

**CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS
(CEMADEN)**

**CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO DE VAGAS EM CARGOS DE NÍVEL SUPERIOR DA
CARREIRA DE PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
EDITAL Nº 01/2023 – CEMADEN/MCTI**

**PADRÃO DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES DA PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS
ESPECÍFICOS E DA PROVA ESCRITA PRÁTICA**

De acordo com o Edital de abertura, conforme item a seguir:

17. DOS RECURSOS

- 17.1 Caberá interposição de recursos, devidamente fundamentados, ao Instituto AOC, no prazo de 2 (dois) dias úteis da publicação no endereço eletrônico www.institutoaocp.org.br, das decisões objetos dos recursos, assim entendidos:
- 17.1.3 contra o Padrão de Respostas preliminar das questões da Prova Escrita de Conhecimentos Específicos e da Prova Escrita Prática;

PESQUISADOR ADJUNTO I – GEODINÂMICA OU GEOLOGIA

Escrita de Conhecimentos Específicos

1

Os movimentos de massa gravitacionais são fenômenos que envolvem o deslocamento de diversos materiais geológicos que podem compor as encostas naturais, sendo possível utilizar a classificação de Varnes (1978) para a distinção dos diferentes tipos. No que se refere aos fluxos de detritos (também denominados no Brasil como corridas), há associações das componentes geomorfológicas, geotécnicas e hidro-meteorológicas que estão intimamente envolvidas nesse tipo de ocorrência.

Considerando esse cenário, escreva sua resposta abordando os seguintes tópicos:

- descreva quais condições geomorfológicas são frequentemente observadas nesse tipo de movimento de massa;
- explique os mecanismos geotécnicos internos que atuam nos materiais da encosta para provocar a deflagração e o desenvolvimentos desse fenômeno;
- apresente quais são as variáveis de precipitação relacionadas e de que modo atuam para a deflagração dos fluxos de detritos.

Padrão de Resposta:

Em a., o candidato deverá versar sobre as condições geomorfológicas de concavidades ou fundos de vale com declividades elevadas situadas em cabeceiras de drenagem de relevos montanhosos, que são as condições típicas para a iniciação de fluxos de detritos. Do ponto de vista geomorfológico, somente é possível a ocorrência de fluxos de detritos se houver vales de cabeceiras de drenagem (geralmente de 1ª e 2ª ordem, conforme Strahler) com ampla área de captação de chuva e declividade acentuada, a fim de permitir uma convergência dos fluxos gerados pela chuva, tanto superficial quanto subterrâneos. Poderá relatar também da existência de depósitos de colúvio no interior destes vales que, sendo muito porosos e com baixa resistência ao cisalhamento, são passíveis de movimentação. Os colúvios são materiais com elevado índice de vazios (geralmente com

valores variando de 1,2 até 2,4) e elevada condutividade hidráulica (usualmente entre 10^{-2} e 10^{-4} cm/s), fato que lhes confere fácil armazenamento de água durante os eventos de chuva intensa, permitindo com isso o rápido aumento da poropressão positiva no interior desses solos.

Em **b.**, é necessário explicar que nesse tipo de movimento de massa há a liquefação dos depósitos localizados nos fundos de vale ou há a ocorrência de deslizamentos translacionais rasos laterais ao vale montanhoso, o que propicia o deslocamento do fluxo de modo a gerar um fluido denso composto pela mistura de água e sedimentos. A liquefação do solo é essencial para a geração dos fluxos de detritos, pois faz com que o material coluvionar que estava originalmente em estado sólido passe para o estado líquido. Essa transformação faz com que o material se torne um fluxo composto de água e sedimentos, podendo ser considerado uma mistura densa com viscosidades variadas, a depender do percentual entre sólidos e líquidos no momento da liquefação. Quanto maior o percentual de água, maior fluidez. Desse modo, esse fluxo denso ganha muita velocidade rapidamente devido à elevada declividade do fundo de vale montanhoso, sendo capaz de permitir a flutuação de blocos de rocha, remoção de vegetação de grande porte (árvores inteiras) e destruição de infraestruturas situadas em seu caminho, tais como: edificações, pontes, aterros, etc. São os movimentos de massa de maior capacidade destrutiva.

