



FORMAÇÃO GERAL

QUESTÃO DISCURSIVA 01

Conforme levantamento patrocinado pelo Ministério da Integração Nacional, o Brasil sofreu mais de 30 mil desastres naturais entre 1990 e 2012, o que confere a média de 1 363 eventos por ano. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 2013 mostra que, entre 1991 e 2012, foram registradas 31 909 catástrofes no país, sendo que 73% ocorreram na última década. O banco de dados do histórico dos desastres brasileiros associados a fenômenos naturais indica que estiagens, secas, inundações bruscas e alagamentos são as tipologias mais recorrentes do país.

LICCO, E.; DOWELL, S. Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*. Edição Temática em Sustentabilidade, v. 5, n. 3, São Paulo: Centro Universitário Senac, 2015 (adaptado).

De acordo com o relatório do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres de 2014, a necessidade de minimizar os riscos e os impactos de futuros desastres naturais é algo fundamental para as comunidades em todo o mundo. Reduzir os níveis existentes de riscos que favorecem os desastres, fortalecendo a resiliência social, ambiental e econômica é uma das soluções encontradas para que as cidades consigam conviver com esses fenômenos naturais.

RIBEIRO, J.; VIEIRA, R.; TÔMIO, D. Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola. *UFPR, Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 42, dezembro 2017 (adaptado).

A partir da análise dos textos, apresente duas propostas de intervenção no âmbito da sustentabilidade socioambiental, de modo a contemplar ações de restauração ou recuperação após a ocorrência de desastres. (valor: 10,0 pontos)

Padrão de Resposta:

| ÁREAS DAS AÇÕES | AÇÕES |
|-------------------|---|
| CAMPO PSICOSOCIAL | <ul style="list-style-type: none"> • Organização de mutirão de voluntários para distribuição de vestuários, remédios, alimentos e outros insumos entre os atingidos pelo desastre etc. • Mobilização de voluntários para auxílio ao trabalho de recuperação parcial das casas dos desabrigados. • Realocação da população afetada para locais seguros. • Resgate de pessoas afetadas por inundações ou deslizamentos para abrigos emergenciais temporários. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de sistemas de saúde para atendimento de emergência de pessoas feridas. • Mobilização de voluntários para campanhas de vacinação. |

| | |
|---------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de sistemas de saúde para ações de prevenção de surtos e epidemias. • Mobilização de sistemas de saúde para acompanhamento biopsicossocial da população atingida. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Resgate e/ou proteção de animais domésticos. • Construção de abrigos para acomodação dos animais resgatados. • Acompanhamento médico veterinário de animais atingidos pelo desastre. |
| CAMPO ECONÔMICO E SOCIOCULTURAL | <ul style="list-style-type: none"> • Estratégias de recomposição de áreas agropecuárias. • Implementação e recuperação de áreas agrícolas e agroflorestais. • Liberação de crédito rural para agricultores e criadores atingidos por desastres. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de patrimônios histórico, artístico, cultural ou natural. • Restauração de museus, igrejas, instituições culturais etc. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de recursos financeiros para auxílio às vítimas. • Liberação de aluguel social para apoio à população atingida. • Aplicação e uso de multas para recuperação de áreas atingidas. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de bens materiais das vítimas. • Liberação pelo governo de fundo emergencial para a reconstrução das moradias da população atingida. • Campanha de captação de recursos financeiros para reconstrução de casas atingidas. • Facilitação na liberação de crédito para compra de mobiliário residencial. |

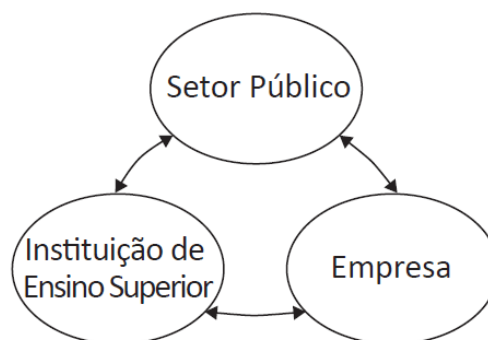
| | |
|-----------------|---|
| CAMPO AMBIENTAL | <ul style="list-style-type: none"> • Atividades de recuperação do ecossistema da área atingida. • Reflorestamento das áreas degradadas com vegetação nativa. • Resgate de animais silvestres. • Recuperação e/ou proteção de mananciais. • Reflorestamento de nascentes com vegetação nativa. • Monitoramento e/ou controle da qualidade da água. • Monitoramento e/ou controle da qualidade do solo. • Verificação periódica dos padrões de potabilidade da água depois de desastres. • Descontaminação do solo com presença de metais pesados. |
|-----------------|---|

