

-- CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS --

À luz dos conceitos de bioenergia e rotas tecnológicas para energia renovável, julgue os itens subsequentes.

- 76** O biogás produzido pela digestão anaeróbia por meio de processos fermentativos não pode ser reformado para gerar hidrogênio.
- 77** Uma estratégia sustentável para a geração de energia pode ser aplicada a partir do aproveitamento de materiais naturalmente descartados ou subutilizados, o que envolve a conversão, por exemplo, de resíduos orgânicos (como restos de alimentos, esterco, resíduos agrícolas e industriais) e subprodutos (como bagaço de cana, cascas de arroz) em bioenergia.
- 78** Os principais métodos para a bioconversão energética são o uso direto da biomassa sólida em caldeiras, a produção de biogás a partir de resíduos orgânicos e a produção de biocombustíveis, principalmente o etanol, a partir da cana-de-açúcar, e o biodiesel, a partir da soja.
- 79** O hidrogênio verde é produzido a partir da conversão da água por meio do processo de eletrólise e conversão energética em células a combustível.
- 80** Os processos produtivos e rotas tecnológicas para a produção do metano incluem o bioprocessos para a geração do biogás a partir de resíduos orgânicos, por meio do craqueamento químico catalítico, mediante o uso de catalisador ácido.

Considerando os aspectos ambientais e a sustentabilidade de bioprocessos, julgue os itens que se seguem.

- 81** A obtenção do hidrogênio pela rota tecnológica da eletrólise da água é um processo de baixo custo, baixa energia e alto rendimento na produção.
- 82** As microalgas, uma vez desenvolvidas, podem ser uma fonte promissora para a produção sustentável de biocombustíveis, utilizando CO₂ e não competindo com a agricultura, especialmente se for utilizada a rota tecnológica mais adequada.
- 83** A integração de processos, como a combinação da produção de biocombustíveis com a agricultura, pode aumentar a eficiência e reduzir os resíduos, tal como o exemplo da cana-de-açúcar, com o aproveitamento do bagaço e a produção de etanol de segunda geração.
- 84** A análise do ciclo de vida dos biocombustíveis geralmente mostra que eles têm uma pegada de carbono sempre maior em comparação com combustíveis fósseis, a depender da tecnologia e das matérias-primas utilizadas.
- 85** A utilização de resíduos lignocelulósicos evita a competição com culturas alimentares, promovendo a sustentabilidade, por exemplo, para a produção de biocombustíveis de segunda geração, como o etanol.
- 86** Os processos de gestão de resíduos orgânicos, quando inadequados, podem levar a emissões de metano, um potente gás de efeito estufa. Entretanto, quando bem geridos, esses processos podem ser menos poluentes que a queima de combustíveis fósseis.

Julgue os itens subsequentes, relativos aos aspectos técnicos da engenharia de bioprocessos.

- 87** Os processos de separação que incluem a filtração, a centrifugação, a cromatografia e a extração podem ser empregados para purificar produtos bioquímicos.
- 88** A engenharia nos bioprocessos, como área interdisciplinar, objetiva a transformação de matérias-primas de forma eficiente e sustentável para gerar uma ampla variedade de produtos, desde alimentos, medicamentos e biocombustíveis, até produtos químicos e materiais *bio-based*.
- 89** Na biocatálise, o uso de enzimas ou células imobilizadas para promover reações químicas em processos industriais direciona uma alta seletividade e proporciona menores impactos ambientais.
- 90** Nos processos fermentativos, a utilização de microrganismos (como bactérias ou leveduras) não é necessária para se produzir substâncias como antibióticos, ácidos orgânicos ou etanol.

Acerca de aspectos técnicos de projeto e operação de reatores biológicos, julgue os itens a seguir.

- 91** O dimensionamento e a operação de reatores biológicos depende da quantidade de matéria orgânica disponível que será tratada no reator, mas independe de fatores como tempo de retenção hidráulica e fatores físico-químicos como pH e temperatura.
- 92** O projeto do reator biológico, que busca desenvolver a infraestrutura necessária para otimizar a conversão da biomassa em energia, inclui itens como o tipo de reator, que pode ser de leito fixo, leito móvel, CSTR (reator de tanque agitado contínuo), ou reator de biofilme, dependendo do tipo de processo e do substrato utilizado.

Tendo em vista que a busca por fontes de energia renováveis tem impulsionado pesquisas voltadas ao aprimoramento dos bioprocessos aplicados à produção de bioenergia, julgue os itens subsequentes.

- 93** Para maximizar a geração de metano em uma planta de digestão anaeróbica que utiliza resíduos lignocelulósicos como substrato, uma estratégia é operar o sistema em uma temperatura termofílica (50 °C a 55 °C), o que acelerará todas as etapas do processo, desde a hidrólise até a metanogênese, e resultará em uma maior conversão de biomassa em biogás.
- 94** A eficiência do processo de digestão anaeróbica pode ser melhorada pela codigestão de diferentes substratos, como resíduos agroindustriais e esterco animal, devido à complementaridade dos nutrientes presentes nesses materiais.
- 95** Na conversão de resíduos agroindustriais em bioprodutos de alto valor agregado, pode-se utilizar microrganismos específicos, como biocatalisadores, responsáveis pela conversão de substratos ricos em carbono (como glicerina e açúcares), em ácidos orgânicos, por meio de processos fermentativos; esse bioprocessos depende do correto controle de variáveis como temperatura, pH, disponibilidade de nutrientes e oxigenação, a fim de garantir a máxima eficiência e a sustentabilidade na produção.
- 96** Para comparar o uso de óleo de soja com óleo de fritura residual, deve-se considerar que o óleo residual apresenta desafios adicionais no processo de transesterificação devido à maior presença de ácidos graxos livres, o que exige etapas adicionais de purificação; além disso, por mais que o óleo de fritura residual diminua os custos de matéria-prima, sua disponibilidade irregular poderá limitar a produção em larga escala.

