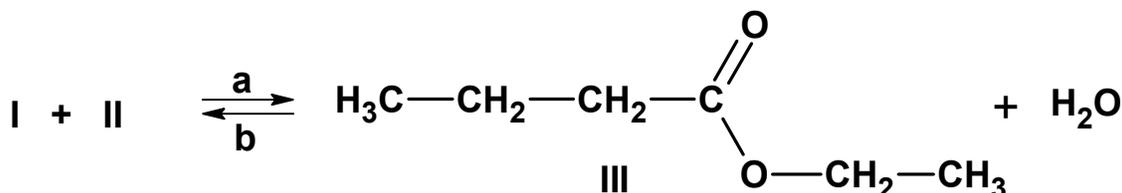


EXERCÍCIOS SOBRE REAÇÕES ORGÂNICAS DE ESTERIFICAÇÃO, HIDRÓLISE DE ÉSTER, TRANSESTERIFICAÇÃO E SAPONIFICAÇÃO

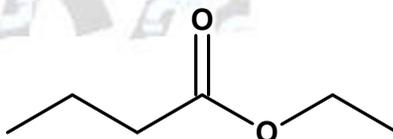
01. (UFSC) Os ésteres são utilizados como essências de frutas e aromatizantes na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Considere a reação entre um ácido carboxílico (I) e um álcool (II), de acordo com o esquema reacional abaixo, formando o éster representado pela estrutura III, que possui aroma de abacaxi e é usado em diversos alimentos e bebidas:



Sobre o assunto, é correto afirmar que:

- 01) o composto I possui dois átomos de hidrogênio ionizáveis, o que o classifica como um ácido poliprótico.
- 02) o composto I é o ácido etanoico.
- 04) o composto II é o butan-1-ol.
- 08) o composto III é isômero de função do ácido hexanoico.
- 16) a reação que ocorre no sentido indicado pela letra “a” é denominada esterificação, ao passo que a reação que ocorre no sentido indicado por “b” é uma hidrólise.
- 32) a adição do composto I ou II em excesso favorecerá a reação no sentido indicado pela letra “b”, deslocando o equilíbrio da reação para a esquerda.

02. (UPF) A seguir, está representada a estrutura do éster responsável pelo *flavor* de abacaxi.



Marque a opção que indica **corretamente** os reagentes que podem ser usados para produzir esse éster via reação de esterificação catalisada por ácido.

- a) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- c) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOOH}$
- d) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COCH}_3 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- e) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHO} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

03. (FUVEST) A preparação de um biodiesel, em uma aula experimental, foi feita utilizando-se etanol, KOH e óleo de soja, que é constituído principalmente por triglicerídeos. A reação que ocorre nessa preparação de biodiesel é chamada transesterificação, em que um éster reage com um álcool, obtendo-se um outro éster. Na reação feita nessa aula, o KOH foi utilizado como catalisador.

O procedimento foi o seguinte:

1ª etapa: Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.

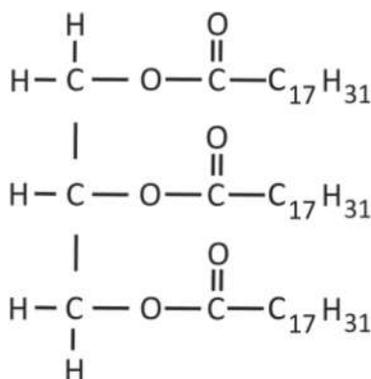
2ª etapa: Em um erlenmeyer, foram colocados 100 mL de óleo de soja, aquecendo-se em banho-maria, a uma temperatura de 45 °C Adicionou-se a esse óleo de soja a solução de catalisador, agitando-se por mais 20 minutos.

3ª etapa: Transferiu-se a mistura formada para um funil de separação, e esperou-se a separação das fases, conforme representado na figura abaixo.



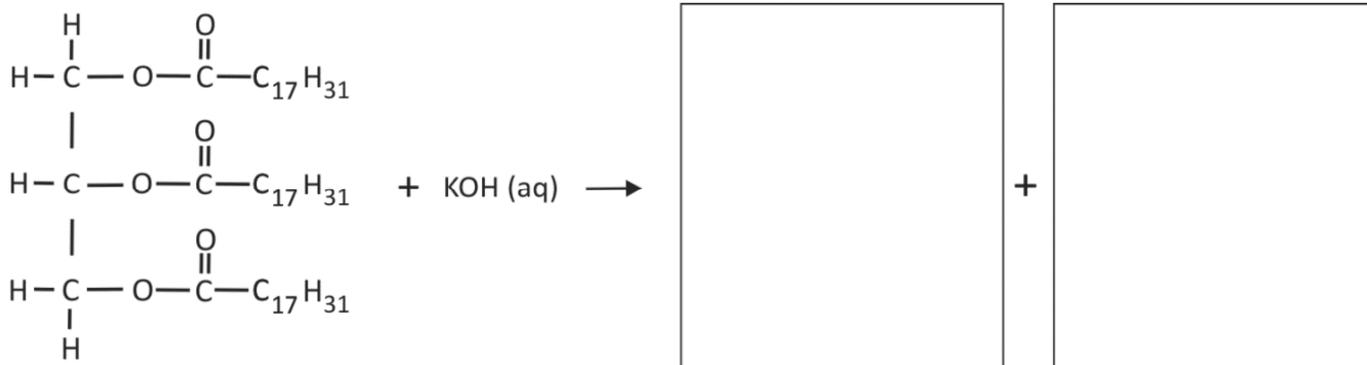
a) Toda a quantidade de KOH empregada no procedimento descrito, se dissolveu no volume de etanol empregado na primeira etapa? Explique, mostrando os cálculos.

b) Considere que a fórmula estrutural do triglicerídeo contido no óleo de soja é a mostrada a seguir.



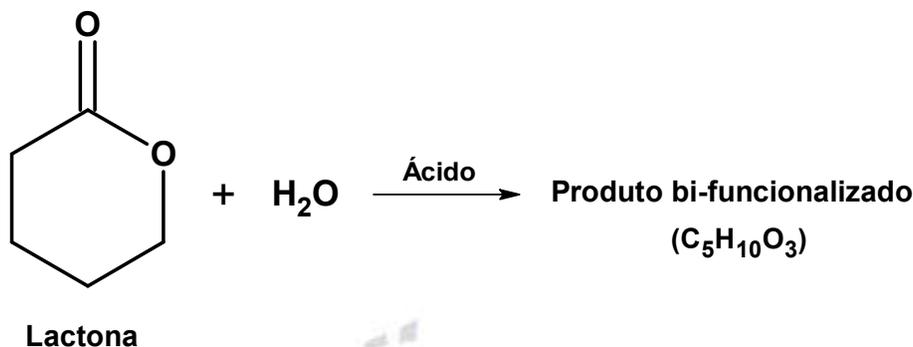
Escreva a fórmula estrutural do biodiesel formado.

c) Se, na primeira etapa desse procedimento, a solução de KOH em etanol fosse substituída por um excesso de solução de KOH em água, que produtos se formariam? Responda, completando o esquema a seguir com as fórmulas estruturais dos dois compostos que se formariam e balanceando a equação química.



Dado: solubilidade do KOH em etanol a 25°C = 40 g em 100 mL.

04. (UFPR) Ésteres são as substâncias responsáveis pelos aromas e sabores de diversas frutas. Os ésteres são facilmente hidrolisados na presença de ácido inorgânico, resultando em dois produtos: um que contém um grupo carboxila e outro que contém um grupo hidroxila. No caso das lactonas, que são ésteres cíclicos, essa hidrólise resulta num único composto bi-funcionalizado, oriundo da abertura do anel. No esquema, é mostrada uma lactona que sofre hidrólise e resulta num produto bi-funcionalizado de fórmula molecular $C_5H_{10}O_3$.



- Desenhe a estrutura química em grafia bastão do produto da reação.
- Quais são os nomes das funções presentes no produto?
- Forneça o nome do produto segundo as regras da IUPAC.

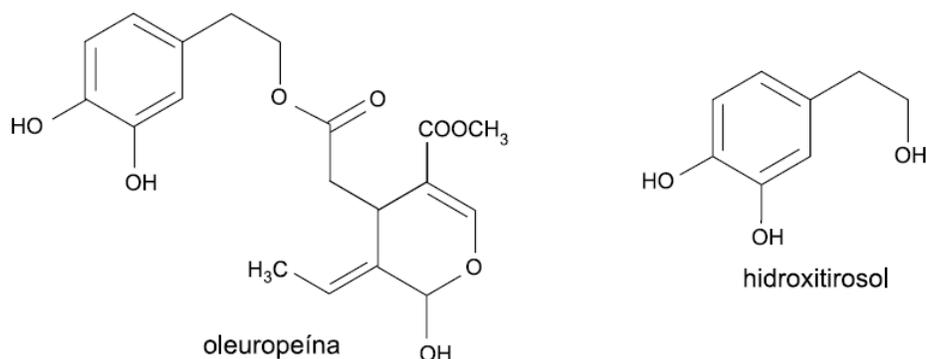
05. (UECE) Se um litro de óleo utilizado para fritar alimentos em sua casa for jogado no ralo da pia ou na descarga do banheiro, essa ação pode provocar, no meio ambiente, a contaminação de cerca de 10 mil litros de água. Então, para ajudar a preservar o meio ambiente, é possível que se faça sabão em barra a partir do óleo usado, de forma caseira, bastando, para tanto, seguir o procedimento abaixo.