Em **c.**, o candidato deve mencionar que os fluxos de detritos ocorrem de maneira repentina após chuvas de intensidade muito elevada e tempo de recorrência longo quando observadas as séries temporais de precipitação junto ao local de ocorrência. A característica de súbita transformação do estado sólido para o líquido é uma das condições mais relevantes para os problemas decorrentes dos fluxos de detritos. São fenômenos que acontecem muito próximos dos picos de chuvas intensas extremas, dificultando enormemente as ações de mitigação. Desse modo, caracterizam-se como eventos hidro-climáticos de baixa frequência, mas com elevada magnitude de precipitação. O candidato poderá mencionar, também, que atualmente há indícios da diminuição dos intervalos de recorrência desses fenômenos hidro-climáticos, trazendo maior preocupação sobre incidências historicamente inéditas ou a repetição de fluxos de detritos em municípios com presença de relevos montanhosos. Além de mencionar que há mitigações com barreiras rígidas ou flexíveis, que precisam ser construídas transversalmente aos fundos de vale, sempre a montante do que se deseja proteger. As instalações desse tipo de contenção se dão em sopés de encostas ou vales muito íngremes, situados a montante de ocupações urbanas.

| DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS | | |
|---|---|---------------|
| Item | Fatores e requisitos para pontuação | Pontos |
| 1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria. | a. Condições geomorfológicas [Até 5,00 pontos] b. Mecanismos geotécnicos [Até 5,00 pontos] c. Variáveis de precipitação [Até 5,00 pontos] | 15 |
| 2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão. | Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60]. | 5 |
| 3. Utilização adequada da Língua Portuguesa. | [-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades. | 5 |

2

O mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos é uma prática comum para determinar as áreas suscetíveis. Portanto vários métodos e abordagens foram propostos e testados para determinar a suscetibilidade a deslizamentos, incluindo (entre outros) o método geomorfológico, a análise de inventário de deslizamentos, o método heurístico, a modelagem numérica de base física e os métodos de classificação estatística e métodos de inteligência artificial.

Discorra sobre os métodos heurístico, estatístico e de inteligência artificial, discorrendo, também, sobre suas vantagens e desvantagens.

Padrão de Resposta:

A abordagem heurística, baseada no conhecimento a priori de todas as causas e fatores de instabilidade dos deslizamentos na área sob investigação, é um método indireto, principalmente qualitativo, que depende de quão bem e quanto o investigador entende os processos geomorfológicos que atuam sobre o terreno. Essa técnica é baseada em vários fatores causais selecionados pelo avaliador, e o especialista toma uma decisão sobre o grau de risco ou de perigo da área. A ideia geral é atribuir pesos a uma série de mapas, que são considerados variáveis importantes na ocorrência de deslizamentos. Após a atribuição dos pesos, uma fórmula de combinação é utilizada para integrar todos os pesos e produzir um mapa final. O mapa final é classificado de acordo com a opinião do especialista. A suscetibilidade e o perigo de deslizamentos avaliados pela técnica heurística para uma determinada área podem variar consideravelmente se avaliados por diferentes especialistas. No entanto, essas técnicas são populares devido à sua simplicidade de aplicação; elas se baseiam em dados adquiridos principalmente no campo e são bem apoiadas pelo julgamento e experiência de um avaliador.

Os métodos estatísticos são construídos a partir da premissa de que os fatores predisponentes ao deslizamento de eventos passados serão correlacionados com eventos futuros. O mapa de inventário de cicatrizes de deslizamentos é a chave desse método para determinar as áreas futuras de ocorrência de deslizamentos. Esses métodos são indiretos e estabelecem correlações entre processos e parâmetros que causam instabilidade. Portanto os fatores predisponentes ao deslizamento, baseados no inventário de cicatrizes, são calculados estatisticamente, determinando-se a suscetibilidade a deslizamentos em áreas consideradas e com base em dados quantitativos. Diferentes métodos foram desenvolvidos e cada um desses métodos estatísticos mostrou resultados significativos de heterogeneidade nos fatores temáticos adotados, escala selecionada, ferramentas de modelagem estatística utilizadas e os métodos utilizados para a avaliação e validação do desempenho do modelo. Em termos de desempenho e validação, alguns desses métodos podem produzir melhores resultados; entretanto nenhum método utilizado individualmente provou ser perfeito em seu desempenho. As técnicas estatísticas usadas para avaliação de suscetibilidade a deslizamentos podem ser amplamente classificadas em: bivariada e abordagens estatísticas multivariadas. Apesar da menor subjetividade quando em comparação com métodos qualitativos, algumas das desvantagens são: i) a generalização imposta, considerando que todos os processos localizados em determinada área de estudo reagem à mesma combinação de fatores condicionantes e; ii) a simplificação dos parâmetros de entrada, tais como cartografia e propriedades geomecânicas.

