



# Reciclagem de Polímeros

Ticiane Valera

# Roteiro

CONCEITOS GERAIS

RECICLAGEM

PROCESSAMENTO

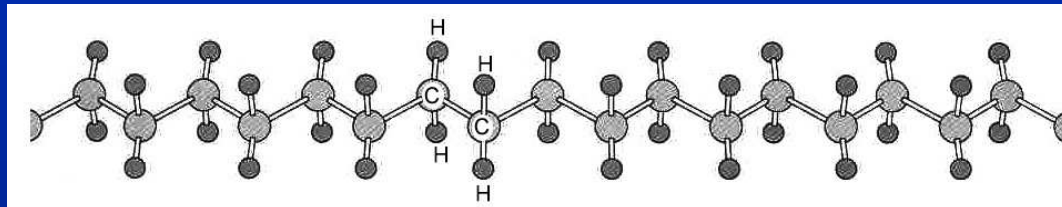
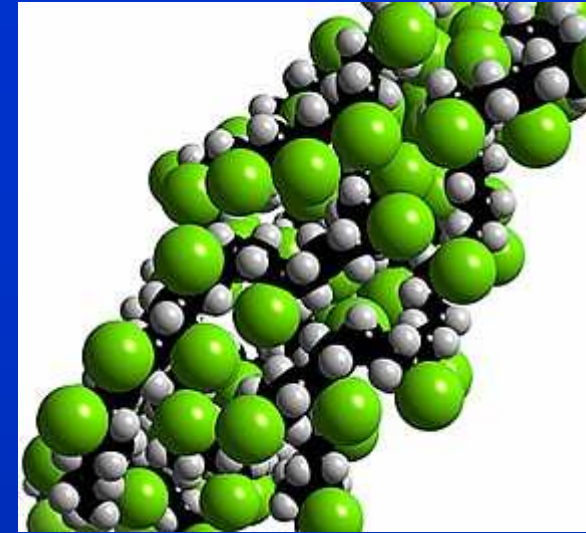
PROPRIEDADES

# CONCEITOS GERAIS



# POLÍMERO

✓ Material de alta massa molecular (acima de dez mil), cuja estrutura consiste na repetição de pequenas unidades (meros). Macromolécula formada pela união de moléculas simples, ligadas por ligação covalente

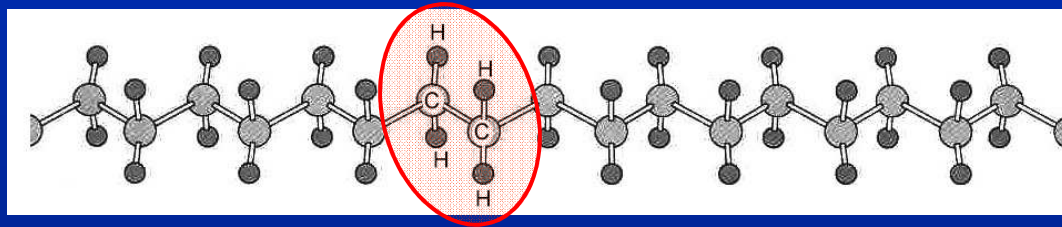
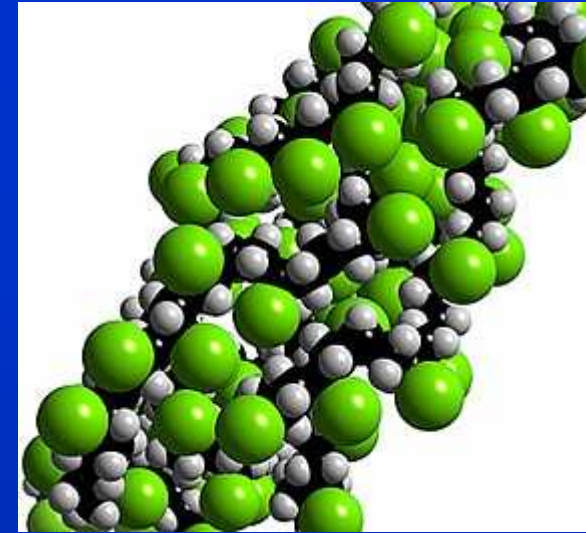


Macromoléculas é uma molécula de alta massa molecular, que não tem necessariamente em sua estrutura uma unidade de repetição

Monômero: molécula que dá origem ao polímero (bifuncional). Ex: eteno → etileno → Polietileno

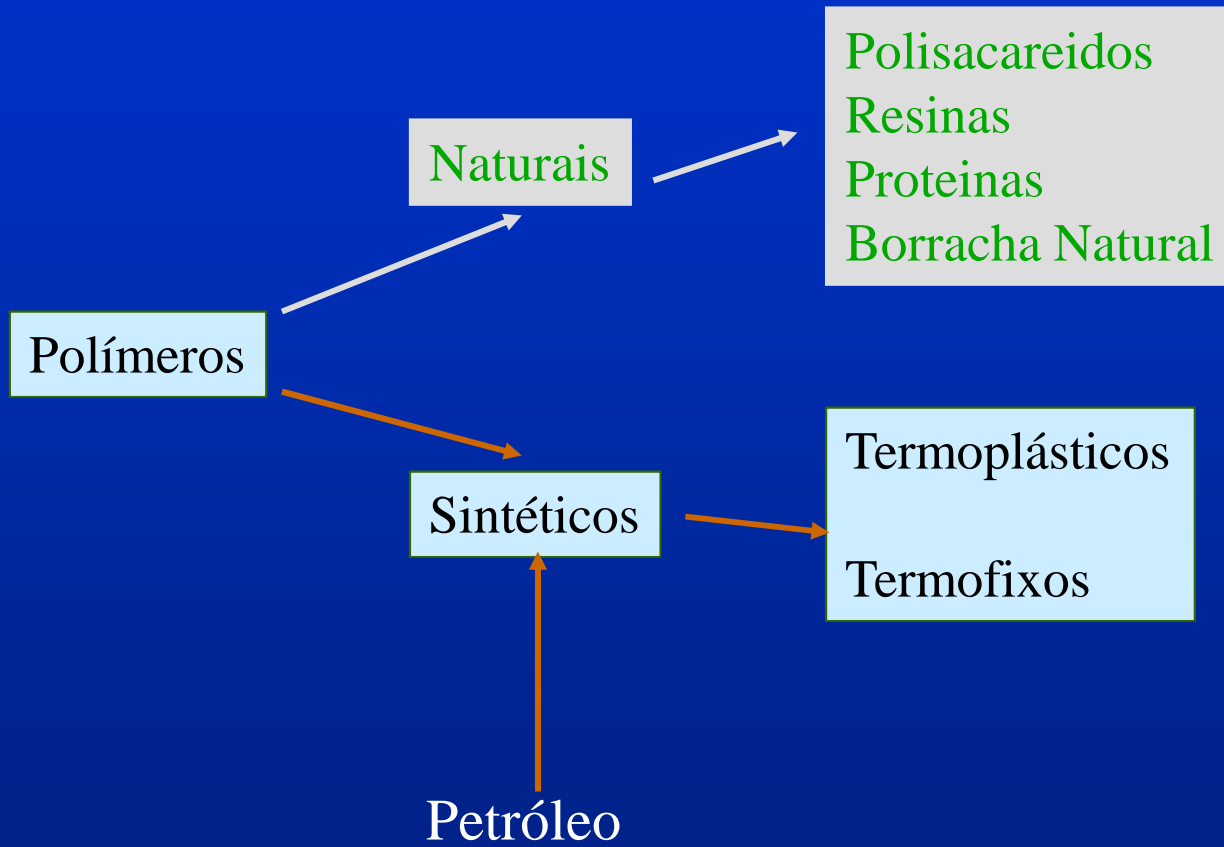
# POLÍMERO

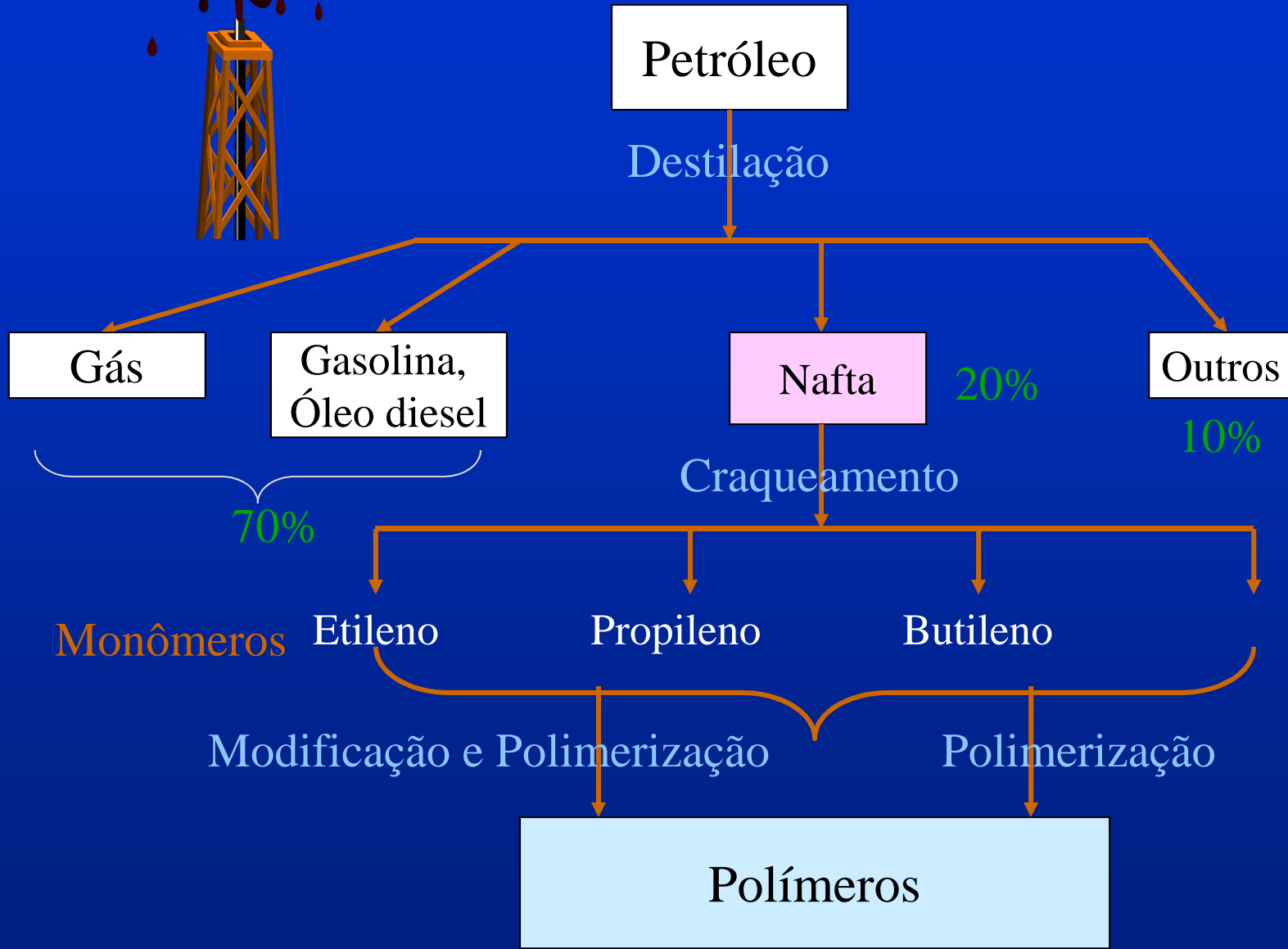
✓ Material de alta massa molecular (acima de dez mil), cuja estrutura consiste na repetição de pequenas unidades (meros). Macromolécula formada pela união de moléculas simples, ligadas por ligação covalente



Macromoléculas é uma molécula de alta massa molecular, que não tem necessariamente em sua estrutura uma unidade de repetição

Monômero: molécula que dá origem ao polímero (bifuncional). Ex: eteno → etileno → Polietileno





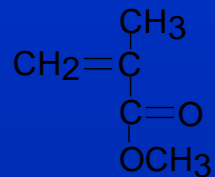
# Exemplos de polímeros comerciais

Monômero

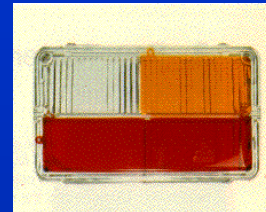
Nomenclatura

Aplicação

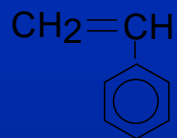
Nomenclatura



Metacrilato de metila  
(2-metil-propenoato de metila)



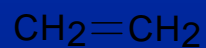
Polimetacrilato de metila  
(acrílico)



Estireno  
(vinilbenzeno)



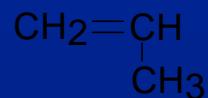
Poliestireno  
(PS)



Etileno  
(eteno)



