

**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
RIO GRANDE DO SUL

# Concurso Público Federal

## Edital 06/2015

### PROVA

Área: Polímeros

**QUESTÕES OBJETIVAS**

Conhecimentos Específicos | 01 a 30

Nome do candidato: \_\_\_\_\_ Nº de Inscrição: \_\_\_\_\_

### INSTRUÇÕES

1º) Verifique se este caderno corresponde à sua opção de cargo e se contém 30 questões, numeradas de 1 a 30. Caso contrário, solicite ao fiscal da sala outro caderno. Não serão aceitas reclamações posteriores.

2º) A prova é composta por 30 (trinta) questões objetivas, de múltipla escolha, sendo apenas uma resposta a correta.

3º) O tempo de duração da prova é de 3 (três) horas.

4º) Não é permitida consulta a qualquer material e os candidatos não poderão conversar entre si, nem manter contato de espécie alguma.

5º) Os telefones celulares e similares não podem ser manipulados e devem permanecer desligados durante o período em que o candidato se encontrar na sala, bem como os pertences não utilizados para a prova deverão estar embaixo da carteira, ficando automaticamente excluído o candidato que for surpreendido nessas situações.

6º) O candidato só poderá deixar o local após 1h30min (uma hora e trinta minutos) do início da prova, exceto os três últimos candidatos, os quais só poderão deixar o local quando todos terminarem a prova.

7º) O candidato deverá preencher a caneta o Cartão de Respostas, escolhendo dentre as alternativas A, B, C, D e E, preenchendo totalmente a célula correspondente à alternativa escolhida, sendo desconsiderada a resposta se não for atendido o referido critério de preenchimento. Responda a todas as questões. Os rascunhos não serão considerados em nenhuma hipótese.

8º) Não haverá substituição do Cartão de Respostas por erro do candidato.

9º) O candidato poderá levar consigo o caderno de questões após decorridas 1h30min do início da prova. Não será oferecido outro momento para a retirada do mesmo.

10º) É proibida a divulgação ou impressão parcial ou total da presente prova. Direitos Reservados.

**CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

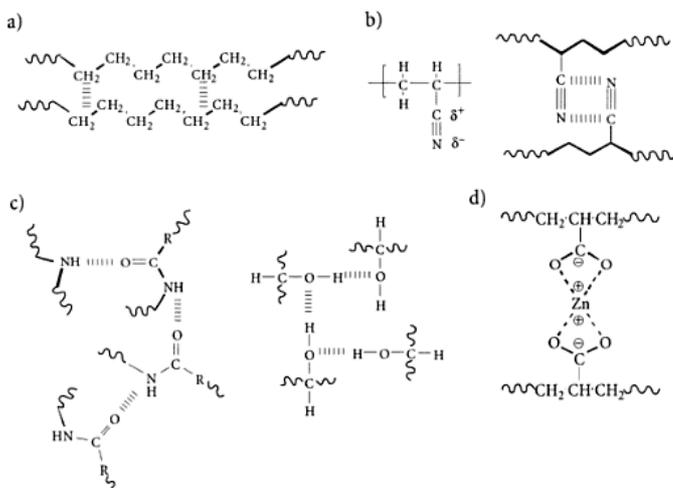
1. No estudo dos materiais poliméricos, as transições térmicas devem ser entendidas como as temperaturas nas quais ocorrem transições termodinâmicas. Em um polímero, uma transição termodinâmica de primeira ordem corresponde à:

- Temperatura de fusão.
- Temperatura de transição vítrea.
- Temperatura de deflexão.
- Temperatura de amolecimento.
- Temperatura de fragilização.

2. As moléculas de polímeros podem assumir disposições variadas no espaço, provenientes da possibilidade de rotação dos átomos em torno de ligações covalentes. Essas variadas disposições são chamadas de:

- Rotação.
- Configuração.
- Flexão.
- Estiramento.
- Conformação.

