

Disciplina SMM-0194 – Engenharia e Ciência dos Materiais II

Prática nº 1 – Identificação de Polímeros

Objetivo: Identificar amostras de materiais poliméricos por meio do uso de técnicas laboratoriais simples.

Introdução: Os polímeros podem ser identificados por meio de diversas técnicas, desde testes mais simples como teste de chama, análise visual e sensitiva até o uso de técnicas mais sofisticadas como, por exemplo, espectroscopia de infravermelho, ressonância magnética nuclear e difração de raio-X. Nesta aula prática realizaremos a identificação de alguns polímeros por meio de testes simples e amplamente acessíveis.

Técnicas Preliminares Simples para Identificação

A maioria dos polímeros comumente utilização pode ser identificada por meio de códigos impresso nos objetos com eles produzidos. No anexo II são apresentados os respectivos códigos para classificação de polímeros comerciais de ampla utilização. Esses códigos foram criados com o objetivo de facilitar a reciclagem. Contudo, quando não é fornecida a informação sobre qual o tipo de polímero se trata, é necessário identificar o material por meio de testes laboratoriais ou mesmo por meio de testes simples. Exemplos de materiais e aplicações são as garrafas para refrigerantes produzidas em tereftalato de polietileno ou poli(etileno tereftalato) (PET); plásticos utilizados para recipientes, tais como embalagens de leite são geralmente de polietilenos de alta densidade (HDPE); Garrafas utilizadas para xampus ou materiais de limpeza são normalmente feitas a partir do cloreto de polivinila (PVC); Sacos plásticos e alguns envoltórios de plástico são geralmente fabricados com polietileno de baixa densidade (LDPE).

Na presente prática iremos identificar alguns materiais através do uso de técnicas simples, tais como densidade, comportamento quando exposto à chama e à água quente e solventes. A Tabela 1 apresenta uma relação de vários polímeros de grande utilização e suas características que podem ser empregadas na sua identificação.

Tabela 1 - Identificações Preliminares de alguns plásticos.

Polímero	Aparência	Rigidez	Superfície	Teste de Chama	Observações	Odor	PF (°C)	Densidade
PEBD	Transparente/ translúcido	Flexível	Ceroso	Azul, vértice amarelo	Goteja como vela	Odor de vela	105	0,89-0,93
PEAD	Transparente/ translúcido	Flexível	Ceroso	Azul, vértice amarelo	Goteja como vela	Odor de vela	130	0,94-0,98
PP	Transparente/ translúcido	Semirrígido	Ceroso	Amarela, crepita ao queimar, fumaça fuliginosa	Goteja como vela	Odor agressivo	165	0,85-0,92
ABS	Opaco	Semirrígido	Opaca	Amarela, crepita ao queimar, fumaça fuliginosa	Amolece e goteja	Monômero de estireno	230	1,04-1,06
PS	Transparente	Rígido	Vítrea	Amarela com base azul, fumaça neutra	Amolece e goteja, carboniza completamente	Adocicado	-	0,98-1,10
POM	Opaco	Semirrígido	Vítrea	Azul, sem fumaça com centelha	Amolece e borbulha	Monômero de estireno	130	1,08
PET	Transparente	Semirrígido	Vítrea	Amarela, fumaça mais centelha	-	Manteiga rançosa	180	1,15-1,25
PVC-U	Transparente	Semirrígido	Vítrea	Amarela, vértice verde	Chama auto extingüível	-	127	1,34-1,37
PVC-P	Transparente	Flexível	Vítrea	Amarela, vértice verde	Chama auto extingüível	Odor de cloro	150	1,19-1,35
PTFE	Opaco	Flexível	Vítrea	NÃO REALIZAR Amarela, deforma-se	Chama auto extingüível	PERIGO!!! Nenhum	205 327	2,15-2,20
PU	Opaco	Flexível/ semirrígido/ rígido	-	NÃO REALIZAR Amarela com base azul	Goteja, fumaça preta	PERIGO!!! Picante, azedo	-	1,12-1,25
PA66	Translúcido	Semirrígido	Vítrea	Azul, vértice amarelo, centelhas, difíceis de queimar	Formam bolas na ponta	Pena ou cabelo queimado	260	1,12-1,16

Testes para Análise de Polímeros:

Densidade: A densidade pode ser determinada por meio do cálculo direto a partir do volume da amostra e de sua massa. Contudo, em geral não é possível determinar O volume com exatidão. Nesses casos, utiliza-se o método de Archimedes, onde o corpo de prova suspenso por um fio é pesado ao ser imerso em um recipiente com um líquido de densidade inferior a esse. Outro processo bastante útil é utilizar líquidos de densidade conhecida e distinta para realizar o teste de flotação.