- Coloque 1,5 L de água para aquecer a aproximadamente 70 °C.
- Misture, em um balde de plástico, 1,0 kg de soda cáustica em escamas e 1,0 L de água quente. Despeje a água devagar e, cuidadosamente, mexa com uma colher de pau até a soda dissolver por completo.
- Acrescente, à mistura, 5,0 L de óleo de cozinha usado (coado para eliminar resíduos) e continue mexendo (em torno de 40 minutos) até a mistura ficar homogênea e um pouco mais espessa.
- Acrescente, à mistura, um pouco de sabão em pó dissolvido em 0,5 L da água quente e detergente líquido com o aroma de sua preferência. Esses dois ingredientes são opcionais, mas são usados para que o sabão produza espuma e tenha um aroma agradável.
- Mexa por mais 5 minutos e, quando a mistura estiver bastante espessa, coloque-a em um recipiente plástico e deixe em repouso por 5 horas.
- Após esse tempo, corte o sabão em barras e aguarde uma semana para usá-lo.

Considerando o processo de fabricação caseira de sabão para reaproveitamento de óleo de cozinha, assinale a proposição verdadeira.

- Ao invés de utensílios metálicos, são utilizados utensílios de plástico e madeira em todas as fases do processo, para evitar reação do metal com a soda cáustica.
- Na produção do sabão caseiro ocorre hidrólise alcalina entre um éster e uma base inorgânica fraca.
- A reação dessa experiência é denominada de saponificação, pelo fato de utilizar-se como reagente um ácido graxo para produzir sabão.
- A equação química dessa reação pode ser escrita da seguinte forma: óleo ou gordura + base forte \rightarrow sabão + aldeído.

06. (FASM – Medicina) A oleuropeína é o composto fenólico mais abundante presente nas folhas da oliveira. A partir dessa substância, produz-se o hidroxitirosol, um poderoso antioxidante ortodifenólico, responsável por grande parte dos benefícios atribuídos ao azeite de oliva extravirgem.



O hidroxitirosol e um segundo álcool podem ser obtidos por hidrólise ácida da oleuropeína.

a) Indique duas funções orgânicas presentes na molécula de oleuropeína, além da função fenol.

b) Escreva a fórmula molecular do hidroxitirosol e escreva a fórmula estrutural do segundo álcool que pode ser obtido a partir da hidrólise ácida da oleuropeína.

07. (UNESP) Analise o quadro, que mostra seis classes de enzimas e os tipos de reações que catalisam.

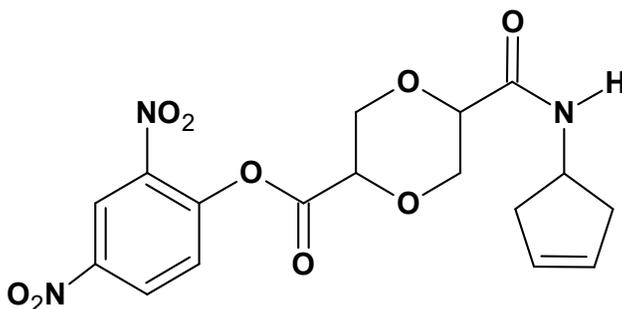
Classe de enzima	Tipo de reação que catalisa
1. óxido-redutases	óxido-redução
2. transferases	transferência de grupos
3. hidrolases	hidrólise
4. liases	adição de grupos a duplas ligações ou remoção de grupos, formando dupla ligação
5. isomerases	rearranjos intramoleculares
6. ligases	condensação de duas moléculas, associada à hidrólise de uma ligação de alta energia (em geral, do ATP)

(Anita Marzzoco e Bayardo Baptista Torres. *Bioquímica básica*, 1999. Adaptado.)

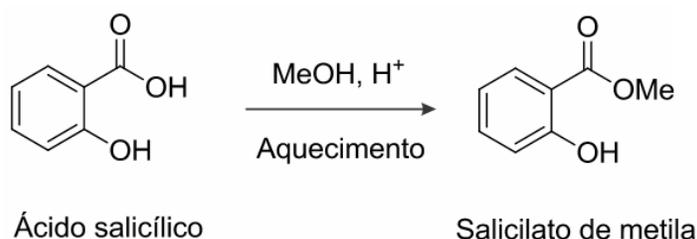
A enzima álcool desidrogenase catalisa a transformação de etanol em acetaldeído e a enzima sacarase catalisa a reação de sacarose com água, produzindo glicose e frutose. Portanto, essas duas enzimas pertencem, respectivamente, às classes

a) 6 e 5. b) 1 e 3. c) 4 e 5. d) 1 e 2. e) 3 e 6.

08. (IME) Dentre os produtos da reação de hidrólise total do composto abaixo, um reage com bromo em tetracloreto de carbono a -5°C para gerar, como produto, uma mistura de dois isômeros; outro reage com ácido nítrico em presença de ácido sulfúrico, produzindo ácido pícrico. Com base nessas informações, determine as estruturas dos produtos de todas as reações mencionadas.



09. (UFPR) O salicilato de metila é um produto natural amplamente utilizado como analgésico tópico para alívio de dores musculares, contusões etc. Esse composto também pode ser obtido por via sintética a partir da reação entre o ácido salicílico e metanol, conforme o esquema abaixo:



A reação esquematizada é classificada como uma reação de:

- a) esterificação.
- b) hidrólise.
- c) redução.
- d) pirólise.
- e) desidratação.

10. (UFG) O ácido tereftálico é um composto orgânico formado de átomos de C, H e O. Ele é utilizado como precursor na síntese do polímero polietileno tereftalato (PET), matéria-prima para a produção de garrafas plásticas. Esse ácido, também chamado de *p*-dicarboxilbenzeno (1), é produzido pela oxidação catalítica do *p*-dimetilbenzeno (2) com o oxigênio.

A partir das nomenclaturas,

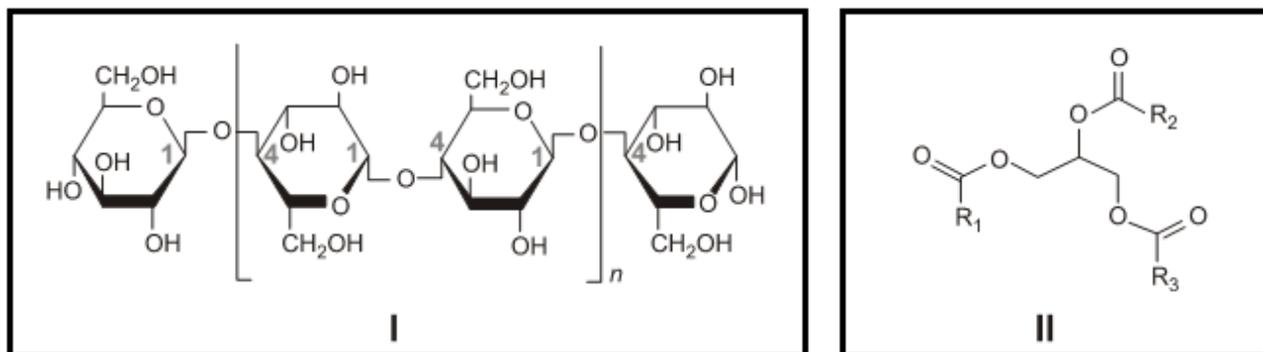
- a) desenhe as fórmulas estruturais planas dos compostos (1) e (2);
- b) represente a fórmula estrutural plana do monômero de adição formado pela reação de esterificação do ácido tereftálico com 1,2-etanodiol.

11. (UPE) A busca por combustíveis alternativos tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais. Nesse contexto, destaca-se o uso de biocombustíveis, ou seja, de produtos úteis para a geração de energia, que sejam obtidos, total ou parcialmente, a partir de biomassa. A tabela abaixo mostra os principais exemplos desses combustíveis.

Combustível	Matéria-prima	Processo de obtenção	Composição química
Carvão vegetal	Madeira	Pirólise	Carbono
Alcool	Açúcares (glicose, amido, celulose, etc.)	Fermentação anaeróbica	Etanol
Biogás	Todo tipo de biomassa	Fermentação anaeróbica	Hidrocarbonetos leves
Biogás de síntese	Biomassa em geral	Gaseificação	Mistura gasosa, essencialmente CO e H ₂
Biodiesel	Óleos e gorduras	Esterificação ou transesterificação	Mono ésteres de ácidos graxos
Bio-óleo	Óleos e gorduras	Craqueamento ou hidrocrackeamento	Mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados

Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/qni/visualizarTema.php?idTema=30>. Adaptado.)

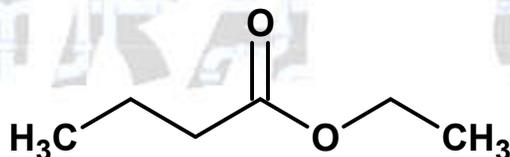
As substâncias representadas a seguir se relacionam diretamente com esses biocombustíveis.



Sobre as relações existentes entre I e II com os biocombustíveis mostrados na tabela, é **CORRETO** afirmar que

- I sofre hidrocraqueamento para produzir bio-óleo.
- I e II são os principais constituintes químicos do bio-óleo.
- II sofre transesterificação para produzir os constituintes do biodiesel.
- I é a principal matéria-prima para a produção dos seis biocombustíveis apresentados.
- II é o principal tipo de constituinte das matérias-primas usadas para a produção de C_8H_{18} por fermentação anaeróbica.

