SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Programa de Pós-graduação em Química
PPGQ

PROCESSO DE SELEÇÃO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DA UFS – 2023.2

CADERNO DE QUESTÕES

NÚMERO DE INSCRIÇÃO:_____

ATENÇÃO: Favor não colocar o seu nome na prova nem no caderno de respostas. Pois a identificação será feita pelo número de inscrição que deverá ser colocado na primeira folha da prova e em todas as folhas do caderno de respostas.

FICHA DE RESPOSTA

Inorgânica (escolha apenas duas questões)										**Analítica (escolha apenas duas questões)**									
Questão 1					Questão 2					Questão 3					Questão 4					Questão 5					Questão 6					Questão 7					Questão 8				
a	b	**c**	d	e	a	b	c	**d**	e	**a**	b	c	d	e	a	b	**c**	d	e	**a**	b	c	d	e	a	b	c	**d**	e	a	b	c	**d**	e	**a**	b	c	d	e
Orgânica (escolha apenas duas questões)										**FQ (escolha apenas duas questões)**									
Questão 9					Questão 10					Questão 11					Questão 12					Questão 13					Questão 14					Questão 15					Questão 16				
a	b	**c**	d	e	a	b	**c**	d	e	a	**b**	c	d	e	a	**b**	c	d	e	**a**	b	c	d	e	a	b	**c**	d	e	a	b	**c**	d	e	a	**b**	c	d	e

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Número atômico → 1 H 1,0 ← Massa atômica

	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	← VIII B →			I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
1º	1 H 1,0																	2 He 4,0
2º	3 Li 6,9	4 Be 9,0											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
3º	11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
4º	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 84,8
5º	37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6º	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 * La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7º	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 ** Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
**	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

LEIA AS SEGUINTES INSTRUÇÕES ANTES DE INICIAR A PROVA:

a) A prova inicia-se às 14:00 h e encerra-se às 18:00 h (impreterivelmente).

b) O candidato deve assinar a lista de presença.

c) O candidato deve usar o número de inscrição como identificação em todas as folhas de respostas, ao invés do seu nome. O objetivo deste procedimento é garantir sigilo durante o processo de seleção.

d) Ao iniciar a prova:

(d.1) A prova terá duração de 4 (quatro) horas;

(d.2) O caderno de questões contém 16 questões, sendo 4 de cada área: Química Inorgânica (questões 1 a 4); Química Analítica (questões 5 a 8); Química Orgânica (questões 9 a 12) e Físico-Química (questões 13 a 16). Deverão ser respondidas somente 2 questões de cada área, ou seja, o candidato deverá escolher 2 questões de cada para responder;

(d.3) O verso das folhas do caderno de questões pode ser destinado a rascunho;

(d.4) A resposta a cada questão deverá ser inserida no espaço especificado no caderno de respostas. Não serão corrigidas as questões respondidas no caderno de questões. O caderno de resposta é único e não poderá ser substituído;

(d.5) Durante a prova poderá ser necessário o uso de calculadora. Não será permitido o empréstimo de calculadoras ou outros materiais durante o exame;

(d.6) O telefone celular deve ser mantido desligado durante o exame;

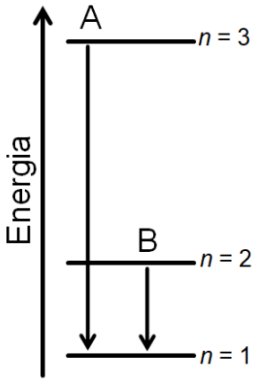
(d.7) Livros de Química ou qualquer tipo de aparelho de comunicação não são permitidos durante as provas;

(d.8) Não haverá revisão de prova;

(d.9) Todas as questões devem ser respondidas com caneta esferográfica de tinta azul ou preta;

(d.10) Ao finalizar a prova, o aluno deverá entregar tanto o caderno de questões como a caderno de respostas.