| | |
|----------------------|---|
| CAMPO INFRAESTRUTURA | <ul style="list-style-type: none"> • Restauração de serviços públicos essenciais. • Restauração no abastecimento de água, energia elétrica, combustíveis, comunicações. • Limpeza de bueiros para facilitar escoamento das águas em caso de alagamentos. • Retirada de entulhos e lixo para facilitar o escoamento da água acumulada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de sistemas de alertas. • Alertas através da programação de emissoras. • Avisos sonoros em locais críticos para resgate de vítimas. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de artefatos de acesso e mobilidade. • Restauração de pontes, rodovias etc. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de gerenciamento de sistemas de monitoramento remoto. • Utilização de drones para localização de vítimas de desastres. • Monitoramento de manchas de óleo em áreas costeiras por meio de imagens de satélite. |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de processos, produtos e tecnologias para recuperação ou restauração. • Reconstrução da malha viária com asfalto poroso de alta permeabilidade. • Tecnologias para descontaminação e desintegração de manchas de óleo. • Utilização de “lama” de barragem como material de construção civil para recuperação habitacional. |
|--|---|

| | |
|-----------------|---|
| CAMPO SISTÊMICO | <ul style="list-style-type: none"> • Remodelagem de procedimentos de segurança e de processos industriais. • Convocação e treinamento de pessoal de segurança para evitar saques. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Treinamento da população para ações durante e/ou após ocorrência de desastres. • Palestras para voluntários em ações de reflorestamento de áreas degradadas. • Treinamento de equipes e comunidade para apoio no resgate de vítimas. • Treinamento emergencial de voluntários para limpeza de praias poluídas por vazamento de óleo. • Orientação sobre riscos à saúde a voluntários por conta da manipulação de material tóxico na limpeza de praias sem proteção adequada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Promoção de ações de restauração da ordem pública. • Parceria entre diferentes esferas governamentais para fortalecimento da segurança pública. |
| SECA/ESTIAGEM | <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de tecnologias de dessalinização da água do mar. • Aproveitamento da água da chuva nos períodos de pouca chuva ou estiagem. • Construção de cisternas para armazenamento de água da chuva. • Reflorestamento da mata ciliar. • Racionamento de água em níveis críticos de vazão/disponibilidade hídrica. • Reúso da água (Exemplo citado: água de banho pode ser captada e usada para lavagem de quintal e para dar descarga em vasos sanitários). • Monitoramento da qualidade da água de reúso. |

QUESTAO DISCURSIVA 02



O Brasil está longe de ser um país atrasado do ponto de vista científico e tecnológico. O país está em posição intermediária em praticamente todos os indicadores de produção e utilização de conhecimento e de novas tecnologias. Em alguns indicadores, a situação do país é melhor até do que em alguns países europeus como Portugal ou Espanha e, de modo geral, estamos à frente de todos os demais países latino-americanos. Talvez nosso pior desempenho esteja nos depósitos de patentes, seja no Brasil ou no exterior.

Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33511&Itemid=433>
Acesso em: 01 out. 2019 (adaptado).

A partir das informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Cite dois ganhos possíveis para o campo científico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)
- Cite dois ganhos possíveis para o campo econômico do país, resultantes de uma boa articulação entre os entes representados na figura. (valor: 5,0 pontos)

Padrão de respostas

O estudante deve apontar dois ganhos possíveis, como os apresentados, resultantes de uma boa articulação entre pelo menos dois dos entes representados na figura:

Item 'a' - CAMPO CIENTÍFICO –

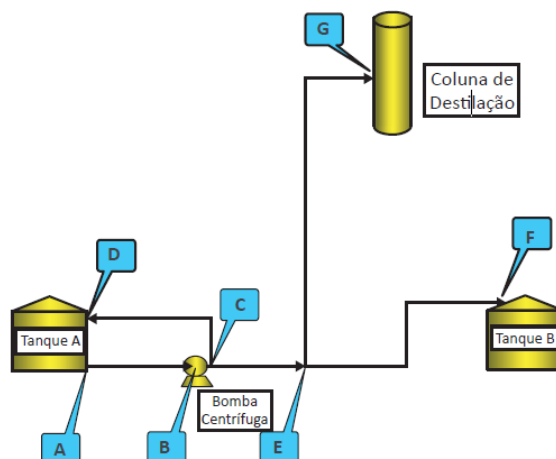
- Ampliação dos recursos para a produção de conhecimento científico voltado para resolução de problemas
- Transferência mútua de conhecimento e de tecnologia.
- Ampliação das fontes de financiamento para desenvolvimento de pesquisa, tais como bolsas, montagem e manutenção de laboratórios, disponibilização de equipamentos e de prestação de serviços.