3. As figuras a seguir representam os principais tipos de interações intermoleculares existentes em moléculas de polímeros. Considerando a natureza química das cadeias poliméricas, indique a alternativa que relaciona corretamente cada representação com a sua respectiva interação intermolecular:



- a)=dipolo-dipolo; b)=Van der Waals; c)=ligações iônicas e d)=ligações de hidrogênio.
- a)=Van der Waals; b)=dipolo-dipolo; c)=ligações de hidrogênio e d)=ligações iônicas.
- a)=dipolo-dipolo; b)=ligações iônicas; c)=ligações de hidrogênio e d)=Van der Waals.

d) a)=ligações iônicas; b)=ligações de hidrogênio; c)=Van der Waals e d)=dipolo-dipolo.

e) a)=ligações de hidrogênio; b)=dipolo-dipolo; c)=Van der Waals e d)=ligações iônicas.

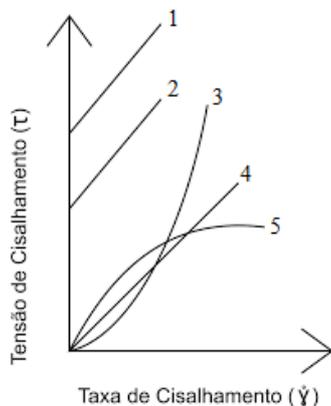
4. Em relação ao processo de polimerização, assinale a alternativa **CORRETA**:

- Na polimerização em cadeia, o grau de polimerização é muito baixo se comparado à polimerização em etapas.
- A polimerização em etapas consiste na formação de uma cadeia polimérica completa a partir da instabilização da dupla ligação de um monômero e sua sucessiva reação com outras ligações duplas de outras moléculas de monômeros.
- No crescimento em cadeia, a polimerização começa em um ponto pela ação de um iniciador químico e, quase instantaneamente, a cadeia completa se forma, sem o aparecimento de outros produtos químicos.
- A polimerização em etapas é perfeita, obtendo-se moléculas com o tamanho de cadeia desejado.
- Se os produtos formados na polimerização em cadeia não forem continuamente removidos, tornarão mais lento ou inibirão o processo de polimerização.

5. Quanto à sua estrutura macromolecular, os polímeros podem existir em estado amorfo ou em estado cristalino; na grande maioria dos casos, a estrutura do polímero se apresenta parcialmente amorfa ou cristalina. Quanto à cristalinidade dos polímeros, é **CORRETO** afirmar que:

- Quanto maior a cristalinidade de um polímero, maior será a sua flexibilidade.
- Quanto maior a cristalinidade de um polímero, menor será a resistência térmica.
- Quanto maior a cristalinidade de um polímero, menor será a sua dureza.
- Quanto maior a cristalinidade de um polímero, maior será a sua resistência química.
- Quanto maior a cristalinidade de um polímero, maior será a sua transparência.

6. O comportamento pseudoplástico é o mais comum em polímeros fundidos, mas não é o único. Indique qual curva representa um material pseudoplástico no gráfico de tensão de cisalhamento *versus* taxa de cisalhamento apresentado a seguir:



- Curva número 5.
- Curva número 4.
- Curva número 3.
- Curva número 2.
- Curva número 1.

7. Segundo Manrich, a função de uma matriz de extrusão é distribuir o polímero que esteja fundido e devidamente plastificado através de canais, no formato desejado, bem como garantir a uniformidade das dimensões e a homogeneidade da temperatura do produto extrusado e ainda garantir um fluxo volumétrico balanceado. Qual dos requisitos listados a seguir **NÃO** satisfaz os requisitos para uma matriz de extrusão.

- Criar queda de pressão ( $\Delta P$ ) adequada ao longo de seu comprimento.
- Os canais não podem apresentar pontos mortos.
- As tensões durante o fluxo devem ser as mais baixas possíveis e ainda balanceadas.
- A quantidade de emendas ou linhas de solda precisa ser tão pequena quanto possível.
- Possuir pontos de dissipação intensiva de energia.

8. Normalmente quando uma empresa deseja comprar uma extrusora de termoplásticos, o comprador faz a análise da capacidade de produção através do diâmetro da rosca. O comprador de uma empresa encontrou duas extrusoras, ambas de passo quadrado e com o mesmo diâmetro de rosca, mas com diferente

razão entre o comprimento e o diâmetro das roscas ( $L/D$ ). Isso significa que:

- As extrusoras possuem diferentes capacidades de rendimento (vazão).
- Extrusoras mais longas, com maior  $L/D$ , proporcionam maior fusão e maior capacidade de mistura, permitindo que a extrusora opere em taxas mais elevadas.
- A extrusora de  $L/D$  menor proporcionará um tempo de residência menor do extrusado e deve ser a opção caso o polímero a ser extrusado seja sensível à temperatura.

