

**-- CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS --**

Acerca dos processos catalíticos que envolvem a biomassa, julgue os itens seguintes.

- 76** A espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (XPS) é uma técnica amplamente usada para caracterizar a superfície de materiais como catalisadores, pois fornece informações sobre a análise da composição elementar, o estado de oxidação dos elementos e, em casos favoráveis, sobre a dispersão de uma fase sobre a outra.
- 77** O setor sucroalcooleiro depende fortemente do bagaço de cana para suprir a quase totalidade da sua demanda de energia elétrica.
- 78** A presença de umidade na biomassa melhora o seu poder calorífico, pois a água absorve parte do calor gerado durante a queima.
- 79** A análise termogravimétrica é uma técnica que permite determinar a faixa de temperatura em que a reação é exotérmica ou endotérmica e quantificar o calor envolvido na reação; enquanto que a calorimetria exploratória diferencial acompanha a variação da massa da amostra em função do tempo e da temperatura, podendo evidenciar a influência dos diferentes materiais genéticos sobre a cinética da reação.
- 80** Os catalisadores heterogêneos apresentam diversas aplicações industriais, uma vez que não são solubilizados no meio reacional, o que torna a sua recuperação e reutilização mais fácil. Tais catalisadores podem ser usados em: processos de hidrogenação e craqueamento na indústria do petróleo, conversão de biomassa em produtos de maior valor agregado, indústria de processamento da cana-de-açúcar, obtenção de amônia, catalisadores automotivos para redução de gases tóxicos e petroquímica em geral.
- 81** Os catalisadores ácidos são mais rápidos que os catalisadores alcalinos, sendo amplamente adotados para a produção de biodiesel.
- 82** O teste de atividade de um catalisador em uma reação de hidrogenação pode ser realizado em condições de alta pressão e temperatura, com o objetivo de determinar a eficiência do catalisador; no entanto, a medição da conversão de reagentes e a seletividade do produto não são necessárias para avaliar o desempenho de um catalisador de hidrogenação.
- 83** Enzimas imobilizadas podem ser reutilizadas várias vezes, reduzindo o custo operacional no processo de produção de biodiesel, contudo, a atividade enzimática pode ser inibida por álcoois de cadeia curta utilizados na transesterificação.

Julgue os itens a seguir, pertinentes à produção e ao uso de energias renováveis.

- 84** A construção de grandes usinas hidrelétricas é a única forma de se aproveitar o potencial hidrelétrico do Brasil, dada a necessidade de grandes reservatórios de água para garantir a estabilidade da geração.
- 85** Considerando-se que disponibilidade das fontes de energia renovável depende do local e da quantidade de energia disponível, assim como da capacidade de explorar esse recurso, é correto afirmar que as fontes de energia solar e eólica podem ser amplamente exploradas em diversas regiões do mundo, enquanto as fontes como maremotriz e geotérmica podem ser exploradas apenas pontualmente.

Com referência a aspectos diversos pertinentes a práticas de desenvolvimento sustentável no âmbito industrial e a processos termoquímicos para conversão de biomassa, julgue os itens que se seguem.

- 86** No que diz respeito ao processo de gaseificação, podem ser utilizados reatores de leito fixo (ou móvel) e de leito fluidizado: o primeiro apresenta construção e *design* mais simples, pois o fluxo de biomassa é contínuo e a temperatura permanece uniforme, facilitando a formação de gás de síntese de alta qualidade.
- 87** A implementação de tecnologias sustentáveis nas cadeias de valor de setores industriais pode criar uma tensão entre os pilares econômico e ambiental, uma vez que os altos custos de adaptação e os longos períodos de retorno financeiro podem desestimular investimentos em sustentabilidade, afetando negativamente o desempenho econômico a curto prazo.
- 88** A aplicação de soluções tecnológicas para promover a sustentabilidade ambiental sempre contribuirá para a equidade social.
- 89** A pirólise é um processo termoquímico em que a biomassa é decomposta em temperaturas elevadas e atmosfera rica em oxigênio, resultando em três produtos: bio-óleo (líquido), *biochar* (sólido) e os gases da pirólise (mistura de CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>).
- 90** A análise de ciclo de vida é uma ferramenta essencial para a avaliação da sustentabilidade, considerando os impactos desde a aquisição da matéria-prima ou sua geração a partir da extração de recursos até a obtenção do produto final.
- 91** A análise de fluxo de materiais (MFA) pode ser considerada uma metodologia que complementa a avaliação de impacto ambiental (AIA), pois, enquanto a MFA foca os fluxos quantitativos de materiais e energia, a AIA analisa as consequências ambientais e sociais desses fluxos.
- 92** A principal limitação da análise de fluxo de materiais em contextos industriais é a sua incapacidade de lidar com variáveis econômicas e sociais, já que ela se concentra principalmente na análise dos fluxos físicos de materiais e energia.

Considerando o sistema produtivo de hidrogênio e de biocombustíveis, julgue os itens a seguir.

