

CONCURSO PÚBLICO Nº 060/2026
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP

PROVA ESCRITA OBJETIVA

**PROFISSIONAL DE APOIO UNIVERSITÁRIO –
PERFIL ENGENHEIRO QUÍMICO**

ABRA APENAS QUANDO AUTORIZADO.

PARA PREENCHER O CARTÃO-RESPOSTA USE CANETA ESFEROGRÁFICA DE COR PRETA.

Leia com atenção as seguintes instruções:

1. Este caderno de questões contém **50 questões** de múltipla escolha, constituídas de 5 alternativas de resposta, das quais somente uma deve ser assinalada no cartão-resposta.
Quando autorizado, folheie o caderno de questões e, caso haja algum problema, informe ao fiscal de sala.
2. Confira as informações no cartão-resposta, especialmente os seus dados pessoais e o cargo público/perfil para qual está concorrendo. O cartão-resposta deve ser assinado e não deve ser dobrado, amassado ou rasurado.
3. Ao transferir as respostas para o cartão-resposta, marque com caneta de tinta de cor preta a letra correspondente à alternativa escolhida. A troca do cartão não será permitida em caso de marcação incorreta.
4. Durante a prova, não é permitido o uso de dispositivos eletrônicos de qualquer tipo, nem de celulares e materiais de consulta.
5. A saída definitiva da sala de prova só será permitida após decorridas **2 horas** do início da prova (conforme o horário registrado na sala) e após a entrega obrigatória ao fiscal de sala:
 - do seu cartão-resposta personalizado;
 - do seu caderno de questões, completo.
6. Encerrada sua prova, o candidato deverá devolver seu caderno de questões completo ao fiscal de sala de provas e deverá deixá-la levando consigo somente o material fornecido pela FUNCCAMP para conferência da prova escrita objetiva realizada (rascunho de gabarito) e seus pertences pessoais.
7. Os três últimos candidatos da sala de provas devem nela permanecer até que o último deles entregue sua prova, assinando o termo respectivo e saindo juntos da sala.
8. As informações/instruções dadas no dia da prova complementam o edital.
9. Um exemplar do caderno de questões da prova escrita objetiva estará disponível no site FUNCCAMP (www.concursosfuncamp.com.br) e na Área do Candidato, o link “Anexos”, a partir das 16 horas do primeiro dia útil após a realização da prova.

**DURAÇÃO TOTAL DA PROVA, INCLUINDO
TRANSCRIÇÃO DAS INDICAÇÕES DE
GABARITO PARA O CARTÃO-RESPOSTA:
QUATRO HORAS**

Escreva seu nome completo de forma legível.

NOME: _____

ESPAÇO PARA RASCUNHO

ENGENHEIRO QUÍMICO

QUESTÃO 1

Em uma unidade de produção experimental de biomassa aeróbia, três correntes são alimentadas continuamente em um evaporador para gerar uma mistura gasosa úmida enriquecida em oxigênio: água líquida, com vazão molar de 1,0 mol/min, totalmente vaporizada; ar atmosférico, contendo 21% de O_2 e 79% de N_2 (base molar), com vazão molar desconhecida; e oxigênio puro, com vazão molar igual a 1/4 da vazão de ar. A corrente de saída contém 2,0% de H_2O em base molar.

Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, a vazão molar de ar na alimentação e a fração molar de O_2 na corrente de saída.

- A) 39,2 mol/min e 36,1%
- B) 32,7 mol/min e 31,5%
- C) 28,4 mol/min e 22,0%
- D) 49,0 mol/min e 41,2%
- E) 25,0 mol/min e 18,7%

QUESTÃO 2

Em uma destilaria de etanol, o caldo fermentado é aquecido antes de ser enviado à coluna de destilação. Um trocador de calor do tipo casco e tubos opera com vapor d'água saturado no casco (agente de aquecimento) e caldo fermentado nos tubos (fluido de processo). O caldo entra a 30 °C e deve sair a 80 °C, com vazão mássica de 5.000 kg/h e calor específico médio de 4,0 kJ/(kg·°C).

Desconsiderando perdas de calor para o ambiente, assinale a alternativa que apresenta corretamente a taxa de transferência de calor necessária, em kW.

- A) 200
- B) 556
- C) 2.000
- D) 278
- E) 1.000

QUESTÃO 3

Na operação de uma coluna de destilação convencional em uma planta de bioetanol, o engenheiro de processos analisa o equilíbrio líquido-vapor de um sistema binário não reativo etanol-água. Sabendo que o sistema se encontra em equilíbrio entre duas fases e que a pressão operacional é mantida constante, o número de variáveis intensivas independentes ainda necessárias para descrever completamente o estado termodinâmico do sistema é:

- A) 3
- B) 4
- C) 2
- D) 0
- E) 1

QUESTÃO 4

Em uma usina de bioetanol, o mosto fermentado é transportado por tubulações de aço inoxidável da dorna de fermentação até a coluna de destilação. O engenheiro de processo avalia duas condições operacionais possíveis para o escoamento do mosto nessa tubulação: condição I, com $Re = 800$; e condição II, com $Re = 25.000$. Em ambas as condições, o fluido e a geometria da tubulação são os mesmos.

Com base no número de Reynolds e sua relação com os fenômenos de transferência de calor e de massa, assinale a alternativa correta.

- A) Os coeficientes de transferência de calor e de massa são independentes do regime de escoamento, dependendo exclusivamente das propriedades físicas do fluido.
- B) Na condição II, o escoamento turbulento reduz a espessura da camada limite, aumentando os coeficientes convectivos de transferência de calor e de massa em relação à condição I.
- C) O número de Reynolds influencia apenas a transferência de quantidade de movimento, não apresentando relação direta com os coeficientes de transferência de calor e de massa.
- D) Na condição I, o escoamento turbulento promove maior mistura radial do fluido, resultando em coeficientes convectivos de transferência de calor e de massa superiores aos da condição II.
- E) Na condição II, o escoamento laminar garante maior estabilidade ao processo, favorecendo a transferência de calor por condução e elevando o coeficiente convectivo em relação à condição I.

QUESTÃO 5

Na etapa de destilação de uma planta de produção de etanol de primeira geração, uma mistura binária líquida de etanol e água é aquecida até atingir equilíbrio líquido-vapor em uma coluna que opera a pressão atmosférica. O engenheiro responsável pelo processo precisa determinar as condições necessárias para que as duas fases coexistam em equilíbrio termodinâmico, a fim de definir os parâmetros operacionais da coluna.

Assinale a alternativa que representa corretamente as condições necessárias para que a fase líquida (α) e a fase vapor (β) coexistam em equilíbrio, para cada componente i:

- A) $T^\alpha = T^\beta$, $P^\alpha = P^\beta$ e a composição molar do componente i seja idêntica nas duas fases, para cada componente i.
- B) $T^\alpha = T^\beta$, $P^\alpha = P^\beta$ e o coeficiente de atividade do componente i seja igual nas duas fases, para cada componente i.
- C) $T^\alpha = T^\beta$, $P^\alpha \neq P^\beta$ e a fugacidade parcial de i seja igual nas duas fases, para cada componente i.
- D) $T^\alpha \neq T^\beta$, $P^\alpha = P^\beta$ e o coeficiente de fugacidade de i seja igual nas duas fases, para cada componente i.
- E) $T^\alpha = T^\beta$, $P^\alpha = P^\beta$ e a fugacidade parcial de i seja igual nas duas fases, para cada componente i.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 6

Com base na teoria de reatores ideais operando em regime permanente, considere um CSTR (reator contínuo de mistura perfeita) e um PFR (reator tubular ideal), ambos operando com cinética de reação irreversível de ordem positiva e com a mesma conversão de saída. Avalie a afirmação: “Para uma mesma conversão, o volume requerido por um CSTR é maior do que o volume requerido por um PFR.”

Assinale a alternativa que melhor explica o fundamento cinético dessa diferença.