Assinale a alternativa em que toda(s) a(s) afirmativa(s) está(ão) **CORRETA(S)**:

- Apenas II e III.
- Apenas I.
- Apenas I e II.
- I, II e III.
- Apenas III.

9. Em uma extrusora de rosca única (mono-rosca), a rosca padrão possui três zonas distintas, que são a de alimentação, a de compressão e a de controle de vazão ou dosagem. Cada uma destas zonas têm uma função definida para o bom processamento do material extrusado. Analise as afirmativas abaixo, identificando com um “V” quais são VERDADEIRAS e com um “F” quais são FALSAS, assinalando a seguir a alternativa correta, na sequência de cima para baixo:

( ) A zona de compressão é responsável pela fusão do sólido devido à sua proximidade com as resistências elétricas e por estar no meio da rosca.

( ) Uma rosca com zona de compressão longa afeta o tempo de residência do polímero na extrusora. Ocorre uma maior interação entre a fase sólido/liquido (fundido).

( ) A profundidade do canal da rosca na zona de controle de vazão interfere no processamento de polímeros convencionais. Quando temos nesta zona uma profundidade de canal baixa; consequentemente teremos uma vazão baixa, se tivermos uma temperatura alta e uma taxa de cisalhamento alta, teremos boa mistura e baixo esforço.

( ) Uma extrusora mono-rosca de passo quadrado, que tem uma rosca com zona de compressão curta, tem alto cisalhamento provocado pela alta compressividade.

( ) A zona de alimentação é responsável pelo transporte inicial de sólidos, garantindo que o material não retorne.

- a) V-V-F-F-V.
- b) F-V-F-V-V.
- c) F-V-F-V-F.
- d) V-F-F-V-F.
- e) V-F-V-F-V.

10. A extrusão de termoplásticos caracteriza-se por ser um processo contínuo e de alta produtividade. Na empresa Amigos SA, durante um dos turnos de produção, foi observado que algumas peças apresentavam falhas no extrusado, na forma de “buracos”. Após avaliação das peças e da máquina, concluiu-se que a causa das falhas era devido à presença de ar preso no cilindro. Das alternativas abaixo, qual é a **CORRETA** para resolver este problema:

- a) Diminuir a restrição das telas filtro.
- b) Fechar a degasagem.
- c) Aumentar a temperatura do cilindro na zona de alimentação.
- d) Diminuir a temperatura na zona de plastificação.
- e) Adicionar expensor ao polímero.

11. As extrusoras de dupla rosca apresentam dois tipos básicos: corrotantes e contrarrotantes. Sobre elas, é **CORRETO** afirmar que:

- a) No tipo contrarrotante, o material é transferido de uma rosca para outra no ponto de engrenamento, o que leva o material a seguir um caminho na forma de “8”.
- b) Nas contrarrotantes, o material é forçado através do espaço entre duas roscas, o que pode ser chamado de beliscão (*nip*).
- c) O tipo corrotante permite o processamento de todos os tipos de materiais, exceto PVC, devido à sua baixa capacidade de mistura.
- d) No tipo corrotante existe um canal de distribuição para evitar que os gases presentes na mistura fiquem aprisionados, e desta forma, gerem defeitos.
- e) No tipo contrarrotante, o material que atravessa o espaço entre as roscas sofre mistura intensiva. Contudo, parte do material pode atravessar o cilindro sem passar entre as roscas.

12. Um processo de transformação de polímeros muito utilizado na região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul é a injeção de termoplásticos. Um fenômeno que se observa neste tipo de processamento é a diferença das dimensões da peça injetada, após alcançar o equilíbrio térmico em temperatura ambiente, e o tamanho da