Item 'b' CAMPO ECONÔMICO

- Ampliação do investimento na criação de soluções tecnológicas mais acessíveis e mais adequadas às necessidades locais.
- Desenvolvimento de tecnologias que propiciem uso sustentável de recursos naturais e de insumos diversos.
- Desenvolvimento de novos produtos, processos e materiais ajustados às demandas e potencialidades do contexto local;
- Desenvolvimento de tecnologias e arranjos que propiciem a constituição de cadeias produtivas mais sustentáveis, com maiores aportes e insumos locais.
- Desenvolvimento de arranjos produtivos locais com participação das IES;
- Ampliação de canais de inserção laboral dos estudantes e egressos.
- Diversificação de estruturas produtivas e empresariais do país (startups, incubadoras, empresa júnior, fundação de apoio, *joint venture*).
- Ampliação dos investimentos voltados para o alcance de novas patentes

QUESTÃO DISCURSIVA 03

As bombas são equipamentos utilizados na indústria química para fornecer energia mecânica necessária para que um líquido escoe entre dois pontos. Um sistema de bombeamento de um fluido com peso específico $10\,000\text{ N/m}^3$ está representado a seguir.



O escoamento ocorre através de tubos de mesmo diâmetro entre dois tanques e uma coluna de destilação. A vazão de recirculação para o tanque A é mantida de modo a garantir o fluxo mínimo na bomba e a alimentação para o tanque B só acontece quando a coluna está fora de operação.

Suponha que medidores locais tenham sido utilizados para determinar a vazão em três pontos distintos, conforme o fluxograma a seguir. O primeiro medidor encontra-se na corrente de reciclo do tanque A ($2\text{ m}^3/\text{h}$), o segundo no ponto de alimentação da coluna de destilação ($5\text{ m}^3/\text{h}$) e o terceiro nas proximidades da alimentação do tanque B ($5\text{ m}^3/\text{h}$). Além disso, os desníveis entre a descarga da bomba e a alimentação do tanque B e entre a descarga da bomba e a alimentação da coluna de destilação são 2 m e 20 m , respectivamente. Despreze a variação de energia cinética, considere que os tanques e a coluna de destilação estão à mesma pressão e que $1\text{ bar} = 100\,000\text{ N/m}^2$.

A tabela a seguir apresenta as perdas de carga para cada um dos trechos considerando diferentes vazões.

| Trecho | Vazão (m^3/h) | Comprimento tubulação (m) | Perda de carga (bar/100 m) |
|--------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| AB | 2 | 10 | 0,02 |
| | 7 | | 0,25 |
| | 12 | | 0,70 |
| CD | 2 | 10 | 0,20 |
| CE | 5 | 10 | 0,50 |
| | 10 | | 2,00 |
| EF | 5 | 10 | 2,00 |
| | 7 | | 3,92 |
| EG | 5 | 50 | 1,00 |
| | 7 | | 1,96 |

Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Determine a vazão (Q , m^3/h) para o dimensionamento da bomba centrífuga. (valor: 2,0 pontos)
- Determine a diferença de pressão na bomba (ΔP , bar) para dimensionamento da bomba centrífuga. (valor: 8,0 pontos)

PADRÃO DE RESPOSTA

a) O estudante deve determinar:

Vazão (Q) na bomba = vazão do fluxo mínimo + vazão para coluna ou tanque

$$Q = 2\text{ m}^3/\text{h} + 5\text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 7 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) O estudante deve determinar a diferença de pressão (ΔP) na bomba = pressão de descarga - pressão de sucção

Para calcular a pressão de sucção, é necessário aplicar a equação da energia entre os pontos A e B. Como não há diferença de cotas:

$$\text{Pressão de sucção} = - \text{perda de carga para vazão de } 7 \text{ m}^3/\text{h} = - 10 \cdot 0,25/100 = - 0,025 \text{ bar}$$