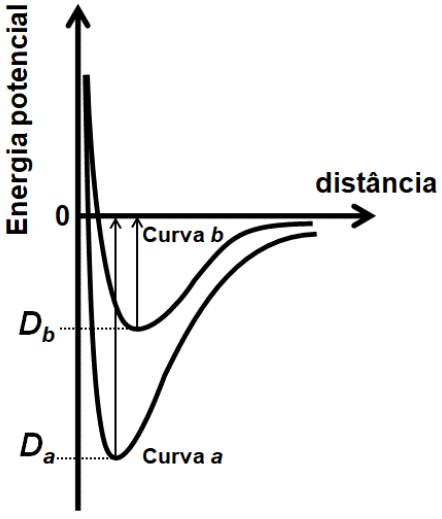
Questão 1) A figura ao lado ilustra a emissão de radiação eletromagnética quando um elétron sofre transição de um nível para outro no átomo de hidrogênio. Para o átomo de hidrogênio, a energia de um dado estado é calculada através da seguinte equação: $E_n = -\frac{13{,}6\ \text{eV}}{n^2}$. A energia é relacionada com o comprimento de onda (λ) e com a frequência (ν) da radiação por meio da equação $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, em que *h* é a constante de Planck ($6{,}626\times10^{-34}$ J s) e *c* a velocidade da luz no vácuo (3×10^{8} m s^{-1}). Além disso, vale lembrar que 1 eV = $1{,}602\times10^{-19}$ J.



Em relação à figura, considere as afirmações abaixo:
I- O comprimento de onda do fóton emitido quando o elétron sofre uma transição do estado **A** para o estado **B** é menor do que o comprimento de onda do fóton associado à transição eletrônica entre o estado **B** e o fundamental.
II- A diferença de energia entre o nível **B** e o estado fundamental é maior do que $2{,}0\times10^{-18}$ J.
III- O comprimento de onda da radiação eletromagnética liberada da transição eletrônica do nível **A** para o nível **B** é de 657 nm.
IV- A frequência do fóton liberado da transição eletrônica envolvendo o estado **A** e o estado fundamental é menor que $1{,}0\times10^{15}$ s^{-1}.
V- Quando o elétron no átomo de hidrogênio é descrito pelo estado caracterizado pelo número quântico principal 3, a carga nuclear sentida pelo elétron é menor do que caso fosse descrito pelo estado com *n* = 2.

Assinale a alternativa correta.
a) Os itens **I**, **II** e **IV** são verdadeiros.
b) Os itens **I**, **IV** e **V** são verdadeiros.
c) Somente os itens **II** e **IV** são falsos.
d) Somente os itens **I** e **V** são verdadeiros.
e) Somente os itens **II** e **III** são falsos.

Questão 2) A figura abaixo ilustra a dependência da energia potencial com a distância de separação de dois átomos interagentes em duas situações diferentes.



As afirmações dadas abaixo são relacionadas à figura.
I- A interação entre os átomos descrita pela **curva b** indica que a interação é mais forte do que a observada para os átomos que interagem segundo a **curva a**.
II- Para dois elementos iguais formando uma ligação química, caso a **curva a** represente os átomos conectados por uma ligação simples, a **curva b** representa uma ligação dupla para os mesmos átomos.
III- O comprimento da ligação descrita pela **curva a** é maior do que o comprimento da ligação associada à **curva b**, pois em **a** é observada uma maior estabilização.

IV- Para romper a ligação descrita pela **curva b** entre os dois átomos, é necessário fornecer menos energia do que para quebrar a ligação descrita pela **curva a**.
V- Para ambas as curvas, nota-se que para uma distância suficiente grande, tem-se que os átomos não mais interagem e por essa razão a energia potencial entre eles tende a zero.

