por finalidade formar os filamentos com diâmetros de 50 a 100mm, diâmetro dos capilares de 0,17 à 0,35mm, número e perfil de capilares conforme necessidade do processo. Além disto, também define o formato da secção transversal do filamento.

**5.5 Resfriamento:** Como os filamentos saem derretidos da fieira, a função do sistema de resfriamento é de resfriá-los até uma temperatura em que cada filamento esteja suficientemente sólido para ser transportado sem aderir aos outros. O ar de resfriamento passa por um filtro e flui para a câmara de resfriamento, cuja face frontal é aberta e permite a saída do ar. Na câmara os filamentos são direcionados para baixo. Com o intuito de obter resfriamento uniforme dos filamentos, o escoamento do ar de resfriamento não deve ser turbulento para não prejudicar as condições de estiramento, acarretando flutuação de diâmetro. Isso é garantido pelo filtro por que passa o ar antes de entrar na câmara, já que ele controla a distribuição da pressão

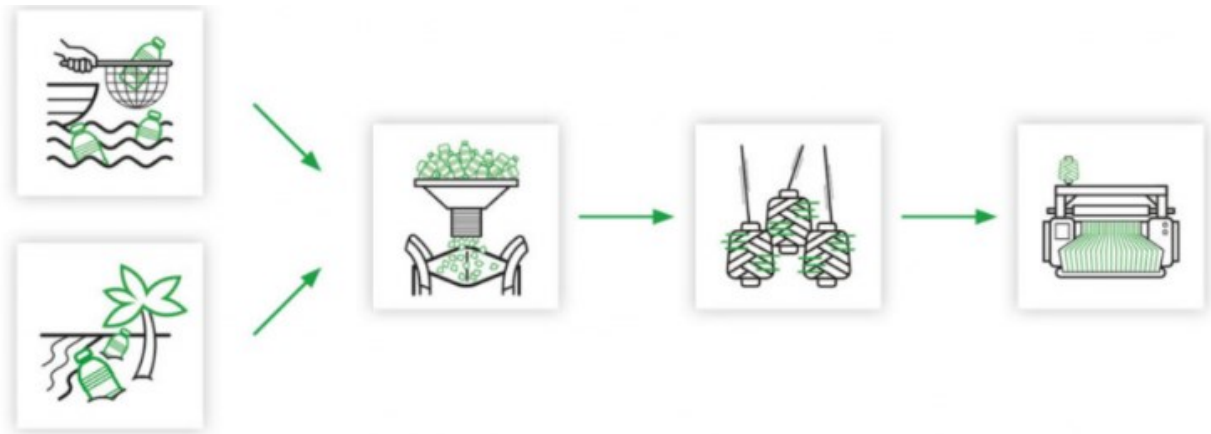
do escoamento. A velocidade do ar nos sistemas de resfriamento varia de 0,3 até 1m/s, dependendo do material a ser processado. Para filamentos têxteis o comprimento do sistema normalmente varia de 1 até 1,5 m, mas pode ser aumentada se houver maior fluxo de polímero. A temperatura geralmente utilizada é de aproximadamente 20 até 22°C. Não é necessário que o sistema de resfriamento esteja operando logo na saída da fieira; uma distância de 50 até 150 mm pode ser utilizada.

**5.6 Estiragem:** A estiragem é um processo que orienta as moléculas do fio em sua extensão, através das diferenças de velocidades de entrada e saída do filamento na máquina. Este processo visa dar resistência ao fio bem como reduzir o alongamento, para fixar as características. Este processo é feito quando o poliéster está em sua temperatura de transição.

**5.7 Termofixação:** A termofixação é assim uma operação de acabamento de tecidos com 100% ou alta porcentagem de fibras não naturais termoplásticas. Este fenômeno é possível porque as altas temperaturas, as ligações transversais entre as cadeias moleculares são quebradas, refazendo-se noutra posição quando as fibras são arrefecidas (resfriadas).

**5.8 Encimagem:** São eixos que se lubrificam girando dentro de uma calha com óleo de Encimagem, com a finalidade de lubrificar o fio que está em contato. Esta operação tem por finalidade facilitar o desenrolamento do fio quando for utilizado em nossos clientes. A velocidade do eixo e o espaço de contato do fio com a roldana é que determinam a porcentagem de óleo aplicada no produto, se uma roldana de óleo estiver com a rotações por minuto. acima da especificada na parametrização da máquina, o fio produzido poderá sair com excesso de óleo.