Para calcular a pressão de descarga, é necessário que o estudante aplique a equação da energia entre os pontos (CG e CF). Como há diferença de cotas:

i) Considerando alimentação para coluna (CG):

Pressão de descarga = perda de carga trecho EG (para $5 \text{ m}^3/\text{h}$) + perda de carga trecho CE (para $5 \text{ m}^3/\text{h}$) + diferença de cota * peso específico

$$\text{Pressão de descarga} = 50 \text{ m} \cdot 1 \text{ bar}/100 \text{ m} + 10 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ bar}/100 \text{ m} + 20 \text{ m} \cdot 10.000 \text{ N}/\text{m}^3 \cdot 1 \text{ bar}/100.000 \text{ N}/\text{m}^2 = 2,55 \text{ bar}$$

ii) Considerando alimentação para o tanque (CF):

Pressão de descarga = perda de carga trecho EF (para $5 \text{ m}^3/\text{h}$) + perda de carga trecho CE (para $5 \text{ m}^3/\text{h}$) + diferença de cota * peso específico

$$\text{Pressão de descarga} = 100 \text{ m} \cdot 2 \text{ bar}/100 \text{ m} + 10 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ bar}/100 \text{ m} + 2 \text{ m} \cdot 10.000 \text{ N}/\text{m}^3 \cdot 1 \text{ bar}/100.000 \text{ N}/\text{m}^2 = 2,25 \text{ bar}$$

Considerando que a maior pressão de descarga foi obtida na linha da coluna de destilação, o ΔP a ser utilizado será igual a:

$$\Delta P = 2,55 - (-0,025) = 2,575 \text{ bar}$$

QUESTÃO DISCURSIVA 04

Um dos objetivos da engenharia de bioprocessos é incrementar a atividade catalítica de enzimas livres ou imobilizadas. A produção de xilitol por via enzimática é conduzida usando a enzima xilose isomerase. Esse biocatalisador é obtido pelo cultivo submerso de *Kluyveromyces marxianus* em biorreator. Após o crescimento celular, as células são separadas por centrifugação e permeabilizadas para extrair a enzima xilose isomerase. O extrato enzimático é purificado e a enzima é imobilizada e utilizada na produção de xilitol. Esse bioprocessos pode ser conduzido em um reator tanque agitado ou tubular.

Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Elabore um diagrama de blocos indicando as etapas relatadas do processo. (valor: 3,0 pontos)
- Cite três características que diferenciam os biorreatores tanque agitado de biorreatores tubulares, seja em termos de geometria ou condições de processo, considerando a operação em regime contínuo. (valor: 3,0 pontos)
- Cite duas vantagens e duas desvantagens da utilização de enzimas imobilizadas em comparação ao uso de enzimas livres. (valor: 4,0 pontos)

PADRÃO DE RESPOSTA

a) O estudante deve elaborar o seguinte fluxograma (o estudante poderá também responder em formato de diagrama de blocos):

Crescimento celular (ou produção de enzimas) → centrifugação → permeabilização → purificação → imobilização → processo enzimático (ou produção de xilitol).

b) O estudante deve identificar três das seguintes diferenças:

- Reatores tubulares devem ter o comprimento maior que, pelo menos, cinco vezes o diâmetro;
- Reatores tubulares são preferencialmente utilizados para gases, ao passo que reatores tanque são utilizados para líquidos;
- Reatores tanque possuem construção mais complexa, com a existência de agitadores mecânicos e demais peças móveis;
- Em reatores tanque a concentração do conteúdo não varia de acordo com a posição no reator; em reatores tubulares a concentração varia ao longo do reator;
- O aquecimento de reatores tanque pode ser feito por serpentina interna e, normalmente, o aquecimento de reatores tubulares é realizado por encamisamento dos tubos.
- A conversão do reagente por unidade de volume do biorreator tanque agitado normalmente é menor que do biorreator tipo tubular, quando ambos são operados em regime contínuo.
- Biorreatores tanque agitado apresentam configurações verticais, enquanto biorreatores tubulares apresentam configurações de tanques horizontais.

c) O estudante deve citar duas entre as seguintes vantagens:

- Possibilidade de recuperação ou reutilização do biocatalisador (enzimas);
- Facilidade na separação das enzimas do produto do bioprocessamento;
- Possibilidade de modos de operação contínuos, como o uso de reator de leito fixo ou fluidizado;
- Aumento da estabilidade do biocatalisador.