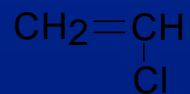
Polietileno  
(PE)



Propileno  
(propeno)



Polipropileno  
(PP)



Cloreto de vinila  
(cloroeteno)



Policloreto de vinila  
(PVC)

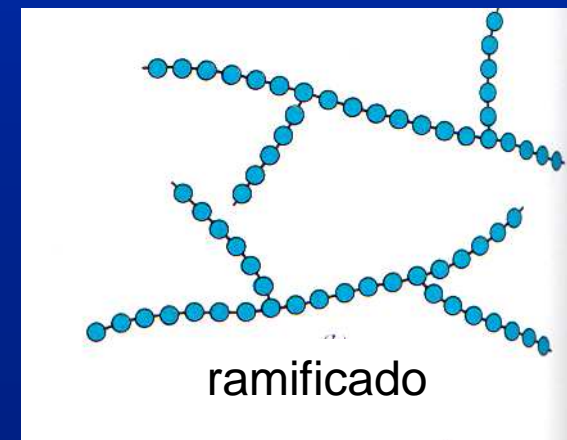
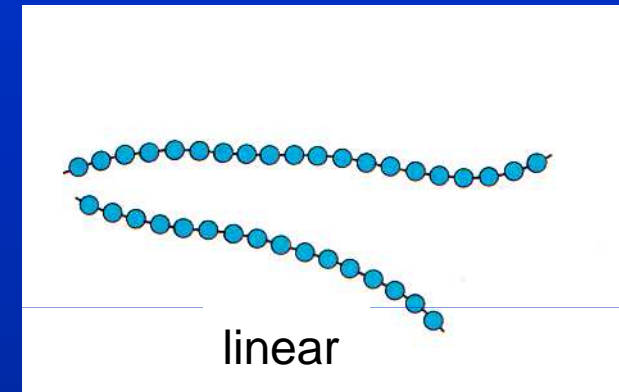


# CLASSIFICAÇÃO:

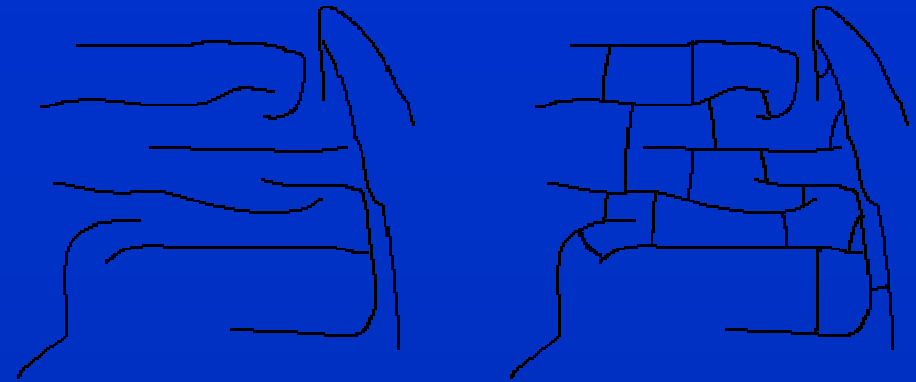
## Termoplásticos

- ✓ Amolece sob aquecimento, flui sob pressão, solidifica sob resfriamento, num processo reversível. É moldável e remoldável

Exemplos: Polipropileno PP, polietileno PE, poliestireno PS, ABS ( acrilonitrila-butadieno-estireno), PA "nylon", policarbonato PC, poliéster termoplástico PET



# Termofixos

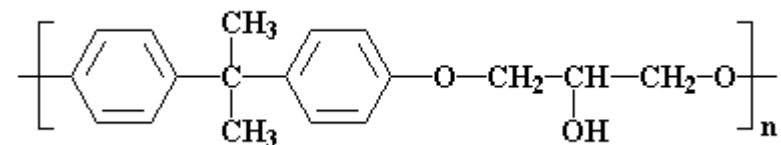


Sob aquecimento degrada, sofre reação de cura (ligações cruzadas), logo não pode ser refundido, remodelado de forma reversível. São infusíveis e insolúveis. Não fluem sob pressão e não amolecem.

Sua estrutura molecular é interligada

Compara-se a resina termofixa a um ovo. Uma vez cozido, essencialmente, permanece no mesmo estado

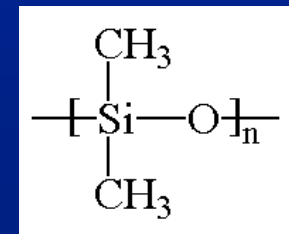
Exemplos: Resinas de poliéster insaturadas, éster - vinílicas, epóxis, uretânicas e fenólicas



# Elastômeros

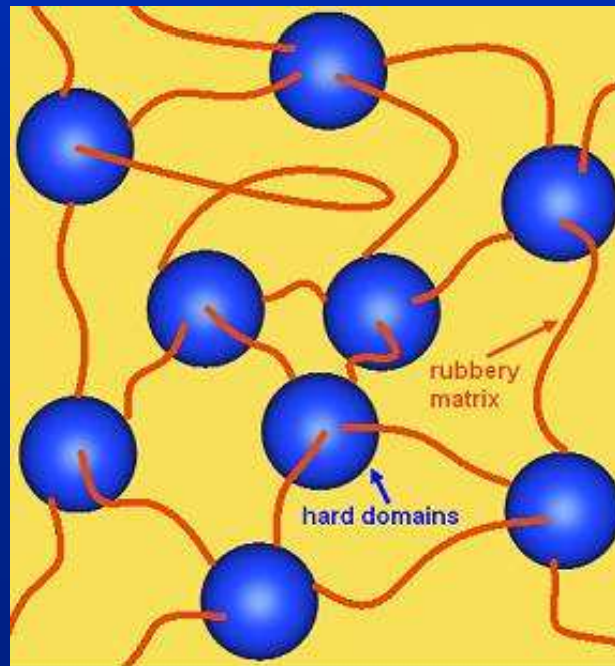
- Quando submetidos a tensão, os elastômeros se deformam mas voltam ao estado inicial quando a tensão é removida.

- Baixo módulo de elasticidade
- Polímero amorfo ou com baixa cristalinidade (obtida sob tensão)
- Altas deformações elásticas resultantes da combinação de alta mobilidade local de trechos de cadeia (baixa energia de interação intermolecular) e baixa mobilidade total das cadeias (ligações covalentes cruzadas entre cadeias ou reticuladas)



# Elastômeros

- Copolímeros em blocos de duas unidades de monômeros A e B imiscíveis. A fase A (poliestireno) possui uma  $T_gA$  acima da temperatura de uso (rígido). A fase B (polibutadieno) possui um  $T_gB$  abaixo da temperatura de uso (mole). Os domínios de polibutadieno funcionam como se fossem ligações cruzadas.





RECICLAGEM

# DEFINIÇÃO



- A revalorização dos descartes domésticos e industriais, mediante uma série de operações que permitem que os materiais sejam reaproveitados como matéria-prima para outros produtos
- Uma atividade moderna que alia consciência ecológica ao desenvolvimento econômico e tecnológico

# TIPOS DE RECICLAGEM

▼ QUÍMICA

▼ ENERGÉTICA

▼ MECÂNICA

# Reciclagem química

A reciclagem química reprocessa plásticos transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima, em refinarias ou centrais petroquímicas.

O objetivo da reciclagem química é a recuperação dos componentes químicos individuais para serem reutilizados como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos.

Essa reciclagem permite produzir plásticos novos com a mesma qualidade de um polímero original.

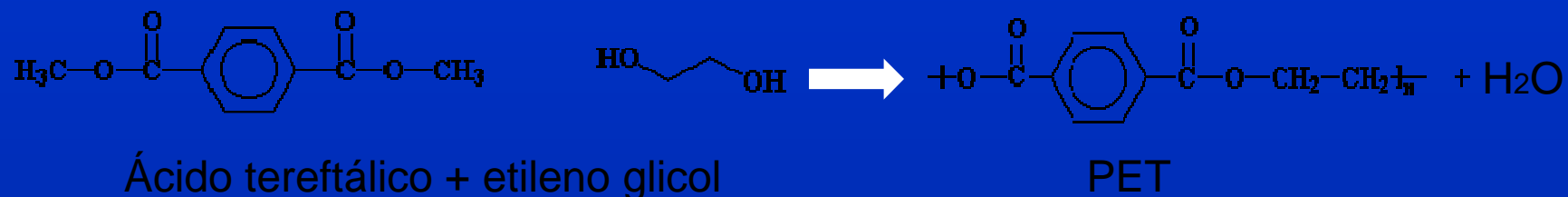
Pouco utilizada no Brasil. Japão e Europa.





# Reciclagem química

Despolimerização:

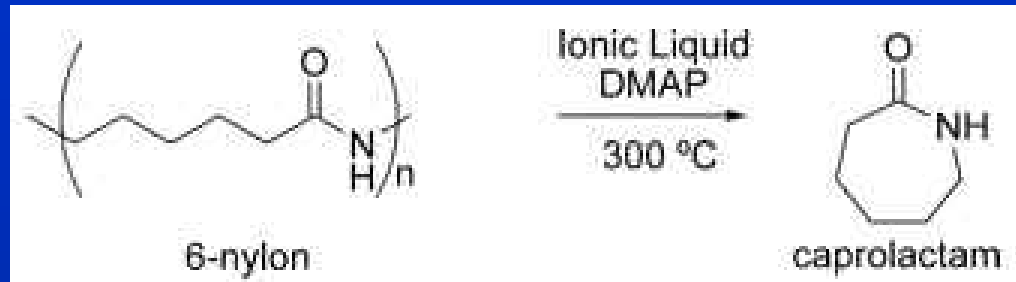


- ✓ Solvólise (hidrólise, alcóólise (ou metanólise), glicólise), para poliamidas, poliésteres e poliuretanas.
- ✓ Métodos térmicos (pirólise à alta temperatura, hidrogenação e gaseificação)
- ✓ Métodos térmicos/catalisador (para poliolefinas)

# Reciclagem química

Exemplo:

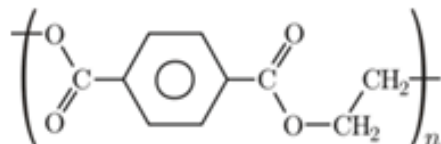
Reciclagem do Nylon-6 (despolimerização por solvólise)



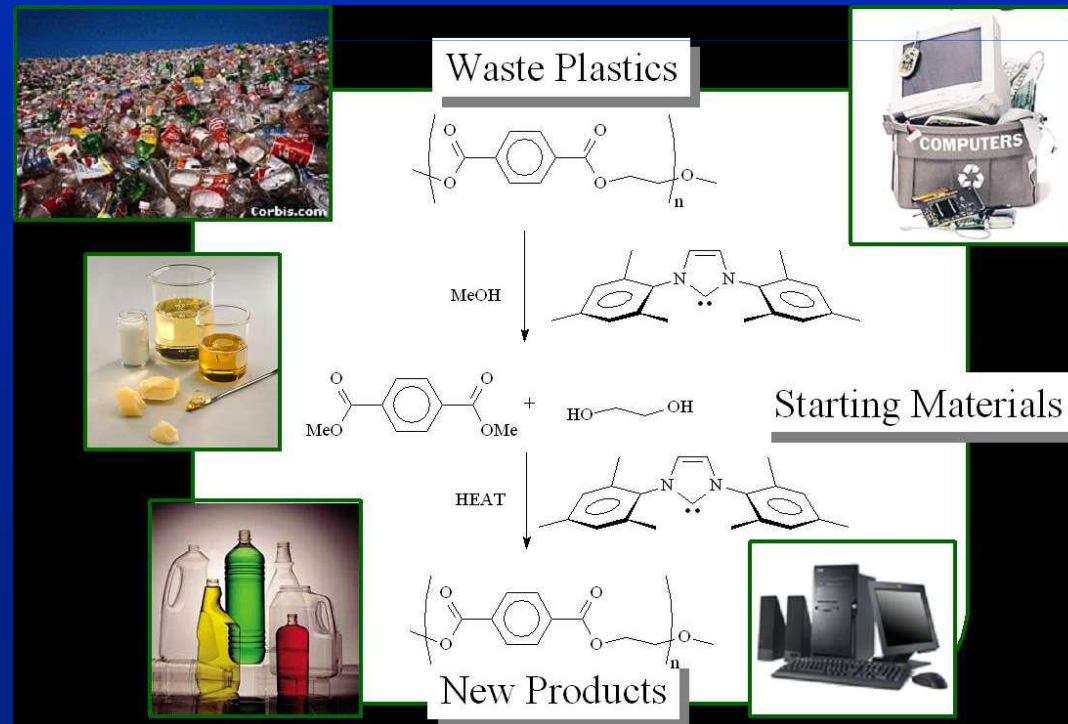
*An Efficient Method to Depolymerize Polyamide Plastics: A New Use of Ionic Liquids*  
Akio Kamimura, Shigehiro Yamamoto, Organic Letters. July 5 2007. Vol. 9 (13), 2533 -2535