- A) No PFR, a concentração do reagente decresce ao longo do volume, de modo que a taxa de reação é maior nas regiões iniciais e menor nas finais. No CSTR, toda a reação ocorre na concentração de saída, que é a menor do sistema, resultando em menor taxa de reação em todo o reator e maior volume necessário para atingir a mesma conversão.
- B) No CSTR, a concentração do reagente é uniforme ao longo de todo o reator e igual à concentração de entrada, enquanto no PFR a concentração é igual à de saída ao longo de todo o volume, o que resulta em maior taxa média de reação no CSTR.
- C) O PFR apresenta menor volume que o CSTR porque o escoamento em regime pistão elimina completamente efeitos difusivos e de mistura, aumentando a velocidade intrínseca da reação.
- D) A diferença de volume entre CSTR e PFR decorre do fato de que o CSTR opera em regime transiente durante o dimensionamento, enquanto o PFR opera estritamente em regime estacionário local ao longo do tubo.
- E) O CSTR apresenta gradiente de concentração mais acentuado que o PFR, o que favorece uma taxa média de reação maior ao longo do volume do reator.

QUESTÃO 7

Um laboratório de ensaios e caracterização de biocombustíveis está estruturando seus macroprocessos para obter a certificação ABNT NBR ISO 9001:2015. A gerência técnica decidiu mapear as rotinas utilizando o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), incorporado pela norma como estrutura de organização dos requisitos do sistema de gestão da qualidade.

Considerando a divisão conceitual desse ciclo, a etapa “Check” (Verificar) nesse laboratório é adequadamente representada por qual das seguintes ações?

- A) Implementar ações corretivas imediatas e definitivas para sanar desvios graves constatados na destilação do etanol combustível.
- B) Executar as análises cromatográficas e registrar os dados brutos das matérias-primas recebidas na planta de biocombustíveis.
- C) Planejar as metas anuais de conformidade e definir as referências bibliográficas dos ensaios biológicos a serem adotados pelo laboratório.
- D) Realizar auditorias conduzidas exclusivamente por órgãos reguladores externos do setor de energia, sem participação da equipe interna.
- E) Monitorar e medir os processos e os produtos frente às políticas e objetivos estabelecidos, relatando os resultados obtidos à direção.

QUESTÃO 8

Em uma usina de produção de biocombustíveis, o setor de engenharia de processos precisa dimensionar a motobomba responsável pelo envio do mosto fermentado proveniente de um dos tanques de equalização até o topo da coluna de destilação primária. O tanque de origem encontra-se ao nível do solo, operando à pressão atmosférica e com nível de líquido constante. A linha de recalque, construída em aço inoxidável com diâmetro interno uniforme de ponta a ponta, descarrega o fluido diretamente no bocal superior da coluna, localizada a 15 m de altura geométrica em relação à base do tanque. Sabe-se que a coluna de destilação opera sob pressão atmosférica local, a vazão volumétrica de projeto da linha é de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ e a perda de carga total por atrito no circuito hidráulico foi estimada em 5 m de coluna de líquido.

Nesse contexto, assinale a alternativa que apresenta a potência hidráulica líquida mínima (potência teórica fornecida ao fluido), em kW, que o conjunto deve fornecer ao sistema.

Dados:

Massa específica do mosto: $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 20
- B) 10
- C) 15
- D) 7,5
- E) 2,5

QUESTÃO 9

Durante uma auditoria interna na central de armazenamento de óleo fúsel e subprodutos da fermentação de uma usina de bioenergia, a equipe técnica avalia a conformidade com a ABNT NBR ISO 14001. A correta diferenciação entre causas e efeitos operacionais sobre o meio ambiente é fundamental para o planejamento do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Com base nas definições formais da norma, o elemento das atividades, produtos ou serviços da organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente é denominado:

- A) Auditoria de conformidade.
- B) Ciclo de vida estendido.
- C) Desempenho ambiental.
- D) Impacto ambiental.
- E) Aspecto ambiental.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 10

Uma indústria produtora de biodiesel passa por uma reestruturação estratégica e precisa adequar seu Sistema de Gestão da Qualidade à Cláusula 4 da ABNT NBR ISO 9001:2015 ("Contexto da Organização"), uma das principais inovações introduzidas pela versão 2015 da norma em relação à anterior.

Ao aplicar os requisitos dessa cláusula, a organização deve:

- A) Redigir obrigatoriamente um Manual da Qualidade físico e centralizado para documentar todos os procedimentos técnicos laboratoriais adotados na produção de biodiesel.
- B) Determinar as questões externas e internas relevantes para o seu propósito e que afetem sua capacidade de alcançar os resultados pretendidos pelo sistema de gestão da qualidade.
- C) Nomear um Representante da Direção com dedicação exclusiva para assumir toda a responsabilidade legal e operacional do sistema de gestão perante os organismos certificadores.
- D) Restringir a análise de riscos operacionais aos fatores estritamente ligados às flutuações e indicadores do mercado financeiro de commodities agrícolas.
- E) Isentar-se de monitorar as necessidades de partes interessadas que não possuam participação acionária direta na organização, como comunidades vizinhas e órgãos reguladores.

QUESTÃO 11

Em uma planta de produção de biogás a partir de resíduos agroindustriais, o manuseio de materiais gasosos perigosos exige rigor normativo. No planejamento de um Sistema de Gestão Ambiental aderente à ABNT NBR ISO 14001, a organização deve estruturar sua capacidade de resposta a emergências, como vazamentos de gás metano (CH_4) ou sulfeto de hidrogênio (H_2S).

Diante dos requisitos de "Preparação e Resposta a Emergências", assinale a ação que a organização é obrigada a adotar.

- A) Delegar a responsabilidade civil e criminal de desastres ambientais a seguradoras privadas terceirizadas, transferindo integralmente o ônus jurídico da organização.
- B) Prever ações para prevenir ou mitigar impactos ambientais adversos decorrentes de situações de emergência reais ou potenciais, incluindo simulados periódicos e comunicação com a comunidade do entorno.
- C) Suspender a realização de simulações práticas periódicas para evitar o desgaste prematuro das tubulações de metano e reduzir custos operacionais de manutenção preventiva.
- D) Solicitar automaticamente a renovação de licenças de operação ambiental junto ao órgão fiscalizador imediatamente após a ocorrência de um sinistro, como condição prévia para retomada das atividades.
- E) Limitar os planos de contingência técnica aos perímetros internos da fábrica, desconsiderando os impactos potenciais sobre a comunidade do entorno imediato e os corpos hídricos adjacentes.

QUESTÃO 12

Uma empresa do setor de bioenergia integrou seus sistemas de gestão da qualidade (ISO 9001:2015) e ambiental (ISO 14001:2015) com base na Estrutura de Alto Nível (Anexo SL). Diante da introdução de uma nova levedura geneticamente modificada no processo produtivo, a empresa deve gerenciar essa mudança operacional.

Considerando os requisitos comuns de ambas as normas para o gerenciamento de mudanças, assinale a alternativa correta.

- A) Alterações em processos biológicos são proibidas por ambas as normas sem uma auditoria *in loco* prévia e autorização formal do organismo de certificação internacional.
- B) O tratamento de saídas não conformes da ISO 9001 aplica-se de forma idêntica e sob a mesma terminologia aos efluentes e resíduos ambientais da ISO 14001.
- C) Tanto a ISO 9001 quanto a ISO 14001 exigem que a organização controle mudanças planejadas e analise as consequências de mudanças não intencionais, adotando ações para mitigar efeitos adversos.
- D) A análise de riscos ambientais de novos cultivos isenta a organização de reavaliar os impactos na conformidade e na qualidade do produto final.
- E) O gerenciamento de mudanças operacionais deve focar exclusivamente em liderança e competências, sendo vedado seu tratamento nas cláusulas de planejamento.