12. (UNIFOR) Os ésteres são compostos orgânicos que apresentam o grupo funcional $R'COOR''$, são empregados como aditivos de alimentos e conferem sabor e aroma artificiais aos produtos industrializados, imitam o sabor de frutas em sucos, chicletes e balas. Os compostos orgânicos que podem reagir para produzir o seguinte éster, por meio de uma reação de esterificação são, respectivamente,



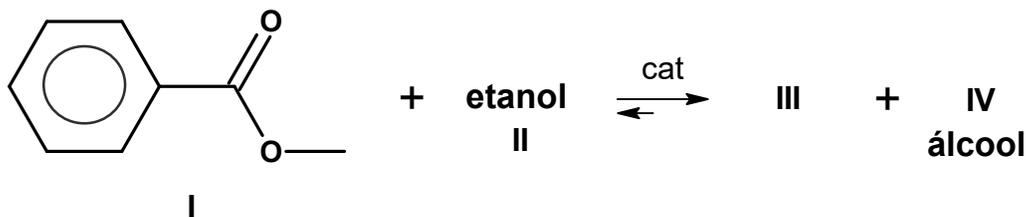
éster que apresenta aroma de abacaxi

- ácido benzoico e etanol.
- ácido butanoico e etanol.
- ácido etanoico e butanol.
- ácido metanoico e butanol.
- ácido etanoico e etanol.

13. (UNICAMP) Recentemente encontrou-se um verdadeiro “fatberg”, um iceberg de gordura com cerca de 15 toneladas, nas tubulações de esgoto de uma região de Londres. Esse “fatberg”, resultado do descarte inadequado de gorduras e óleo usados em frituras, poderia ser reaproveitado na produção de

- sabão, por hidrólise em meio salino.
- biodiesel, por transesterificação em meio básico.
- sabão, por transesterificação em meio salino.
- biodiesel, por hidrólise em meio básico.

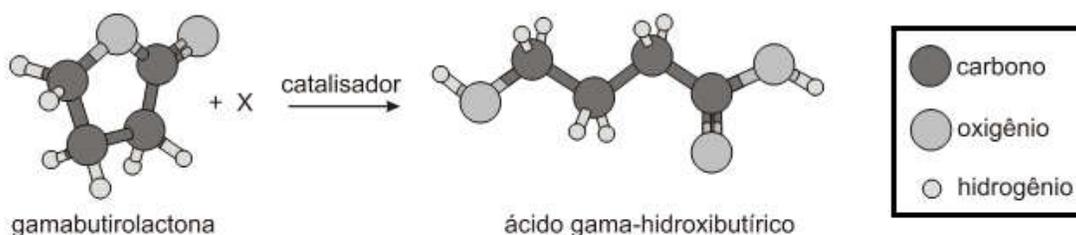
14. (PUCRJ) Na transesterificação representada a seguir, 1 mol da substância I reage com 1 mol de etanol, na presença de um catalisador (cat), gerando 1 mol do produto III e 1 mol do produto IV.



Considerando-se os reagentes, o produto III e o produto IV (que pertence à função orgânica álcool) responda ao que se pede.

- Represente a estrutura do produto III utilizando notação em bastão.
- Dê o nome do produto IV, segundo as regras de nomenclatura da IUPAC.
- Escreva a fórmula molecular da substância I.

15. (FUVEST) O ácido gama-hidroxi-butírico é utilizado no tratamento do alcoolismo. Esse ácido pode ser obtido a partir da gamabutirolactona, conforme a representação a seguir:



Assinale a alternativa que identifica corretamente **X** (de modo que a representação respeite a conservação da matéria) e o tipo de transformação que ocorre quando a gamabutirolactona é convertida no ácido gamahidroxi-butírico.

	X	Tipo de transformação
a)	CH ₃ OH	esterificação
b)	H ₂	hidrogenação
c)	H ₂ O	hidrólise
d)	luz	isomerização
e)	calor	decomposição

16. (UFPE) Atualmente, a indústria química produz uma grande quantidade de ésteres que podem ser utilizados como aromatizantes e flavorizantes na indústria de alimentos. Sobre os ésteres, analise as proposições a seguir.

- () Podem ser preparados a partir da reação entre ácidos carboxílicos e alcoóis, catalisada por um ácido, o que constitui a reação de esterificação de Fisher.
- () Podem ser preparados a partir da reação entre anidridos de ácido e alcoóis catalisada por um ácido.
- () Podem ser preparados a partir da reação de haletos de acila e alcoóis.
- () Podem ser cíclicos e, neste caso, são chamados de lactonas.
- () O éster mais simples que existe é o etanoato de metila, também conhecido como acetato de metila.

17. (FATEC) A incorporação de saberes e de tecnologias populares como, por exemplo, a obtenção do sabão de cinzas, a partir de uma mistura de lixívia de madeira queimada com grandes quantidades de gordura animal sob aquecimento, demonstra que já se sabia como controlar uma reação química, cuja finalidade, neste caso, era produzir sabão.

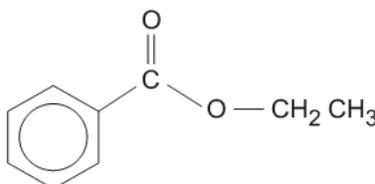
De acordo com o conhecimento químico, o sabão de cinzas se forma mediante a ocorrência de reações químicas entre a potassa, que é obtida das cinzas, e os ácidos graxos presentes na gordura animal.

www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID241/v15_n2_a2010.pdf Acesso em 21.09.2012. Adaptado

A palavra potassa é usada em geral para indicar o carbonato de potássio (K_2CO_3), que, em meio aquoso, sofre hidrólise. A produção do sabão é possível porque a hidrólise da potassa leva à formação de um meio fortemente

- ácido, promovendo a esterificação.
- ácido, promovendo a saponificação.
- alcalino, promovendo a esterificação.
- alcalino, promovendo a saponificação.
- ácido, promovendo a hidrólise da gordura.

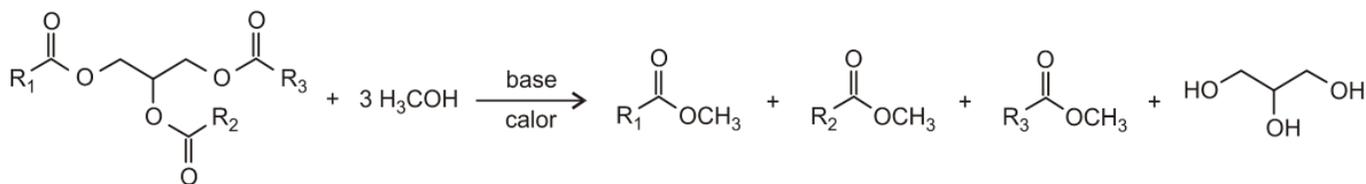
17. (ENEM) A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$, cuja estrutura está mostrada a seguir.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- ácido benzoico e etanol.
- ácido propanoico e hexanol.
- ácido fenilacético e metanol.
- ácido propiônico e ciclohexanol.
- ácido acético e álcool benzílico.

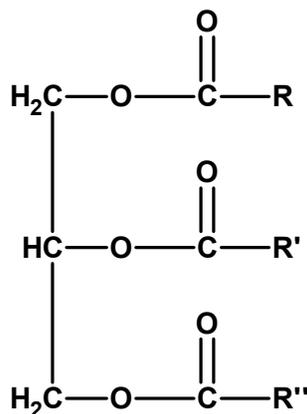
18. (ENEM) Um dos métodos de produção de biodiesel envolve a transesterificação do óleo de soja utilizando metanol em meio básico (NaOH ou KOH), que precisa ser realizada na ausência de água. A figura mostra o esquema reacional da produção de biodiesel, em que R representa as diferentes cadeias hidrocarbônicas dos ésteres de ácidos graxos.



A ausência de água no meio reacional se faz necessária para

- manter o meio reacional no estado sólido.
- manter a elevada concentração do meio reacional.
- manter constante o volume de óleo no meio reacional.
- evitar a diminuição da temperatura da mistura reacional.
- evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão.

19. (FUVEST) Os componentes principais dos óleos vegetais são os triglicerídeos, que possuem a seguinte fórmula genérica:



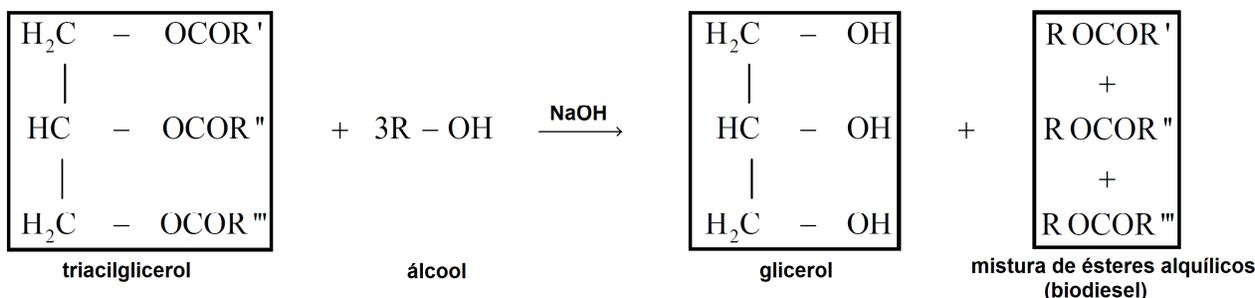
Nessa fórmula, os grupos R, R' e R'' representam longas cadeias de carbono, com ou sem ligações duplas.