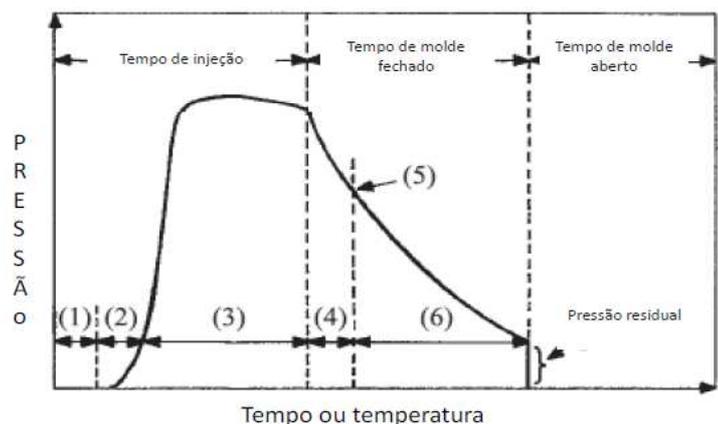
cavidade em que a peça foi injetada. Este fenômeno é chamado de encolhimento ou contração. Há algumas recomendações que podem ser levadas em consideração para reduzir as contrações para a maioria dos polímeros. Dentre as recomendações listadas abaixo, identifique com “V” aquelas que são **VERDADEIRAS** e com um “F” aquelas que são **FALSAS** assinalando a seguir a alternativa correta, na sequência de cima para baixo:

- ( ) Aumentar a temperatura do material reduz a contração da peça injetada.
  - ( ) Aumentar a pressão da injeção reduz a contração da peça injetada.
  - ( ) Reduzir a temperatura do molde reduz a contração da peça injetada.
  - ( ) Diminuir a saída de ar da cavidade reduz a contração da peça injetada.
- a) V-V-F-F.
  - b) F-V-F-V.
  - c) V-F-F-V.
  - d) F-V-V-F.
  - e) V-F-V-F.

13. A capacidade de injeção e a capacidade de plastificação de uma injetora utilizam equações que têm como material padrão o poliestireno. Esse polímero é utilizado como padrão por:

- a) ser o material de maior consumo no processo de injeção.
- b) ser o material com propriedades muito semelhantes aos demais polímeros.
- c) sua temperatura de fusão.
- d) ser o material mais barato do mercado.
- e) ter densidade próxima a  $1 \text{ g cm}^{-3}$  a  $23^\circ\text{C}$ .

14. O diagrama abaixo representa a relação pressão *versus* temperatura (ou tempo) durante um ciclo de injeção. Os intervalos de tempo são representados pela sequência de 1 a 6.



- I. O tempo 3 corresponde ao tempo de empacotamento, o qual é definido pelo aumento rápido da pressão, provocando o empacotamento molecular. Nesse estágio, o fluxo no interior da cavidade se dá a uma taxa baixa.
- II. O tempo 4 corresponde ao tempo de selagem, também conhecido como recalque. É o tempo no qual ocorre o resfriamento do canal de injeção, fazendo com que a pressão interna na cavidade aumente até a pressão remanescente.
- III. O tempo 6 corresponde ao tempo de ejeção, que é o tempo necessário para a retirada da peça do interior do molde. Normalmente a pressão na peça não existe, pois a pressão é a mesma que a pressão atmosférica. Caso ocorra o acúmulo de pressão durante o processamento, poderão ocorrer defeitos na peça, tais como empenamento, tricas, etc.

**Assinale a alternativa em que toda(s) a(s) afirmativa(s) está(ão) CORRETA(S):**

- a) Apenas a afirmativa III.  
b) Apenas as afirmativas II e III.  
c) Afirmativas I, II e III.  
d) Apenas as afirmativas I e III.  
e) Apenas a afirmativa II.

**15. A empresa EM Injetados LTDA possui três máquinas iguais, sendo que cada uma delas foi preparada e apresenta os seguintes perfis de aquecimento:**

Máquina	Zona 1 (°C)	Zona 2 (°C)	Zona 3 (°C)	Bico de injeção (°C)
1	170–200	170–200	160–160	150–150
2	260–280	260–280	250–270	240–260
3	190–210	180–200	180–200	170–190

**Escolha, dentre os grupos abaixo, qual o mais indicado para ser injetado em cada uma das máquinas mencionadas acima, respectivamente:**

- a) Máquina 1: LDPE; Máquina 2: PC; Máquina 3: PMMA.  
b) Máquina 1: PVC; Máquina 2: PA 66; Máquina 3: POM.  
c) Máquina 1: PP; Máquina 2: ABS; Máquina 3: HDPE.  
d) Máquina 1: PA6; Máquina 2: PS; Máquina 3: HDPE.  
e) Máquina 1: POM; Máquina 2: ABS; Máquina 3: LLDPE.