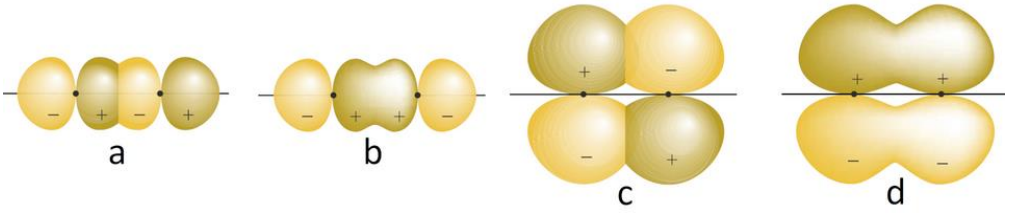
Assinale a alternativa correta.
a) Os itens **I**, **II** e **IV** são verdadeiros.
b) Os itens **I**, **IV** e **V** são verdadeiros.
c) Somente o item **V** é verdadeiro.
d) Três itens são falsos.
e) Somente os itens **I** e **III** são falsos.

Questão 3) A aplicação do Modelo da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (MRPECV) permite estender a Teoria de Lewis e assim obter a geometria molecular. Em adição, para a descrição da ligação química, a Teoria da Ligação de Valência (TLV) leva em consideração apenas a sobreposição dos orbitais atômicos de valência para a formação de uma dada ligação química. Quanto ao MRPECV e à TLV, as seguintes afirmações são dadas:
I- Para uma molécula diatômica orientada ao longo do eixo *z*, a sobreposição entre os orbitais p_x ou entre os orbitais p_y de cada átomo leva à formação de uma ligação π.
II- Para os compostos CH_4, H_2O e SO_3^{2-}, é esperada a seguinte ordem crescente quanto ao ângulo de ligação: $CH_4 < H_2O < SO_3^{2-}$.
III- Mesmo as ligações sendo polares, uma molécula poliatômica pode ser apolar. Este é o caso em especial das moléculas CO_2 e BF_3.
IV- Caso um composto apresente 4 regiões de densidade eletrônica em torno do elemento central, sendo dois pares de elétrons de ligação e dois pares isolados, tanto o arranjo eletrônico quanto a geometria molecular são angulares.
V- Usando a técnica da hibridização de orbitais atômicos, é possível explicar a formação de uma dada ligação σ N–H na molécula NH_3 através da combinação de um orbital sp^3 do N com o orbital *s* do H.

Assinale a alternativa correta.

a) Os itens **I**, **III** e **V** são verdadeiros.
b) Três itens são falsos.
c) Somente o item **V** é verdadeiro.
d) Os itens **I**, **II,** e **V** são verdadeiros.
e) Somente os itens **I** e **IV** são falsos.

Questão 4) A figura abaixo ilustra quatro diferentes orbitais moleculares para uma molécula diatômica homonuclear hipotética orientada ao longo do eixo *z*. Em relação às afirmações abaixo acerca dos orbitais moleculares fornecidos, assinale aquela que estiver correta.



a) O orbital molecular **a** corresponde à sobreposição frontal de dois orbitais *p* em fase, enquanto o orbital **b** é o resultado da sobreposição frontal de dois orbitais *p* fora de fase.
b) A simetria correspondente ao orbital molecular **a** é do tipo *g* e do orbital **b** é *u* e ambos são σ.
c) É correto afirmar que o orbital molecular **d** tem menor energia do que o orbital molecular **c**. Além disso, **c** tem simetria *g* e **d** tem simetria *u*.
d) Os dois orbitais *p* envolvidos na formação dos orbitais **c** e **d** são os mesmos que formam os orbitais **a** e **b**.
e) É correto afirmar que a ocupação eletrônica do orbital molecular **c** na molécula tende a aumentar a ordem de ligação, o que resulta em uma diminuição do comprimento de ligação.