- 93** A rota tecnológica do biodiesel comercial é a transesterificação por catálise básica, que gera o glicerol como principal resíduo, um subproduto de valor comercial.
- 94** O biogás obtido a partir de resíduos orgânicos é uma importante fonte para a geração de hidrogênio por meio da reforma a vapor do metano, que, no entanto, não é ecologicamente sustentável, pois gera resíduos.
- 95** O processo de eletrólise é o principal método de obtenção do hidrogênio a partir da conversão de água.
- 96** Entre as rotas químicas para a obtenção de biodiesel, a catálise enzimática é a mais utilizada na produção comercial desse combustível.
- 97** O bioetanol é um combustível produzido a partir da cana-de-açúcar por meio da rota química de craqueamento catalítico sem envolver enzimas.

A respeito das tecnologias de produção do hidrogênio renovável, julgue os itens que se seguem.

- 98** Os processos termoquímicos são os mais limpos métodos de obtenção do hidrogênio renovável para aplicação em células a combustível e os de maior produtividade, principalmente porque são cruciais para a transição para uma economia de baixo carbono, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e promovendo o uso sustentável de recursos.
- 99** A eletrólise é um processo que utiliza alta carga elétrica para promover a decomposição da água ( $H_2O$ ) em hidrogênio ( $H_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ), em que esta é submetida a uma corrente elétrica por meio de um eletrólito em uma célula eletrolítica, tendo como aplicação com maior aproveitamento energético o uso de  $H_2$  em células a combustível.
- 100** A reforma a vapor é um processo em que o gás natural é misturado com vapor de água a altas temperaturas (geralmente entre  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), o que resulta na produção de hidrogênio e dióxido de carbono. Esse processo possui a vantagem de poder ser otimizado com o uso de catalisadores para aumentar a eficiência mas tem a desvantagem de não poder ser utilizado com o biogás.
- 101** Traçando-se um paralelo entre as tecnologias de produção do hidrogênio renovável, a reforma a vapor se apresenta como a rota tecnológica mais promissora em relação à eletrólise da água, especialmente devido à maior produtividade e ao refinamento tecnológico, o que, entretanto, demanda um custo maior de investimento.
- 102** O processo produtivo que proporciona o maior rendimento e aproveitamento energético do hidrogênio verde é o termoquímico, especialmente porque utiliza o calor (altas temperaturas) para decompor diretamente a água do vapor, liberando o hidrogênio.
- 103** O hidrogênio renovável é assim classificado porque, no processo produtivo, se utilizam fontes renováveis consorciadas com o uso de energia solar, que apresenta o objetivo potencial de desempenhar um papel fundamental na descarbonização dos processos de produção de energia.

Acerca das tecnologias de produção por pirólise, julgue os itens subsequentes.

- 104** Os processos de conversão térmica por pirólise de resíduos agroindustriais e florestais constituem importantes processos químicos para a redução de passivos ambientais e o aproveitamento energético.
- 105** O processo de pirólise de materiais orgânicos para a produção de bio-óleo consiste basicamente de três etapas:  
1. aquecimento controlado a temperaturas típicas entre  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , realizado em um ambiente sem oxigênio para evitar a combustão do material;  
2. quebra das moléculas, principalmente as macromoléculas orgânicas dos resíduos (como celulose, hemicelulose e lignina, entre outras);  
3. condensação e separação do vapor gerado durante o processo e resfriamento, resultando na condensação do bio-óleo.  
O restante dos gases produzidos por esse processo pode ser utilizado como combustível para gerar energia ou ser redirecionado para outros processos industriais.
- 106** A tecnologia de produção por pirólise para a produção de bio-óleo exige etapas de refinamento e separação de produtos a depender do uso final, pois o bio-óleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos, incluindo ácidos, fenóis e hidrocarbonetos.
- 107** A gaseificação de biomassa pela tecnologia de pirólise em reator de batelada emprega aquecimento em um ambiente aeróbio, fazendo com que as ligações químicas se rompam e liberem as moléculas voláteis, que comporão o chamado gás de síntese.

No que se refere às tendências em biocombustíveis e hidrogênio renovável, julgue os seguintes itens.

- 108** Os hidrogênios azul e turquesa são alternativas viáveis para acelerar a transição energética, especialmente onde o hidrogênio verde (obtido de fontes renováveis) ainda não é competitivo quanto ao custo, embora seja o mais desejável. O hidrogênio turquesa é produzido a partir de gás natural com captura e armazenamento de carbono (CCS) e o hidrogênio azul, a partir da pirólise do metano.
- 109** A transição energética envolve a substituição de fontes de energia tradicionais, como combustíveis fósseis, por alternativas mais limpas e de baixo carbono, entre elas os biocombustíveis avançados (de segunda e terceira geração) e os biocombustíveis para aviação e transporte pesado (como o bioquerosene); entretanto, esse segmento da economia é um dos mais difíceis de se descarbonizar e reduzir as emissões.
- 110** A necessidade de avanço e inovação na armazenagem e no transporte do hidrogênio é premente, devido à baixa densidade energética volumétrica, o que torna o armazenamento e transporte um desafio. Entretanto, a utilização de hidrogênio líquido, hidrogênio comprimido em alta pressão e materiais de armazenamento sólido, como hidretos metálicos, pode aumentar a viabilidade do transporte e armazenamento em larga escala.