Com líquido iônico: substância iônica que funde a temperatura ambiente

PET (por hidrólise)



Chemical structure of polyethylene terephthalate





# Reciclagem química

✓ Pirólise à alta temperatura (degradação sem oxigênio ou ar):  
Problema: monômero, gases e óleos (principal)

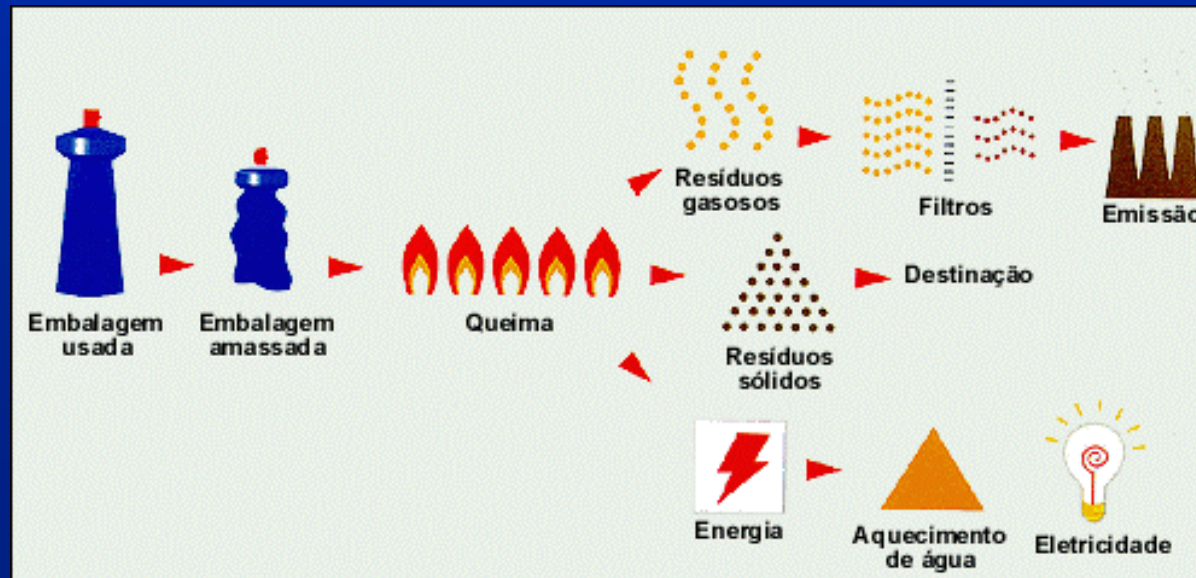
Reação endotérmica (alta quantidade de energia)

✓ Gaseificação: pirólise e oxigênio (não ocorre combustão completa) → **pneus** → negro de fumo, CO, H<sub>2</sub> e pouco CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, óleo (condensação de vapor de gases)

✓ Hidrogenação: quebra de cadeia térmica (originando radical livre) depois hidrogênio → hidrocarbonetos leves (metano, etano, etc) → **resina fenólica e epoxi**

# Reciclagem energética

Reciclagem Energética é hoje uma realidade e uma importante alternativa no gerenciamento do lixo urbano. É a tecnologia que transforma lixo urbano em energia elétrica e térmica, um processo amplamente utilizado no exterior (Estados Unidos, Europa, Japão) e que aproveita o alto poder calorífico dos polímeros para uso como combustível (incineração). Cuidado: liberação de produtos como HCl e HF. Exemplo: incineração de pneu 280W/ton (Alemanha, >carvão)



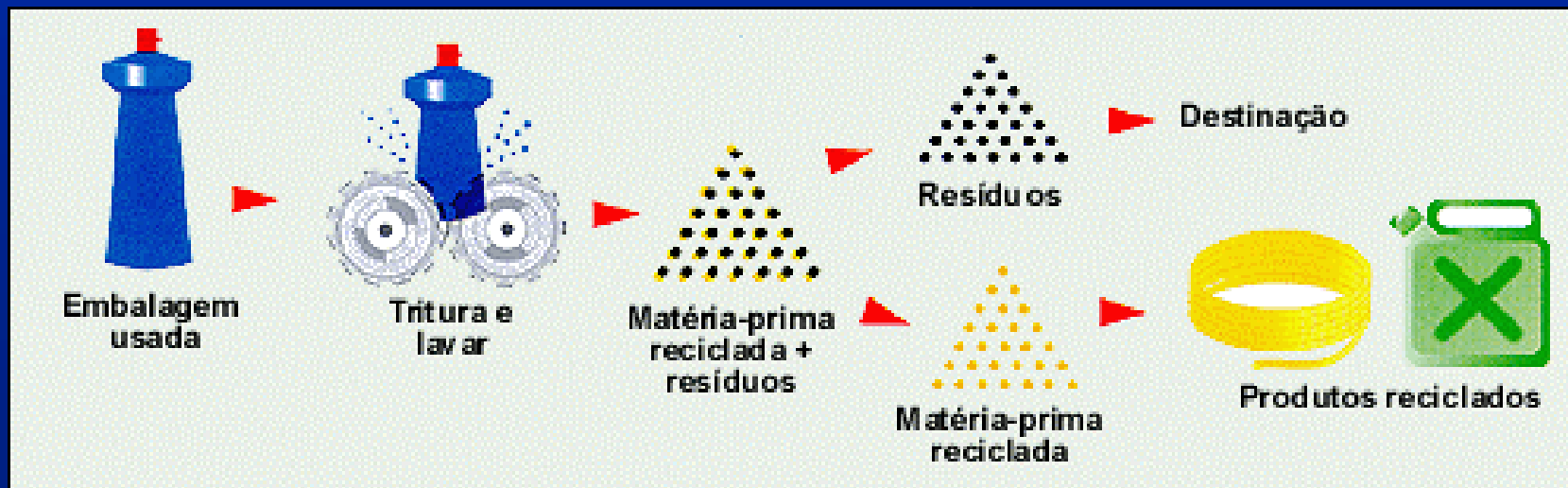
# Reciclagem Mecânica

A reciclagem de materiais descartados compreende basicamente as seguintes etapas:

**Coleta e Separação**  
**T**riagem por tipos de materiais (papel, metal plásticos, madeiras, etc.)

**Revalorização**  
**E**tapa intermediária que prepara os materiais separados para serem transformados em novos produtos

**Transformação**  
**P**rocessamento dos materiais para geração de novos produtos a partir dos materiais revalorizados.



# Reciclagem Mecânica

- 1) separação do resíduo polimérico,
- 2) moagem,
- 3) lavagem,
- 4) secagem,
- 5) reproprocessamento
- 6) transformação do polímero em produto acabado

**Objetivo:** produto acabado com propriedades equivalentes a do material virgem

O processo mecânico pode ser dividido em:

# 1. COLETA E SEPARAÇÃO



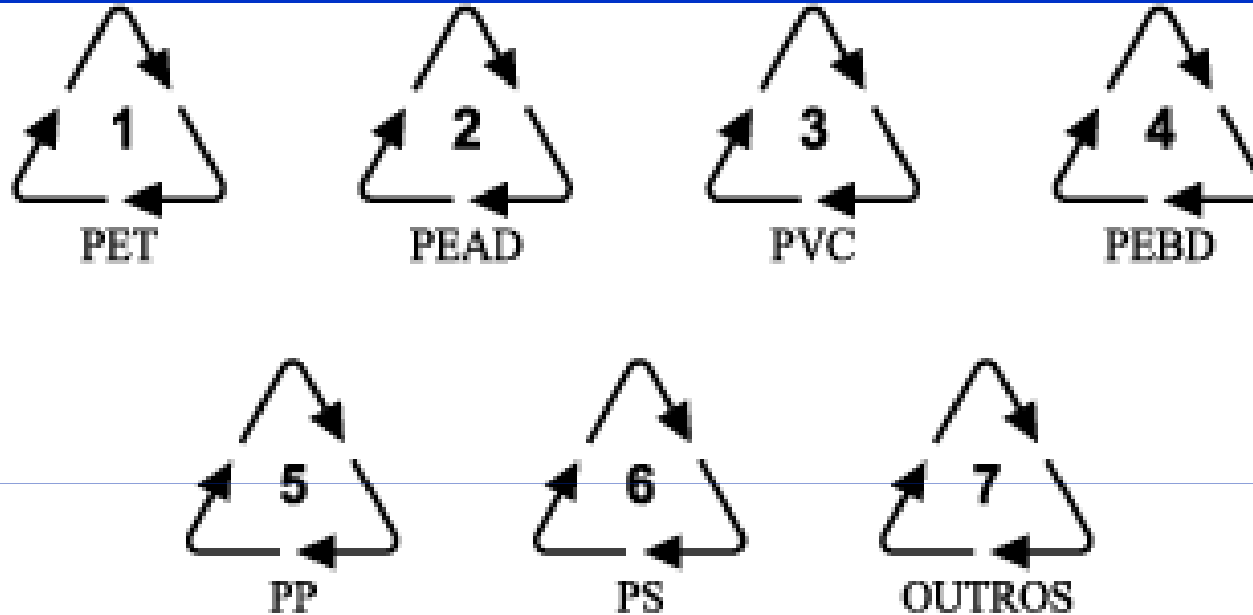
## SEPARAÇÃO:

Retirada de contaminantes como  
metais e vidro

Manual ou automatizada.