O estudante deve citar duas entre as seguintes desvantagens:

- Elevado custo do processo de imobilização;
- Efeitos de transferências de massa (difusionais);
- Perda de atividade enzimática durante o processo de imobilização.

QUESTÃO DISCURSIVA 05

Caldeiras são equipamentos comumente empregados em indústrias de processos químicos para a geração de vapor. Diversos tipos de combustíveis podem ser utilizados para esse fim, tais como: gás natural, gás liquefeito do petróleo, óleos, carvão e biomassa. A escolha do combustível e da porcentagem de ar em excesso na combustão influencia nas características dos fumos gerados, com impacto direto sobre o meio ambiente.

O uso de carvão ou de bagaço de cana está sendo avaliado em um processo produtivo para alimentar uma caldeira. No quadro a seguir, tem-se a composição elementar aproximada (em base mássica), a massa específica e o Poder Calorífico Inferior (PCI) desses dois insumos.

| Características | Carvão | Bagaço de cana |
|--------------------------------|--------|----------------|
| Carbono (%) | 84,3 | 36,5 |
| Hidrogênio (%) | 0,7 | 4,6 |
| Oxigênio (%) | 0,2 | 38,5 |
| Nitrogênio (%) | 0,1 | 0,3 |
| Enxofre (%) | 0,9 | 0,0 |
| Cinzas (%) | 5,8 | 0,1 |
| Umidade (%) | 8,0 | 20,0 |
| Densidade (kg/m ³) | 670,0 | 100,0 |
| PCI (MJ/kg) | 30,2 | 26,3 |

PODOLSKI, W.F. *et al.* Energy resources, conversion and utilization. In: PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. *Perry's chemical engineers' handbook*. 7 ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1999 (adaptado).

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Cite duas vantagens e duas desvantagens do uso do bagaço de cana como combustível em caldeiras em relação ao carvão. (valor: 4,0 pontos)
- Justifique a importância do emprego do excesso de comburente em processos de combustão. (valor: 3,0 pontos)
- Explique por que uma quantidade exagerada de comburente provoca um efeito negativo na combustão, apesar da necessidade do uso de ar em excesso. (valor: 3,0 pontos)

PADRÃO DE RESPOSTA

a) O estudante deve citar duas entre as seguintes vantagens:

- Como não há enxofre na composição do bagaço, não será gerado SO₂ nos fumos de combustão;
- O bagaço é um insumo de origem renovável, enquanto que o carvão é um combustível fóssil;
- Praticamente não há cinzas (material inorgânico) na cana de açúcar;
- O bagaço é um combustível que gera menor quantidade de CO₂ na combustão, devido ao seu menor conteúdo de carbono;

- A disponibilidade do bagaço de cana no Brasil é muito maior do que a de carvão.

O estudante deve citar duas entre as seguintes desvantagens:

- A queima do bagaço de cana leva a uma maior formação de NO_x em virtude de sua composição;
- O PCI do bagaço é menor do que o do carvão;
- A umidade em combustíveis sólidos é problemática, dificultando a combustão. Nesse aspecto, a umidade do bagaço é sensivelmente maior do que a do carvão;
- O armazenamento do bagaço de cana requer um volume muito maior do que o de carvão, em razão da grande diferença de densidade (ou massa específica) que existe entre eles;
- Outro efeito da diferença na densidade (ou massa específica) dos dois combustíveis é a chamada densidade energética, calculada como a relação da energia disponível por volume de insumo. Para o carvão e o bagaço, essa densidade será igual a $20,2 \text{ GJ/m}^3$ e $2,6 \text{ GJ/m}^3$, respectivamente. Isso mostra clara desvantagem do bagaço em relação ao carvão.

b) O estudante deve justificar que o uso de ar em excesso na combustão é muito importante para que se consiga combustão completa, minimizando a formação de CO. Isso é especialmente relevante quando são utilizados combustíveis sólidos, como é o caso do carvão e do bagaço de cana.

c) O estudante deve explicar que o ar atmosférico é uma mistura constituída de O_2 e N_2 , na proporção molar aproximada de 21% e 79%, respectivamente. Assim, uma quantidade exagerada de comburente diminui a temperatura de chama do processo e leva a uma diminuição da eficiência da caldeira.