A partir dos óleos vegetais, pode-se preparar sabão ou biodiesel, por hidrólise alcalina ou transesterificação, respectivamente. Para preparar sabão, tratam-se os triglicerídeos com hidróxido de sódio aquoso e, para preparar biodiesel, com metanol ou etanol.

a) Escreva a equação química que representa a transformação de triglicerídeos em sabão.

b) Escreva uma equação química que representa a transformação de triglicerídeos em biodiesel.

20. (ITA) A reação catalisada do triacilglicerol com um álcool (metanol ou etanol) produz glicerol (1,2,3-propanotriol) é uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos de cadeia longa, mais conhecido como biodiesel. Essa reação de transesterificação envolve o equilíbrio representado pela seguinte equação química balanceada:



em que: R', R'', R''' = cadeias carbônicas dos ácidos graxos e R = grupo alquil do álcool reagente.

A respeito da produção do biodiesel pelo processo de transesterificação, são feitas as seguintes afirmações:

I. O hidróxido de sódio é dissolvido completamente e reage com o agente transesterificante para produzir água e o íon alcóxido.

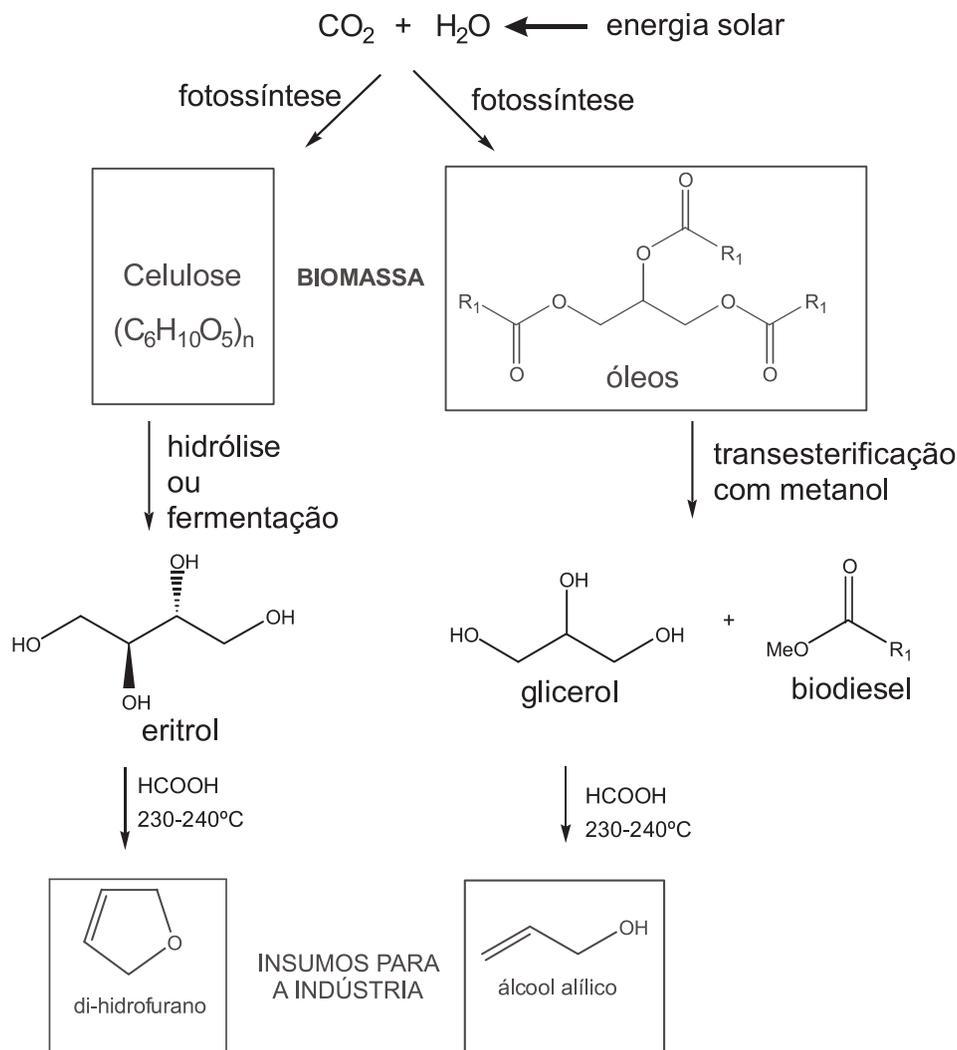
II. Na transesterificação catalisada por álcali, os reagentes empregados nesse processo devem ser substancialmente anidros para prevenir a formação de sabões.

III. Na reação de produção do biodiesel pela rota etílica, com catalisador alcalino, o alcóxido formado inibe a reação de saponificação.

Das afirmações acima, está(ao) correta(s) apenas

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

21. (UFF) Os triglicerídeos (óleos) fazem parte da biomassa e são comumente conhecidos por produzir biodiesel. Porém, ao se efetuar essa transformação, se obtém também glicerol que é utilizado para preparar o álcool alílico. Já a celulose pode fornecer o eritrol que é usado para produzir o di-hidrofurano. Esses produtos são insumos largamente utilizados na indústria química.

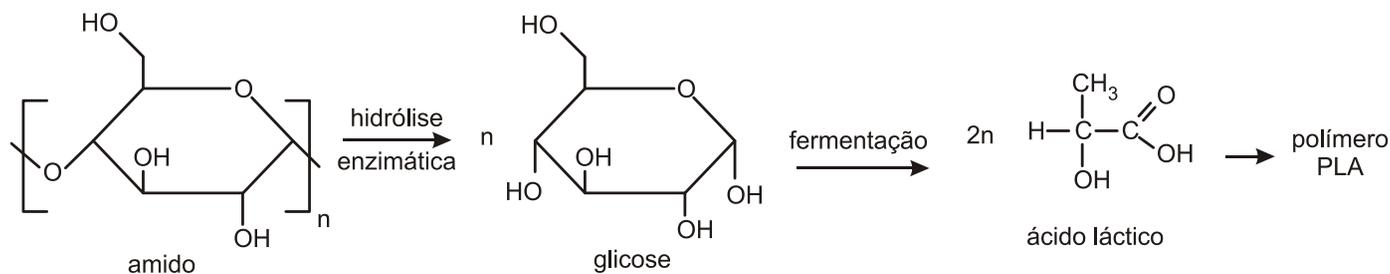


Conhecendo as propriedades físicas e químicas dos compostos, e o esquema apresentado acima, pode-se afirmar que:

- os insumos são dois alcoóis insaturados.
- a substância com maior ponto de ebulição é a água.
- não é possível realizar uma reação do di-hidrofurano com bromo.
- a equação da transesterificação está balanceada.
- na síntese do biodiesel a reação de transesterificação pode ser catalisada por ácidos.

22. (FUVEST) O endosperma do grão de milho armazena amido, um polímero natural. A hidrólise enzimática do amido produz glicose.

- Em que fase do desenvolvimento da planta, o amido do grão de milho é transformado em glicose?
- Cite o processo celular em que a glicose é utilizada. O amido de milho é utilizado na produção industrial do polímero biodegradável PLA, conforme esquematizado:



O PLA é um poliéster, no qual moléculas de ácido láctico se uniram por sucessivas reações de esterificação.

c) Escreva a equação química balanceada que representa a reação de esterificação entre duas moléculas de ácido láctico.

23. (ITA) São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

- I. A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.
- II. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO₂ como subproduto.
- III. Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

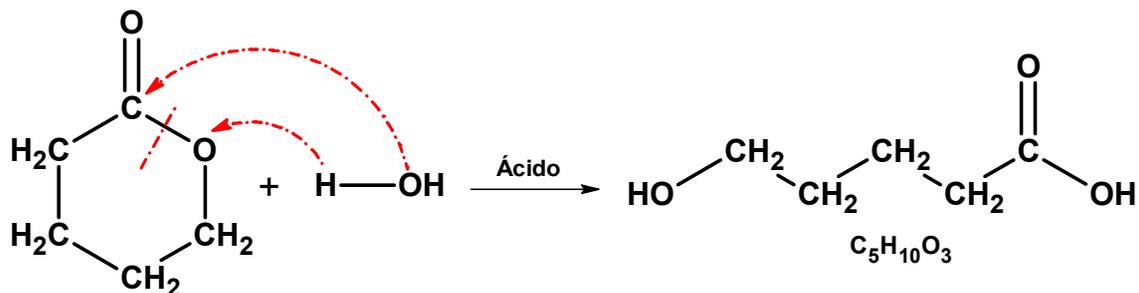
- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

24. (ENEM) A descoberta dos organismos extremófilos foi uma surpresa para os pesquisadores. Alguns desses organismos, chamados de acidófilos, são capazes de sobreviver em ambientes extremamente ácidos. Uma característica desses organismos é a capacidade de produzir membranas celulares compostas de lipídeos feitos de éteres em vez dos ésteres de glicerol, comuns nos outros seres vivos (mesófilos), o que preserva a membrana celular desses organismos mesmo em condições extremas de acidez.