Identificação dos polímeros

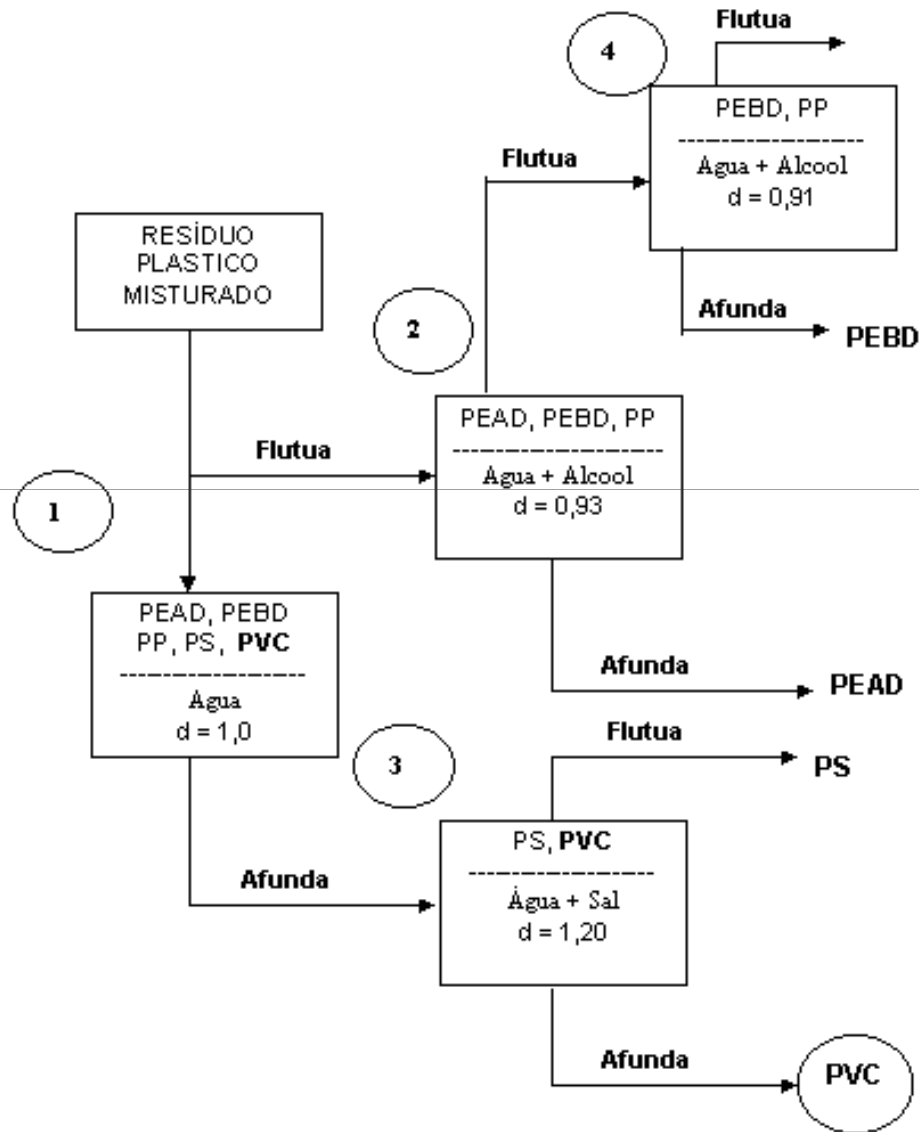
# SIMBOLOGIA



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

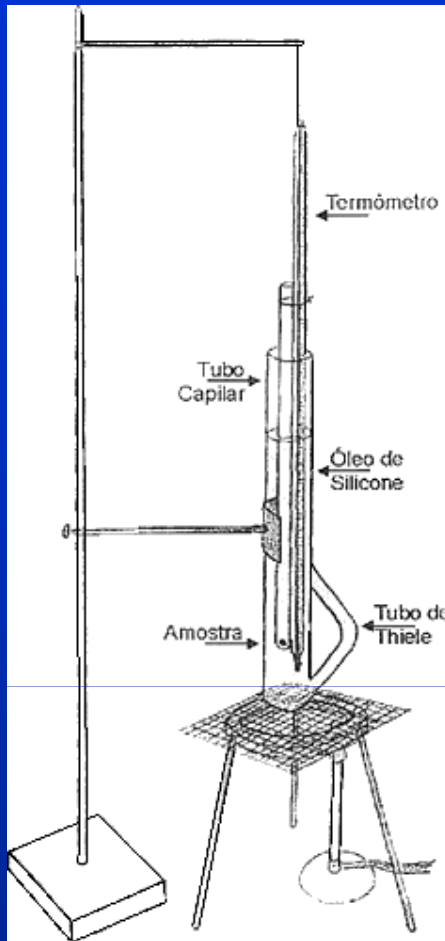


# Por densidade

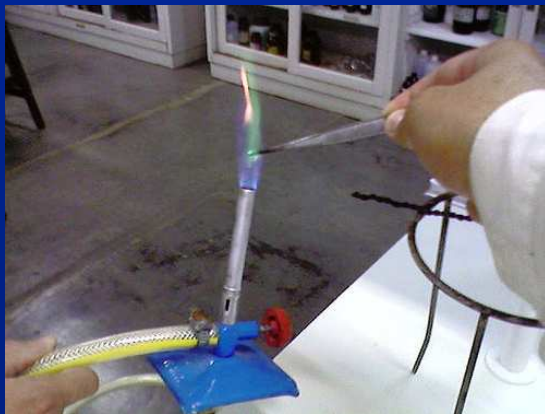


Resina	Características da Chama e Comportamento do Polímero	Odor	Temperatura de Fusão ou Amolecimento (°C)	Densidade (g/cm³)
<b>PVC Rígido</b>	Amarela, vértice verde. Auto-extinguível	"Cloro"	210	1,38-1,45
<b>PVC Flexível</b>	Amarela, vértice verde. Auto-extinguível	"Cloro"	150	1,19-1,35
<b>SAN</b>	Amarela, crepita ao queimar, fumaça pouco fuliginosa. Polímero amolece e borbulha	Estireno	130	1,08
<b>Poliétileno de Baixa Densidade</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Vela	110	0,89-0,93
<b>Poliétileno de Alta Densidade</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Vela	130	0,94-0,98
<b>Polipropileno</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Agressivo	165	0,85-0,92
<b>Poliestireno</b>	Amarela, crepita ao queimar, fumaça fuliginosa - carbono. Polímero amolece e pinga	Estireno	230	1,04-1,08
<b>ABS</b>	Chama semelhante à do poliestireno. Polímero amolece e pinga	Borracha queimada e monômero de estireno	175	1,04-1,06
<b>PET</b>	Amarela. Polímero incendeia e se contrai	-----	255	1,38-1,41
<b>Acetato de Celulose</b>	Amarela. Polímero incendeia	Ácido acético	230	1,25-1,31
<b>Acetato Butirato de Celulose</b>	Azul faiscando. Polímero incendeia	Manteiga rançosa	180	1,15-1,25
<b>Poliacetel</b>	Azul, sem fumaça, com centelha. Cuidado ao cheirar	Formaldeído	175	1,42-1,43

# Temperatura fusão / chama



Glicerina  
(290°C)



Resina	Características da Chama e Comportamento do Polímero	Odor	Temperatura de Fusão ou Amolecimento (°C)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
<b>PVC Rígido</b>	Amarela, vértice verde. Auto-extinguível	"Cloro"	210	1,38-1,45
<b>PVC Flexível</b>	Amarela, vértice verde. Auto-extinguível	"Cloro"	150	1,19-1,35
<b>SAN</b>	Amarela, crepita ao queimar, fumaça pouco fuliginosa. Polímero amolece e borbulha	Estireno	130	1,08
<b>Poliétileno de Baixa Densidade</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Vela	110	0,89-0,93
<b>Poliétileno de Alta Densidade</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Vela	130	0,94-0,98
<b>Polipropileno</b>	Azul, vértice amarelo. Polímero pinga como vela	Agressivo	165	0,85-0,92
<b>Poliestireno</b>	Amarela, crepita ao queimar, fumaça fuliginosa - carbono. Polímero amolece e pinga	Estireno	230	1,04-1,08
<b>ABS</b>	Chama semelhante à do poliestireno. Polímero amolece e pinga	Borracha queimada e monômero de estireno	175	1,04-1,06
<b>PET</b>	Amarela. Polímero incendeia e se contrai	-----	255	1,38-1,41
<b>Acetato de Celulose</b>	Amarela. Polímero incendeia	Ácido acético	230	1,25-1,31
<b>Acetato Butirato de Celulose</b>	Azul faiscando. Polímero incendeia	Manteiga rançosa	180	1,15-1,25
<b>Poliacetal</b>	Azul, sem fumaça, com centelha. Cuidado ao cheirar	Formaldeído	175	1,42-1,43

## 2.REVALORIZAÇÃO

O produto pós-consumo é moído, ganhando valor no mercado



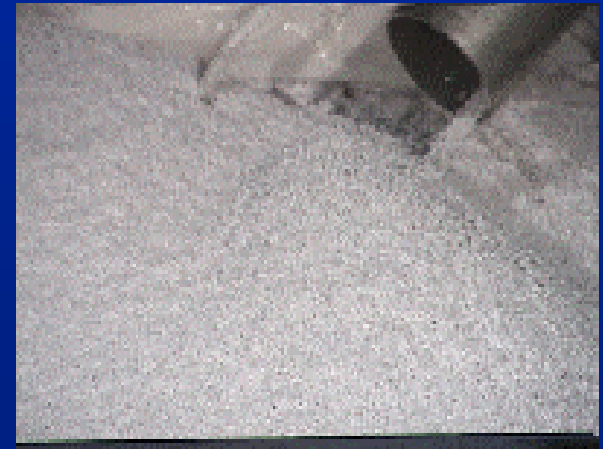
Material moído



Silo de armazenagem

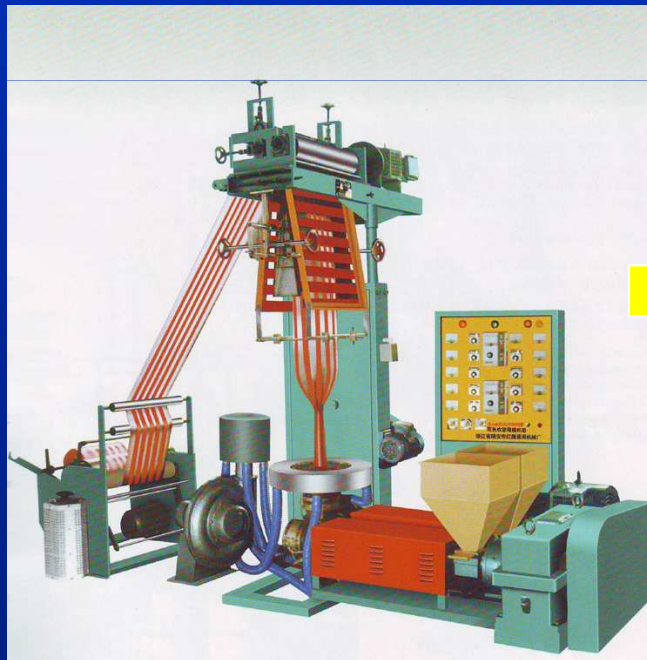
Há possibilidade de valorizar ainda mais o material reciclado produzindo grãos (pellets)

Produto mais condensado, otimizando o transporte e o desempenho na transformação



# 3. TRANSFORMAÇÃO

Os flocos, ou o granulado será transformado num novo produto, fechando o ciclo. Os transformadores utilizam material reciclado para fabricação de diversos produtos, como garrafas para produtos não alimentícios



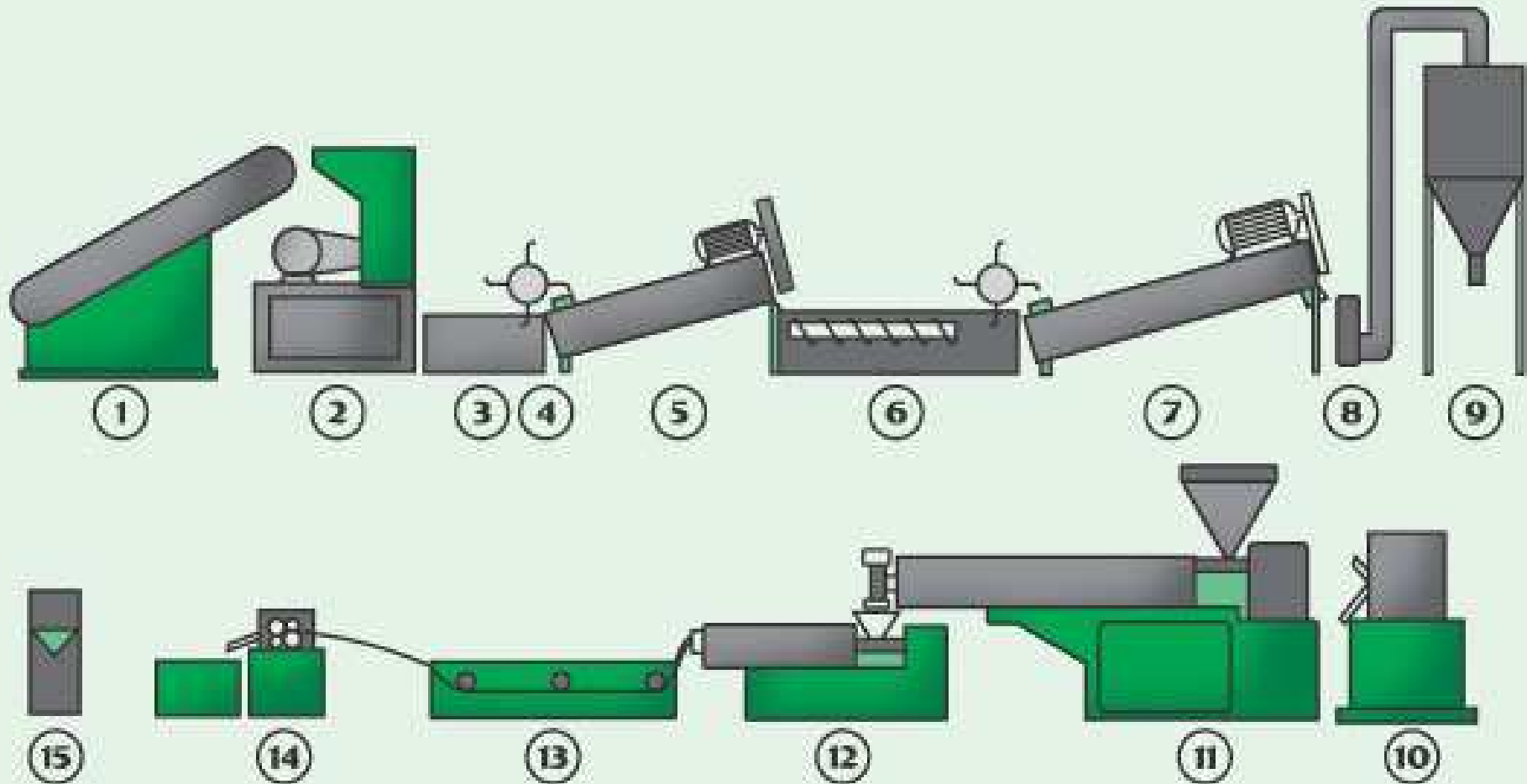
# RECICLAGEM MECÂNICA

Um processo representativo da reciclagem contínua de plásticos para produzir matéria-prima reciclada é composto por uma série de operações unitárias

- Ruptura dos aglomerados plásticos coletados,
- seleção manual,
- redução de tamanhos,
- lavagem/filtragem/enxague
- separação
- centrifugação/secagem ar quente,
- extrusão/granulação,
- silo/empacotamento do produto final.



