



Departamento de Engenharia de Materiais (SMM)
Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)
Universidade de São Paulo (USP)

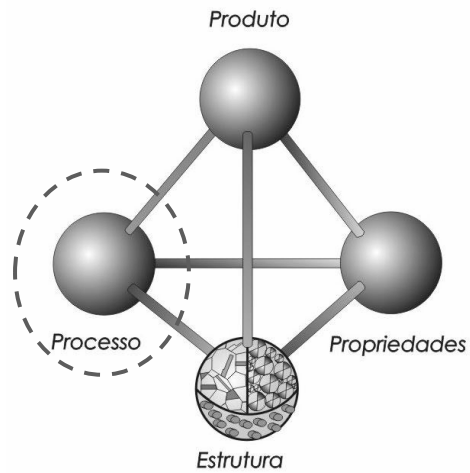
SMM0315 – Processamento de Materiais IX: Polímeros

Docente: Marcelo A. Chinelatto

Fevereiro – Julho de 2025

1

Ciência e Engenharia dos Materiais



2

TERMOPLÁSTICOS, ELASTÔMEROS E TERMOFIXOS (OU TERMORRÍGIDOS)

◦ **Termoplásticos:** polímeros com capacidade de amolecer e fluir quando sujeito a um aumento de temperatura e pressão. Quando retirado dessas condições, o polímero solidifica em um produto sólido, com forma definida. Com a aplicação repetida de temperatura e pressão, o polímero volta a amolecer e a fluir

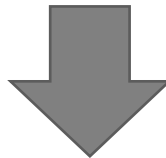
Elastômeros: polímero que na temperatura ambiente pode sofrer grande deformação (três vezes ou mais o seu comprimento inicial) repetidas vezes. Uma vez removido o esforço, retorna rapidamente ao seu tamanho original.

Termorrígidos ou Termofixos: polímero que com o aquecimento, sofre um amolecimento inicial seguido de um processo de cura ao final do qual torna-se rígido. Uma vez curado, o polímero torna-se infusível e insolúvel, não amolecendo mais quando aquecido.

3


Processamento de Polímeros

- **Termoplásticos**
- Elastômeros**
- Termofixos ou Termorrígidos.**



diferentes classes – diferentes processos


4



Isso nos traz um problema quanto a abordagem da disciplina.

- uma abordagem mais superficial, porém abrangente ou
- uma abordagem profunda sobre alguns processos mais comuns.

5



Isso nos traz um problema quanto a abordagem da disciplina.

- uma abordagem mais superficial, porém abrangente ou
- uma abordagem profunda sobre alguns processos mais comuns.

6

Processamento de Materiais IX: Polímeros – SMM0315

□ Programa

Introdução ao Processamento de Polímeros

Revisão sobre Termoplásticos, Termofixos e Elastômeros
 Reologia de Polímeros – Análise de Fluxo em Processos de Transformação
 Elasticidade dos Polímeros Fundidos (Inchamento do Extrudado, Pele de
 Cação e Fratura do Fundido)

Fundamentos de Extrusão de Termoplásticos

Introdução ao Processo de Extrusão
 Extrusoras de Rosca Simples
 Princípios Gerais
 Equação de Fluxo em Extrusoras Rosca Simples
 Extrusão com Roscas Duplas
 Princípios de Extrusão com Roscas Duplas
 Tipos de Extrusoras
 Características dos Elementos de Rosca (Elementos de
 Transporte e Mistura)
 Processos Baseados em Extrusão
 Filmes Planos e Tubulares
 Perfis
 Extrusão Reativa
 Coextrusão

7

Processamento de Materiais IX: Polímeros – SMM0315

Moldagem por Injeção de Termoplásticos

Princípios Gerais
 Funcionamento
 Unidade de Injeção: Rosca Recíproca e Tipo Pistão
 Partes do Molde: Canais de Alimentação, Resfriamento e
 Fechamento
 Ciclo de Injeção
 Fluxo na Cavidade do Molde