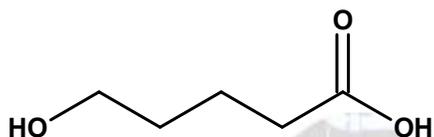
A degradação das membranas celulares de organismos não extremófilos em meio ácido é classificada como

- a) hidrólise.
- b) termólise.
- c) eterificação.
- d) condensação.
- e) saponificação.

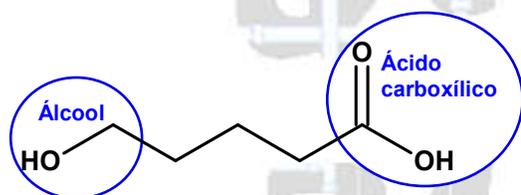
04. a) Teremos a seguinte reação:



Grafia do produto em bastão:



b) Funções presentes no produto: álcool e ácido carboxílico.



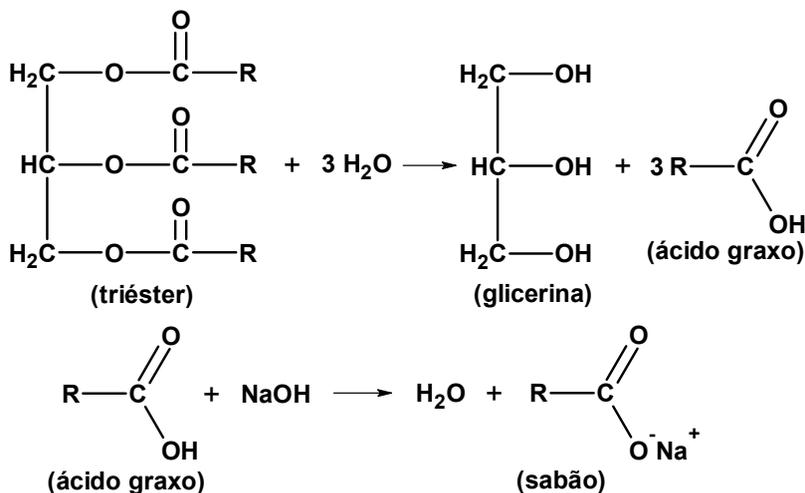
c) Nome do produto segundo as regras da IUPAC: ácido 5-hidroxipentanoico.

05. Alternativa A.

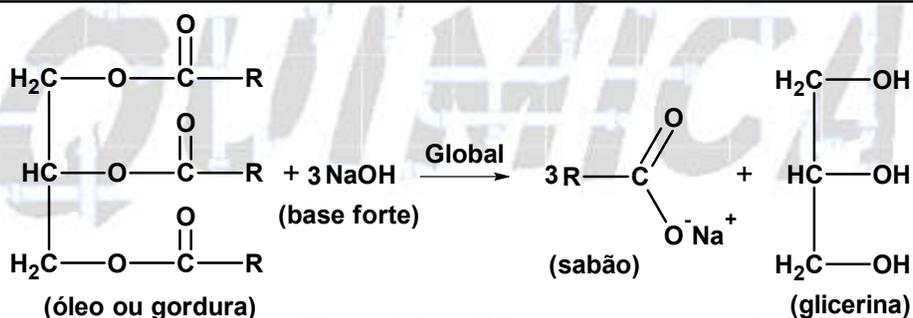
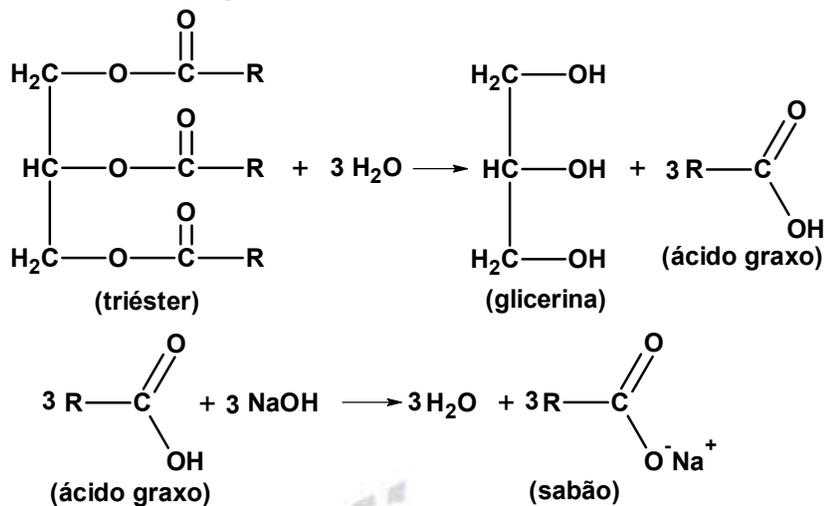
a) Verdadeira. Ao invés de utensílios metálicos, são utilizados utensílios de plástico e madeira (menos para o aquecimento da água) em todas as fases do processo, para evitar a reação do hidróxido de sódio, principalmente, com o alumínio proveniente de algum tipo de recipiente.

b) Falsa. Na produção do sabão caseiro ocorre hidrólise alcalina entre um triéster e uma base inorgânica forte.

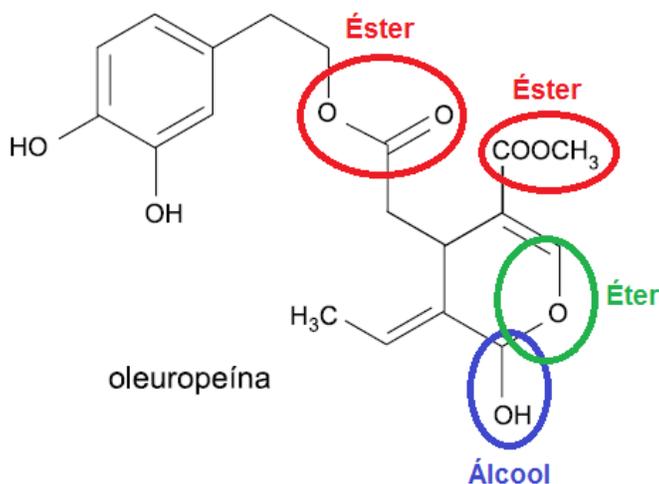
c) Falsa. Este processo é chamado de saponificação, pois nele é produzido um sal orgânico (carboxilato) de cadeia longa denominado sabão. A obtenção é feita a partir de triésteres ou triglicerídeos.



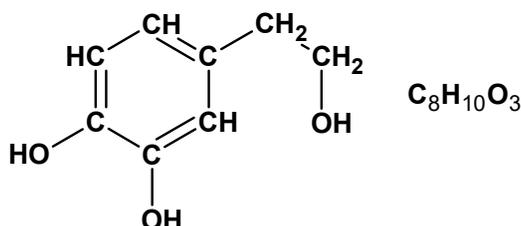
d) Falsa. A equação química global deste processo pode ser escrita da seguinte forma: óleo ou gordura + base forte → sabão + glicerina.



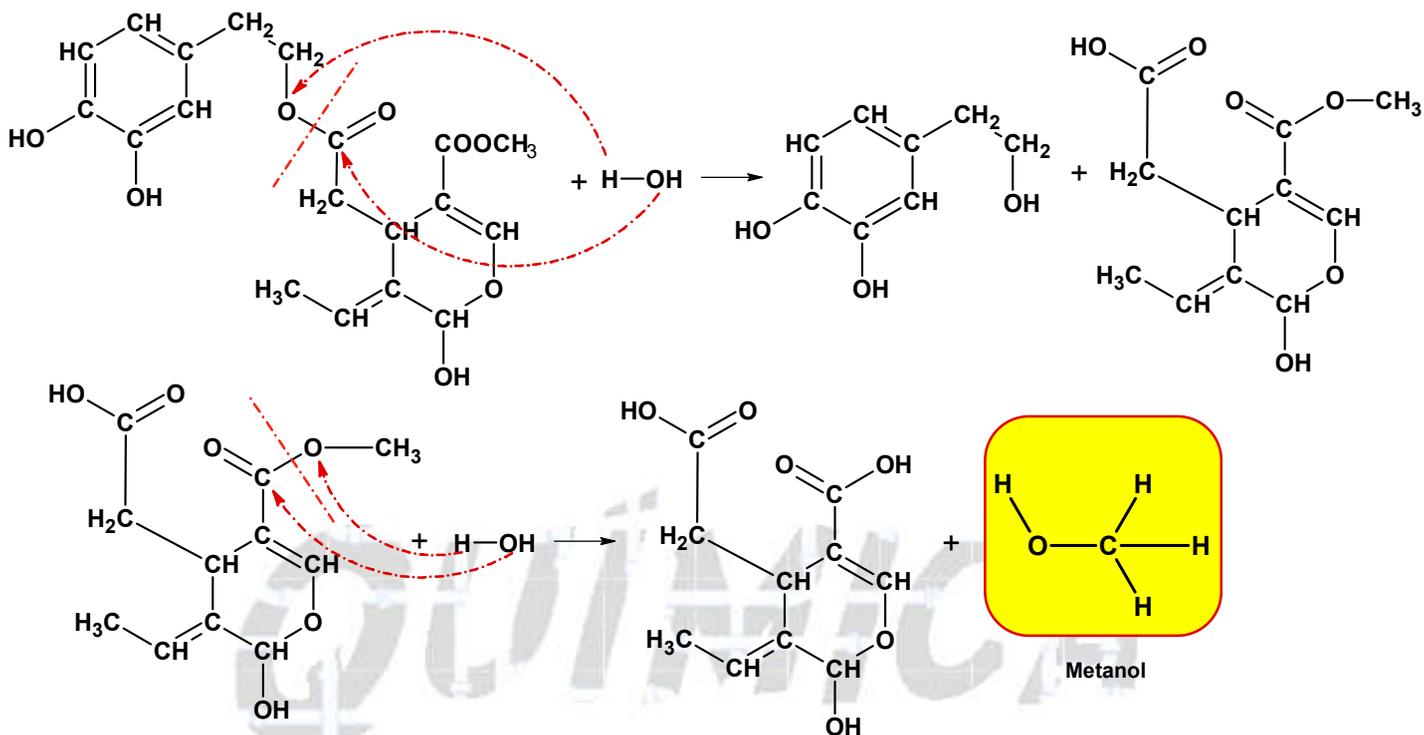
06. a) Funções orgânicas presentes na molécula de oleuropeína, além da função fenol: éster, éter e álcool.



b) Fórmula molecular do hidroxitirosol: $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_3$.