## Linha de reciclagem PP e PE



1 Esteira Transportadora - 2 Moinho - 3 Agitador - 4 Roda Transportadora - 5 - Lavadora - 6 Transportador - 7 Secadora 8 Ventoinha - 9 Silo - 10 Aglutinador - 11 Extrusora 1 - 12 Extrusora 2 - 13 Resfriamento - 14 Granulador - 15 Ensacador

# Linha de Reciclagem PET



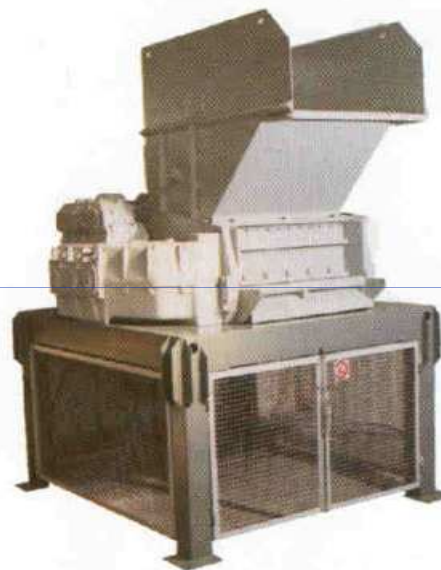
1 Moinho - 2 Lavadora - 3 Ventoinha - 4 Tanque de flotação - 5 Secadora - 6 Ventoinha - 7 Silo

# TRITURADORES

## UNO DUE TRE

(eixos)

- \*COM UM RESOLVE
- \*COM DOIS É MELHOR
- \*COM TRÊS É DEMAIS...



**SATRIND**  
*do Brasil*  
TRITURAÇÃO SEM LIMITE



*Fonte: Revista Plastico Moderno No. 335, 2002*

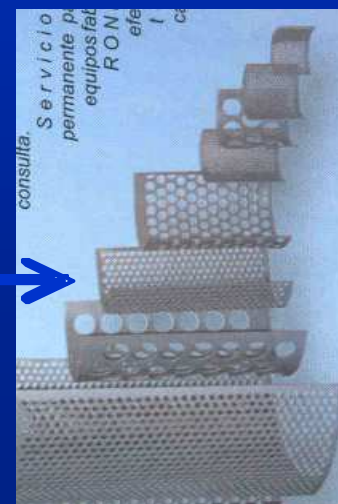
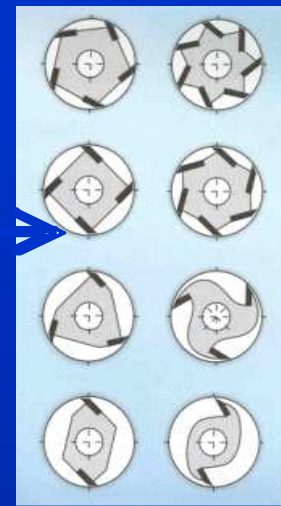


# MOAGEM



*Fonte: SEIBT Máquinas para plástico Ltda.*

# Facas rotativas - Peneiras



**Fonte: Moinhos PRIMOTÉCNICA**

**Fonte: Moinhos RONE**

# Tanque de flotação (densidade)



*Fonte: Kie Máquinas e Plásticos*

# LAVAGEM - SECAGEM



**Lavadora e secadora (centrífuga)**

# LAVAGEM - SECAGEM



Centrifugal Jet cleaning

Tempo ciclo: 60 sec

0.5-2.5 m<sup>3</sup>/h para limpar 500 – 600 Kg/hr

**Fonte: Warema High-Speed  
Cleaner HSC 500**



Capacidade: 50 – 400 Kg

Potência de aquec.: 4 – 18 Kw

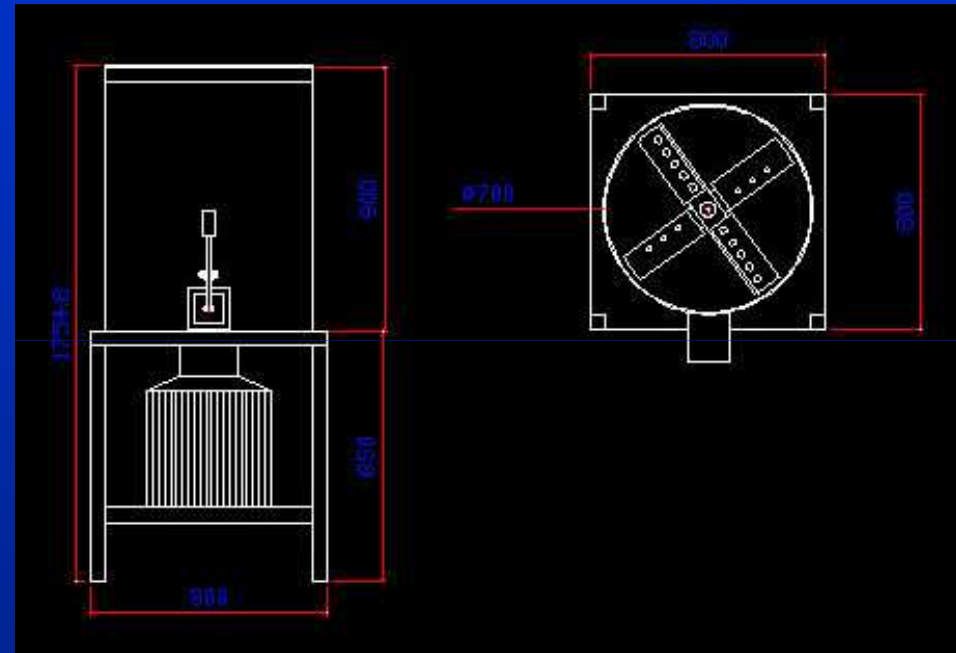
Potencia de sopro: 200 – 400 w

Temp. Secagem: Até 140°C

**Fonte: Secador HAW CHIN**

# Outros Equipamentos

Aglutinador



*Fonte: Moinhos RONE e comercializador de máquinas Ltda.*

# Outros Equipamentos



**Extrusora**

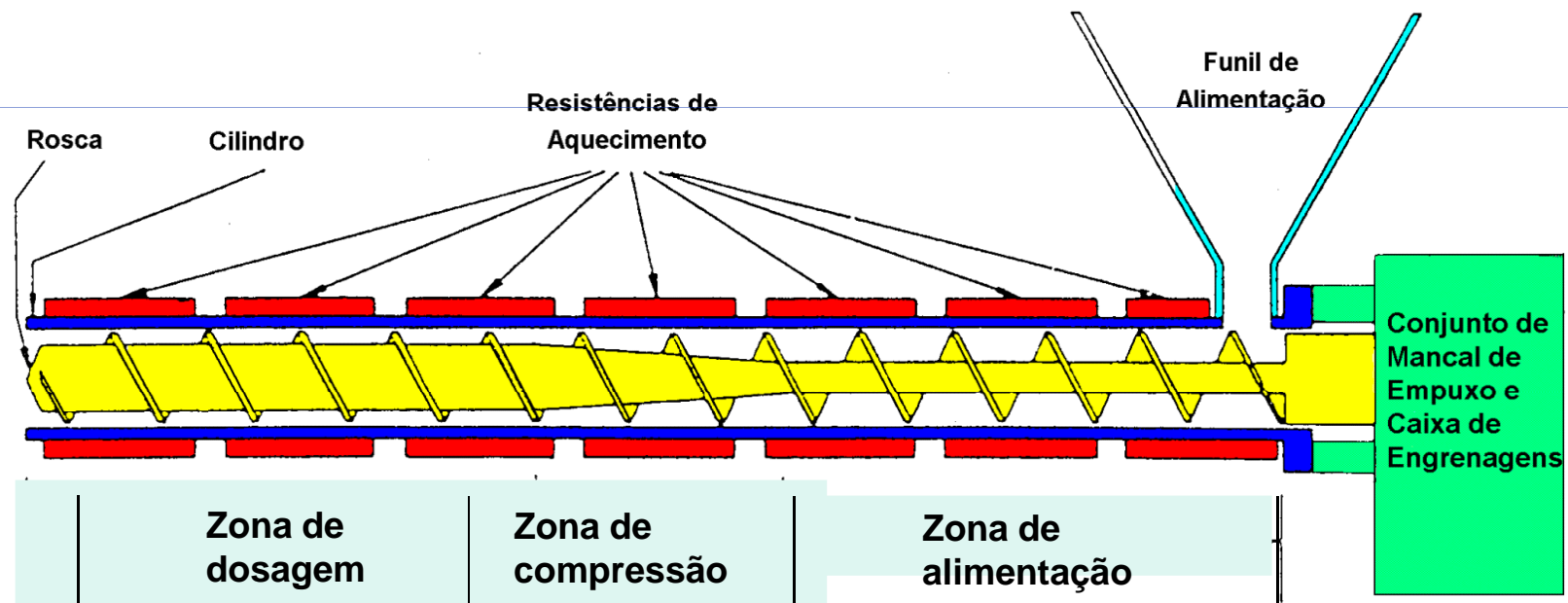


**Granulador**

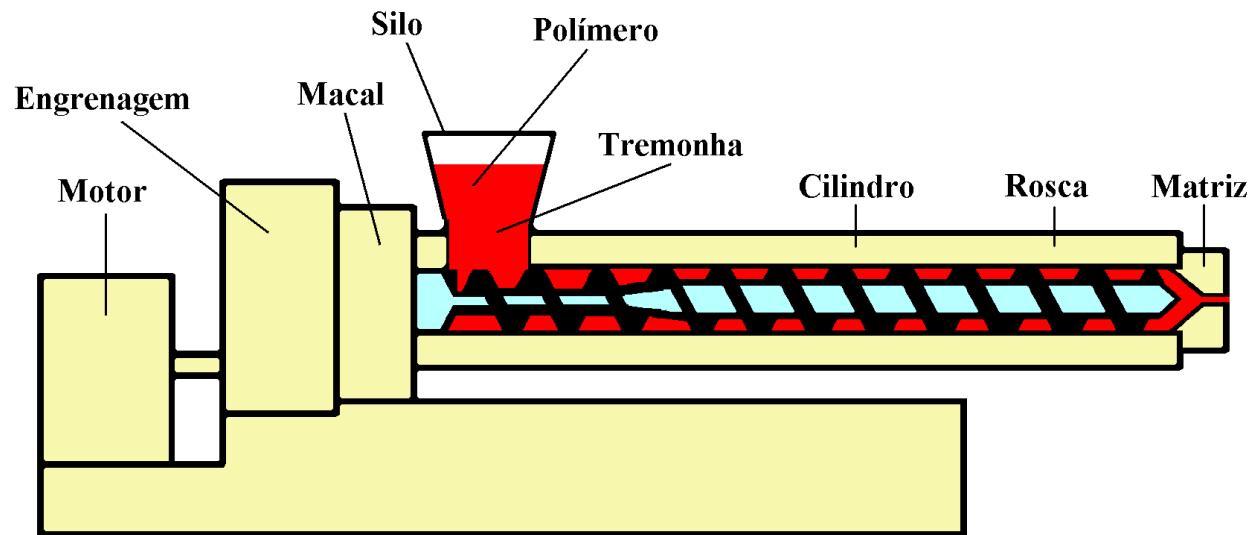
# Extrusora



*Extrusora de Rosca Simples Plastificante*







Alimentação

Transporte  
de sólidos

Fusão

Bombeamento

Para se controlar o processo de fusão deve-se obedecer as seguintes relações:

- velocidade de transporte de material na Z1 = ou > veloc.fusão, Z2
- Velocidade de fusão, Z2 = ou > velocidade de bombeamento
- Senão: trabalha em “vazio”

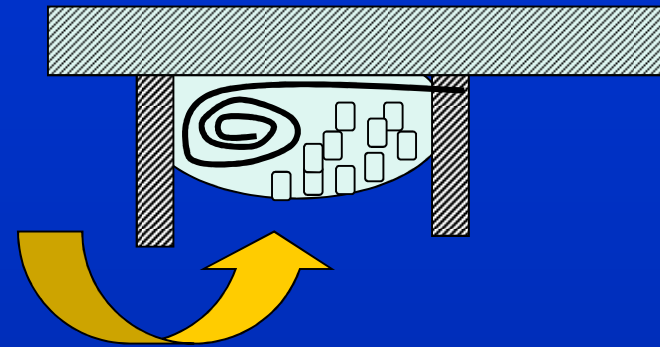
# Extrusora Plastificante

**Fusão:** material em contato com parede do cilindro é recolhido pela rosca.

Aumento de polímero fundido e mistura. Processo de compactação de material e redução da altura do filete (reduzir volume disponível para o polímero):  $\uparrow$  pressão  $\uparrow$  atrito (calor) e preenchimento total da rosca com expulsão do ar entre os grânulos.

**Zona de dosagem ou bombeamento:** zona responsável pela quantidade de material enviada para o cabeçote. (Zona de arraste: mov. para frente do fundido e Zona de restrição: corrente de retorno causada por restrições como o cabeçote e filtros.