Figura 4: Processo de reciclagem das garrafas PET



Fonte: DIGITALE CRIA TECIDO COM FIO RECICLADO DE GARRAFAS PET

<https://texbrasil.com.br/pt/digitale-cria-tecido-com-fio-reciclado-de-garrafas-pet/#:~:text=Nomeado%20ECO%2C%20o%20tecido%20usa,diretor%20da%20empresa%2C%20Mário%20Schick.>

## 6 TEXTURIZAÇÃO

A Texturização é um processo de modificação das fibras de polímeros naturais e sintéticos (artificiais e sintéticas), aproveitando a termoplaticidade destas. Os processos de texturização são aplicados fundamentalmente sobre os fios de filamentos contínuos. Já foram realizados ensaios sobre fios fiados de fibras, com resultados nada satisfatórios em termos de performance. Os processos de texturização diferem entre si quanto aos empregos ou não de aquecimento, torção e quanto a forma em que estes são empregados. Independentemente do processo de texturização utilizado, teremos ao final um fio modificado, com ou sem elasticidade, com ou sem volume.

**6.1 Texturização por Torção (*False Twist*):** O método falsa torção na produção de fios de náilon utiliza aquecedores e fusos de falsa torção para introduzir as torções, condicionamento com calor e destorcer o fio simultaneamente na mesma operação

contínua. A uniformidade da textura e afinidade aos corantes do tipo falsa torção é normalmente excelente por causa da continuidade do processamento.

**6.2 Texturização por Ar (*Air Jet*):** Este processo consiste basicamente no sopro de um jato de ar num fio torcido ou não torcido de filamento contínuo, enquanto é alimentado numa velocidade maior do que normal. O excesso de alimentação e a força do jato de ar causam laçadas aleatórias em cada filamento para que o filamento encolha e aumente de volume durante o processamento. Quando o fio passa fora da ação do jato de ar, as laçadas já ficam travadas no seu lugar. Além de texturização dos fios singelos, o processo pode ser usado para texturizar simultaneamente fios múltiplos, permitindo a mistura de fios dissimilares e a produção de variedades infinitas de fios especiais.

**6.3 Texturização por Bico (*Knit-De-Knit*):** Neste método uma malha de Jersey, de filamento contínuo em um tear circular de pequeno diâmetro, após o que a malha é termo fixado e seguidamente desfeita. O fio texturizado por este método tem uma estrutura ondulada em forma de laçada.

**6.4 Texturização por Friction (*Stuffer Box*):** O processo consiste basicamente na compressão dos filamentos num espaço confinado de uma câmara aquecida chamada de Caixa de Estofagem onde eles são condicionados com calor na sua configuração crimp e são retiradas. O processo de texturização do fio, texturiza os fios individualmente; um fio para cada caixa de estofagem. Os fios produzidos pelo método de caixa de estofagem têm ondulações aleatórias do crimp zig-zag que conferem um toque suave e volumoso, alguma estiragem e melhoria de absorção da umidade para o conforto do usuário. São livres de torque.

**6.5 Texturização por Bulking (*Crimping*):** Neste método, os filamentos de poliéster são aquecidos. O fio aquecido é passado por um conjunto de rolos ou engrenagens que criam dobras ou ondulações no fio, após esse processo o fio deve ser resfriado rapidamente para criar uma textura ondulada no fio.

**6.6 Texturização por Dispositivo de Pentear (*Combination*):** Este método combina técnicas de texturização diferentes, como torção, ar e fricção, para produzir um fio de poliéster com características específicas, como maciez, volume e elasticidade.

## 7 ACABAMENTO FIO

**7.1 Torção:** A torção é necessária para produzir fios de fibras e dar-lhes integridade e compacidade, eliminar saliências e melhorar a resistência à abrasão deles. O ideal é que cada fibra do fio apresente o caminho de uma espiral cilíndrica perfeita.

**7.2 Tingimento:** Os filamentos de poliéster, podem sair da fieira em sua tonalidade natural. Porém é possível adicionar corantes ou pigmentos no processo, de acordo com a necessidade e sua finalidade.

**7.3 Tingindo o fio:** A fibra de Poliéster, dentro das fibras sintéticas que tingem com corantes dispersos é a de estrutura mais compacta e cristalina. Devido ao seu alto ponto de transição vítrea (cerca de 85°C), é necessário que seja tingida a temperaturas elevadas que podem chegar até 140°C ou ainda utilizar transportadores (Carrier) nos banhos à ebulição, para que a velocidade de tingimento se torne economicamente viável.