A densidade pode ser obtida com precisão por meio da determinação da massa do polímero em ar e imerso em um líquido como, por exemplo, água ou etanol anidro. Esse método é o método de Archimedes, cujo enunciado do princípio é: Um objeto imerso em água é empurrado para flutuar com uma força igual ao peso da água que ele desloca. A densidade é dada por:

Onde:

B = massa da amostra + fio no ar

A = massa do fio no ar

C = massa do fio na água

D = massa da amostra + fio na água

$$\text{densidade} = \frac{B - A}{B - A - D + C}$$

$$d = \frac{\text{densdo objeto}}{\text{densida água}} = \frac{\text{mas da amostra no ar}}{\text{mass da H}_2\text{O deslocp. obj}} = \frac{(\text{mass. obj.} + \text{fio no ar}) - (\text{mas. do fio no ar})}{(\text{mass objno ar}) - (\text{mass. objna H}_2\text{O})} = \frac{B - A}{(B - A) - (D - C)}$$

Para polímeros que são menos densos do que a água (poliolefinas) usar um fio rígido que impeça o material de flutuar, ou usar um solvente menos denso do que a água.

Teste do fio de cobre ou teste de Beilstein: É um teste rápido para a identificação de halogênios no polímero, principalmente a presença de cloro. Consiste no aquecimento de um fio de cobre até que este se torne rubro, tocando imediatamente o material a ser analisado com o fio de cobre e levando novamente à chama do Bico de Bunsen. A formação de uma chama verde, mesmo que momentânea, indicará a presença de cloro (principalmente) ou outros halogênios. Ex: PVC, PVDC, etc.



Teste de chama: Consiste na queima do material polimérico em uma chama, sendo feitas observações sobre o comportamento da chama. Cada tipo de material apresenta comportamento específico quando queimados. Há possibilidade de não ocorrer a queima, ou a combustão ser difícil sendo extinta quando retirado da chama, ou ocorrer a combustão na chama, mas não fora, ou ainda a combustão ser rápida, continuando mesmo fora da chama. Além disso, é possível verificar algumas

propriedades da chama, como por exemplo, sua coloração, presença ou não de fuligem e o odor* emanado. Com base nas características observadas é possível identificar o tipo de material polimérico que está sendo testado. **ATENÇÃO (*)**: É muito perigoso inalar os fumos de queima de materiais desconhecidos. Isso somente deve ser feito com cautela com materiais conhecidos puxado com a mão os fumos de dentro da capela. O objetivo aqui é apenas fazer com que o aluno conheça o odor dos materiais quando queimados e sirva de alerta para uma situação de risco. **NÃO** repita esse teste. Ele foi feito sob normas rígidas de segurança e com materiais conhecidos.

Teste de Solubilidade: A solubilidade pode auxiliar na identificação dos polímeros. Os dados de parâmetro de solubilidade podem auxiliar nessa análise. Quando o parâmetro de solubilidade do solvente é próximo ao do polímero, é esperada a solubilização. Ao realizar o teste, deve-se anotar o que se observa, dentre as possibilidades: solúvel a temperatura ambiente; insolúvel a temperatura ambiente, solúvel a temperaturas mais elevadas; ocorrer inchamento; insolúvel (não ocorrer inchamento). Os termoplásticos podem ser solúveis, insolúveis ou solúveis a elevada temperatura. Os polímeros termorrígidos não podem ser solubilizados, mas podem sofrer inchamento. Quando incham indicam que o mesmo material não reticulados e seriam provavelmente solúveis. Em borrachas ocorre o fenômeno de inchamento o qual é inversamente proporcional à densidade de ligações cruzadas.

Polímero	Galolina	Tolueno	Acetona	Ciclohexanona
ABS	In	S	S	S
LDPE, HDPE	I	I	I	I
PA (poliamides)	I	I	I	I
PET	I	I	I	I
PMMA	I	In	S	S
PP	I	I	I	I
PPO	I	In	S	S
PS	S	S	S	S
PVC	I	In	In	S

Testes realizados à temperatura ambiente: I = insolúvel In = Inchamento S = solúvel.