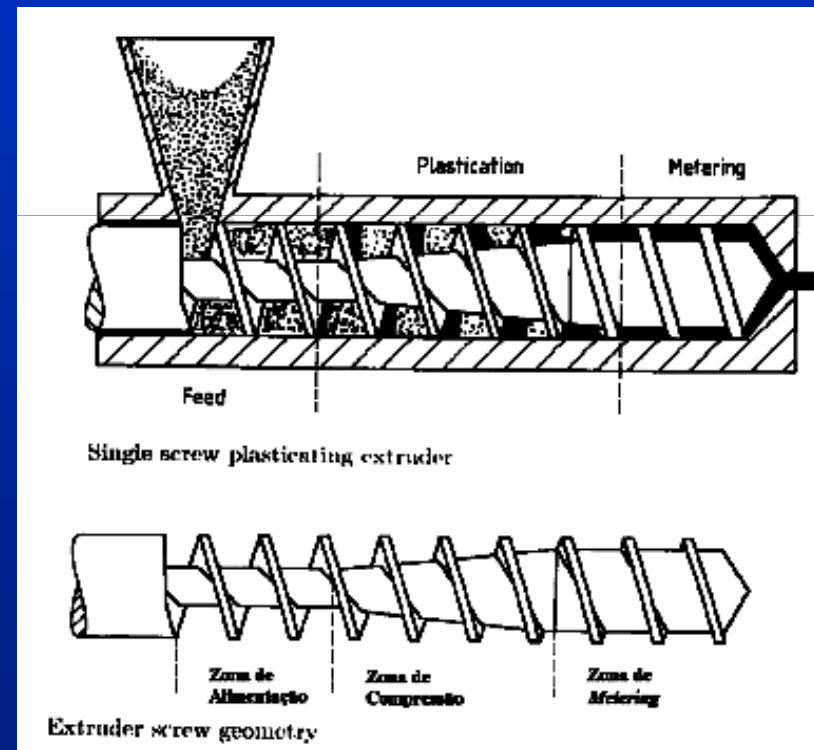
**Cabeçote ou filtros:** fluxo segue, na direção do cabeçote.



# Extrusora Plastificante

Algumas extrusoras tem também uma função de Desgaseificação:

- ✔ Zona de alimentação
- ✔ Zona de compressão
- ✔ Zona de dosagem
- ✔ Descompressão (saída de voláteis)
- ✔ Zona de Compressão
- ✔ Zona de dosagem



EXTRUDADO

EXEMPLO

FILMES



PLACAS



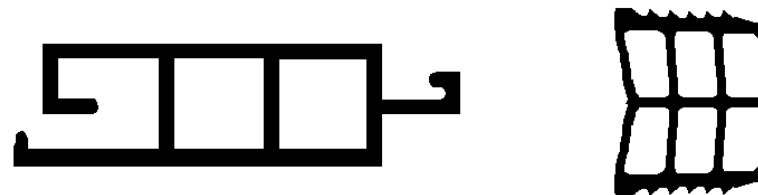
PERFIS  
FECHADOS



PERFIS  
ABERTOS



PERFIS DE  
CÂMARA  
OCA



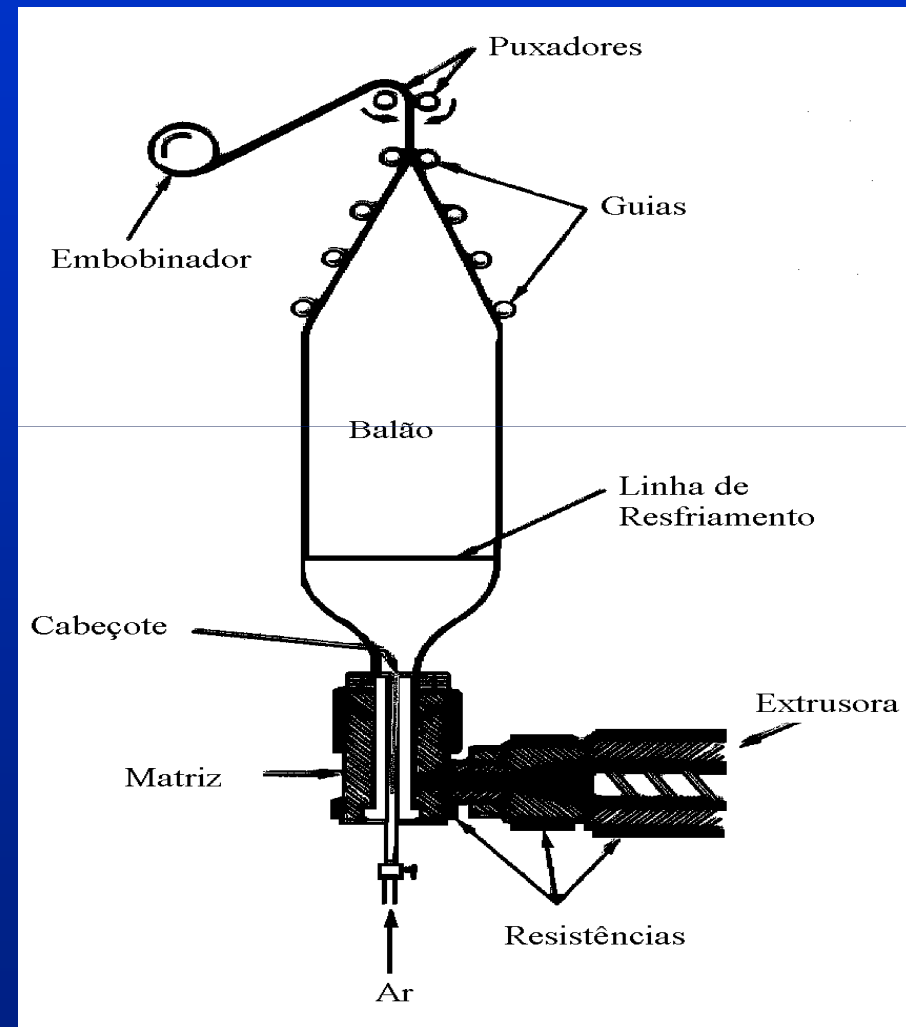
TUBOS



# Extrusão de filmes

Na extrusão de filmes e películas pelo processo tubular, o material é extrudado através de um jato de ar soprado e resfriado por outro jato de ar cuja temperatura é controlada. O filme é depois achatado entre dois roletes de tração e é bobinado.

Ex. Fabricação de sacos plásticos.



# PROCESSO DE INJEÇÃO



● Aprobado o ISO-9001 & CE-MARK  
certificado pela AMTRI VERITAS.

## Tipos de Produtos

- Máquinas de Injetoras Termo-plásticos com força de fechamento de 60 à 3000 toneladas.
- Máquinas de Injetoras Termo-fixos com força de fechamento de 60 à 220 toneladas.
- Máquinas de Injetoras Termo-plásticos Co-Injeção com força de fechamento de 140 à 220 toneladas.
- Máquinas de Injetoras Termo-plásticos tipo Sandwich com força de fechamento de 110 à 260 toneladas.
- Máquinas de Injetoras Termo-plástico para PET-Preforma com força de fechamento de 140 à 320 toneladas.



AUTO MODEL FT-90



AUTO MODEL FT-180



AUTO MODEL FT-420



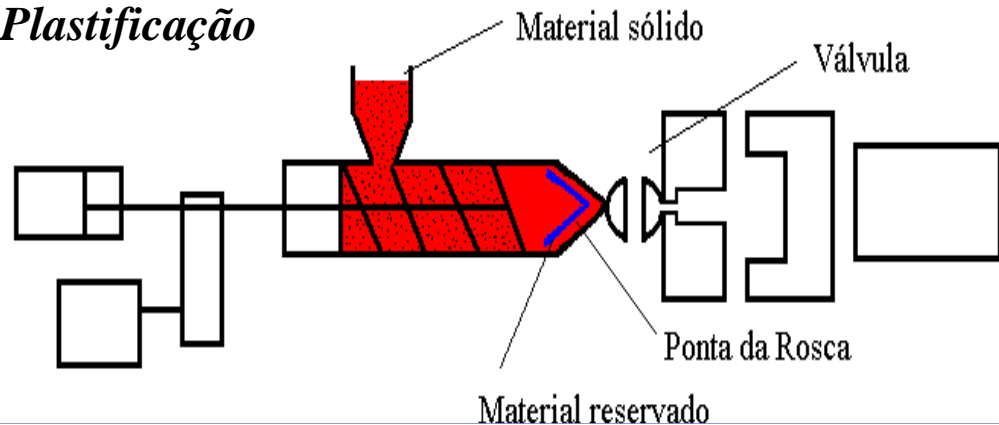
AUTO MODEL HT-860



AUTO MODEL FCS-3000

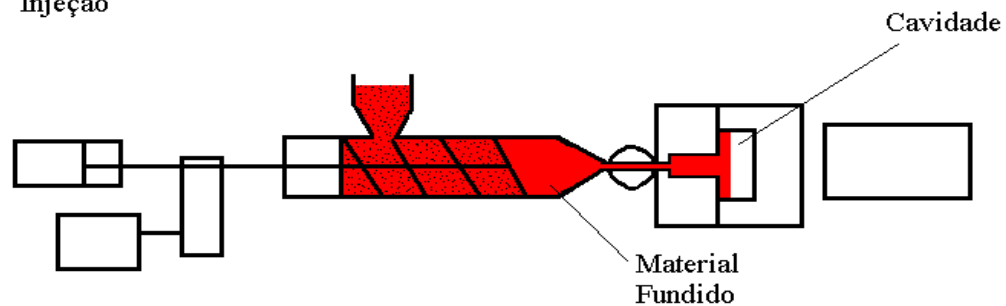
# Moldagem por injeção

## Plastificação



Durante a plastificação o material é transportado da tremonha até a frente da rosca.

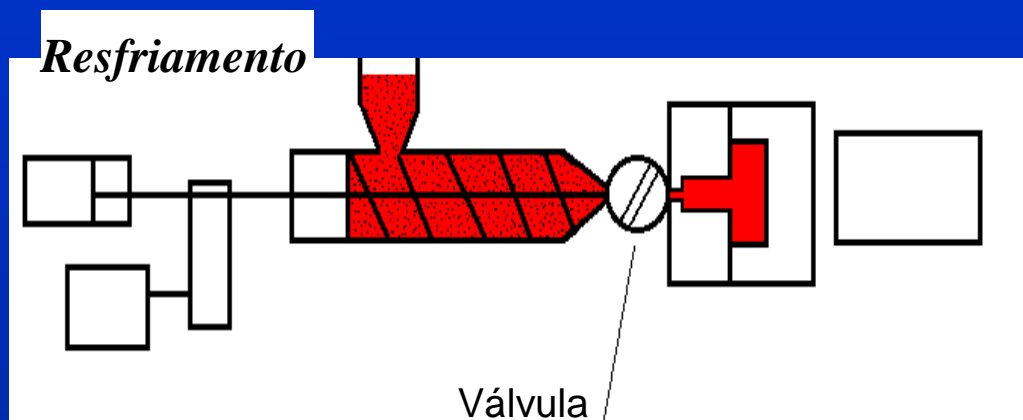
## Injeção



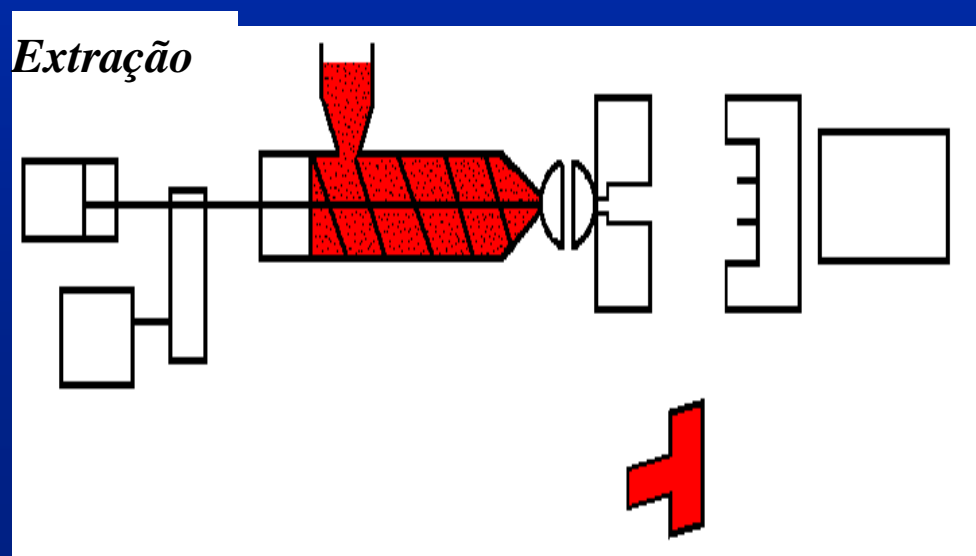
- O molde é fechado, a válvula é aberta e o polímero é empurrado para dentro do molde pela rosca que serve de êmbolo.

- Após a injeção, uma grande pressão é aplicada para compensar a retração dimensional no molde por resfriamento. Esta pressão é chamada pressão de recalque.

# Moldagem por injeção



O polímero resfria-se dentro do molde até uma temperatura abaixo da  $T_g$  (polímeros amorfos) ou abaixo da  $T_f$  (polímeros semicristalinos).