**16. No processo de injeção, o que deve ser feito quando se deseja aumentar o cisalhamento no cilindro de injeção?**

- a) Aumentar a pressão de retorno da rosca.  
b) Diminuir a pressão de retorno da rosca.  
c) Aumentar a temperatura das zonas de aquecimento.  
d) Aumentar a pressão de fechamento.  
e) Resfriar o bico de injeção.

**17. Para que ocorra o preenchimento do molde de injeção, uma condição necessária é que o polímero preencha perfeitamente a cavidade do molde. Para que isso ocorra, a viscosidade do polímero deve ser reduzida até um valor ideal, determinado pelas dimensões dos canais de injeção, espessura da peça e pressão disponível. Analise as afirmações abaixo:**

- I. A diminuição da viscosidade é obtida através do aumento no calor transmitido ao polímero diretamente pelas resistências de aquecimento do cilindro ou pelo trabalho de cisalhamento da rosca sobre o material durante a fase de dosagem.  
II. O aumento da temperatura deve ser controlado, pois os polímeros possuem uma condutividade térmica muito alta, sendo bastante suscetíveis ao sobreaquecimento. Assim, se o material é exposto a temperaturas excessivas ou a um tempo de residência prolongado no cilindro, sofrerá degradação.  
III. A degradação dos polímeros resultará no rompimento das moléculas, levando a uma redução do peso molecular e da viscosidade e também resultará em uma reticulação e aumento da viscosidade.

**Qual(is) afirmativa(s) acima está(ão) INCORRETA(S)?**

- a) Apenas I e III.  
b) Apenas I e II.  
c) Apenas I.  
d) Apenas II e III.  
e) I, II e III.

**18. No processamento de termoplásticos por injeção, com relação ao preenchimento do molde, afirma-se que:**

- I. No preenchimento propriamente dito, é recomendável injetar 100% da massa possível para garantir o seu preenchimento completo.  
II. A fase de recalque é responsável pelo envio do restante da massa, se necessário, e por manter

sob pressão a massa dentro do molde, para que esta não retorne.

III. A fase de pressurização é responsável pelo controle da rosca após a dosagem e pelo controle dimensional do produto.

**Assinale a alternativa em que toda(s) a(s) afirmativa(s) está(ão) CORRETA(S):**

- a) Apenas II.
- b) Apenas I.
- c) Apenas III.
- d) I, II e III.
- e) Apenas I e II.

**19. A velocidade de injeção é a velocidade com que a massa é enviada para dentro do molde durante a fase de preenchimento. Sendo assim, avalie as afirmações abaixo:**

- I. Altas velocidades de injeção favorecem o aumento de tensões internas e a obtenção de ciclos mais curtos.
- II. A velocidade de injeção é responsável por controlar as rebarbas da peça, manter a peça com baixo brilho e controlar o rechupe da peça.
- III. Peças de espessuras maiores, como cabos de escovas, exigem uma injeção mais lenta para evitar marcas de fluxo.

**Assinale a alternativa em que toda(s) a(s) afirmativa(s) está(ão) INCORRETA(S):**

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas III.
- e) Apenas I e III.

**20. No processo de injeção, uma rosca típica possui três zonas principais. Em relação a essas zonas, marque a alternativa INCORRETA:**

- a) Na zona de bombeamento, o polímero é dosado de forma intermitente e em quantidades desejadas, sendo que essa dose é acumulada de frente à rosca, onde fica depositado até o momento da injeção.
- b) A função da zona de transição é comprimir e fundir o material, continuar o bombeamento e, principalmente, misturar bem o material.
- c) Na zona de alimentação, o polímero está na forma de grânulos ou pó e, gradativamente, deixa de ter viscosidade coulombiana para adquirir viscosidade newtoniana.

d) A zona de compressão contém sulcos profundos e é responsável por cerca de metade do comprimento total.

e) Na zona de controle de vazão é efetivada a mistura dos elementos e a temperatura é homogeneizada.