Teste de aquecimento em água: O aquecimento em água quente pode ajudar na estimativa da temperatura de transição vítrea do polímero, ou seja, se um material rígido é aquecido em água quente e se torna “borrachoso”, demonstra que o material tem temperatura de transição vítrea superior à temperatura ambiente. O teste consiste no aquecimento do material em água fervente. Caso haja um amolecimento do material, trata-se do Poli (etileno tereftalato).

Pirólise: A análise dos produtos de pirólise pode fornecer uma indicação da natureza química do polímero. Os gases produzidos pode ser analisados por técnicas simples. Um procedimento interessante é medir o pH dos gases evoluídos da pirólise.

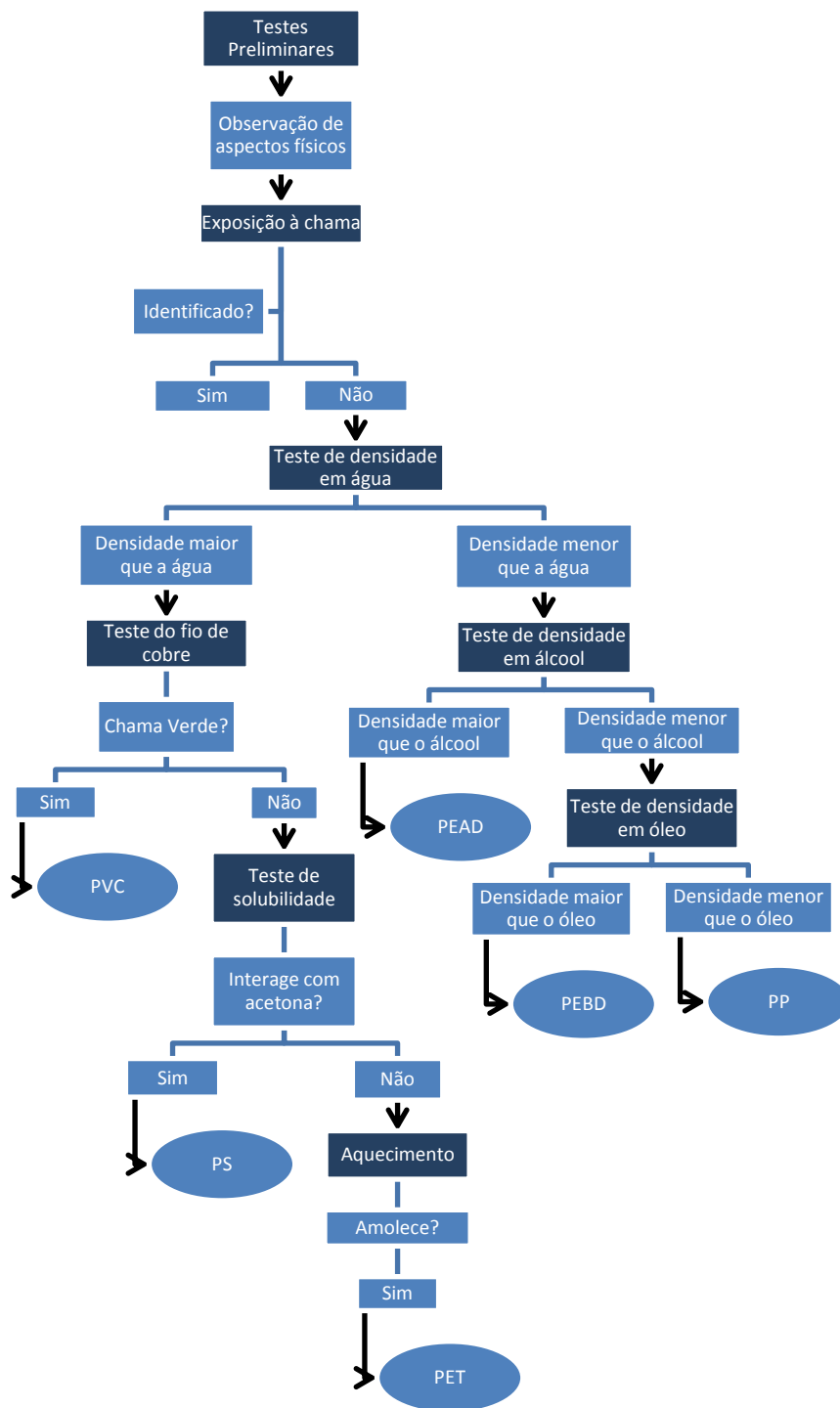


Figura 1. Roteiro esquemático do procedimento a ser adotado.