QUESTÃO 13

O plano de expansão da bioenergia aponta para a coexistência das tecnologias de primeira geração (1G) e segunda geração (2G) de etanol. Enquanto o etanol 1G se consolidou a partir da fermentação de açúcares presentes no caldo da cana ou no melaço, o etanol 2G converte a fração lignocelulósica do bagaço e da palha. Considerando o processamento inicial dessas matérias-primas, a principal diferença operacional entre as plantas 1G e 2G reside na necessidade, exclusivamente na rota 2G, de uma etapa prévia de:

- A) destilação fracionada para a remoção de impurezas voláteis do meio fermentado antes do envio à coluna de retificação.
- B) pré-tratamento seguido de hidrólise para desestruturar a biomassa lignocelulósica e liberar os açúcares fermentáveis.
- C) desidratação por peneiras moleculares para a obtenção do biocombustível na forma anidra e adequada ao uso veicular.
- D) centrifugação contínua para a recuperação e a recirculação de leveduras ao reator de fermentação pelo processo Melle-Boinot.
- E) reforma catalítica a vapor do vinho fermentado para a obtenção de hidrogênio como vetor energético intermediário antes da destilação.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 14

Na transição para uma bioeconomia de baixo carbono, o conceito de Biorrefinaria emerge como análogo renovável das refinarias de petróleo convencionais.

Assinale a alternativa que define corretamente o conceito e a lógica operacional de uma Biorrefinaria.

- A) Unidade de conversão termoquímica projetada para a queima direta de biomassa florestal em caldeiras de cogeração, com o objetivo exclusivo de suprir a demanda de energia elétrica da rede de distribuição local.
- B) Plataforma de síntese química que substitui integralmente os catalisadores heterogêneos metálicos por consórcios microbianos vivos em reatores de leito fluidizado, operando na ausência de correntes de descarte.
- C) Complexo industrial focado na captura geológica de carbono (CO_2) atmosférico por meio de processos puramente mecânicos de compressão e estocagem profunda, independentemente do balanço de massa de compostos orgânicos.
- D) Instalação integrada que converte frações de biomassa em uma cesta diversificada de produtos, incluindo combustíveis, energia e insumos químicos de alto valor agregado, visando ao aproveitamento otimizado de todas as correntes do processo.
- E) Instalação industrial dedicada ao processamento exclusivo de uma única matéria-prima agrícola para a geração de um biocombustível principal de alta pureza, visando à máxima eficiência termodinâmica e à eliminação de coprodutos.

QUESTÃO 15

A produção de biodiesel por via catalítica homogênea alcalina convencional emprega triacilgliceróis, um álcool de cadeia curta — geralmente metanol ou etanol — e um catalisador básico forte, como NaOH ou KOH.

Do ponto de vista do mecanismo químico e da estequiometria global desse processo, o papel fundamental do catalisador básico no meio reacional e o do coproduto gerado em maior proporção de massa são, respectivamente:

- A) atuar como agente desidratante para consumir a umidade do meio reacional e produzir sabão neutro como coproduto predominante da transesterificação.
- B) aumentar a viscosidade cinemática do sistema reacional e liberar ácidos graxos livres como coproduto estequiométrico principal da reação.
- C) protonar as carbonilas do triacilglicerol para ativá-las nucleofílicamente e gerar bioetanol residual como coproduto majoritário da quebra estrutural.
- D) isomerizar os triacilgliceróis de configuração cis para trans e promover a oxidação do glicerol como coproduto secundário da reação.
- E) desprotonar o álcool para formar um íon alcóxido nucleofílico forte e gerar glicerina como coproduto majoritário da quebra dos triacilgliceróis.

QUESTÃO 16

A digestão anaeróbia é um processo multiestágio mediado por consórcios microbianos em estreita sintropia, convertendo macromoléculas orgânicas complexas em biogás (CH_4 e CO_2). O equilíbrio entre hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese determina a estabilidade do reator. Uma perturbação frequente ocorre quando há sobrecarga de matéria orgânica de fácil degradação, provocando o “azedamento” do reator.

Esse fenômeno é explicado tecnicamente pelo fato de que:

- A) as arqueias metanogênicas produzem excesso de amônia livre, elevando o pH para faixas alcalinas extremas que destroem as bactérias hidrolíticas responsáveis pela etapa inicial.
- B) a velocidade da etapa de hidrólise é severamente reduzida pelo acúmulo de oxigênio dissolvido liberado pelas bactérias acetogênicas no interior do reator anaeróbio.
- C) o metano produzido liquefaz-se instantaneamente sob baixas pressões operacionais, inibindo o metabolismo de todo o consórcio microbiano anaeróbio presente no biodigestor.
- D) as bactérias acidogênicas multiplicam-se mais rapidamente que as arqueias metanogênicas, gerando acúmulo de ácidos graxos voláteis e queda do pH abaixo da faixa ideal de operação.
- E) a temperatura do biodigestor cai abruptamente devido ao consumo endotérmico de metano pelas arqueias acetoclásticas, paralisando o metabolismo das bactérias hidrolíticas.

QUESTÃO 17

A eficiência econômica de uma biorrefinaria sucroenergética integrada depende do aproveitamento de suas correntes residuais. O bagaço, a vinhaça e a torta de filtro representam volumes massivos gerados nas etapas de moagem, destilação e clarificação, respectivamente.

Visando à máxima integração energética e reciclagem de nutrientes, a associação tecnologicamente correta entre o resíduo e sua destinação industrial é:

- A) Vinhaça: submetida à digestão anaeróbia para produção de biogás e posterior aplicação do efluente estabilizado no campo via fertirrigação.
- B) Bagaço: destinado à produção exclusiva de biodiesel via transesterificação por via úmida, aproveitando seus lipídeos estruturais como matéria-prima para a reação.
- C) Vinhaça: submetida à queima direta em caldeiras de alta pressão para substituição total do bagaço como combustível sólido da usina sucroenergética.
- D) Torta de filtro: direcionada diretamente à fermentação alcoólica secundária em substituição ao melaço, aproveitando seus açúcares residuais solúveis.
- E) Bagaço: submetido à digestão anaeróbia in natura imediatamente após a moagem para maximizar a produção de biogás, dispensando qualquer etapa de pré-tratamento da fração lignocelulósica.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 18

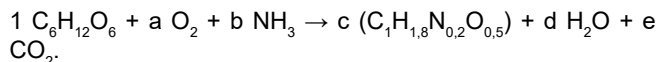
O emprego de óleos residuais com altos teores de ácidos graxos livres (AGL) e umidade residual impõe severas restrições operacionais à transesterificação por catálise homogênea alcalina convencional.

Considerando os fenômenos químicos envolvidos, assinale a alternativa que descreve corretamente o impacto dessas impurezas e a respectiva solução de engenharia.

- A) A umidade atua como veneno catalítico por adsorção competitiva nos sítios ativos do catalisador; o problema é mitigado pela condução da reação sob pressões supercríticas de metanol, dispensando pré-tratamento.
- B) Os AGL reagem com o catalisador básico gerando sabões que reduzem o rendimento e emulsionam o sistema, dificultando a separação das fases; a mitigação envolve uma etapa prévia de esterificação ácida para converter os AGL em ésteres.
- C) A água residual favorece reações de hidrólise e saponificação, sendo seu efeito completamente neutralizado pelo incremento da razão molar álcool:óleo para valores acima de 42:1 na etapa alcalina.
- D) A presença de AGL promove a desativação térmica do catalisador por neutralização ácido-base exotérmica; a solução de projeto consiste no emprego de reatores encamisados com controle rigoroso de temperatura abaixo de 40 °C.
- E) Os AGL sofrem esterificação autocatalítica imediata devido à umidade, gerando macromoléculas de alta viscosidade; o problema é contornado pela adição de tensoativos aniônicos comerciais diretamente no meio reacional.

QUESTÃO 19

Em um bioprocessamento aeróbico conduzido em regime permanente, medições experimentais mostraram que uma nova linhagem de levedura converte exatamente metade (1/2, em base de massa) do carbono do substrato glicose ($C_6H_{12}O_6$) em biomassa celular. A composição elementar da biomassa seca desse microrganismo foi determinada como sendo $C_{1,18}H_{1,8}N_{0,2}O_{0,5}$. A reação macroscópica simplificada de crescimento e formação de produto é descrita por:



Considere as massas molares aproximadas (g/mol): C=12; H=1; O=16; N=14. Com base no balanço de massa elementar para o carbono, os valores aproximados do coeficiente estequiométrico c da biomassa e do coeficiente de rendimento de biomassa por substrato ($Y_{X/S}$, em g biomassa/g substrato) são, respectivamente:

- A) 4,5 e 0,62
- B) 1,5 e 0,20
- C) 6,0 e 0,83
- D) 3,0 e 0,41
- E) 3,0 e 0,50

QUESTÃO 20

Durante o pré-tratamento termoquímico e a hidrólise ácida da fração hemicelulósica do bagaço de cana para produção de etanol de segunda geração (2G), formam-se subprodutos como furfural, 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) e ácido acético (CH_3COOH), reconhecidos inibidores do metabolismo fermentativo microbiano.