97 Considerando-se os custos de matéria-prima, investimentos tecnológicos, rendimentos e eficiência dos processos, bem como os impactos ambientais e as dinâmicas de mercado, é correto afirmar que a produção de etanol de segunda geração, a partir de biomassa lignocelulósica, apresenta maior viabilidade econômica e menor impacto ambiental em comparação ao etanol de primeira geração, derivado de cana-de-açúcar.

Um especialista em bioprocessos está viabilizando a instalação de um biodigestor em uma fazenda produtora de frutas e verduras em larga escala. Durante o diagnóstico inicial, ele identificou que a fazenda já tem um sistema fotovoltaico instalado, e que são gerados, com alta variabilidade devido a oscilações sazonais do plantio e nas condições climáticas, grandes volumes de restos vegetais e de outros resíduos orgânicos, como esterco bovino.

A partir dessa situação hipotética, julgue os itens que se seguem, a respeito da integração dos bioprocessos com sistemas energéticos e agrícolas.

98 Os resíduos de frutas e verduras, apesar de apresentarem alta fermentescibilidade, podem apresentar elevada relação carbono/nitrogênio e baixo valor de pH, o que poderá levar à acidificação do sistema, inibindo a atividade metanogênica e comprometendo a produção de biogás.

99 Os resíduos orgânicos, em uma análise global inicial, são altamente fermentescíveis e podem ser direcionados ao biodigestor para a produção de biogás; além da geração de energia, o digestato resultante do processo de digestão anaeróbica poderá ser aplicado no solo como biofertilizante, o que reduz a necessidade de fertilizantes sintéticos e promove maior sustentabilidade ao sistema de produção.

100 No caso em questão, é recomendada a utilização do digestato diretamente no solo, sem nenhum tratamento adicional, já que o processo da biodigestão anaeróbia, por si só, será suficiente para eliminar os riscos associados à presença de patógenos e de metais pesados e garantir a biossegurança do fertilizante orgânico.

101 A produção de hidrogênio a partir do biogás é inviável no contexto agrícola apresentado, devido às elevadas exigências tecnológicas, custos proibitivos e dificuldades operacionais associadas à purificação do gás.

102 Para garantir a viabilidade econômica do biodigestor e sua integração ao sistema fotovoltaico, é recomendado o uso de um modelo computacional avançado, que, além da alta variabilidade na geração dos resíduos orgânicos, poderia considerar variáveis como temperatura ambiente, eficiência da digestão anaeróbica, demanda energética da fazenda e estratégias de armazenamento, permitindo a simulação de diferentes cenários para maximizar a autossuficiência energética e reduzir a dependência de fontes fósseis.

No que diz respeito a aspectos técnicos, operacionais e econômicos relacionados à produção de biocombustíveis, julgue os itens a seguir.

103 A implementação de tecnologias de separação avançadas, como a destilação por membranas e a pervaporação, é essencial para aumentar a eficiência energética de usinas de bioetanol, eliminando a necessidade de etapas adicionais de desidratação e reduzindo significativamente o consumo de energia térmica; no entanto, devido à limitação da permeabilidade seletiva das membranas poliméricas em ambientes industriais, a destilação convencional continua sendo a única alternativa viável para separação de etanol em larga escala.

104 A explosão a vapor (*steam explosion*) é um dos métodos mais utilizados para o pré-tratamento de biomassas lignocelulósicas, devido à sua capacidade de expor a celulose à ação enzimática, no entanto, esse método mecânico-físico-químico pode resultar na formação de inibidores da fermentação, como furfural e ácido acético, reduzindo a eficiência da produção de biocombustíveis.

105 Estratégias de diversificação de matérias-primas e otimização de rotas catalíticas avançadas, como transesterificação enzimática ou supercrítica, podem ampliar a eficiência e a sustentabilidade do setor de bioenergia.

106 Em usinas de etanol de segunda geração, a etapa de pré-tratamento da biomassa lignocelulósica pode ser dispensada devido ao fato da lignina não ser uma substância recalcitrante, o que faz com que as enzimas hidrolíticas sejam capazes de degradar esse polímero natural e liberar açúcares fermentáveis diretamente.

Julgue os próximos itens, que abordam fundamentos e estratégias de conversão biológica de biomassa para alcançar a eficiência e a sustentabilidade dos processos.

107 Na fermentação alcoólica, quando o microrganismo escolhido utiliza o ATP para seu crescimento, a biomassa celular é formada às custas da glicose, que passa a não ser convertida em etanol, portanto, a redução do rendimento de ATP durante a fermentação alcoólica aumenta o rendimento de etanol com redução da conversão de substrato em massa celular.

108 A eficiência da hidrólise enzimática de biomassa lignocelulósica para a produção de bioetanol não pode ser aumentada por meio da engenharia genética de microrganismos produtores de celulases.

109 A fermentação alcoólica para a produção de etanol pode ocorrer de forma aeróbica ou anaeróbica, a partir das rotas Entner–Doudoroff ou Embden–Meyerhof–Parnas, respectivamente: a eficiência desse processo fermentativo para conversão de glicose em etanol irá depender, entre outras condições, do tipo de microrganismo envolvido.

110 A gaseificação da biomassa é um processo biológico que utiliza microrganismos para converter resíduos lignocelulósicos em gás de síntese, composto principalmente por hidrogênio e monóxido de carbono.