Referências Bibliográficas:

1. Harper, A., and Nickels, K. 2008. Identifying Polymers. Queensland University of Technology.
2. Canevarolo, V., Sebastião, J.R., 2003. Técnicas De Caracterização De Polímeros. Editora Artliber, 1ª ED.
3. Carvalho, A.JF., Notas de aula – Arquivo: A5-Poli-I-identificaçãoPolímeros-v01.pdf, Departamento de Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, (1º semestre 2012).

ROTEIRO DA PRÁTICA

Materiais e métodos

1. Testes Preliminares

- (a) Selecione a amostra a ser identificada
- (b) Verifique o seu aspecto superficial
- (c) Observe a sua transparência (ver dados Tabela 1)
- (d) Observe sua rigidez (Tabela 1)
- (e) Com o auxílio de uma tesoura divida a amostra em três partes.
- (f) Segure uma das amostras com uma pinça, dentro de uma capela, e em seguida exponha à chama até que entre em combustão.
- (g) Observe as características da chama como cor, presença e aspecto de fumaça e se o material apresenta gotejamento. Os resultados devem ser comparados aos dados da Tabela 1
- (h) Prosseguir com o teste de densidade.

2. Teste de densidade

Em água:

- (a) Coloque 100 ml de água em um béquer de 250ml
- (b) Coloque a amostra no líquido
- (c) Certifique-se que não haja bolhas na interface polímero-líquido. Se houver bolhas, mexa o polímero para retirar as bolhas de ar que aderirem à superfície.
- (d) Se a amostra flutuar é uma indicação de que sua densidade é menor do que a da água. Proceda com o teste em solução de álcool isopropílico a 45,5%.
- (e) Se a densidade for maior do que a densidade da água proceda com o teste do fio de cobre.

Obs. Caso utilize a mesma amostra em mais de um teste de densidade, a mesma deve ser limpa e seca previamente.

Densidade em solução de álcool isopropílico a 45,5% v/v.

- (a) Prepare uma solução de álcool isopropílico diluindo 45,5 mL de álcool isopropílico puro e completando com água destilada para perfazer 100 ml. (Solução 45,5% V/V).
- (b) Realize o teste com a amostra menos densa do que a água.
- (c) Certifique-se que não haja bolhas na interface polímero-líquido. Se houver bolhas, mexa o polímero para retirar as bolhas de ar que aderirem à superfície.
- (d) Observe se a amostra flutua ou afunda. Seque a amostra caso for usá-la no teste de densidade em óleo. Caso a amostra seja mais densa do que a solução de isopropanol, isso indica que provavelmente trata-se de polietileno de alta densidade (PEAD). Caso seja menos densa pode tratar-se de polietileno de baixa densidade (PEBD) ou polipropileno (PP). Para resolver essa questão realize o

teste em óleo vegetal (óleo de soja, milho, arroz ou canola). Observe os dados da Tabela 1 para discutir os resultados.

Teste de densidade em óleo vegetal.

- (a) Coloque 50ml de óleo vegetal em um béquer de 250ml
- (b) Coloque a amostra que flutuou no teste em álcool
- (c) Certifique-se que não haja bolhas na interface polímero-líquido. Se houver bolhas, mexa o polímero para retirar as bolhas de ar que aderirem à superfície.
- (d) Verifique se o polímero afunda ou flutua. O material mais denso deve se tratar de polietileno de baixa densidade (PEBD) e o mais denso de polipropileno (PP). Observe os dados da Tabela 1 para discutir os resultados.

3. Teste do fio de cobre

- (a) Aqueça o fio de cobre no Bico de Bunsen
- (b) Toque o material com o fio aquecido
- (c) Retorne o fio novamente à chama do Bico de Bunsen
- (d) Observe a coloração da chama
- (e) Se o material não for identificado, siga para o teste 4.

4. Teste de Solubilidade

- (a) Verifique se a amostra é solúvel em acetona, colocando-a em um béquer (150ml) com 50ml de acetona
- (b) Caso não solubilize, realize o teste 5.