Considerando o impacto desses compostos e as estratégias de engenharia de processo voltadas à destoxificação do hidrolisado, assinale a alternativa que apresenta a estratégia clássica de destoxificação química, historicamente mais empregada em escala industrial, mesmo considerando seu principal *trade-off*.

- A) Destoxificação alcalina (*overliming* com $Ca(OH)_2$): amplamente empregada em escala industrial, embora possa envolver perdas parciais de açúcares fermentescíveis devido a reações secundárias em meio alcalino.
- B) Furfural e 5-HMF: atuam como inibidores da cadeia respiratória mitocondrial, sendo sua toxicidade completamente eliminada ao se operar a fermentação em condições estritamente aeróbias com alta taxa de transferência de oxigênio.
- C) Evaporação flash multiestágio antes da fermentação: elimina completamente a carga inibitória do hidrolisado, sem qualquer perda de açúcares fermentescíveis, por explorar diferenças de volatilidade entre inibidores e açúcares.
- D) Inibição por ácido acético: é completamente neutralizada pelo ajuste do pH do meio para valores próximos da neutralidade, garantindo a conversão integral da forma não dissociada em acetato, que não atravessa a membrana celular.
- E) Uso de linhagens microbianas geneticamente modificadas: com maior tolerância a inibidores e capacidade de cofermentação de hexoses e pentoses, elimina totalmente o efeito inibitório dos furanos e do ácido acético, sem qualquer perda de rendimento fermentativo.

QUESTÃO 21

Em um estudo cinético de uma enzima celulase utilizada na etapa de hidrólise enzimática da produção de etanol de segunda geração, um pesquisador determinou experimentalmente a velocidade inicial de reação (V_0 , em $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) em diferentes concentrações de substrato ($[S]$, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$). Após a linearização dos dados pelo método de Lineweaver-Burk, obteve-se a equação da reta:

$$1/V_0 = 1 \times 10^{-6} \cdot (1/[S]) + 0,01$$

Considerando as unidades fornecidas, os valores numéricos de V_{max} e K_m dessa enzima são, respectivamente:

- A) 0,01 e 1×10^{-4}
- B) 100 e 1×10^{-2}
- C) 50 e 2×10^{-4}
- D) 100 e 1×10^{-4}
- E) 1000 e 1×10^{-4}

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 22

Com base nas propriedades físico-químicas da biomassa e nos processos de conversão térmica em sistemas de combustão e cogeração, a presença de umidade e o controle de variáveis como composição e estrutura são fundamentais para o uso eficiente de materiais lignocelulósicos em sistemas energéticos.

Nesse contexto, assinale a alternativa correta.

- A) A presença de umidade na biomassa reduz seu poder calorífico útil, pois parte da energia liberada na combustão é consumida na evaporação da água e no aquecimento do vapor gerado, além de impactar a estabilidade térmica do sistema e a eficiência global do processo.
- B) O aumento do teor de umidade na biomassa reduz o poder calorífico superior (PCS), pois diminui o conteúdo energético intrínseco da fração orgânica do combustível, sendo este o principal parâmetro de eficiência em sistemas de cogeração.
- C) A fração de voláteis na biomassa está diretamente associada à formação de carbono fixo durante a combustão, sendo responsável principalmente pela fase final da queima em sistemas de leito fixo.
- D) A combustão direta de biomassa é um processo altamente eficiente de conversão energética, pois transforma integralmente a energia química do combustível em energia térmica sem perdas associadas a etapas intermediárias de decomposição térmica.
- E) A análise elementar clássica da biomassa (C, H, O, N, S) permite determinar diretamente o teor de umidade e cinzas sem necessidade de ensaios adicionais de composição imediata.

QUESTÃO 23

A glicólise é um processo metabólico amplamente conservado, responsável pela degradação da glicose para obtenção de ATP. Em condições de baixa disponibilidade de oxigênio — relevante para microrganismos empregados em processos fermentativos industriais, como a produção de etanol —, o destino do piruvato formado pode variar conforme o organismo ou tecido envolvido. Considere as afirmativas:

- I. Em condições anaeróbicas, o piruvato pode ser reduzido a lactato, permitindo a regeneração de NAD⁺ e a continuidade da glicólise.
- II. A fermentação alcoólica resulta na conversão do piruvato em etanol e CO₂, sendo típica de leveduras.
- III. Em condições aeróbicas, o piruvato é sempre convertido em lactato para otimizar a produção de ATP pela célula.
- IV. A regeneração de NAD⁺ é essencial para a manutenção da glicólise em condições anaeróbicas.

Nesse contexto, pode-se afirmar que estão corretas as afirmativas

- A) II e III, apenas.
- B) I, II e IV, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) I, II, III e IV.
- E) I e II, apenas.

QUESTÃO 24

Na caracterização cinética de enzimas utilizadas em processos biotecnológicos, como as envolvidas na hidrólise enzimática de biomassa lignocelulósica para produção de etanol 2G, o parâmetro K_m (constante de Michaelis) é determinado experimentalmente a partir de ensaios de velocidade de reação em diferentes concentrações de substrato.

O parâmetro K_m pode ser estimado como a concentração de substrato para a qual a velocidade inicial da reação corresponde a:

- A) V_{max}
- B) $2 \times V_{max}$
- C) $K_m/2$
- D) $V_{max}/2$
- E) $V_{max}/4$

QUESTÃO 25

O modelo cinético de Monod descreve o crescimento de culturas microbianas limitadas por um único substrato solúvel, segundo $\mu = (\mu_{max} \cdot S)/(K_s + S)$, em que μ é a taxa específica de crescimento, μ_{max} a taxa específica máxima, S a concentração do substrato limitante e K_s a constante de saturação.

Assinale a alternativa que descreve corretamente o significado físico de K_s e o comportamento da cinética celular quando $S \gg K_s$.

- A) K_s é o tempo necessário para duplicar a população celular; e quando $S \gg K_s$, a taxa de crescimento cai exponencialmente até atingir zero por esgotamento do substrato.
- B) K_s é a taxa máxima de consumo de oxigênio pelo consórcio microbiano; e quando $S \gg K_s$, o sistema passa a operar em regime de primeira ordem em relação ao oxigênio dissolvido.
- C) K_s representa a concentração mínima de substrato abaixo da qual o crescimento celular cessa completamente; e quando $S \gg K_s$, a taxa de crescimento supera μ_{max} por efeito de saturação enzimática.
- D) K_s representa a concentração de substrato na qual a taxa específica de crescimento (μ) atinge metade do seu valor máximo ($\mu_{max}/2$); e quando $S \gg K_s$, a cinética torna-se independente de S , com $\mu \approx \mu_{max}$.
- E) K_s representa a concentração de substrato na qual μ é igual a μ_{max} ; e quando $S \gg K_s$, a cinética assume comportamento de primeira ordem, com μ crescendo linearmente com S .

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 26

Em bioprocessos aeróbios, o oxigênio molecular atua como aceptor final de elétrons na cadeia respiratória. Devido à baixa solubilidade do oxigênio em meios aquosos de cultivo, a transferência de massa da fase gasosa para a líquida frequentemente constitui o principal gargalo limitante do processo industrial, modelada pela equação $OTR = k_L a \cdot (C^* - C_L)$, em que $k_L a$ é o coeficiente volumétrico de transferência de massa.