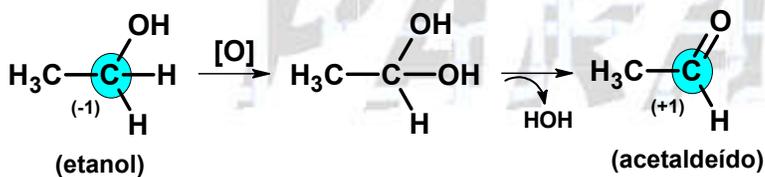


Hidrólise ácida da oleuropeína:

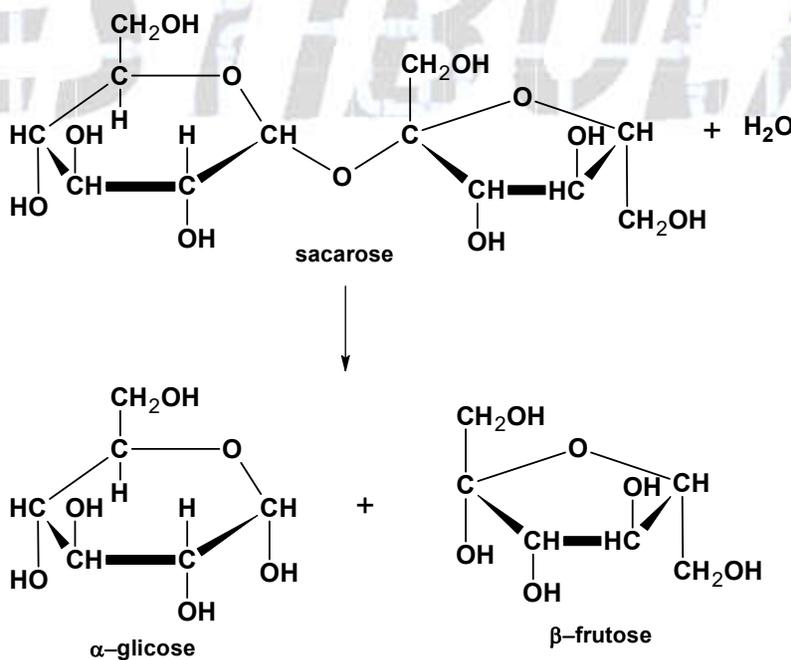


07. Alternativa B.

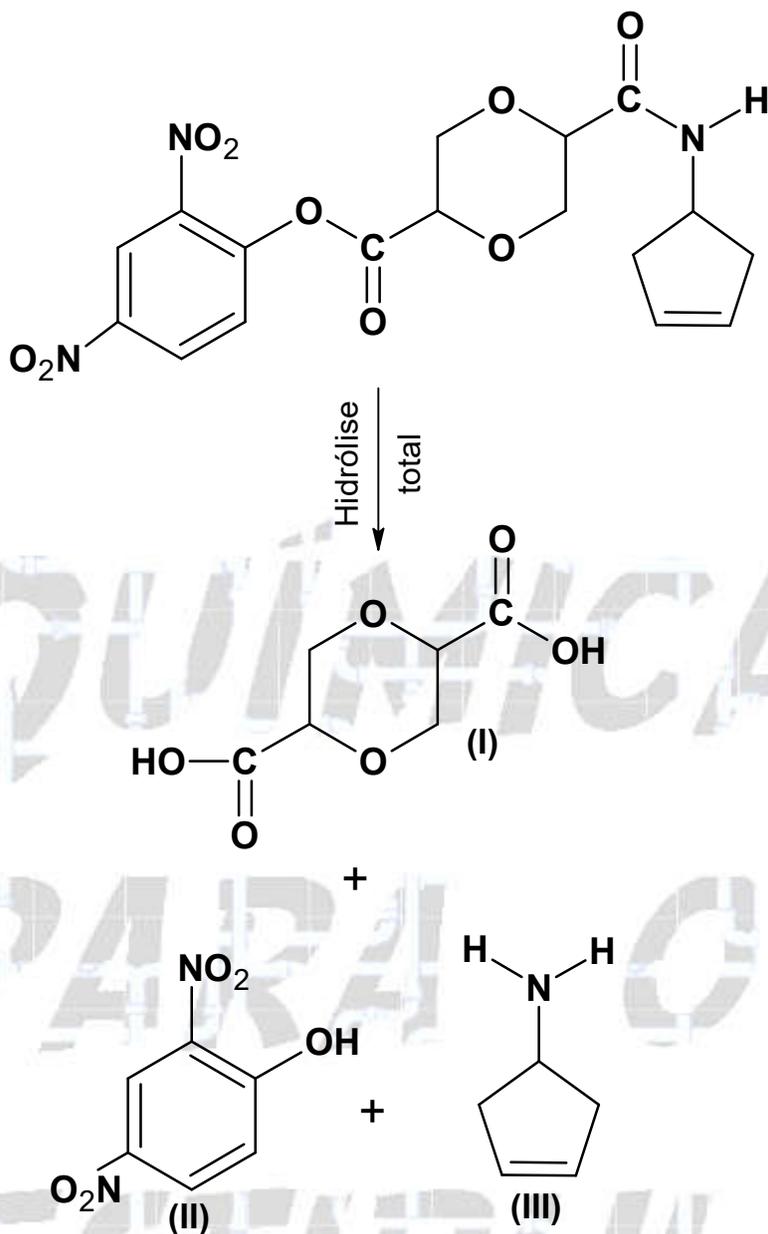
Óxido-redução (1):



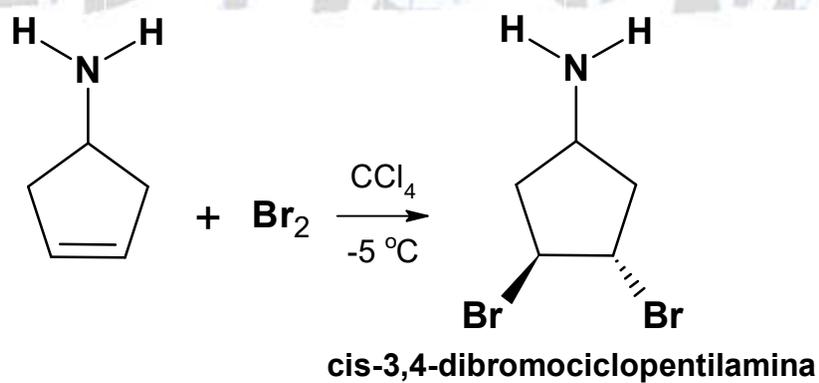
Hidrólise (3):

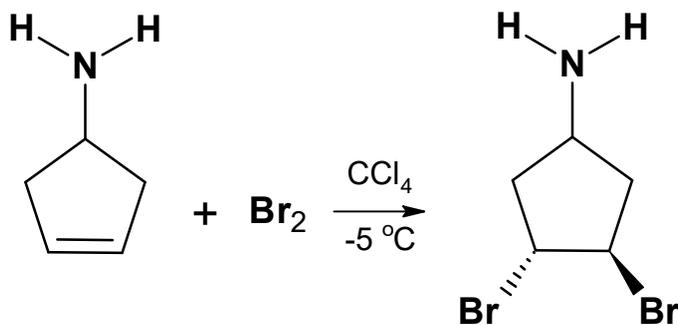


08. Teremos a seguinte hidrólise:



Reação com bromo em tetracloreto de carbono a -5°C :

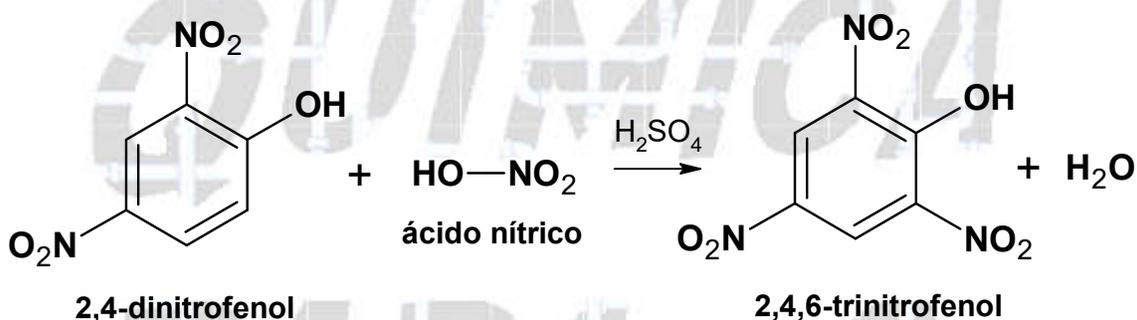




trans-3,4-dibromociclopentilamina

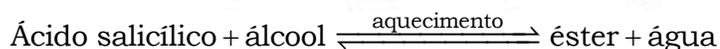
Observação: temos isômeros cis e trans e dois carbonos assimétricos (quirais) que formam dois isômeros opticamente ativos.