5. Teste de Aquecimento

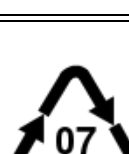
- (a) Coloque o material em água fervente
- (b) Retire o material e observe se houve ou não amolecimento do mesmo. Caso observe alteração significativa utilize a informação para inferir qual material descartar em função de sua temperatura de transição vítrea. Observe os dados da Tabela 1 para discutir os resultados.

6. Discussão e exposição dos resultados

Discutir os resultados comparando as características dos materiais (Tabela 1) e os dados obtidos nos testes realizados. Um roteiro para a identificação é apresentado na Figura 1. Utilizar tabelas para facilitar a discussão e a apresentação dos resultados.

ANEXOS

Anexo I – Códigos de identificação

Código de Identificação	Polímero	Propriedades	Aplicações frequentes	Tm e Tg (°C)
	Polietileno tereftalato (PET, PETE)	Transparente, resistente, tenaz, barreira para gases e água.	Bebidas carbonatadas, água, molhos e outros alimentos.	Tm = 250 Tg = 76
	Polietileno de alta densidade (PEAD ou do inglês HDPE)	Resistente, rígido porém tenaz, resistente à água.	Tubos de água, recipientes para combustíveis, tintas, garrafas para água, leite e alimentos, embalagens plásticas como filmes resistentes.	Tm = 130 Tg = -125
	Policloreto de vinila (PVC)	Versatilidade, facilidade de misturar, força, resistência.	Embalagens, isolamento de cabos, tubos e mangueiras, discos de vinil, brinquedos infláveis, piscinas.	Tm = 240 Tg = 85
	Polietileno de baixa densidade (PEBD ou do inglês LDPE)	Facilidade de processamento, força, resistência, flexibilidade, facilidade de vedação, barreira à umidade.	Comido congelada, sorvetes, copos e embalagens flexíveis, embalagens plásticas transparentes, isolantes elétricos.	Tm = 120 Tg = -125
	Polipropileno (PP)	Resistência, dureza, resistência ao calor, produtos químicos, graxa e óleo, versátil, barreira à umidade.	Utensílios de cozinha reutilizáveis (para microondas, etc.), embalagens diversas, tubo, pratos.	Tm = 173 Tg = -10
	Poliestireno (PS)	Versatilidade, clareza, facilmente formado.	Embalagens para ovos, copos para bebidas quentes, bandejas para alimentos, embalagens para proteção de equipamentos em geral.	Tm = 240 (isotático); Tg = 100 (atático e isotático)
	Em geral trata-se de policarbonato (PC) ou acilonitrila-butadieno-estireno (ABS)	Dependente de polímeros ou combinação de polímeros	Utensílios de cozinha, CDs, lentes, tetos transparentes, partes de veículos, óculos de sol e de proteção, lentes de faróis de automóveis, canopis de aeronaves.	Policarbonato: Tg = 145, Tm = 225

ANEXO 2 – Um pouco sobre parâmetro de solubilidade de polímeros

Parâmetro de solubilidade

A natureza da interação solvente/ polímero é de fundamental importância para diversas aplicações práticas, dentre as quais a escolha de um solvente apropriado para dissolver um polímero em função de sua compatibilidade ou a escolha do par solvente/ polímero em função da sua incompatibilidade quando se pretende utilizar, por exemplo, um componente de borracha que não deve sofrer inchamento excessivo em contato com o solvente. Existem várias tabelas que aliadas ao conhecimento acumulado têm sido utilizadas na escolha do par solvente/ polímero seja por sua compatibilidade ou incompatibilidade. **Nota.** Os termos compatível e incompatível e, portanto compatibilidade e incompatibilidade podem se inverter dependendo do contexto. Por exemplo, se compatível quer informar que o polímero não é afetado pelo líquido, e que, portanto poderá ser usado na presença do segundo, ele irá informar que o polímero não é solúvel naquele líquido e não o oposto.

Descreveremos aqui uma abordagem semiempírica proposta por Hildebrand que se baseia na afirmação de que semelhante dissolve semelhante e está baseado na relação que existe entre a entalpia de mistura e a densidade de energia coesiva (E/V). Desse modo, foi definido o parâmetro de solubilidade de uma substância como sendo dado por $\delta = (E/V)^{1/2}$, onde E é a energia molar de vaporização e V o volume molar do componente. Para os líquidos de baixa massa molar, a energia coesiva é equivalente a energia molar de vaporização.