Outros Processos de Transformação de Aplicados a Termoplásticos

Conformação por Sopros
 Termoformagem
 Rotomoldagem
 Fiação

Processamento de Elastômeros

Estruturas Químicas dos Elastômeros
 Processo de Vulcanização
 Medidas de Processabilidade e Cura
 Calandragem
 Extrusão
 Injeção
 Compressão

8

□ Bibliografia

- 1) Manrich, S. – “*Processamento de Termoplásticos*”, Artliber, 431 p.
- 2) Bretas, R.E.S; D’Ávila, M.A. – “*Reologia de Polímeros Fundidos*”, Edufscar, 257 p.
- 3) Tadmor, Z.; Gogos, C.G. – “*Principles of Polymer Processing*”, 2nd Ed. Wiley-Interscience, 961 p.
- 4) Crawford, R.J. – “*Plastics Engineering*”, 3rd Ed., Elsevier Science, 505 p.
- 5) Brydson, J.A. – “*Flow Properties of Polymer Melts*”, 2nd ed. George Godwin Ltda., in association with The Plastics and Rubber Institute, Great Britain, 1981.
- 6) Canevarolo JR., S. V. – “*Ciência dos Polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros*”, Artliber Editora; São Paulo; 2002.
- 7) Widi, R.H., Maier, C. – “*Understanding Compounding*”, Hanser, 1998.
- 8) Whelan, T.; Dunning, D. – “*The Dynisco Extrusion Processors Handbook*”, 1st Ed. 1988.
- 9) Billmeyer, F.C. – “*Textbook of Polymer Science*”, Wiley; 3rd Ed. 1984, 578 p.

9

Calendário Acadêmico 2025 1º Semestre

Fevereiro

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

Março

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Abril

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Mai

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Junho

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Julho

SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

	Início e Fim de Semestre		Ferriados		Avaliações		Visita Técnica
--	--------------------------	--	-----------	--	------------	--	----------------

10

☐ Avaliações

$$\text{Nota Final} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

☐ Avaliações

1ª Avaliação – 06/05

2ª Avaliação – 24/06

Não haverá prova substitutiva.

11

☐ Recuperação

1) Todo conteúdo da disciplina

2) A nota final (MF) do aluno que realizou provas de recuperação dependerá da média do semestre (MS) e da média das provas de recuperação (MR), como segue:

$$\text{MF} = 5 \text{ se } 5 \leq \text{MR} \leq (10 - \text{MS})$$

$$\text{MF} = (\text{MS} + \text{MR}) / 2 \text{ se } \text{MR} > (10 - \text{MS})$$

$$\text{MF} = \text{MS} \text{ se } \text{MR} < 5$$

3) O período de recuperação das disciplinas deve se estender do início até um mês antes do final do semestre subsequente ao da reprovação do aluno em primeira avaliação.

12

Visita Técnica – 2025

PLÁSTICO BRASIL
FEIRA INTERNACIONAL DO PLÁSTICO

Próxima edição: 24 a 28 de março de 2025
10h às 19h | São Paulo Expo
Rodovia dos Imigrantes - KM 1,5

Home A Feira Visitar Expor Imprensa Soluções Digitais Contato Plástico Brasil Xperience **CRENCIAMENTO**

PLÁSTICO BRASIL
FEIRA INTERNACIONAL DO PLÁSTICO
Está chegando a 4ª Edição
A melhor de todos os tempos!

24-28
MAR 2025
SÃO PAULO EXPO

CRENCIAMENTO ABERTO

INSCREVA-SE
GRÁTUITAMENTE

13

Visita Técnica – 2025

Observações Importantes

1. Realizar o credenciamento para a feira com antecedência. Não deixar para realizar o credenciamento no dia da visita.
2. **Item 1.8. do Credenciamento:** É proibida a entrada de pessoas trajando: bermuda, boné, chinelo ou regata.
3. Respeitar os horários estabelecidos.

14