Reação com ácido nítrico (nitração) na presença de ácido sulfúrico, produzindo ácido pícrico:

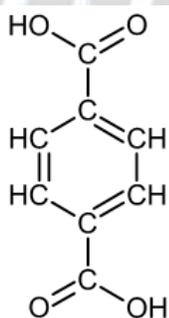


09. Alternativa A.

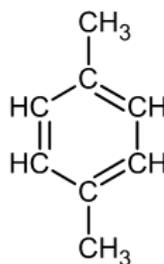
A reação esquematizada é classificada como uma reação de esterificação.



10. a) Fórmulas estruturais planas dos compostos (1) e (2):

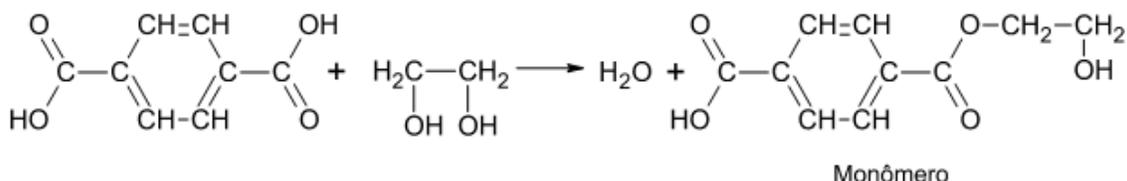


(1) p-dicarboxilbenzene



(2) p-dimetilbenzene

b) Reação de esterificação do ácido tereftálico com 1,2-etanodiol e monômero formado:

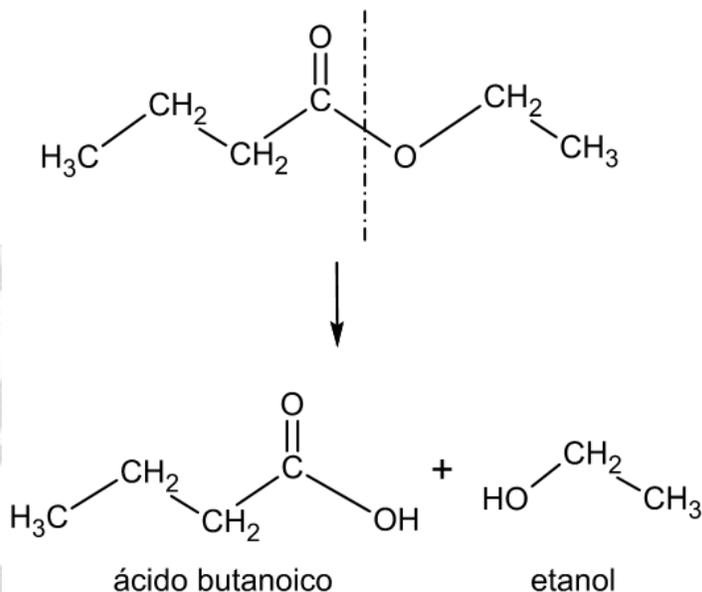


11. Alternativa C

Somente o composto II, possui em sua estrutura o tri-éster, que através de uma reação de transesterificação, produz o biodiesel.

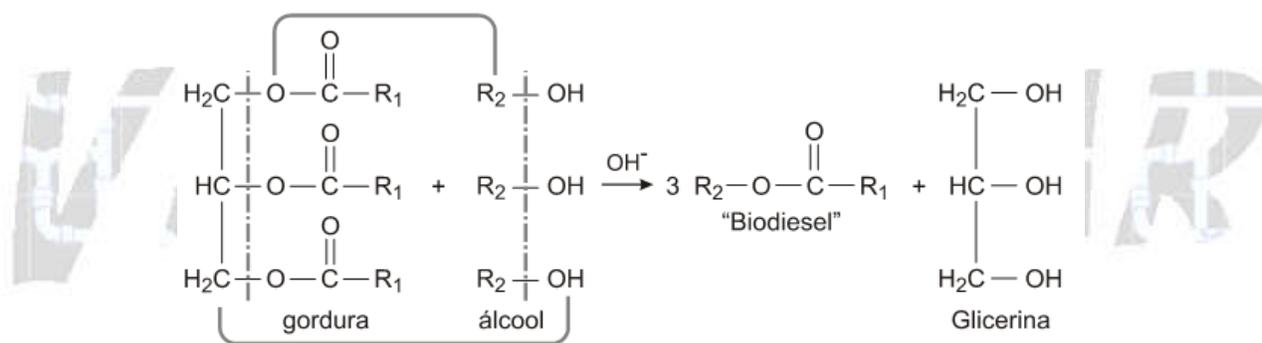
12. Alternativa B.

Os compostos orgânicos que podem reagir para produzir o seguinte éster, por meio de uma reação de esterificação são, respectivamente, ácido butanoico e etanol.

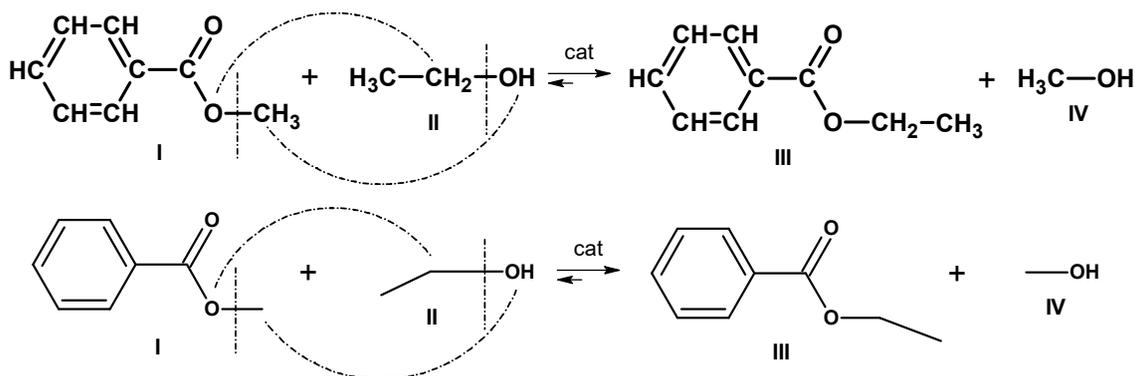


13. Alternativa B.

Esse "fatberg", resultado do descarte inadequado de gorduras e óleo usados em frituras, poderia ser reaproveitado na produção de biodiesel, por transesterificação em meio básico:



14. a) Estrutura do produto III em bastão:

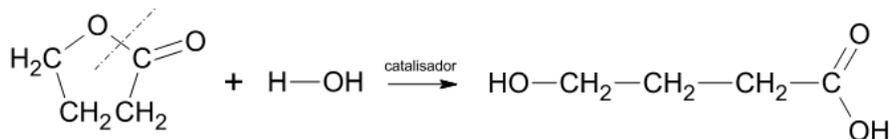


b) O nome do produto quatro é metanol ou álcool metílico.

c) Fórmula molecular da substância I: $C_8H_8O_2$.

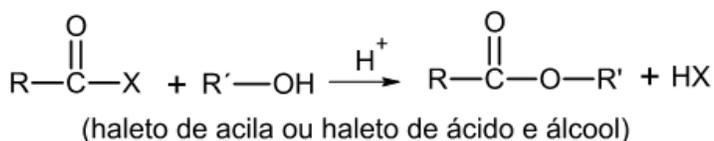
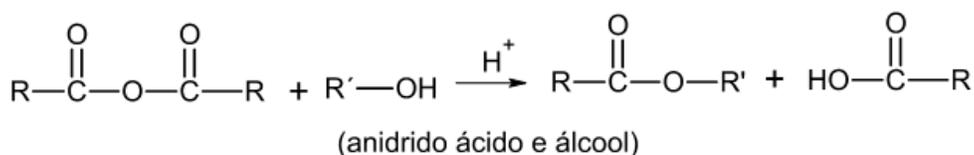
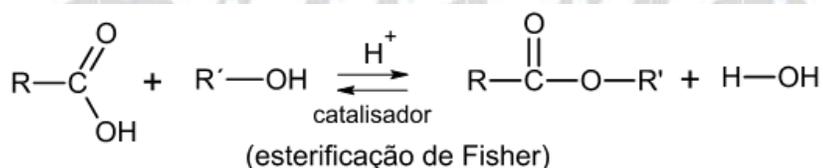
15. Alternativa C.

A transformação que ocorre é a hidrólise do éster na qual X equivale a uma molécula de água:



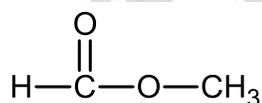
16. V - V - V - V - F.

Os ésteres podem ser sintetizados de várias maneiras diferentes:



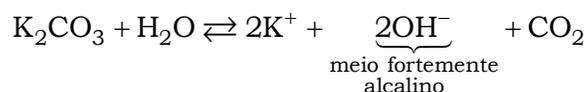
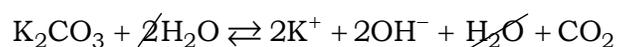
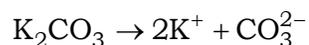
Lactonas são ésteres cíclicos.