**21. A injeção de produtos de PVC faz uso de equipamentos convencionais de moldagem do tipo rosca-pistão. Esses equipamentos possuem, dentro do cilindro de plastificação, uma rosca sem fim semelhante à utilizada no processo de extrusão com rosca única. A diferença básica entre os processos é que, no caso da injeção, a rosca possui em seu final um anel de bloqueio. Marque a alternativa que indica a função desse anel de bloqueio:**

- a) Impedir o refluxo do material plástico para a rosca durante a injeção.
- b) Permitir o bloqueio da passagem de material plástico durante a dosagem.
- c) Comprimir o material desde a sua entrada até a sua saída.
- d) Somente deve ser utilizado com PVC rígido e polímeros amorfos.
- e) Somente deve ser utilizado com PVC rígido e polímeros semi-cristalinos.

**22. No projeto de um molde, cada cavidade deve ser ventilada adequadamente para permitir a saída do ar e de gases retidos quando for penetrada pelo plástico. Sendo assim, o que a falta de saída de ar pode ocasionar numa peça?**

- a) Bolhas e contração excessiva.
- b) Rechupe e rebarbas nas peças.
- c) Zonas queimadas e peças incompletas.
- d) Contração excessiva, bolhas e junções fracas.
- e) Peças incompletas e rebarba na peça.

**23. Em relação à moldagem por sopro, classifique cada uma das afirmativas abaixo como VERDADEIRA (V) ou FALSA (F) e, em seguida, assinale a alternativa correta, na sequência de cima para baixo.**

( ) Existem duas formas básicas para moldagem por sopro: moldagem por sopro via extrusão e moldagem por sopro via sopragem.

( ) A diferença fundamental entre os dois modos básicos para a moldagem por sopro reside na maneira como o *parison* é produzido.

( ) O *parison* é um pistão que empurra o material a ser moldado, evitando, assim, perdas de material durante o processamento.

( ) A moldagem por sopro via extrusão é apta à produção de grandes quantidades de artefatos, mas produz moldados com rebarbas.

( ) Uma vantagem da moldagem a sopro via extrusão é que o extrusado pode se apresentar em praticamente qualquer comprimento.

- a) F-V-F-V-F.
- b) V-F-V-F-F.
- c) V-F-V-F-V.
- d) F-V-F-V-V.
- e) V-F-F-V-F.

**24. Um fabricante de tanques quer ampliar seus negócios e resolveu produzir caixas d'água, que serão fabricadas com resina poliéster insaturada reforçada com fibra de vidro. Qual dos processos abaixo é o mais adequado para produção dessas caixas d'água?**

- a) Moldagem por aspersão (*Spray-up*).
- b) Bobinagem contínua (*Filament winding*).
- c) Moldagem BMC (*Bulk molding compound*).
- d) Pultrusão (*Pultrusion*).
- e) Moldagem por injeção.

**25. O processo de termoformagem utiliza como matéria-prima:**

- a) Pó prensado.
- b) Chapas produzidas por compressão.
- c) Chapas produzidas por transferência.
- d) Chapas produzidas por injeção.
- e) Chapas produzidas por extrusão.

**26. Durante o processo de termoformagem, o controle do estiramento da chapa:**

- a) Será sempre pequeno em produtos de grande profundidade.
- b) Deve ser equalizado com o controle das resistências elétricas.
- c) Somente ocorre em chapas confeccionadas em poliamidas.
- d) Sempre ocorre em chapas menores que 0,8 mm de espessura.
- e) Deve ser feito no mínimo uma hora antes da termoformagem.

**27. O processamento de polímeros termoplásticos por rotomoldagem é bastante simples. Consiste em introduzir uma quantidade conhecida de polímero, na forma de pó, ou um líquido viscoso em um molde oco, o qual será aquecido, rotacionado e balanceado em dois eixos com uma velocidade relativamente baixa. O molde é aquecido e o polímero fundido ficará aderido às paredes do molde formando a peça desejada, para resfriar e a seguir ser desmoldado. Das alternativas abaixo, qual indica uma DESVANTAGEM deste tipo de processamento?**

- a) O produto final apresenta acúmulo de tensões.
- b) Os moldes são relativamente caros.
- c) A escolha de materiais de moldagem é limitado, além de que os custos dos materiais são relativamente elevados.
- d) O desperdício de material é alto por serem peças grandes e com muitas rebarbas.
- e) Não é possível a obtenção de peças com multicamadas.