**7.4 Tingindo a massa:** As fibras de poliéster podem apresentar uma coloração que lhes é dada por pigmentos introduzidos na massa antes da transformação em filamentos, operação que como se sabe é feita por extensão do polímero em fusão, a temperatura de 280°C a 300°C, através das fieiras. Torna-se obvio que os pigmentos incorporados na massa devem ser resistentes a tais temperaturas.

Os processos atualmente usados consistem na incorporação do pigmento de um modo contínuo no polímero já formado, quer no estado líquido quer no estado de fusão, usando-se respectivamente pigmentos em pó ou pasta líquida. No caso dos pigmentos em pó, estes são adicionados a massa do polímero em fusão. No caso dos pigmentos pastosos ou líquidos, deve-se usar um ligante no qual os pigmentos são dispersos. Estes ligantes são polímeros de elevada massa molecular.



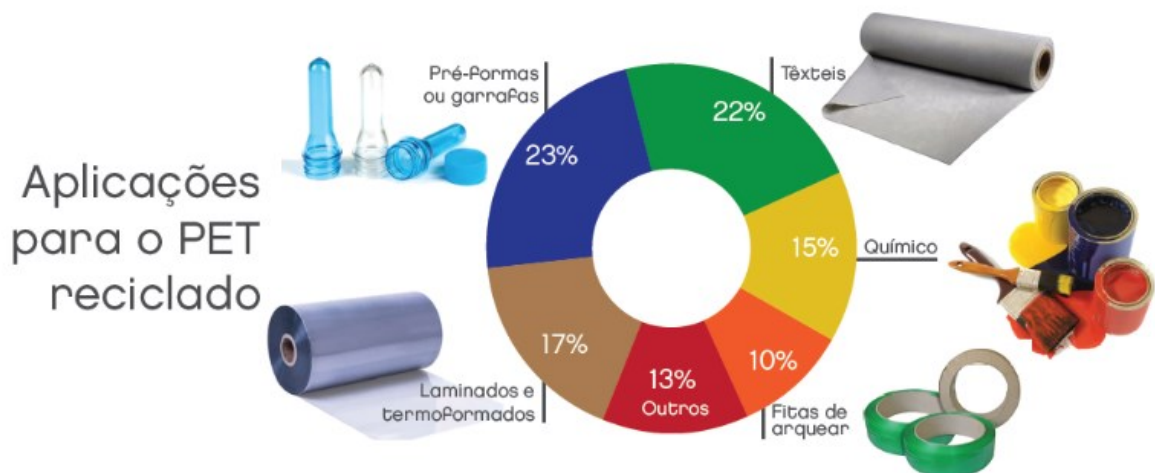
Esta pasta é injetada no polímero em fusão, antes da extensão final que produz os filamentos.

**7.5 Fiação:** As fibras de poliéster recicladas são então fiadas para formar fios têxteis. Dependendo do tipo de tecido desejado, os fios podem ser fiados em diferentes espessuras e texturas.

**7.6 Produção de Produtos Têxteis:** O tecido fabricado a partir de garrafas PET recicladas pode então ser utilizado na produção de uma variedade de produtos têxteis, incluindo roupas, estofados, bolsas, acessórios e muito mais.

Este processo de transformação de garrafas PET recicladas em tecido oferece uma alternativa sustentável aos materiais convencionais e ajuda a reduzir o impacto ambiental associado ao descarte de plástico.

Figura 5– Aplicações para o PET



Fonte: <https://www.gaz.com.br/mais-da-metade-das-embalagens-pet-descartadas-no-brasil-e-reciclada/>

## **8 Vantagens do plástico PET**

A Reciclagem de PET alcança plenamente os três pilares do desenvolvimento sustentável social, econômico e ambiental, além de ser um dos melhores exemplos de economia circular.

Nenhuma atividade pode ser próspera e perene sem que todas as variáveis que incidem sobre seus resultados sejam contempladas.

A Reciclagem das embalagens de PET pós-consumo criou, em pouco mais de 20 anos, todo um setor industrial.

Essa indústria baseou-se, desde seu princípio, nas regras determinadas pelo próprio mercado: oferta e procura. Assim, ao criar e desenvolver aplicações para a matéria-prima resultante do processo de reciclagem das garrafas usadas, a indústria do PET determinou uma forte demanda pelo material reciclado.