Questão 5) Uma amostra de água de 50 cm^3 é analisada para determinar seu conteúdo de cálcio. Após a precipitação de oxalato de cálcio (CaC_2O_4), esse composto é coletado. O precipitado de CaC_2O_4 é aquecido lentamente até 900 °C. Com o aquecimento, o oxalato inicialmente perde água e forma oxalato de cálcio anidro. À medida que a temperatura continua subindo, o oxalato de cálcio se decompõe e forma carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e monóxido de carbono (CO_2). Considerando que a massa do filtro antes da coleta do precipitado era 25,7932 g, e depois da precipitação, aquecimento e resfriamento, 25,8216 g, qual a massa de cálcio (Ca), em gramas, na amostra aquosa?

a) 0,0115 g
b) 0,0203 g
c) 0,0259 g
d) 0,2023 g
e) 0,0302 g

Questão 6) Uma solução tampão contendo acetato de sódio (CH_3COONa), 0,05 mol L^{-1}, e ácido acético (CH_3COOH), 0,01 mol L^{-1}, foi preparada. Calcule o valor do pH do tampão.
Dados: K_a (CH_3COOH) = $1,7\times10^{-5}$.

a) 3,5
b) 4,0
c) 4,5
d) 5,5
e) 6,0

Questão 7) Um béquer contém uma solução de 0,02 mol L^{-1} $KMnO_4$, 0,005 mol L^{-1} $MnSO_4$, e 0,5 mol L^{-1} de H_2SO_4; um segundo béquer contém 0,15 mol L^{-1} $FeSO_4$ e 0,0015 mol L^{-1} $Fe_2(SO_4)_3$. Os dois béqueres são conectados por uma ponte salina e os eletrodos de platina são colocados em cada béquer. Os eletrodos são conectados em um voltímetro. Sabendo disso, qual será o potencial da célula, no início da reação?

$$5\ Fe^{2+} + MnO_4^- + 8\ H^+ \rightleftharpoons 5\ Fe^+ + Mn^{2+} + 4\ H_2O$$

Dados: $E°(Fe^{3+}, Fe^{2+})$ = 0,771 V e $E°(MnO_4^-, Mn^{2+})$ = 1,51 V

a) 1,52 V
b) 0,67 V
c) 0,79 V
d) 0,85 V
e) 0 V

Questão 8) Uma amostra de 0,4671 g contém bicarbonato de sódio dissolvido. Esta amostra é titulada com uma solução de ácido clorídrico 0,1067 mol L^{-1}, sendo gasto um volume de 40,72 mL. A reação é

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2O + CO_2$$

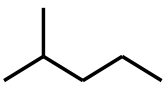
Qual o percentual de bicarbonato de sódio na amostra?

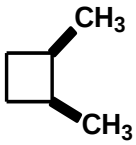
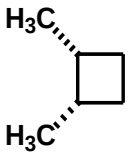
a) 78,1 %
b) 39,7 %
c) 52,4 %
d) 87,8 %
e) 68,2 %

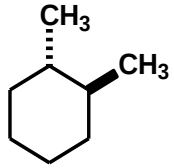
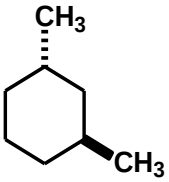
Questão 9) Examine as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta.
I- O **HCl** é um ácido mais forte do que o **HBr**.
II- O ácido cloroacético (**$ClCH_2COOH$**) é um ácido mais forte do que o ácido bromoacético (**$BrCH_2COOH$**).
III- A metilamina (**CH_3NH_2**) é uma base mais fraca do que o metanol (**CH_3OH**).
IV- O ácido acético (**CH_3COOH**) é um ácido mais fraco do que o ácido cloroacético (**$ClCH_2COOH$**).

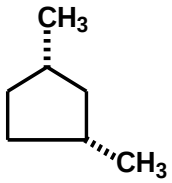
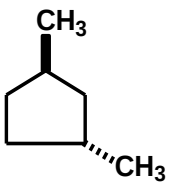
a) Somente as afirmações **I** e **III** estão corretas.
b) Somente as afirmações **I** e **IV** estão corretas.
c) Somente as afirmações **II** e **IV** estão corretas.
d) Todas as afirmações estão corretas.
e) Nenhuma das afirmações está correta.