**28. Os plásticos (polímeros) possuem centenas de aplicações, como impermeabilizantes, sacolas plásticas, bolsas de sangue, pratos descartáveis, garrafas plásticas, dentre outros produtos. Os polímeros termoplásticos são os mais utilizados e também apresentam a vantagem de poderem ser reprocessados (reciclados) após o uso. Para melhor classificar esses polímeros e facilitar sua reciclagem, a Associação Brasileira de Normas Técnicas regulamentou a norma NBR 13230-2008 – “Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis – Identificação e simbologia”. Observe as afirmativas:**

- I. Esta norma não contempla embalagens compostas por outros materiais que não sejam plástico.



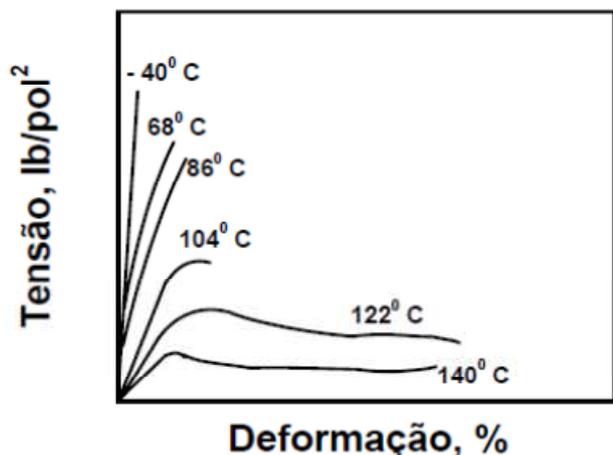
- II. **PEAD** este símbolo, que encontramos na norma, pertence à resina termoplástica polietileno de alta densidade.
- III. Segundo a norma, todas as embalagens constituídas por mistura de resinas, inclusive aquelas que estão classificadas de 1 a 6, devem ter indicado o número 7(outros) dentro do símbolo.

**Qual(is) afirmativa(s) acima está(ão) CORRETA(S)?**

- a) I, II e III.
- b) Apenas I e II.

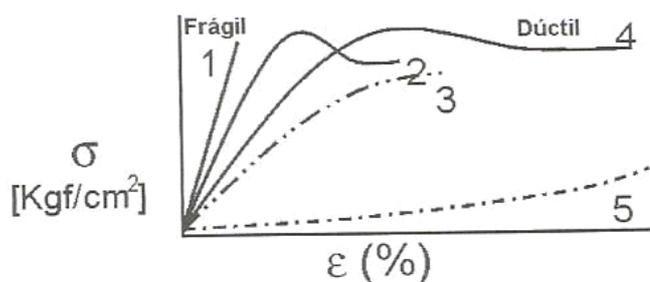
- c) Apenas II.  
d) Apenas II e III.  
e) Apenas I e III.

29. A figura abaixo representa o efeito da temperatura sobre as características de tensão e deformação do PMMA. Analise a figura e, após, assinale a alternativa **CORRETA**.



- a) Com o aumento da temperatura, ocorre um aumento do limite de resistência à tração.  
b) Com o aumento da temperatura, ocorre um aumento da fragilidade.  
c) Nas temperaturas de 122 e 140°C, ocorre uma diminuição considerável na deformação plástica.  
d) Com a diminuição da temperatura, ocorre uma melhora da ductibilidade.  
e) Com o aumento da temperatura, ocorre uma diminuição do módulo elástico.

30. O comportamento de deformação mecânica dos polímeros está fundamentado na viscoelasticidade desses materiais. O ensaio de tração possibilita a determinação de diversas propriedades mecânicas dos materiais. Sendo assim, analise a figura abaixo e marque a alternativa **CORRETA**:



- a) A curva 4 representa o comportamento de um material com altíssimo alongamento e dúctil.  
b) A curva 1 representa o comportamento de um material com baixo módulo e dúctil.

- c) A curva 5 representa o comportamento de um material com altíssimo módulo e frágil.  
d) A curva 3 representa o comportamento de um material com baixíssima tenacidade e frágil.  
e) A curva 2 representa o comportamento de um material com baixíssimo alongamento e frágil.