- Objeto solidificado é extraído do molde com pinos extratores
- Um novo ciclo pode começar.



*Moldagem de uma pré-forma num molde*

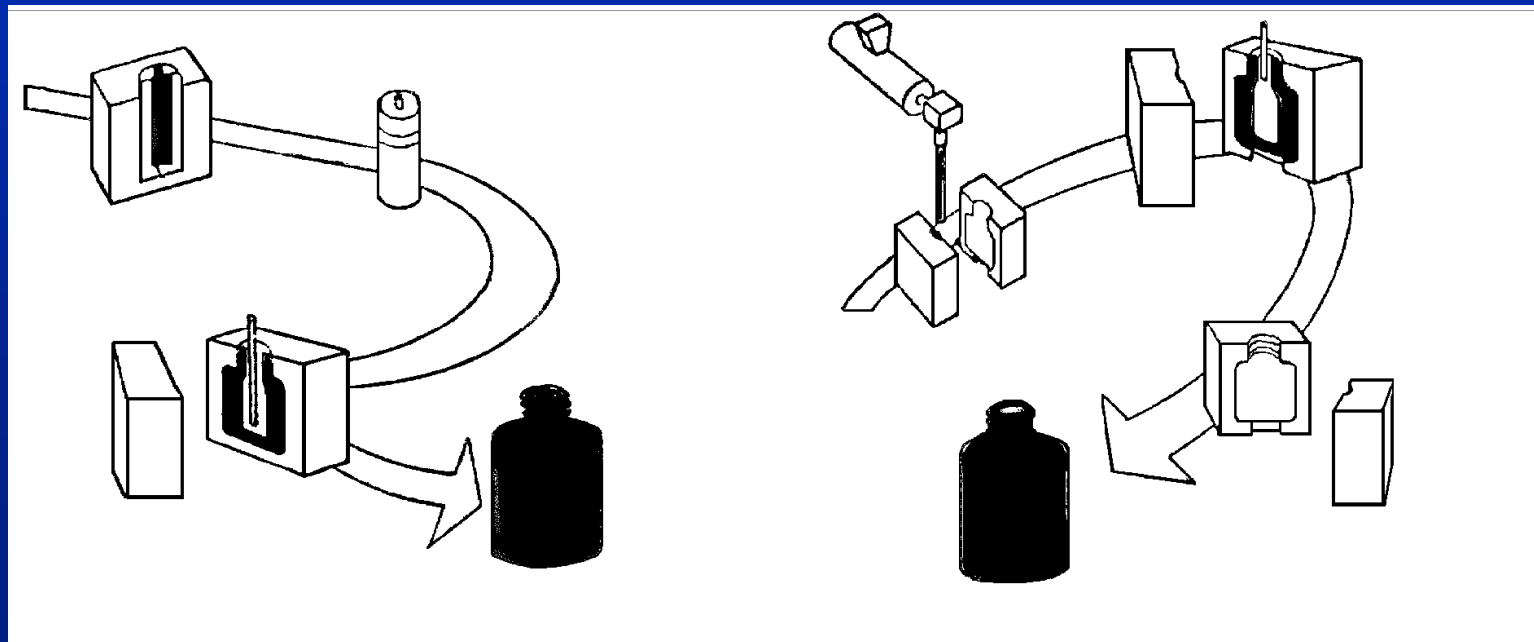
## Sopro

Consiste na expansão de um tubo aquecido (núcleo) por meio da injeção de ar até que ele entre em contato com o molde e resfrie.

O núcleo é formado por injeção ou extrusão no interior de um molde bipartido.

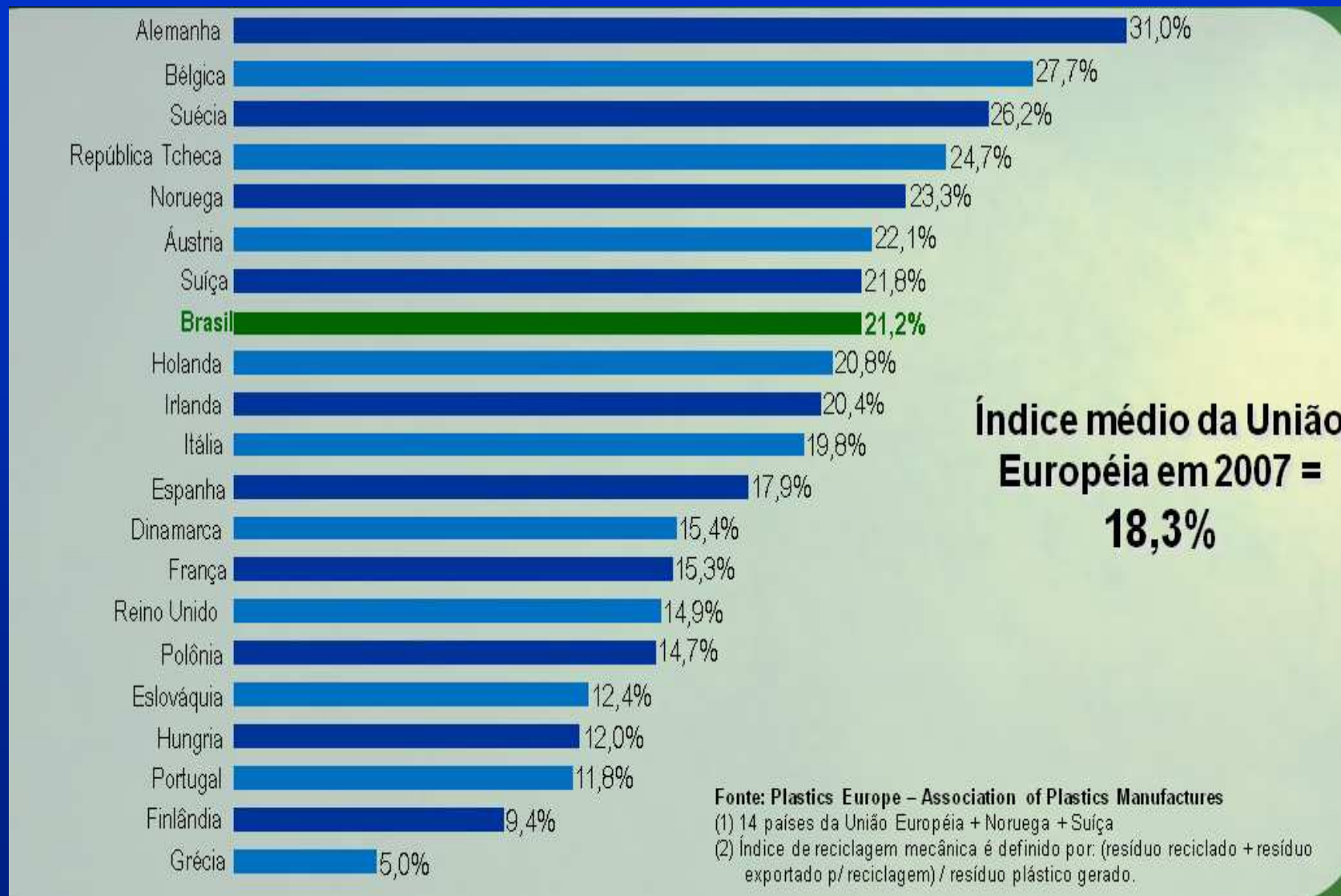
Uma vez frio, o molde é aberto e o recipiente produzido é retirado.

Serve para produzir recipientes.



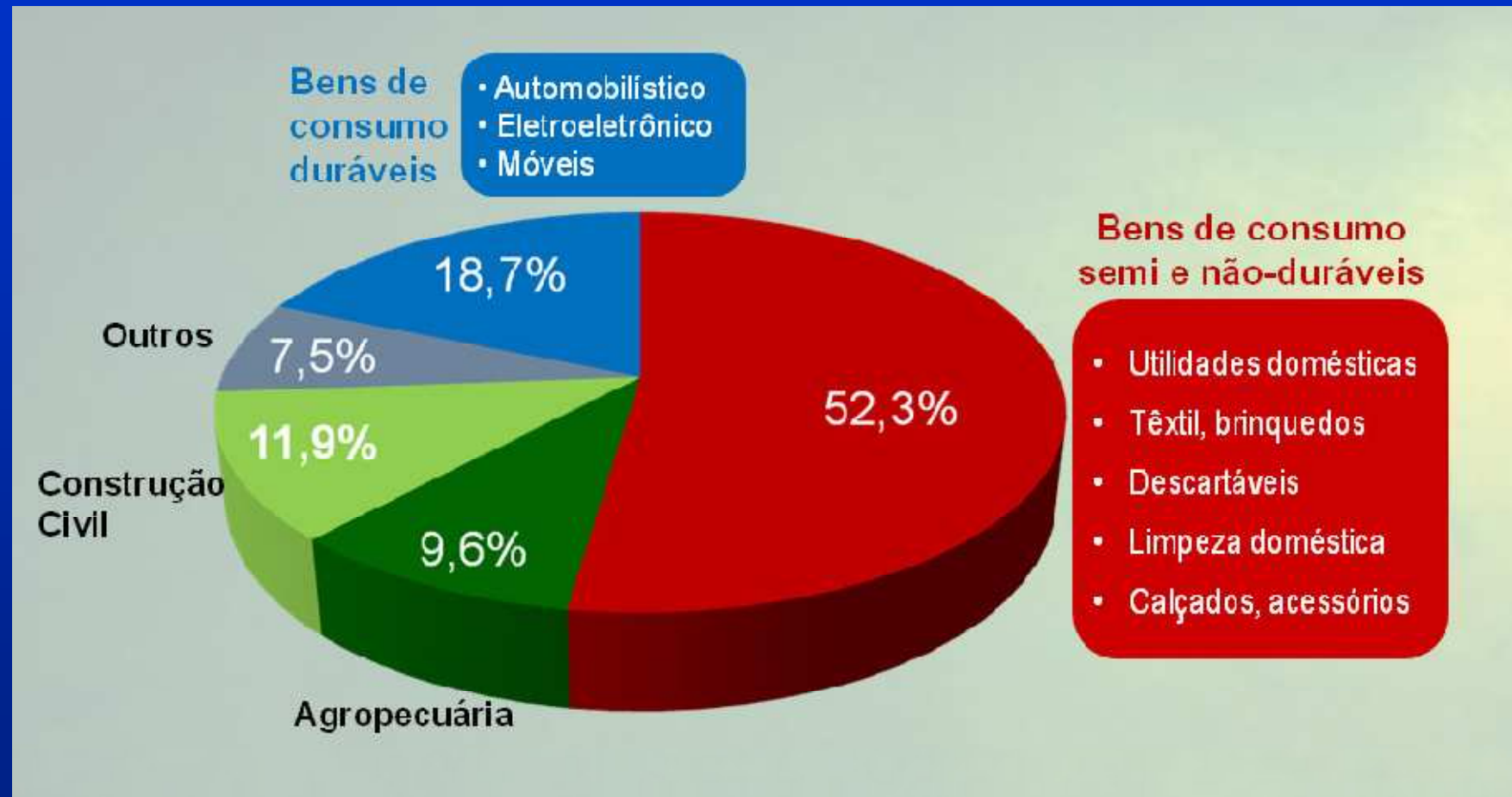
*Exemplo de fabricação de uma garrafa usando a técnica do sopro.*

# Reciclagem Mecânica (pós-consumo)



Fonte: Plastvida.