O éster mais simples que existe é o metanoato de metila:

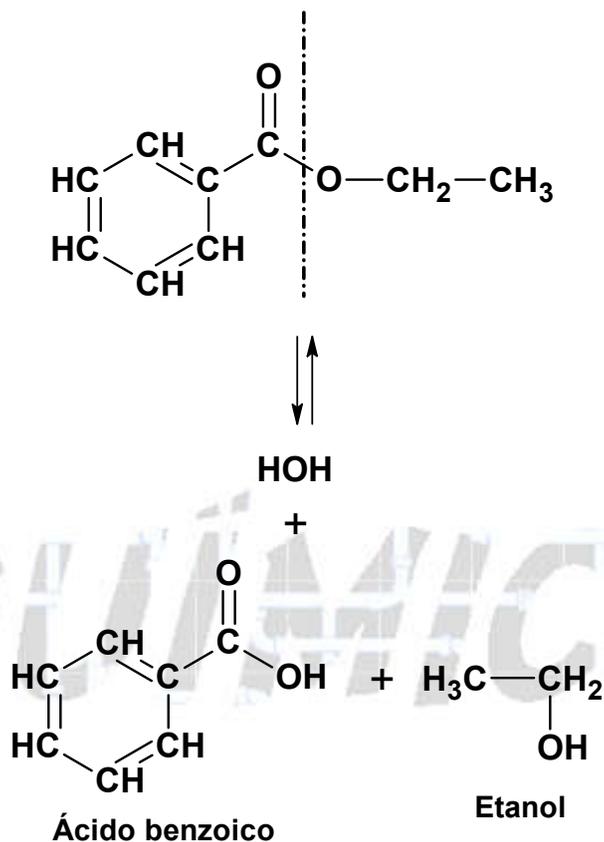


17. Alternativa D.

A produção do sabão é possível porque a hidrólise da potassa leva à formação de um meio fortemente alcalino, promovendo a saponificação.



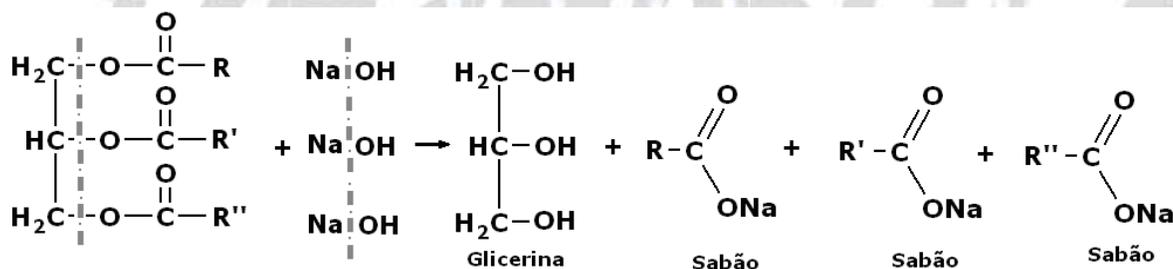
17. Alternativa A.



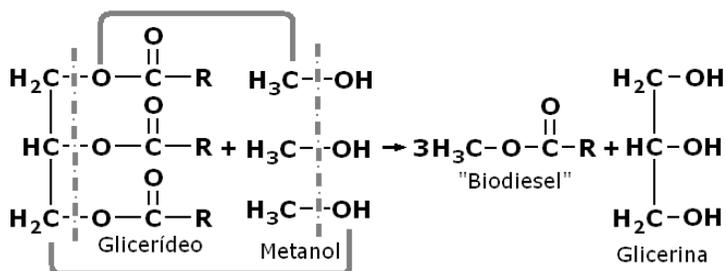
18. Alternativa E.

A ausência de água no meio reacional se faz necessária para evitar a hidrólise dos ésteres no meio reacional e a formação de sabão, ou seja, para que não ocorra saponificação.

19. a) Escreva a equação química que representa a transformação de triglicerídeos em sabão pode ser dada por:

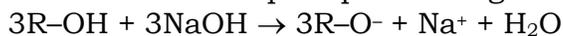


b) Uma equação química que representa a transformação de triglicerídeos em biodiesel pode ser dada por:



20. Alternativa A.

I. Afirmação correta. O hidróxido de sódio é dissolvido completamente e reage com o agente transesterificante para produzir água e o íon alcóxido:



II. Afirmação correta. Na transesterificação catalisada por álcali, os reagentes empregados nesse processo devem ser substancialmente anidros para prevenir a formação de sabões. A presença da água provocaria hidrólise dos ésteres gerando ácidos carboxílicos que reagiriam com o álcali produzindo sabão.

III. Afirmação incorreta. Na reação de produção do biodiesel pela rota etílica, a ausência de água inibe a formação de sabão.

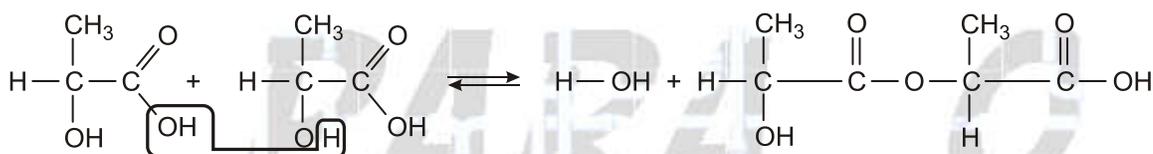
21. Alternativa E.

Transesterificações são reações de alcoóis com glicerídeos (triésteres) de óleos vegetais que podem ser catalisadas por ácidos.

22. a) O amido é transformado em glicose durante a germinação da semente.

b) A glicose é utilizada no processo de respiração celular.

c) Na reação de esterificação entre duas moléculas de ácido láctico, o grupo álcool de uma molécula interage com a carboxila de outra:



23. Alternativa E.

Comentário no gabarito oficial:

Algumas resoluções consideraram a proposição [III] como errada por assumir a inexistência de ácidos graxos cíclicos. No entanto, a proposição considera que podem ser usados ácidos graxos lineares ou cíclicos, permanecendo então correta a proposição mesmo no caso da inexistência das espécies cíclicas. Além disso, vale salientar que ácidos graxos cíclicos existem e são formados pela ciclização de ácidos graxos lineares em altas temperaturas.

[I] Incorreta. A transesterificação é a segunda etapa na produção do biodiesel.

Primeira etapa: preparação da matéria prima, na qual os óleos vegetais passam por tratamento para diminuir a acidez.

Segunda etapa: reação de transesterificação, metanol ou etanol e uma base forte são adicionados ao óleo vegetal e a mistura é aquecida, aproximadamente, a 56 °C.

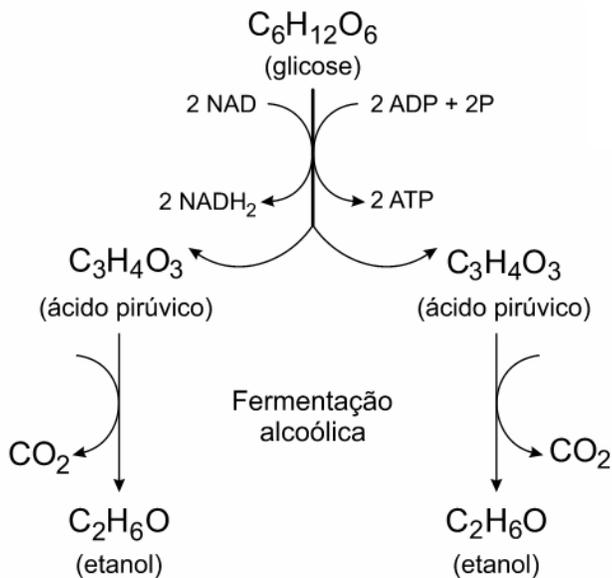
Terceira etapa: separação de fases por decantação onde a fase mais pesada formada por glicerina vai para o fundo e a fase mais leve formada por ésteres fica em cima.

Quarta etapa: recuperação do álcool, da glicerina e dos ésteres.

Quinta etapa: destilação da glicerina.

Sexta etapa: purificação dos ésteres através de lavagem com água. Agita-se e faz-se destilação para a eliminação desta água que contém impurezas.

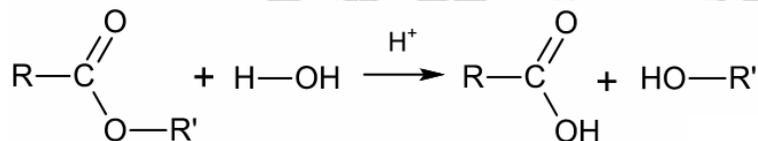
[II] Correta. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO₂ como subproduto.



[III] Correta. O bioquerosene é um combustível renovável formado por hidrocarbonetos lineares ou cíclicos. Ele é obtido a partir da hidrogenação de compostos oxigenados formados na descarboxilação de ésteres produzidos no processo de transesterificação de óleos vegetais.

24. Alternativa A.

Ésteres sofrem hidrólise em meio ácido.



De acordo com o texto, uma característica desses organismos é a capacidade de produzir membranas celulares compostas de lipídeos feitos de éteres em vez dos ésteres de glicerol, comuns nos outros seres vivos (mesófilos), o que preserva a membrana celular desses organismos mesmo em condições extremas de acidez, pois neste caso, a hidrólise é evitada.