### **8.1 Benefícios Sociais**

A geração de emprego e renda acontece em diversos níveis sociais, desde os sistemas de coleta e separação em cooperativas e transporte, até as indústrias de alta tecnologia que valorizam o material reciclado. Muitas dessas atividades são verdadeiras portas para o resgate da cidadania. No Brasil a diversidade de usos permite que o valor pago pelo material reciclado seja altamente atrativo o ano todo, o que mantém em atividade muitas empresas, bem como, inúmeras cooperativas e seus catadores, a despeito da baixa cobertura de sistemas públicos de coleta seletiva.

### **8.2 Benefícios econômicos**

A indústria recicladora do PET no Brasil é economicamente viável, sustentável e funcional. Basta citar que mais de um terço do faturamento de todo o setor provém da reciclagem. Isso contribui para gerar impostos, empregos, renda e todos os demais benefícios de uma indústria de base sólida. Seu crescimento anual constante

permite planejar novos investimentos – incrementados e incentivados pela criação de novos usos para o PET reciclado.

### **8.3 Benefícios ambientais**

A produção e uso das garrafas em si já trazem vários benefícios para o meio ambiente, pois o PET é um dos materiais mais performantes entre quantidade de matéria-prima consumida versus quantidade de líquido transportado. Seus altos índices de reciclagem potencializam esses benefícios, pois a matéria-prima reciclada substitui material virgem em muitas aplicações, nos segmentos mais diferentes, como novas embalagens – inclusive para uso em alimentos (*food grade*), têxtil, construção civil, tintas e vernizes, produção de automóveis e caminhões, entre outros.

## **9 Desvantagens do plástico PET**

Apesar da facilidade da reciclagem as garrafas PET e a necessidade de limpar o planeta, temos desvantagens do processo de reciclagem e uso do PET:

Grande volume descartado diariamente;

Seus produtos são, em geral, de vida útil muito curta;

É um poluente persistente, pois seu tempo de degradação é longo;

Quando reciclado possui falta de homogeneidade de coloração."

### **9.1 Impactos ambientais**

As garrafas PET são um tipo de plástico, logo, elas têm um grande impacto no meio ambiente quando descartadas incorretamente, uma vez que a sua decomposição leva séculos. Apesar da sua resistência ser um benefício para o produtor, ela se torna um problema para o meio ambiente.

O plástico demora milhares de anos para se decompor

Uma única garrafa descartada no ambiente pode demorar em torno de 600 anos para se decompor totalmente. Há especialistas que afirmam que pode chegar a 800 anos dependendo das condições do ambiente em que foi descartado.

Porém, ainda não é possível descrever com precisão o tempo gasto para decomposição de cada tipo de plástico, há somente a perspectiva de tempo. Além disso, uma das principais razões para a demora na decomposição do plástico está no fato das bactérias e fungos ainda não terem desenvolvido enzimas potentes o suficiente para fazerem essa decomposição.

Por parte da química, é possível dizer que as ligações entre carbono e hidrogênio que formam as moléculas de plástico são muito estáveis, ou seja, fortes demais para que os decompositores possam agir e quebrar em partes menores.

Milhares de garrafa PET que terminam em aterros sanitários

A alta produção e o baixo custo ainda fazem o material ser visto como descartável e ao invés de voltar para as indústrias e ser reaproveitado, as garrafas vão parar nos aterros sanitários e oceanos.

Vale dizer que o descarte incorreto de lixo, principalmente o plástico, pode ser considerado crime ambiental. Algumas práticas, como a queima desses materiais, também podem liberar gases que prejudicam ainda mais a natureza.

Esses gases são tóxicos e representam ameaça à saúde da natureza, dos animais e até dos seres humanos. Os principais liberados com a queima do plástico são as dioxinas, os furanos, mercúrio e bi fenilos policlorados (mais conhecidos pela sigla PCB). (Daniel Guimarães – 2024).

## **9.2 Peixes e outros animais podem comer o plástico**

Em alguns locais dos oceanos, os ambientalistas afirmam que a poluição é tão grande que o plástico já faz parte da composição do ecossistema. Diversas empresas apontam que o plástico é tão presente nos mares que podem ser vistos facilmente nas correntes marítimas.

O que pode agravar ainda mais a poluição nos mares é a quebra das embalagens, garrafas, e outros produtos em microplásticos, já que eles são micropartículas que fazem mal ao organismo dos animais que os consomem tanto pelo fato de serem materiais sintéticos, como também por possuírem a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos como os poluentes orgânicos persistentes (POPs).