Considerando a energia livre de mistura, dada por:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

e considerando que para polímeros razoavelmente não polares e na ausência de ligações de hidrogênio, ΔH é positivo, foi proposto que o calor de mistura por unidade de volume é dado por:

$$\Delta H = v_1 v_2 (\delta_1 - \delta_2)^2$$

Onde v é a fração de volume (1= solvente e 2 = polímero). A quantidade δ^2 é a densidade de energia coesiva ou para moléculas pequenas a energia de vaporização por unidade de volume. A quantidade δ é conhecida como parâmetro de solubilidade.

Para substâncias com parâmetros de solubilidade similares, ΔH é pequeno, indicando solubilidade.

Portanto, na ausência de fortes interações ou de ligações de hidrogênio, a solubilidade pode ser esperada quando $\delta_1 - \delta_2$ for menor do que 1,7 – 2,0 [Collins, Bares e Billmeyer, 1973].

No caso de líquidos de baixa massa molar em geral (plasticantes, monômeros, etc.) o parâmetro de solubilidade pode ser calculado a partir dos dados de calor de vaporização ou da energia molar de vaporização, E . Já para os polímeros não é possível determinar o calor de vaporização (energia coesiva) diretamente e para determinar o parâmetro de solubilidade é necessário lançar mão de métodos experimentais. Uma abordagem é testar o polímero em questão em líquidos ordenados segundo o seu

parâmetro de solubilidade e determinar a viscosidade intrínseca das soluções desse polímero nesses solventes. O parâmetro de solubilidade daquele solvente onde se observar a maior viscosidade pode ser assumido como o parâmetro de solubilidade do polímero. Caso o polímero não seja solúvel, como uma borracha vulcanizada um procedimento análogo pode ser feito, só que para o grau de inchamento, onde o solvente que provocar o maior inchamento é aquele que apresenta parâmetro de solubilidade mais próximo do polímero.

Outro método de estimar o parâmetro de solubilidade de um polímero caso a sua estrutura seja regular e conhecida é utilizar os grupos de contribuição conforme equação a seguir:

$$\delta_2 = \frac{\rho \sum E}{M}$$

O valor de E é a soma das contribuições da estrutura das unidades repetitivas na cadeia do polímero com massa molecular M e densidade ρ . [Billmeyer - Textbook, 2nd Ed, pg. 25]. Os valores de contribuição de grupo são dados na tabela a seguir para uma série de grupos químicos:

Tabela 3. Valores de contribuição de grupo F.

Grupo químico	Referência do parâmetro de grupo $\delta \text{ (J cm}^{-3})^{1/2}$	
	Small	Hoy
- CH ₃	438	303,4
- CH ₂	272	269,0
C-H	57	176,0
- C-	-190	65,5
- CH(CH ₃)	495	479,4
- C(CH ₂) ₂	686	672,3
-CH=CH-	454	497,4
-C=CH-	266	421,5
-C(CH ₃)=CH-	704	724,9
Ciclopentil	-	1295,1
Ciclohexil	-	1473,3
Fenil	1504	1392,4
p-fenileno	1346	1442,2
-F	250	84,5
-Cl	552	419,6
-Br	696	527,7
-I	870	-
-CN	839	725,5
-CHCN-	896	901,5
-OH	-	462,0
-O-	143	235,3
-CO-	563	538,1
-COOH-	-	1000,1
-COO-	634	668,2
-O-CO-O-O	-	903,5
-CO-O-CO-	-	1160,7
-CO-NH-	-	906,4
-O-CO-NH-	-	1036,5
-S	460	428,4

A seguir é apresentado o parâmetro de solubilidade para uma série de solventes e plastificantes e polímeros nas **Tabelas 4 e 5**, respectivamente. Observe que nessa tabela também são apontadas a tendência de formar ligação hidrogênio. Quanto maior a tendência de formar ligações hidrogênio maior será o desvio observado em relação a teoria de parâmetro de solubilidade de Hildebrand [Hildebrand, J.H. and Scott, R.L., 1962].