Questão 10) Examine cada par de estruturas abaixo e assinale a alternativa correta.

a)  e $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)_2$

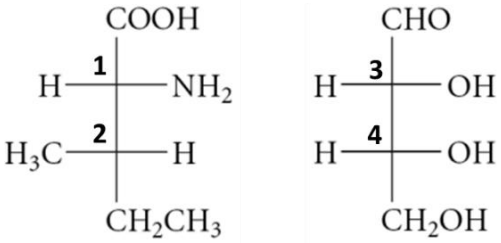
b)  e 

c)  e 

d)  e 

a) Em **a** temos um par de estruturas iguais, em **b**, **c** e **d** temos pares de isômeros espaciais.
b) Em **a**, em **b** e em **d** temos um par de estruturas iguais; em **c** temos um par de estruturas que são isômeros constitucionais.
c) Em **a** e em **b** temos um par de estruturas iguais, em **c** o par de estruturas são isômeros constitucionais e em **d** o par de estruturas são isômeros espaciais.
d) Em **a** temos um par de estruturas iguais, em **b** e **d** temos pares de isômeros espaciais e em **c** um par de isômeros constitucionais.
e) Em **a** e em **b** temos um par de estruturas iguais e em **c** e **d** um par de estruturas são isômeros espaciais.

Questão 11) Assinale a alternativa correta em relação à configuração de cada um dos centros estereogênicos identificados pelos números de **1** a **4** nas estruturas abaixo.



a) 1*R*, 2*R*, 3*R*, 4*R*.
b) 1*R*, 2*S*, 3*R*, 4*R*.
c) 1*S*, 2*S*, 3*S* 4*R*.
d) 1*R*, 2*S*, 3*S*, 4*R*.
e) 1S, 2*R*, 3*S*, 4*S*.

Questão 12) Examine as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta.
I- A reação do (*R*)-2-clorobutano + NaBr produz (*S*)-2-bromobutano via mecanismo S_N2.
II- A reação do $H_2C{=}CHCH_2Br$ + $NaOCH_3$ produz $H_2C{=}CHCH_2OH$ via mecanismo S_N1.
III- A reação do (*S*)-1-cloro-2-metilbutano + NaBr produz (*R*)-1-bromo-2-metilbutano via mecanismo S_N2.
IV- A reação do 2-bromo-2-metilbutano + NaOH produz 2-metilbutan-2-ol via mecanismo S_N2.
V- A reação do 2-cloro-2-metilpropano + NaOH produz majoritariamente 2-metilpropan-2-ol via mecanismo S_N1.

a) Somente as afirmações **I** e **II** estão corretas.
b) Somente a afirmação **I** está correta.
c) Somente as afirmações **I** e **IV** estão corretas.
d) Somente as afirmações **II** e **IV** estão corretas.
e) Todas as afirmações estão corretas.

Questão 13) Para a reação de decomposição de primeira ordem de um composto **A**, **2A** → **P**, a constante de velocidade é $3{,}56\times10^{-7}$ s^{-1} a 298 K. Calcule a meia vida de **A** ($t_{½}$). Sabendo que a pressão inicial de **A** é 33,00 kPa, qual a pressão de **A** após 20 min?

Dados: para uma reação **A** → **P** de primeira ordem, $p = p_0\, e^{-k\,t}$ e $t_{½} = \dfrac{ln\ 2}{k}$.

a) $t_{½} = 9{,}74\times10^{5}$ s e p = 32,97 kPa
b) $t_{½} = 1{,}95\times10^{5}$ s e p = 32,99 kPa
c) $t_{½} = 1{,}95\times10^{5}$ s e p = 32,97 kPa
d) $t_{½} = 2{,}81\times10^{6}$ s e p = 32,99 kPa
e) $t_{½} = 9{,}74\times10^{5}$ s e p = 32,99 kPa