Toda a cadeia alimentar fica em desequilíbrio

Esse fato ainda acomete a uma matança generalizada dos animais marítimos, já que as colorações dos microplásticos tornam-se presas para eles. Isso significa que os pedaços de plástico danificam o sistema digestivo e podem causar asfixia, ou mesmo porque acabam presos e machucados.

Mas não é só isso, como se trata de um ecossistema, os microplásticos e os POPs são bi acumulativos, assim, se um animal engole plástico e depois, outro animal, come o primeiro, todos da cadeia são prejudicados, já que a intoxicação passa adiante.

### **9.3 PET reciclado nas embalagens**

De acordo com Associação brasileira da indústria do PET (ABIPET), o levantamento, 359 mil toneladas de embalagens produzidas com a resina politereftalato de etileno (PET) pós-consumo receberam a destinação adequada, um crescimento de 15,4% sobre o volume registrado em 2019, último período em que o levantamento havia sido feito. Naquele ano, 311 mil toneladas, ou 55% das embalagens PET haviam sido recicladas.

O crescimento da reciclagem de embalagens PET (15,4%) superou também o crescimento do consumo de resina virgem, que foi de 12,4% no mesmo período. Esse desempenho mais favorável para o material reciclado decorre da evolução que vem acontecendo nas empresas usuárias da embalagem e do seu compromisso com a circularidade.

“A forte demanda pelo PET reciclado muitas vezes gera a falta de material no mercado. Isso provoca a alta do preço, que em alguns momentos chega a ser superior ao da resina virgem. Mesmo com essa diferença, o compromisso de grandes usuários com ações sustentáveis garante a compra e utilização do material reciclado”, explicou o presidente executivo da Abipet.

## **10 ABIPET**

Fundada em 1995, a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET) é uma organização sem fins lucrativos, que representa de forma integrada todos os elos da indústria do PET no Brasil. Com altos níveis de governança, conta com uma administração profissional e um Conselho Diretor composto pelos principais executivos das maiores empresas do setor.

A entidade reúne toda a cadeia produtiva do setor de PET – produtores de resina, de embalagens, recicladores, além de fabricantes de equipamentos.

A ABIPET tem como objetivos promover a utilização e a reciclagem das embalagens de PET, incentivar a evolução tecnológica e aplicações para o PET reciclado. Nesse sentido, há mais de 25 anos divulga, incentiva e apoia o desenvolvimento de novas aplicações e impulsiona a demanda pelo PET reciclado, contribuindo para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e garantindo a atuação da indústria dentro dos princípios da Economia Circular.

Em razão dessa atividade, a reciclagem de PET vem crescendo consistentemente ao longo dos anos e fez surgir um novo setor industrial, que utiliza o PET reciclado aplicando-o na fabricação de novos produtos. Tecidos, roupas, carpetes, peças automotivas, novas embalagens são exemplos de artigos que iniciam um novo ciclo de vida, trazendo valor à sociedade.

### **10.1 ABIPET em ação**

A ABIPET estabelece um intercâmbio de ideias, informação e experiência entre todas as indústrias da cadeia produtiva, mantendo um serviço informativo permanente para todos os assuntos ligados direta ou indiretamente à industrialização e comercialização das embalagens PET.

Para atingir seus objetivos, a associação interage intensamente com entidades empresariais, fabricantes de embalagens, organizações ambientalistas, com o governo e muitos outros atores, abrindo espaço para discussões e esclarecimentos científicos sobre o setor e sobre os amplos aspectos da sustentabilidade.

## 11 CONCLUSÃO

A pesquisa desenvolvida neste trabalho de conclusão de curso permitiu apresentar o processo de reciclagem de garrafas PET que trouxeram praticidade e higiene às embalagens de alimentos líquidos e sólidos, porém o que mais protege a embalagem é o que mais persiste no meio ambiente, isto é, a grande resistência química do Polietileno Tereftalato.

As demandas geradas pela necessidade de plásticos reciclados impulsionaram as pesquisas para o desenvolvimento tecnológico de processos para a lavagem, separação de rótulos e tampas, bem como a formação de flocos ao proceder o corte do material para então proceder a fusão e posterior extrusão para formar os fios.

A utilização de filamentos de poliéster reciclado sem prejuízo no tecimento e utilização permitindo que empresas têxteis apoiassem a missão da sustentabilidade consumindo garrafas PET transformadas em fios, evitando com isso garrafas que boiando em corpos de água impeçam a boa oxigenação da água e servindo de criadouro de vetores de diversas doenças.