Tabela 4. Parâmetros de Solubilidade (δ) para Plastificantes e Solventes (ordenador em função do valor de δ) – fonte: Catálogo Sigma-Aldrich

Solvente	δ (cal/cm ³) ^{1/2}	δ MPa ^{1/2} (SI) ³	Força de ligação– H ⁴	Solvente	δ (cal/cm ³) ^{1/2}	δ MPa ^{1/2} (SI) ³	Força de ligação– H ⁴
Dimetilsiloxanos	4,9-5,9	10,0-12,1	p	Clorobenzeno	9,5	19,4	p
Éter diamílico	7,3	14,9	m	Éter monobutílico de Di(etilenoglicol) (Butyl Carbitol®)	9,5	19,4	m
Hexano	7,3	14,9	p	Éter monobutílico de etileno glicol (Butyl Cellosolve®)	9,5	19,4	m
Éter dietílico	7,4	15,1	m	1,1,2,2-Tetracloroetano	9,7	19,8	p
Ftalato de dioctila	7,9	16,2	m	Cloreto de metileno	9,7	19,8	p
Butirato de butila	8,1	16,6	m	Ftalato de dipropila	9,7	19,8	m
Étil amil cetona	8,2	16,8	m	Dicloreto de etileno	9,8	20	p
Acetato de butila	8,3	17	m	Acetona	9,9	20,3	m
Éter dietílico de etilenoglicol	8,3	17	m	1,2-Diclorobenzeno	10	20,5	p
Metil isobutil cetona	8,4	17,2	m	1,4-dioxano	10	20,5	m
Acetato de amila	8,5	17,4	m	Di(propileno glicol)	10	20,5	f
Metil amil cetona	8,5	17,4	m	Diacetato de etilenoglicol	10	20,5	m
N-butirato de etila	8,5	17,4	m	Dissulfeto de carbono	10	20,5	p
Éter dimetílico de etilenoglicol	8,6	17,6	m	Ftalato de dietila	10	20,5	m
Sebacato dioctil	8,6	17,6	m	Éter metílico de propilenoglicol	10,1	20,7	m
Tetracloroeto de carbono	8,6	17,6	p	Cresol	10,2	20,9	f
Adipato dioctil	8,7	17,8	m	Éter monoetílico de Di(etilenoglicol) (Carbitol®)	10,2	20,9	m
Acetato de propila	8,8	18	m	Anilina	10,3	21,1	f
Álcool isopropílico	8,8	18	m	Éter monoetílico de etilenoglicol (Cellosolve®)	10,5	21,5	m
Carbonato de dietila	8,8	18	m	Ftalato de dimetila	10,7	21,9	m
Dietil cetona	8,8	18	m	Piridina	10,7	21,9	f
Éter dimetílico	8,8	18	m	N,N-dimetilacetamida	10,8	22,1	m
Ftalato de diisodécilo	8,9	18,2	m	Álcool butílico	11,4	23,3	f
Ftalato de di-n-hexila	8,9	18,2	m	Ciclohexanol	11,4	23,3	f
Tolueno	8,9	18,2	p	Acetonitrila	11,9	24,3	p
Acetato de etila	9,1	18,6	m	Sulfóxido de dimetila	12	24,5	m
Ftalato de diamila	9,1	18,6	m	Di(etilenoglicol)	12,1	24,8	f
Tetrahidrofurano	9,1	18,6	m	N,N-dimetilformamida	12,1	24,8	m
Benzeno	9,2	18,8	p	Álcool furfurílico	12,5	25,6	f
Sebacato de dibutila	9,2	18,8	m	Propilenoglicol	12,6	25,8	f
Clorofórmio	9,3	19	p	1,2-Propilenocarbonato	13,3	27,2	m
Éter Monometílico de di(propileno glicol)	9,3	19	m	Metanol	14,5	29,7	f
Ftalato de dibutila	9,3	19	m	Etilenoglicol	14,6	29,9	f
Metil etil cetona	9,3	19	m	Carbonato de etileno	14,7	30,1	m
Tetracloroetileno (percloroetileno)	9,3	19	p	Glicerol	16,5	33,8	f
Éter dibenzílico	9,4	19,2	m	Água	23,4	47,9	f

⁴ Força de ligação – H: p = pobre; m = moderado; f = forte.

Carbitol e Cellosolve são marcas registradas da Union Carbide Corp.