# Distribuição do Segmento de Mercado de Plástico no BRASIL



Fonte : Plastvida Ano base: 2007

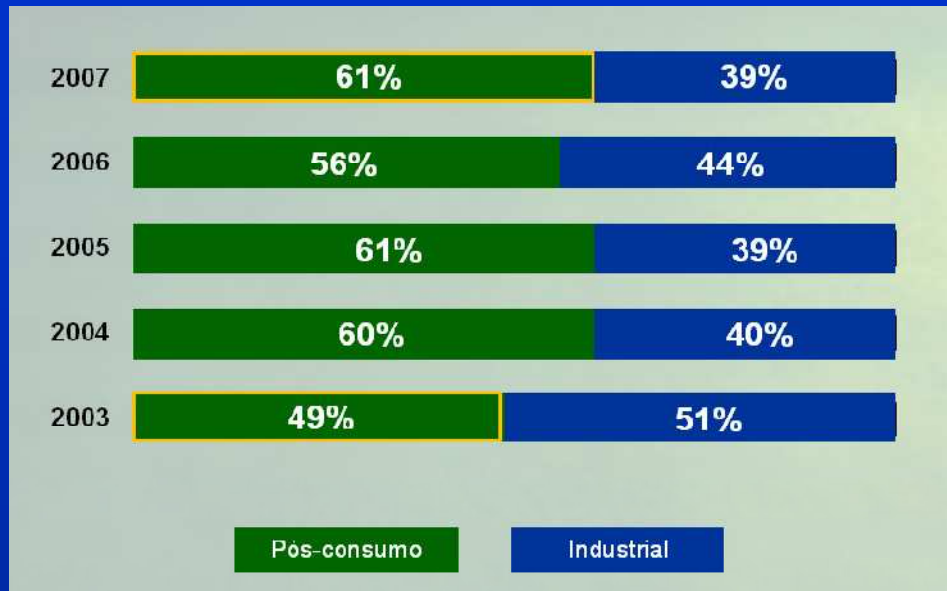
# Reciclagem mecânica no Brasil



# Reciclagem mecânica no Brasil

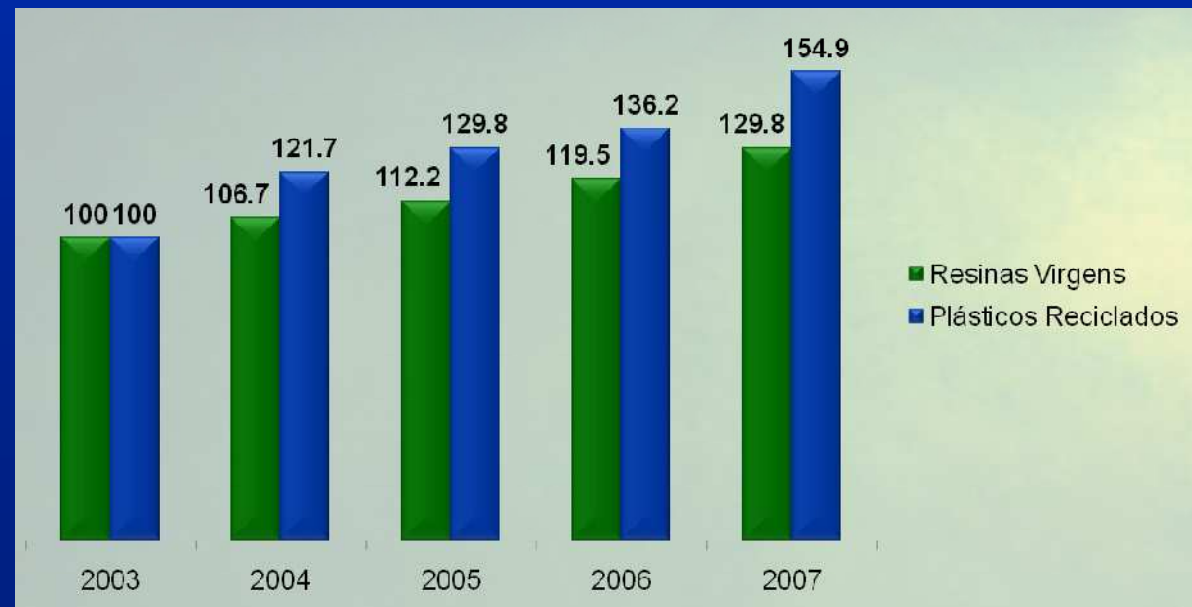


# Reciclagem mecânica no Brasil










Reciclagem de plásticos: pós-consumo e resíduo industrial

Consumo de resina virgem e reciclada (BRASIL)



# Aplicação para material reciclado (mecânico) no Brasil

Resina	Aplicação	Reciclagem
 1 PET	Garrafas para refrigerante, água, óleo comestível, molho para salada, anti-séptico bucal, xampu	Fibra para carpete, tecido, vassoura, embalagem de produtos de limpeza, acessórios diversos
 2 PEAD	Garrafas para iogurte, suco, leite, produtos de limpeza, potes para sorvete, frascos para xampu	Frascos para produtos de limpeza, óleo para motor, tubulação de esgoto, conduíte
 3 PVC	Filmes estiráveis, berços para biscoitos, frascos para anti-séptico bucal, xampu, produtos de higiene pessoal, <i>blister</i>	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto, cones de tráfego, cabos
 4 PEBD	Filme encolhível, embalagem flexível para leite, iogurte, saquinhos de compras, frascos <i>squeezable</i>	Envelopes, filmes, sacos, sacos para lixo, tubulação para irrigação
 5 PP	Potes para margarina, sorvete, tampas, rótulos, copos descartáveis, embalagem para biscoitos, xampu	Caixas e cabos para bateria de carro, vassouras, escovas, funil para óleo, caixas, bandejas
 6 PS	Copos descartáveis, pratos descartáveis, pote para iogurte, bandejas, embalagem para ovos, acolchoamento	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório, bandejas
 7 OUTROS	Embalagem multicamada para biscoitos e salgadinhos, mamadeiras, CD, DVD, utilidades domésticas	Madeira plástica, reciclagem energética

# Fatores que impulsionam a Reciclagem Mecânica

- Custo da separação, coleta, transporte, armazenamento e preparação do resíduo, antes do processamento
- Quantidade de material disponível
- Proximidade da fonte geradora com o local onde o material será reciclado
- Custo do processamento do produto
- Características e aplicações do produto resultante
- Demanda do mercado de material reciclado



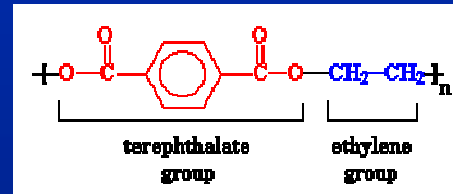
# Como melhorar o índice de reciclagem no Brasil

- A federação e os estados devem legislar em favor da reciclagem
- Os municípios devem coletar 100% do lixo urbano e organizar esquemas de coleta seletiva
- Tirar os trabalhadores dos lixões, trazendo - os para cooperativas organizadas
- As indústrias devem investir em informação e tecnologia
- Desenvolver os mercados para os produtos reciclados
- Levar ao público o conhecimento sobre a reciclabilidade dos materiais

# Desenvolvimentos tecnológicos

## Reciclagem química do PET:

adesivo poliuretânico (diols(**HO-R-OH**) combinados com diisocianatos (**NCO-R'-NCO**) para ser aplicado na colagem das diferentes camadas de filmes que compõem as embalagens flexíveis, empregadas para acondicionar alimentos como batata frita e salgadinhos (Unicamp)



**Reciclagem de embalagens Tetrapak:** 5% de alumínio, 20% de plástico (PE) e 75% de papel

<http://www.youtube.com/watch?v=JSSjtut9pdU>

<http://www.youtube.com/watch?v=LW-ySmlV3c8&feature=related>



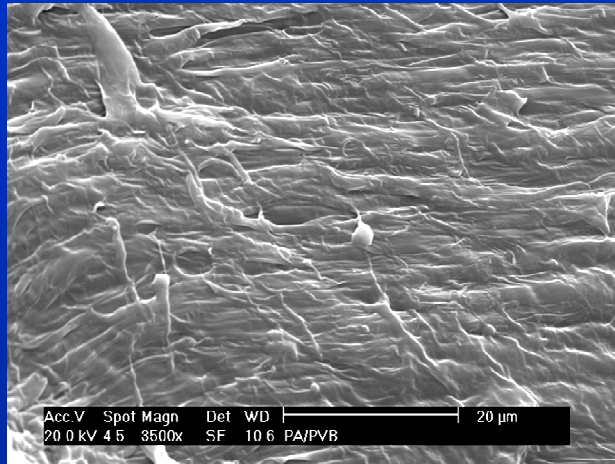
PP e PE metalizado

# Desenvolvimentos tecnológicos

Reciclagem mecânica:

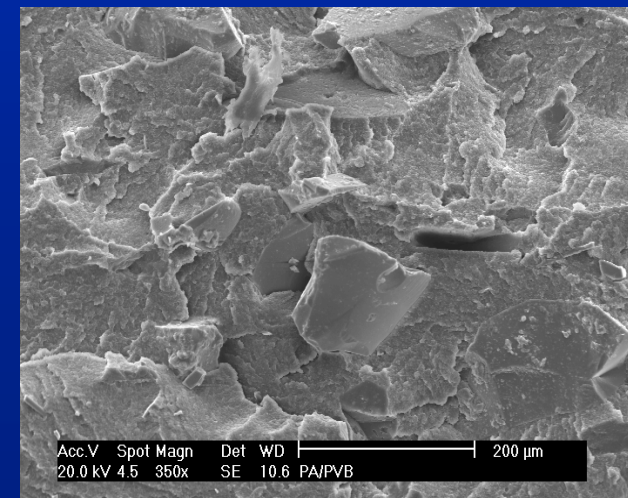


# Desenvolvimentos tecnológicos

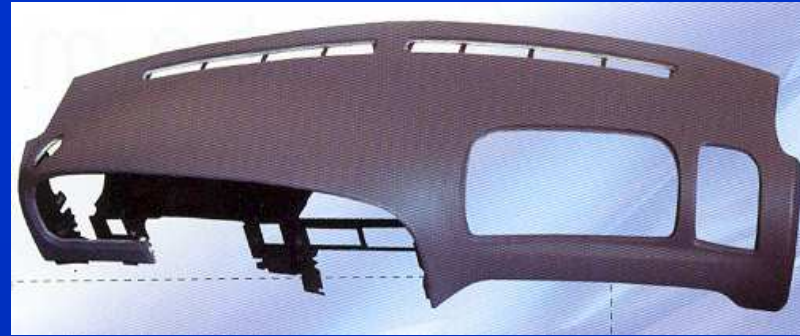


Propriedade	PA-6 / borracha	PA-6 / borracha	PA-6 / borracha / carga mineral
Módulo de elasticidade	1000	500	2500
Resistência à tração no ponto de escoamento (MPa)	39	34	45
Resistência ao impacto Izod com entalhe (kJ/m <sup>2</sup> )	82	80	7
Temperatura de fusão (°C)	222	222	222

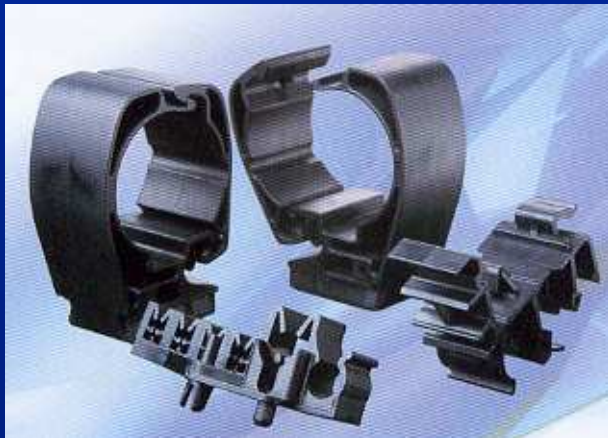
Propriedade	PA-6 / PVB R1 (60:40) 1E	PA-6 / PVB R2 (60:40) 1E	PA-6 / PVB (80:20) + vidro 1E
Módulo de elasticidade	1091	1136	2178
Resistência à tração no ponto de escoamento (MPa)	37	36	36
Resistência ao impacto Izod com entalhe (kJ/m <sup>2</sup> )	103	99	28
Temperatura de fusão (°C)	221	220	221



## PA-6 / filme de PVB



## PA-6 / filme de PVB + vidro particulado



# Desenvolvimentos tecnológicos

## MADEIRA PLÁSTICA

Material plástico que apresenta propriedades finais semelhantes à madeira

Projeto nacional, utiliza embalagens descartadas como fonte de matéria-prima: o PEAD.

Contém farinha de madeira ou fibra de madeira (até 50%) dispersa em matriz polimérica

PE é o polímero mais utilizado, seguido de PP, PVC e PS



# Desenvolvimentos tecnológicos

## MADEIRA PLÁSTICA

- Coleta e separação das embalagens
  - Moagem
  - Extrusão do perfil
  - Resfriamento
  - Acabamento
- 
- Processamento: os aditivos e a farinha de madeira, ou fibra de madeira, são misturados ao polímero fundido (fusão delimitada a 200-220°C). Depois se obtém o perfil através da passagem da massa por um molde



# Desenvolvimentos tecnológicos

## MADEIRA PLÁSTICA



- Vendas em 2007 superiores a US\$ 5 bi (EUA)
- 66% destinados a construção de decks e cercas, 30% voltada para janelas e portas
- Mercado fora dos EUA e Europa é muito pequeno ainda



**Consultar:**

**[institutodopvc/reciclagem/200.htm](http://institutodopvc/reciclagem/200.htm)**

**[ticiane.valera@poli.usp.br](mailto:ticiane.valera@poli.usp.br)**

**[hwiebeck@usp.br](mailto:hwiebeck@usp.br)**

# Bibliografia consultada

PMT-2100 Introdução à Ciência dos Materiais para Engenharia

<http://www.plastivida.org.br/2009/Default.aspx>

Márcia Aparecida da Silva Spinacé, Marco Aurelio De Paoli, *Quim. Nova*, Vol. 28, No. 1, 65-72, 2005.

Ana Magda Piva e Hélio Wiebeck, *Reciclagem do plástico*, Editora Artliber, 2004.

Sara Hulse, *Plastics product recycling*, Rapra Technology, 2000.

WOOD PLASTIC COMPOSITE (WPC)