As tendências da área de polímeros indicam o desenvolvimento de processos que permitam uma perfeita identificação dos tipos de plásticos e sua separação com isso os sistemas de limpeza, corte e fusão permitirão a reciclagem de diferentes plásticos nas mesmas linhas de produção, bem como a possibilidade de mistura de polímeros para aplicações diversas sem restrições e gastos com separação dos materiais. A produção de fios de poliéster a partir de garrafas PET recicladas é uma alternativa sustentável e viável aos métodos tradicionais de produção de poliéster.

Este processo não só contribui para a redução de resíduos plásticos, mas também oferece um produto de alta qualidade e com menor impacto ambiental. Recomenda-se a ampliação do uso dessa tecnologia em escala industrial para promover a sustentabilidade na indústria têxtil.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET (São Paulo). **Revalorização**. Bela Agência. Disponível em: <https://abipet.org.br/revalorizacao/>. Acesso em: 08 maio 2024.

ABIPET. **Benefícios da reciclagem**. Disponível em: <https://abipet.org.br/beneficios-da-reciclagem/>. Acesso em: 26 maio 2024.

ALVES, Constantino Monteiro. **Processo de tingimento dos fios de poliéster**. 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/processo-de-tingimento-dos-fios-de-polister/265804833>. Acesso em: 26 abr. 2024.

ARAUJO, Mário de; CASTRO, E. M. de Melo e. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 1 v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **Sobre a ABIPET**. Disponível em: <https://abipet.org.br/sobre-a-abipet/>. Acesso em: 26 maio 2024.

DUARTE, Karina Andrade. **Reciclagem de garrafas PET**. 2021. Disponível em: [https://recicla.se/recicle/reciclagem-de-garrafas-pet/#:~:text=A%20reciclagem%20de%20garrafas%20PET%20se%20inicia%20com%20a%20coleta,pl%C3%A1stico%2C%20vidro%2C%20etc](https://recicla.se/recicle/reciclagem-de-garrafas-pet/#:~:text=A%20reciclagem%20de%20garrafas%20PET%20se%20inicia%20com%20a%20coleta,pl%C3%A1stico%2C%20vidro%2C%20etc).)). Acesso em: 08 maio 2024.

GUIMARÃES, Daniel. **Garrafa pet: quais os impactos da garrafa PET no meio ambiente?** 2024. Disponível em: <https://meiosustentavel.com.br/garrafa-pet/>. Acesso em: 10 maio 2024.

LADCHUMANANANDASIVAM, Prof. Dr. Rasiah. **Apostila texturização**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Têxtil, Engenharia de Produção e Têxtil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em: [file:///C:/Users/Patricia%20Correa/Downloads/APOSTILA\\_TEXTURIZACAO\\_TEX0113.pdf](file:///C:/Users/Patricia%20Correa/Downloads/APOSTILA_TEXTURIZACAO_TEX0113.pdf). Acesso em: 16 maio 2024.

MALUF, Eraldo; KOLE, Wolfgang. **Dados técnicos para a indústria têxtil**. 2. ed. São Paulo: Editora e Gráfica Ltda, 2003. 1 v.

NOVAIS, Stéfano Araújo. **"Plástico PET"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/pet-plastico-momento.htm>. Acesso em 08 de maio de 2024.

PEREIRA, Airton *et al.* **FIAÇÃO DE POLIÉSTER TÊXTEL AMC**. 2013. 14 f. TCC (Graduação) - Curso de Produção Textil, Fatec Americana, Americana, 2013.

PIMENTA, Julia. **A garrafa pet o que é, impactos e reciclagem**. 2021. Recicla club. Disponível em: <https://recicla.club/o-que-e-a-garrafa-pet/#:~:text=O%20PET%20%C3%A9%20100%25%20recicl%C3%A1vel%20e%20pode%20ser%20refundido%20e,cortam%20e%20moem%20o%20pl%C3%A1stico.> Acesso em: 08 maio 2024.

RECICLAGEM de PET em alta **Plástico industrial**. 2022. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/5682-Reciclagem-de-PET-em-alta.html>. Acesso em: 10 maio 2024.

RICCHINI, Ricardo. **Processo industrial: pet vira tecido**. Setor reciclagem. Disponível em: <https://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-plastico/processo-industrial-pet-vira-tecido/>. Acesso em: 08 maio 2024.