Visando aumentar o valor de $k_L a$ em um biorreator industrial de tanque agitado e aerado, para suprir a alta demanda de oxigênio de uma cultura em fase exponencial de crescimento, a equipe de engenharia deve propor:

- A) o aumento da velocidade de rotação do impelidor e o aumento da vazão de ar injetado no sistema, promovendo maior dispersão e área interfacial de bolhas.
- B) a redução simultânea da rotação do impelidor e da vazão de ar comprimido injetado, para minimizar o estresse mecânico sobre as células microbianas sensíveis.
- C) a substituição do impelidor do tipo Rushton por pás planas de menor diâmetro, reduzindo o consumo de energia e mantendo o $k_L a$ em níveis equivalentes aos da configuração original.
- D) a redução da pressão parcial de oxigênio no gás de entrada por meio da injeção de nitrogênio puro para diluir o ar comprimido alimentado ao reator.
- E) o aumento da viscosidade do meio de cultivo por meio da adição de polímeros espessantes não metabólicos, aumentando o tempo de residência das bolhas no reator.

QUESTÃO 27

Em uma usina de etanol, o engenheiro de processos monitora a concentração de açúcares redutores totais (ART) no caldo de cana por meio de cartas de controle de variáveis ($\bar{x}$ e R). Ao analisar os gráficos de um determinado período, observa que todos os pontos estão dentro dos limites de controle estabelecidos, mas identifica um padrão sistemático de tendência crescente ao longo do tempo nos valores plotados na carta $\bar{x}$.

A presença desse padrão não aleatório, mesmo com todos os pontos dentro dos limites de controle, pode indicar:

- A) que o método de amostragem empregado elimina completamente a variabilidade natural do processo de produção de etanol.
- B) que apenas a carta R seria suficiente para avaliar adequadamente a estabilidade do processo de fermentação monitorado.
- C) a presença de causas especiais de variação atuando sobre o processo, que podem ser úteis para o diagnóstico de problemas operacionais.
- D) que os limites de controle da carta foram calculados de forma incorreta e devem ser imediatamente descartados pela equipe de qualidade.
- E) que o processo se encontra sempre sob controle estatístico, independentemente de qualquer padrão visual observado na carta de controle.

QUESTÃO 28

Um quimiostato é um biorreator operado em modo contínuo de mistura perfeita, em que o crescimento celular é controlado pela taxa de alimentação de um nutriente limitante. O parâmetro operacional central é a taxa de diluição $D = F/V$ (vazão de alimentação sobre volume de trabalho). Em regime permanente, o balanço de massa celular mostra que $\mu = D$.

Se um engenheiro aumentar progressivamente a vazão de alimentação até que D supere a taxa específica máxima de crescimento ($D > \mu_{\max}$), com base no balanço de massa transiente do sistema, ocorrerá o fenômeno conhecido como:

- A) criptobiose acentuada, em que as células paralisam o consumo de nutrientes e passam a excretar polissacarídeos complexos para o meio como mecanismo de proteção osmótica.
- B) hiperdensidade celular estável, pois os microrganismos adaptam-se cineticamente acelerando sua taxa metabólica além dos limites genéticos estabelecidos pelo $\mu_{\max}$.
- C) precipitação isomórfica de substrato catalisada por enzimas livres excretadas pelas paredes do biorreator, formando incrustações que reduzem o volume útil do reator.
- D) lavagem ou esvaziamento celular (washout), caracterizado pela redução contínua da concentração de biomassa no interior do reator até o seu completo esgotamento.
- E) oscilação periódica estável da concentração de biomassa em torno de um novo ponto de equilíbrio dinâmico, com μ alternando entre valores acima e abaixo de D em ciclos regulares.

QUESTÃO 29

Em uma usina de bioenergia, o setor de controle de qualidade utiliza ferramentas estatísticas para monitorar e melhorar continuamente os processos de produção de etanol e biodiesel. Entre essas ferramentas, destacam-se o Controle Estatístico de Processo (CEP ou SPC) e o Planejamento de Experimentos (DOE), que atuam como:

- A) base técnica fundamental para as atividades de controle e melhoria contínua da qualidade ao longo do processo produtivo.
- B) métodos estatísticos independentes que substituem integralmente o sistema de gestão da qualidade da organização.
- C) ferramentas utilizadas exclusivamente na inspeção final de produtos acabados, sem aplicação durante as etapas intermediárias do processo produtivo.
- D) técnicas aplicáveis apenas em situações de falha grave do processo produtivo, sendo dispensáveis em condições normais de operação.
- E) métodos voltados exclusivamente para fins de documentação formal e auditoria externa de conformidade dos processos.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 30

Em uma planta de produção de biodiesel, o teor de água residual no produto final é uma característica de qualidade crítica, com especificação técnica definindo limites superior (USL) e inferior (LSL) de tolerância. Para avaliar se o processo de secagem é capaz de atender consistentemente a essa especificação, a equipe de qualidade utiliza o índice de capacidade do processo, definido como $C_p = (USL - LSL) / 6\sigma$, onde σ é o desvio-padrão do processo.

Sobre esse índice, assinale a alternativa correta.

- A) C_p depende diretamente da posição da média do processo de secagem em relação aos limites de especificação estabelecidos.
- B) C_p aumenta numericamente quando a variabilidade do processo de secagem (representada por σ) também aumenta.
- C) C_p pode ser interpretado como uma medida da largura da faixa de especificação em relação à variabilidade natural do processo.
- D) C_p constitui um indicador de controle estatístico do processo em tempo real, substituindo a necessidade de cartas de controle.
- E) C_p mede diretamente a fração de unidades de produto não conformes geradas pelo processo de secagem do biodiesel.

QUESTÃO 31

No controle de qualidade de uma usina de bioenergia, durante a inspeção de lotes de biodiesel, o setor de qualidade utiliza dois conceitos distintos. Uma não conformidade é o não atendimento a um requisito especificado, isto é, cada violação individual de uma especificação técnica estabelecida. Um item não conforme é a unidade de produto reprovada frente ao critério de aceitação, quando suas não conformidades, por número ou gravidade, ultrapassam os limites admitidos. Nos planos de inspeção por amostragem, as não conformidades podem ainda ser classificadas segundo sua gravidade (por exemplo, críticas, maiores e menores), o que orienta a decisão de aceitação ou rejeição. Com base nesses conceitos, assinale a alternativa correta.

- A) O número total de não conformidades identificadas em um lote não pode, em nenhuma hipótese, exceder o número de itens não conformes desse mesmo lote.
- B) Um item pode ser aceito na inspeção do lote ainda que apresente não conformidades classificadas como menores, desde que estas se mantenham dentro do critério de aceitação estabelecido.
- C) Não conformidade e item não conforme são conceitos estatisticamente equivalentes e intercambiáveis na análise de controle de qualidade.
- D) Um item não conforme é definido exclusivamente pela presença de falhas classificadas como críticas no produto avaliado.
- E) Um item não conforme contém, obrigatoriamente e sempre, exatamente uma única não conformidade associada à sua reprovação.

QUESTÃO 32

Em uma usina de bioenergia, o recebimento de lotes de matéria-prima (como óleo vegetal para produção de biodiesel) é submetido a um plano de amostragem para aceitação, no qual uma amostra do lote é inspecionada para decidir sobre a aceitação ou rejeição do lote completo, em vez de realizar inspeção 100% de todas as unidades recebidas.

Em relação aos planos de amostragem para aceitação, assinale a alternativa correta.

- A) A amostragem para aceitação garante, com certeza absoluta, que nenhum lote rejeitado contenha unidades efetivamente conformes às especificações técnicas.
- B) A amostragem para aceitação envolve riscos estatísticos inerentes, como o de rejeitar um lote de boa qualidade (risco do produtor) ou aceitar um lote de qualidade inferior (risco do consumidor).
- C) A amostragem para aceitação elimina totalmente o risco de aceitar lotes com qualidade inferior à especificada, eliminando qualquer possibilidade de erro de decisão.
- D) A amostragem para aceitação é equivalente à inspeção 100% em termos de confiabilidade da decisão, exigindo o mesmo esforço analítico e o mesmo tempo de inspeção.
- E) A amostragem para aceitação é aplicável exclusivamente a características de qualidade mensuráveis por variáveis contínuas, sendo inviável para atributos qualitativos.