Questão 14) Em um sistema em equilíbrio de água líquida e vapor de água em que a temperatura é mantida constante a partir de um banho, admita que o volume é aumentado reversivelmente com T e p constantes. Isso implicará em vaporização de parte da água líquida. Responda se ΔH, ΔS, ΔS_{univ}, e ΔG são grandezas positivas, negativas ou zero.

a) $\Delta H = 0$; $\Delta S = 0$; $\Delta S_{univ} = 0$; $\Delta G = 0$
b) $\Delta H > 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta S_{univ} > 0$; $\Delta G > 0$
c) $\Delta H > 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta S_{univ} = 0$; $\Delta G = 0$
d) $\Delta H = 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta S_{univ} > 0$; $\Delta G = 0$
e) $\Delta H > 0$; $\Delta S > 0$; $\Delta S_{univ} > 0$; $\Delta G = 0$

Questão 15) Um tanque contendo 80 dm^3 de nitrogênio gasoso pressurizado a 172 atm e 20 °C é deixado ao sol, aquecendo a 140 °C. Determine a pressão final dentro do tanque (paredes rígidas), w, q e ΔU no processo. Assuma que o $N_{2(g)}$ se comporta como um gás perfeito com C_{vm} igual a 21,0 J mol^{-1} K^{-1}.
Dados: R = 0,082 atm dm^3 K^{-1} mol^{-1} = 8,314 J K^{-1} mol^{-1}; $pV = nRT$; $dU = dq + dw$; $C_v = dU/dT$ a p constante; T/K = T/°C + 273.

a) p_f = 172 atm; w = -2,5 kJ; q = 2,5 kJ; $\Delta U = 0$
b) p_f = 242 atm; w = 0; q = 2,5 kJ; ΔU = 2,5 kJ
c) p_f = 242 atm; w = 0; q = 1443 kJ; ΔU = 1443 kJ
d) p_f = 172 atm; w = -3524 kJ; q = 0; ΔU = -3542 kJ
e) p_f = 242 atm; w = -1443 kJ; q = 1443 kJ; $\Delta U = 0$

Questão 16) Em relação ao diagrama de fase da **Figura 1**, indique qual a composição de um destilado (coletado após o topo de uma coluna de destilação fracionada) com uma composição inicial igual a 0,5.

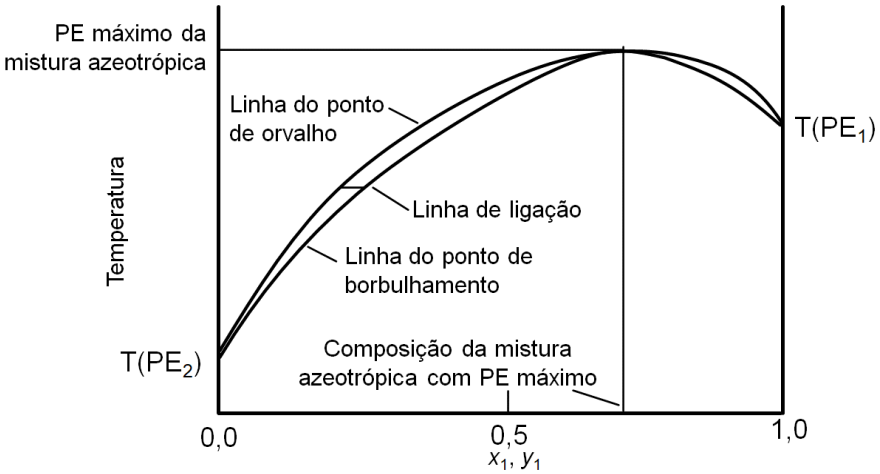


Figura 1. Diagrama de fase temperatura-composição a partir da mistura de dois líquidos miscíveis (“líquido 1” e “líquido 2”).

a) $x_1 = 1$
b) $x_1 = 0$
c) Composição do azeótropo (x_1 = 0,7)
d) x_1 = 0,5
e) x_1 = 0,3