

Lista de Exercícios**Materiais Poliméricos**

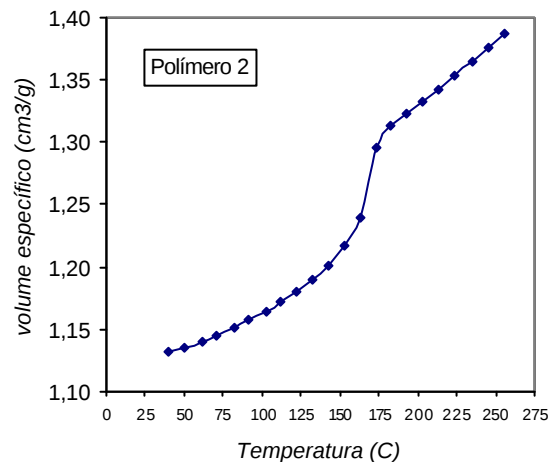
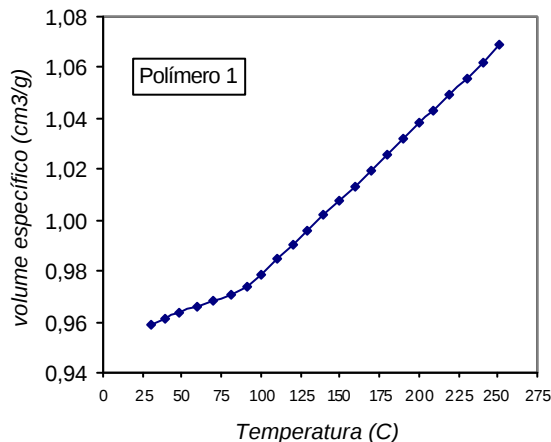
1. Curvas tais como $C_p=f(T)$, $n=f(T)$, $\rho=f(T)$, onde C_p é a capacidade calorífica, n o índice de refração, ρ a densidade e T a temperatura, sofrem descontinuidade nas temperaturas de transição de um polímero : T_g para polímero amorfo e T_g e T_m para polímero semi-cristalino, onde T_g é a temperatura de transição vítrea e T_m é a temperatura de fusão cristalina. Conseqüentemente, se o volume específico de um polímero, $v_{sp}=1/\rho$, é medido em função da temperatura, será possível avaliar suas temperaturas de transição.

Utilizando-se um dilatômetro ao mercúrio é possível medir o volume específico de um polímero. Basicamente um dilatômetro ao mercúrio consiste de uma bureta modificada (1), na qual pode ser acoplada uma célula arredondada de vidro (2) descartável dentro da qual é colocado o polímero a ser estudado.

Num ensaio de dilatometria, a célula (na qual se acha o polímero) é preenchida com mercúrio, e coloca-se um pouco mais de mercúrio para que ele entre no capilar da bureta, marcando uma certa graduação que é assumida como sendo o “zero” do ensaio.

O conjunto total (bureta+célula+polímero+mercúrio) é imerso num banho de óleo que é aquecido lentamente. Sob o efeito da temperatura, o conjunto tanto o polímero, quanto o mercúrio se dilatam, o resultado final é a subida do nível do mercúrio na bureta (o aumento do nível do mercúrio é a resultante da dilatação de ambos, polímero e mercúrio).

São apresentados a seguir resultados de ensaios de dilatometria de dois polímeros, na forma de gráficos de volume específico de polímero contra a temperatura.



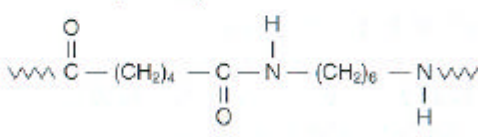
De posse desses resultados, pede-se:

- Identificar os tipos de transição que sofrem cada um dos polímeros assim como as temperaturas de transição. Identificar a estrutura dos dois materiais na temperatura ambiente: cristalino, semi-cristalino, amorfo.
- Considerando os valores fornecidos na Tabela 1 abaixo, identificar os dois polímeros.
- Fazer um desenho esquemático da microestrutura dos dois polímeros, quando vista em microscópio óptico.

Tabela 1 : Valores de T_g e T_m de vários polímeros

Polímero	T_g	T_m
Poliestireno	100°C	-
Policarbonato	145°C	-
Polipropileno	-13°C	170°C
Polietileno (baixa densidade)	-130°C	125°C
Polietileno (alta densidade)	-125°C	140°C
Nylon 6	40°C	220°C

2. Calcule o grau de polimerização do PA-6.6 (Poli(hexametileno-adipamida) ou nylon-6,6) que apresenta massa molar de $1,2 \times 10^5$ g/mol. Na síntese de uma tonelada desse polímero, quanta água necessitaria ser evaporada se fosse desejado que o polímero resultante estivesse totalmente isento de água?

Fibras de importância industrial: Poli(hexametileno-adipamida) (PA-6.6)	
Monômeros	$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$ Ácido adipico (sólido); p.f.: 152°C
	$\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$ Hexametileno-diamina (sólido); p.f.: 40°C
Polímero	Poli(hexametileno-adipamida) 
Preparação	• Policondensação em massa.

3. Na tabela abaixo são apresentados dados relativos à distribuição de massas molares determinada em um polímero. Calcule os seguintes valores, relativos a esse polímero: (a) da massa molar numérica média (*number average molecular weight*); (b) da massa molar ponderada média (*weight average molecular weight*); (c) da polidispersão.

Faixa de massas molares (g/mol)	Massa média M_i	Fração x_i	Fração w_i
0-5.000	2.500	0,02	0,01
5.000-10.000	7.500	0,08	0,05
10.000-15.000	12.500	0,11	0,07
15.000-20.000	17.500	0,19	0,23
20.000-25.000	22.500	0,23	0,28
25.000-30.000	27.500	0,25	0,22
30.000-35.000	32.500	0,08	0,10
35.000-40.000	37.500	0,03	0,03
40.000-45.000	42.500	0,01	0,01

4. As densidades e as cristalinidades percentuais associadas para dois materiais feitos em PTFE (politetrafluoroetileno) são dadas na tabela abaixo.

- Calcule as densidades do PTFE totalmente cristalino e do PTFE totalmente amorfo.
- Determine o percentual de cristalinidade de uma amostra que possui uma densidade de $2,26 \text{ g/cm}^3$.

Densidade (g/cm^3)	Cristalinidade (%)
2,144	51,3
2,215	74,2

<i>Exercícios Extras</i>	<i>Materiais Poliméricos</i>
--------------------------	------------------------------

E1. Responda as questões abaixo, justificando as suas respostas.

- a) É possível triturar e reciclar uma peça feita do polímero fenol-formaldeído (que é um polímero termofixo)?
- b) É possível triturar e reciclar uma peça feita de polipropileno (que é um polímero termoplástico)?

E2. Você utiliza o polímero cujo valor de polidispersão, determinado de forma análoga ao descrito no exercício 3 desta lista, é igual a 2,00. Num determinado lote de material enviado para a sua empresa por um fornecedor, a polidispersão determinada pelo laboratório de controle de qualidade da sua empresa identificou um valor de polidispersão no polímero igual a 3,50. Você recusou o lote, mas precisa emitir um relatório para a sua gerência. Explique o que poderia ter acontecido no lote para que o valor da polidispersão tenha aumentado.