QUESTÃO 33

Em uma indústria de bioenergia, a caracterização de matérias-primas (como bagaço, óleos vegetais e melaço) e de produtos finais (como etanol e biodiesel) é uma atividade rotineira do setor de controle de qualidade, empregando técnicas analíticas diversas, que vão desde métodos clássicos até instrumentais sofisticados.

Em processos industriais, a caracterização de matérias-primas e produtos tem como principal objetivo:

- A) determinar exclusivamente propriedades físicas dos materiais, como densidade e viscosidade, sem considerar parâmetros químicos.
- B) garantir que todas as amostras analisadas apresentem composição rigorosamente idêntica entre diferentes lotes de produção.
- C) verificar se as propriedades dos materiais atendem às especificações técnicas estabelecidas para o processo ou produto.
- D) eliminar integralmente a necessidade de normas técnicas no controle de qualidade do processo produtivo.
- E) substituir as ferramentas de controle estatístico de processo empregadas no monitoramento da produção.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 34

No controle de qualidade de produtos da indústria sucroenergética, métodos volumétricos (titulação) são amplamente utilizados devido à sua simplicidade operacional e baixo custo de implementação em laboratórios industriais, sendo aplicados, por exemplo, na determinação de acidez de óleos e na quantificação de açúcares redutores.

Em relação a esses métodos, é correto afirmar que:

- A) constituem métodos instrumentais cuja quantificação depende fundamentalmente de detecção espectroscópica do analito em solução.
- B) baseiam-se exclusivamente na medição direta de propriedades físicas da amostra, como densidade ou índice de refração.
- C) dispensam qualquer padronização prévia das soluções tituladas, bastando o uso de reagentes comerciais certificados.
- D) apresentam sensibilidade superior à cromatografia gasosa em qualquer aplicação analítica de rotina industrial.
- E) envolvem reação química estequiométrica entre o analito de interesse e um reagente titulante previamente padronizado.

QUESTÃO 35

A cromatografia gasosa (GC) é amplamente utilizada na análise de combustíveis e produtos da indústria de bioenergia, sendo empregada, por exemplo, na determinação do perfil de ésteres do biodiesel e na quantificação de contaminantes voláteis em etanol combustível.

Essa técnica é mais adequada para a análise de:

- A) sólidos suspensos presentes em amostras líquidas, separados por filtração acoplada ao sistema de injeção do cromatógrafo.
- B) valores de pH em soluções aquosas complexas, determinados pela resposta do detector de ionização em chama.
- C) separações baseadas exclusivamente na densidade molecular dos componentes da amostra injetada no sistema.
- D) compostos voláteis e termicamente estáveis, capazes de serem vaporizados e eluídos pela fase móvel gasosa sem se decompor.
- E) compostos não voláteis e de elevada massa molar, que permanecem retidos integralmente na fase estacionária da coluna cromatográfica.

QUESTÃO 36

Em um laboratório de controle de qualidade de uma usina de bioenergia, dois conceitos fundamentais para a validação de métodos analíticos são precisão e exatidão, frequentemente confundidos na prática, mas que descrevem aspectos distintos da qualidade de uma medição.

Em relação aos parâmetros de precisão e exatidão em métodos analíticos, assinale a alternativa correta.

- A) Precisão e exatidão são termos sinônimos utilizados indistintamente na validação de métodos analíticos.
- B) A exatidão de um método independe da presença de erros sistemáticos no processo de medição empregado.
- C) A precisão de um método é determinada exclusivamente pela proximidade de um único resultado ao valor verdadeiro do analito.
- D) A exatidão de um método pode ser garantida unicamente pelo aumento do número de réplicas analíticas, independentemente da existência de erros sistemáticos no processo de medição.
- E) Um método analítico pode apresentar boa precisão sem necessariamente apresentar boa exatidão nos resultados obtidos.

QUESTÃO 37

No gerenciamento de riscos de uma planta piloto de produção de biocombustíveis, um engenheiro químico enfatiza à equipe a obrigatoriedade da consulta às Fichas de Dados de Segurança (FDS, antiga FISPQ) antes do manuseio de qualquer reagente.

Do ponto de vista conceitual e normativo, considerando o propósito fundamental e o momento correto de utilização desse documento no ambiente laboratorial, assinale a alternativa correta.

- A) A consulta à FDS restringe-se às etapas finais de descarte e destinação de resíduos, sendo irrelevante para as fases de estocagem, inventário ou mistura de reagentes.
- B) A leitura da FDS substitui a necessidade de instalação de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), uma vez que o conhecimento teórico do documento neutraliza o risco residual das substâncias químicas.
- C) A FDS é uma ferramenta de caráter preventivo que deve ser lida e interpretada antes do manuseio de qualquer produto, pois detalha os riscos inerentes e orienta os controles coletivos, individuais e de engenharia necessários para o trabalho seguro.
- D) A função da FDS é puramente regulatória e fiscalizatória, não contendo informações práticas aplicáveis ao dimensionamento de controles de engenharia ou escolha de barreiras coletivas.
- E) A FDS atua como um manual de resposta a emergências médicas e deve ser consultada exclusivamente de forma reativa, após a ocorrência de um sinistro ou intoxicação no laboratório.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 38

A padronização internacional de segurança química utiliza o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) para classificar e rotular produtos perigosos. Ao interpretar o rótulo e a FDS de um reagente oxidante utilizado no pré-tratamento de biomassa lignocelulósica, qual alternativa diferencia corretamente, do ponto de vista conceitual, as chamadas “Frases H” e “Frases P”?

- A) As frases H orientam os primeiros socorros de natureza médica hospitalar, enquanto as frases P definem propriedades termodinâmicas básicas, como pontos de fusão, ebulição e pressão de vapor.
- B) Ambas as frases possuem a mesma função semântica e normativa, servindo apenas para classificar se o produto químico é hidrofílico (Frases H) ou polar (Frases P).
- C) As frases H (Hazard statements) descrevem a natureza dos perigos intrínsecos e riscos associados à substância, enquanto as frases P (Precautionary statements) estabelecem as recomendações de precaução para prevenir ou minimizar os efeitos adversos.
- D) O código P indica o nível de poluição atmosférica ou pegada de carbono gerada pelo processo de refino do produto, ao passo que o código H determina o grau de homogeneidade da mistura sob agitação.
- E) As frases H indicam o histórico quantitativo de acidentes da substância na indústria química, enquanto as frases P servem para definir o preço, o grau de pureza e a concentração molar do reagente.

QUESTÃO 39

O Diamante da NFPA 704 é uma simbologia padronizada para identificação rápida de riscos de substâncias químicas por equipes de resposta a emergências. Ao inspecionar uma linha de gases inertes (como argônio ou nitrogênio) aplicada na purga de oxigênio em biorreatores de fermentação, o engenheiro observa o código “SA” inscrito no quadrante branco (de riscos especiais) do diamante. Conceitualmente, o que essa notação representa?

- A) Sinaliza que o gás é classificado como um asfixiante simples (Simple Asphyxiant), alertando que seu acúmulo em ambientes confinados desloca o oxigênio do ar, podendo causar perda de consciência e morte por privação de oxigênio sem aviso prévio.
- B) Informa que o produto químico é “Seguro para a Atmosfera” (Safe Atmosphere), desobrigando a instalação de sistemas de exaustão local ou capelas de fluxo no laboratório.
- C) Significa “Substância Ácida”, alertando o operador de que o contato direto com o gás provocará queimaduras químicas imediatas por corrosão tecidual.
- D) Significa “Sólido Altamente Inflamável”, indicando que o operador deve priorizar o uso de extintores de água pressurizada em caso de superaquecimento do cilindro.
- E) Denota que a substância possui alta reatividade molecular com o ar atmosférico, gerando reações secundárias de combustão espontânea em condições normais de temperatura e pressão.