Tabela 5. Parâmetros de Solubilidade para Homopolímeros⁵ – fonte: Catálogo Sigma-Aldrich

Unidade de repetição	δ (cal/cm ³) ^{1/2}	δ MPa ^{1/2} (SI)	Unidade de repetição	δ (cal/cm ³) ^{1/2}	δ MPa ^{1/2} (SI)
<i>Sequência alfabética</i>			<i>Sequência crescente do valor de δ</i>		
1,4-cis-isopreno	8	16,4	Tetrafluoroetileno	6,2	12,7
Acetato de celulose (56% de grupos Ac)	27,8	56,9	Metacrilato de isobutila	7,2	14,7
Acetato de vinila	10	20,5	Dimetilsiloxano	7,5	15,3
Acrilato de butila	9	18,4	Óxido de propileno	7,5	15,3
Acrilato de etila	9,5	19,4	Isobutileno	7,8	16
Acrilato de isobutila	8,2	16,8	Metacrilato de estearila	7,8	16
Acrilato de metila	10	20,5	1,4-cis-isopreno	8	16,4
Acrilato de propila	9	18,4	Etileno	8	16,4
Acrilonitrila	12,5	25,6	Metacrilato de isobornila	8,1	16,6
Álcool vinílico	12,6	25,8	Acrilato de isobutila	8,2	16,8
Celulose	15,6	31,9	Isopreno, borracha natural	8,2	16,8
Cloreto de vinil	9,5	19,4	Metacrilato de laurila	8,2	16,8
Cloreto de vinilideno	12,2	25,0	Metacrilato de octila	8,4	17,2
Cloropreno	9,4	19,2	Metacrilato de <i>n</i> -hexila	8,6	17,6
Dimetilsiloxano	7,5	15,3	Estireno	8,7	17,8
Estireno	8,7	17,8	Metacrilato de butila	8,8	18
Etileno	8	16,4	Metacrilato de propila	8,8	18
Formaldeído (Oximetileno)	9,9	20,3	Acrilato de butila	9	18,4
Hexametileno adipamida (Nylon 6/6)	13,6	27,8	Acrilato de propila	9	18,4
Isobutileno	7,8	16,0	Metacrilato de etila	9	18,4
Isopreno, borracha natural	8,2	16,8	Propileno	9,3	19
Metacrilato de butila	8,8	18,0	Cloropreno	9,4	19,2
Metacrilato de estearila	7,8	16,0	Tetrahidrofurano	9,4	19,2
Metacrilato de etila	9	18,4	Acrilato de etila	9,5	19,4
Metacrilato de isobornila	8,1	16,6	Cloreto de vinil	9,5	19,4
Metacrilato de isobutila	7,2	14,7	Metacrilato de metila	9,5	19,4
Metacrilato de laurila	8,2	16,8	Formaldeído (Oximetileno)	9,9	20,3
Metacrilato de metila	9,5	19,4	Acetato de vinila	10	20,5
Metacrilato de <i>n</i> -hexila	8,6	17,6	Acrilato de metila	10	20,5
Metacrilato de octila	8,4	17,2	Metacrilonitrila	10,7	21,9
Metacrilato de propila	8,8	18,0	Tereftalato de etileno	10,7	21,9
Metacrilonitrila	10,7	21,9	Cloreto de vinilideno	12,2	25
Nitrato de celulose (11,8% N)	14,8	30,3	Acrilonitrila	12,5	25,6
Óxido de propileno	7,5	15,3	Álcool vinílico	12,6	25,8
Propileno	9,3	19,0	Hexametileno adipamida (Nylon 6/6)	13,6	27,8
Tereftalato de etileno	10,7	21,9	Nitrato de celulose (11,8% N)	14,8	30,3
Tetrafluoroetileno	6,2	12,7	Celulose	15,6	31,9
Tetrahidrofurano	9,4	19,2	Acetato de celulose (56% de grupos Ac)	27,8	56,9

⁵ Os valores relatados são para homopolímeros da Unidade de Repetição. Os valores de δ relatados variam de acordo com o método de determinação e condições de teste. Os valores médios são apresentados nesta tabela.

Nota. Uma abordagem mais detalhada foi adotada por Hansen no que é chamada de parâmetros de solubilidade de Hanse. Essa abordagem leva em conta que o calor de vaporização consiste de vários componentes devido às interações moleculares em função das forças de van der Waals indicadas por um parâmetro dispersivo (D), um devido às interações dipolo-dipolo (P) e um devido às ligações hidrogênio (H). A energia coesiva total é dada então pela soma das três contribuições, dada por $\delta = (\delta_D^2 + \delta_P^2 + \delta_H^2)^{1/2}$.

Referências Bibliográficas:

1. Harper, A., and Nickels, K. 2008. Identifying Polymers. Queensland University of Technology.
2. Canevarolo, V., Sebastião, J.R., 2003. Técnicas De Caracterização De Polímeros. Editora Artliber, 1ª ED.

- [illegible]