QUESTÃO 40

Gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) são frequentemente manipulados ou gerados em processos de combustão, gaseificação de biomassa e digestão anaeróbia em plantas de bioenergia. Sob a ótica da toxicologia industrial e da proteção respiratória, qual alternativa apresenta a correta distinção conceitual entre os mecanismos biológicos de atuação de um asfixiante simples e de um asfixiante químico?

- A) Asfixiantes químicos oferecem riscos agudos apenas se forem ingeridos acidentalmente por via oral, enquanto os asfixiantes simples agem por absorção cutânea através dos poros da pele do operador.
- B) O asfixiante simples bloqueia as sinapses nervosas dos músculos intercostais, ao passo que o asfixiante químico impede a absorção sistêmica de nutrientes no trato digestivo.
- C) O asfixiante simples atua de forma puramente mecânica e física, deslocando o oxigênio do ambiente e reduzindo sua fração inspirada; já o asfixiante químico interfere diretamente, a nível molecular, no transporte de oxigênio pelo sangue (como na formação de carboxihemoglobina) ou na respiração celular.
- D) O asfixiante simples destrói o tecido pulmonar por ação corrosiva direta, enquanto o asfixiante químico atua por meio do resfriamento endotérmico do plasma sanguíneo.
- E) Ambos os grupos de gases compartilham exatamente o mesmo mecanismo patológico, diferenciando-se em laboratório unicamente pelo odor forte e característico que os asfixiantes químicos exalam.

QUESTÃO 41

O projeto e a organização física do almoxarifado de produtos químicos de um centro de pesquisas em bioenergia devem seguir rigorosamente critérios técnicos para evitar reações químicas indesejadas decorrentes de armazenamento inadequado.

Com base nos conceitos de armazenamento seguro descritos nas Fichas de Dados de Segurança (FDS) e nas diretrizes gerais de segurança em laboratório, assinale a conduta considerada correta.

- A) Os reagentes químicos de alta periculosidade devem ser organizados em ordem estritamente alfabética nas prateleiras, visando acelerar a localização visual em situações de incêndio.
- B) Os líquidos inflamáveis voláteis devem ser estocados na parte superior de prateleiras abertas para facilitar a dispersão natural de seus vapores, os quais são sempre menos densos que o ar.
- C) O armazenamento deve ser realizado segregando-se os produtos químicos por classes de periculosidade compatíveis (como inflamáveis, corrosivos e oxidantes) e respeitando rigorosamente as matrizes de incompatibilidade química.
- D) Substâncias que reagem violentamente com a água (reativos com umidade) devem ser posicionadas logo abaixo de chuveiros de emergência para acelerar a sua diluição em caso de vazamento do frasco.
- E) Cilindros contendo gases inflamáveis cheios e vazios devem ser intencionalmente misturados no mesmo palete para otimização de espaço físico, mantendo-se as válvulas de topo totalmente abertas.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 42

A seleção de microrganismos e meios de cultura para aplicação industrial em bioprocessos envolve a ponderação simultânea de critérios técnicos e econômicos, frequentemente gerando tensões entre o atendimento pleno das necessidades biológicas do microrganismo e a viabilidade financeira do processo produtivo em larga escala.

Considerando os critérios de seleção de microrganismos e meios de cultura para aplicação industrial, assinale a alternativa correta.

- A) Um microrganismo ideal para aplicação industrial deve apresentar elevada eficiência na conversão do substrato em produto, constância quanto ao seu comportamento fisiológico e caráter patogênico controlado, sendo este último um requisito flexível conforme o produto de interesse.
- B) Uma complicação técnica frequente na seleção de meios de cultivo reside justamente no equilíbrio entre o atendimento das necessidades nutricionais do microrganismo e a exigência de que o meio seja minimamente oneroso para a operação industrial.
- C) Embora o armazenamento a longo prazo seja desejável para insumos industriais, os componentes do meio de cultivo devem ser obrigatoriamente consumidos imediatamente após o preparo, não se admitindo qualquer tempo de armazenagem.
- D) Para fins de sustentabilidade ambiental, a composição do meio de cultivo deve ser altamente variável ao longo do tempo de operação, de modo a evitar dificuldades no tratamento final do efluente gerado pelo processo.
- E) Para maximizar a produtividade do processo, é desejável que o microrganismo selecionado exija condições operacionais altamente complexas e meios de cultura dispendiosos, justificando o investimento pelo alto acúmulo de produto obtido.

QUESTÃO 43

No projeto de biorreatores industriais para fermentação, a escolha da geometria do sistema de mistura e do material de construção do vaso impacta diretamente a eficiência de transferência de oxigênio, os custos de manutenção e a estabilidade do processo frente a contaminações.

Considerando os princípios operacionais de diferentes configurações de biorreatores industriais, assinale a alternativa correta.

- A) Em biorreatores nos quais o biocatalisador permanece confinado e imóvel no interior de estruturas tubulares (leito fixo), a dinâmica de fluidos elimina completamente os riscos de obstrução do leito, tornando esses sistemas superiores aos tanques agitados quanto à difusão de gases.
- B) O cobre consolidou-se como o material padrão na indústria biotecnológica atual, por apresentar inércia química absoluta frente ao caldo fermentado, superando o aço inoxidável em critérios de esterilização e resistência à abrasão mecânica durante a limpeza.
- C) O alumínio, embora apresente condutividade térmica superior à do aço inoxidável, é quimicamente instável em qualquer processo fermentativo, reagindo imediatamente com o produto e sofrendo corrosão severa mesmo em contatos de curto prazo com outras ligas metálicas.

- D) Para promover a transferência de oxigênio sem recorrer a sistemas de agitação mecânica com impelidores no fundo do vaso, a engenharia de bioprocessos pode optar por reatores pneumáticos (como coluna de bolhas ou airlift), nos quais a circulação do fluido e a troca gasosa são promovidas pela injeção e dispersão de gás na região interior e inferior do reator.
- E) Biorreatores equipados com membranas de ultra ou microfiltração operam exclusivamente sob configuração de fluxo lateral, na qual o elemento filtrante permanece imerso diretamente no efluente dentro do vaso reacional principal.

QUESTÃO 44

Na indústria de produção de etanol, a gestão de contaminantes bacterianos em biorreatores de grande porte exige equilíbrio entre eficiência biológica e viabilidade econômica. Como o etanol é uma commodity de baixo valor unitário, as estratégias de mitigação da interferência de populações bacterianas competidoras baseiam-se frequentemente em artifícios operacionais e cinéticos, evitando métodos radicais de desinfecção que onerem excessivamente o processo.

Considerando a dinâmica de contaminação bacteriana e as práticas de manejo industrial em destilarias de etanol, assinale a alternativa correta.

- A) A esterilização térmica ou química dos mostos é tecnicamente inviável na produção de etanol, razão pela qual a indústria é obrigada a tolerar a contaminação bacteriana sem qualquer possibilidade de intervenção em casos de perda de uniformidade do processo.
- B) Bactérias do gênero *Lactobacillus* provocam a dispersão completa das leveduras no caldo fermentativo, fenômeno associado ao consumo do ácido láctico produzido, o que facilita diretamente a etapa subsequente de destilação do vinho.
- C) A adição de doses elevadas de ácido sulfúrico no tratamento das células recicladas é a técnica ideal e recomendada para reverter a floculação celular, por preservar integralmente a integridade física de tubulações e bombas sem impactar os custos operacionais.
- D) Quando a ação bacteriana suplanta a fermentação alcoólica, a única diretriz operacional disponível é o descarte definitivo dos equipamentos da destilaria, visto que novos inóculos seriam incapazes de restabelecer a uniformidade do processo.
- E) O uso de elevadas concentrações de biomassa de leveduras é uma estratégia cinética que aproveita a maior facilidade de crescimento desses microrganismos para sobrepujar a atividade metabólica das bactérias contaminantes no mosto não esterilizado.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 45

No desenvolvimento de meios de cultivo para bioprocessos industriais de bioenergia, diversas características são consideradas desejáveis tanto para o microrganismo quanto para a composição do meio reacional, visando garantir estabilidade operacional e viabilidade econômica do processo.

Assinale a alternativa correta sobre as características desejáveis de meios de cultivo industriais.

- A) As características desejáveis dos microrganismos, como permitir o acúmulo de produto no meio ou não sintetizar substâncias incompatíveis com o produto, são propriedades que operam de forma totalmente independente da composição do meio de cultivo utilizado.
- B) O critério soberano na escolha de um meio de cultivo industrial é que ele seja o mais barato possível, mesmo que isso signifique não atender plenamente às necessidades nutricionais do microrganismo selecionado.
- C) Em bioprocessos cujo produto de interesse se acumula de forma intracelular, a característica geral esperada do microrganismo é que promova a rápida liberação desse produto para o meio reacional.
- D) As propriedades desejáveis dos meios de cultivo são completamente divergentes das características exigidas para os microrganismos, não existindo qualquer relação de interdependência entre ambos.
- E) É uma característica desejável que o meio de cultivo seja adequadamente tamponado, propriedade que auxilia no controle do processo ao evitar variações drásticas de pH durante a fermentação.

QUESTÃO 46

Uma indústria produtora de biodiesel está implementando seu Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) com base na ABNT NBR ISO 9001:2015. Ao estruturar os controles da informação documentada previstos na seção 7.5 da Norma, o responsável pela qualidade avalia diferentes práticas propostas pela equipe.

Assinale a alternativa que descreve uma prática compatível com os requisitos de controle da informação documentada.

- A) Como a versão vigente permanece acessível no servidor, a equipe decide não registrar o histórico de revisões nem sinalizar qual é a versão em vigor, poupando esforço de rastreamento.
- B) Por serem elaborados fora da organização, os documentos de fornecedores e de órgãos reguladores utilizados no SGQ são mantidos sem qualquer forma de controle.
- C) A organização mantém a informação documentada acessível e apropriada ao uso no momento e no local em que é necessária, e a resguarda contra danos, alterações indevidas e acesso não autorizado.
- D) Para eliminar o risco de uso equivocado, todo documento superado é excluído dos registros assim que substituído, não se admitindo guardar versões anteriores em nenhuma situação.
- E) A emissão e a alteração de documentos ficam a cargo de qualquer colaborador que identifique a necessidade, dispensando etapa de análise e aprovação antes da distribuição.

QUESTÃO 47

Na condução de bioprocessos industriais, a combinação de diferentes modos de operação em um mesmo ciclo de produção é frequentemente necessária para otimizar o reaproveitamento de biomassa em larga escala, como ocorre no processo Melle-Boinot de produção de etanol, ou para garantir a estabilização de ecossistemas microbianos complexos, como no tratamento de efluentes industriais.

Com base nas estratégias de operação de biorreatores aplicadas a esses processos, assinale a alternativa correta.

- A) No tratamento de resíduos de grande volume, o preenchimento inicial controlado em modo descontínuo alimentado visa alcançar o volume operacional do reator, evitando que reste matéria orgânica residual ou intermediários incompletamente convertidos antes do início do regime contínuo.
- B) O processo Melle-Boinot caracteriza-se por manter um volume fixo e constante de fluido no biorreator do início ao fim do processo, operando estritamente em regime descontínuo simples durante toda a fermentação.
- C) No processo Melle-Boinot, o reciclo celular ocorre de forma isolada e tardia, sendo a alimentação de mosto iniciada apenas após o biorreator estar completamente preenchido com o inóculo de levedura tratado.
- D) Sistemas industriais de tratamento de efluentes operam obrigatoriamente em regime descontínuo alimentado durante toda a sua fase estacionária de operação, sendo o modo contínuo restrito apenas a etapas de manutenção física dos tanques.
- E) Ao final da etapa de preenchimento das dornas no processo Melle-Boinot, o reator passa a operar em regime estritamente contínuo, acelerando a saída do vinho fermentado antes que ocorra o consumo total dos açúcares fermentescíveis.

ESPAÇO PARA RASCUNHO

QUESTÃO 48

A compreensão dos mecanismos regulatórios do metabolismo celular é fundamental para a otimização de bioprocessos industriais e para o avanço da engenharia bioquímica. Os efeitos Crabtree e Warburg representam desvios metabólicos clássicos nos quais a presença de oxigênio não determina, necessariamente, o predomínio da via respiratória convencional sobre vias fermentativas ou glicolíticas.

Com base no conhecimento sobre esses mecanismos metabólicos, assinale com V as afirmativas verdadeiras e com F as falsas.

- () O efeito Crabtree caracteriza-se pela preferência da levedura por vias fermentativas mesmo em meios com alta disponibilidade de oxigênio, conferindo vantagem evolutiva na conversão de nutrientes em ambientes ricos em açúcar.
- () O efeito Warburg, observado no metabolismo de células tumorais, manifesta-se pelo direcionamento da glicose para a produção de lactato, ocorrendo de forma exclusiva em condições de estrita anaerobiose.
- () Tanto o efeito Crabtree quanto o efeito Warburg representam um paradoxo metabólico no qual as células priorizam a maximização do rendimento energético molecular em detrimento da velocidade de biossíntese e da produção de biomassa.
- () Apesar de distintos, os efeitos Crabtree e Warburg evidenciam uma mudança adaptativa estratégica voltada para a otimização da produção de biomassa, exemplificando a versatilidade metabólica em responder às exigências fisiológicas das células.

Assinale a sequência correta.

- A) V – F – V – F
- B) F – F – V – V
- C) V – F – F – V
- D) V – V – V – F
- E) F – V – F – V

QUESTÃO 49

Com base nos princípios de ampliação de escala (*scale-up*) aplicados a biorreatores convencionais e considerando a manutenção da semelhança geométrica, assinale com V as afirmativas verdadeiras e com F as falsas.

- () Em processos aeróbios conduzidos em sistemas gás-líquido, o coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio ($k_L a$) pode ser adotado como parâmetro de referência para estabelecer as condições de operação na escala ampliada.
- () O aumento das dimensões do biorreator, mantendo-se a semelhança geométrica, proporciona menor tempo de mistura (t_m) e menor cisalhamento na região periférica do impelidor.
- () A escolha de um único critério de *scale-up*, como $k_L a$, P/V ou Re, permite preservar simultaneamente os demais parâmetros hidrodinâmicos e operacionais do biorreator na nova escala.
- () A necessidade de evitar danos às células sensíveis ao cisalhamento pode restringir a velocidade de rotação do impelidor, fazendo com que o equipamento opere abaixo das condições que maximizariam a transferência de oxigênio.

Assinale a sequência correta.

- A) V – V – F – F
- B) F – F – V – V
- C) V – F – F – V
- D) V – F – V – F
- E) F – V – F – V

QUESTÃO 50

No contexto do Sistema de Gestão da Qualidade de uma usina de bioenergia, o coordenador de qualidade preparou quatro afirmativas para um treinamento sobre informação documentada e desenvolvimento de procedimentos, com base na ABNT NBR ISO 9001:2015. Nesse contexto, assinale com V as afirmativas verdadeiras e com F as falsas.

- () Os documentos do sistema, como a política da qualidade e os procedimentos, são analisados criticamente e atualizados quando necessário, ao passo que os registros evidenciam o atendimento a requisitos ao longo do tempo e devem ser mantidos legíveis e recuperáveis.
- () A declaração da política da qualidade, os procedimentos operacionais e os requisitos regulatórios aplicáveis compõem os documentos que orientam a execução das atividades; já os relatórios de produção, os dados de aferição de instrumentos e as atas de reuniões com clientes constituem exemplos de registros.
- () Ao elaborar um procedimento, basta descrever a sequência de etapas da atividade, não sendo requisito da norma definir responsabilidades nem os critérios de aceitação aplicáveis à sua execução.
- () Para a informação documentada mantida em meio eletrônico, o controle pode limitar-se à realização de cópias de segurança, não sendo necessário estabelecer controle de acesso nem preservar a integridade contra alterações indevidas.

Assinale a sequência correta.

- A) V – V – F – F
- B) V – F – V – F
- C) V – V – V – F
- D) F – V – F – V
- E) V – F – F – V



Segundo a Lei nº 9.610/1998, reproduções de natureza não pedagógicas das questões desta prova estão proibidas.