Os métodos de inteligência artificial (IA) usam alguns dos conceitos estatísticos, no entanto esses métodos são baseados em suposições, algoritmos e resultados predeterminados. Os métodos de IA são adequados quando uma relação matemática direta não pode ser estabelecida entre causa e efeito. Existem vários métodos de IA ou métodos de aprendizado de máquina que podem ser usados para estudos de deslizamentos. Estes podem ser categorizado como; rede neural artificial (RNA), baseado em fuzzy, híbrido, baseado em kernel e baseado em árvore. Além disso, há vários submétodos em cada categoria, para adaptação instantânea de RNA, sistema de inferência neuro-fuzzy, rede neural de retro propagação, baseado em fuzzy agrupamento difuso; SVM (vetor suporte de máquina); árvores de decisão, *randon forest*, entre outros. Os métodos de IA são eficazes independentemente da dimensão dos dados (ou seja, o número de fatores condicionantes) e tipo de dados (aplicável para lidar com dados discretos e contínuos). Além disso, podem revelar um bom desempenho de generalização em muitas questões da vida real, possuem poucos parâmetros para ajustar e fornecer a arquitetura de máquinas de aprendizagem sem experimentação. Portanto são mais adequados para a análise de dados dimensionais elevados e sistemas complexos.

| DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS | | |
|---|---|--------|
| Item | Fatores e requisitos para pontuação | Pontos |
| 1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria. | Descrição de métodos solicitados de forma adequada [até 8 pontos] Vantagens dos métodos [até 3,5 pontos] Desvantagens dos métodos [até 3,5 pontos] | 15 |
| 2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão. | Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60]. | 5 |
| 3. Utilização adequada da Língua Portuguesa. | [-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades. | 5 |

Escrita Prática

3

A gestão de risco geológico é reconhecida em todo mundo. Diversas instituições, entre elas, o Cemaden, integram o Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta aos Desastres Naturais, coordenado pela Casa Civil da Presidência da República.

Assim, considerando uma área de domínio montanhoso com precipitação pluviométrica elevada e de grande concentração populacional que é submetida a riscos geológicos com impactos econômicos e sociais significativos, desenvolva uma resposta na qual você discorra sobre os principais produtos ou trabalhos utilizados no gerenciamento de risco geológico para esse caso específico.

Padrão de Resposta:

Laudos e Relatórios: Geralmente denominados de geológicos - geotécnicos são instrumentos utilizados na existência de situações de risco geológico, instalados ou potenciais. Os laudos e relatórios devem conter minimamente a finalidade, o histórico e a descrição, mais detalhada possível, dos processos geológicos ocorridos e análise da evolução do risco envolvido. O CONFEA, através de decisões normativas, fixa as competências necessárias para os diversos grupos de profissionais executarem ou participarem de trabalhos relacionados a desastres naturais e parcelamento do solo.

Carta de risco geológico: São instrumentos que apresentam a distribuição, o tipo e o grau dos riscos geológicos, visando à definição de ações de prevenção de acidentes. Essa carta de risco envolve constantes atualizações. As escalas de trabalho mais apropriadas são as maiores que 1:5.000. As cartas de risco geológico visam, **1)** orientação quanto à evacuação urgente da população; **2)** decisão quanto à remoção e interdição imediata de moradias ainda expostas a novos processos destrutivos; **3)** subsídio à avaliação das causas e dos danos do desastre, e **(4)** avaliação do risco dos locais escolhidos para alojamento temporários dos desabrigados. A cartografia de risco geológico é acompanhada de relatório técnico, contendo os arquivos dos produtos finais e banco de dados relativos aos riscos.

Planos preventivos de defesa civil: Os planos preventivos visam permitir a implantação de medidas anteriores à ocorrência do acidente, reduzindo a possibilidade de perdas de vidas humanas, e cria condições para convivência com as situações de risco, em níveis relativamente seguros para população ameaçada. Os planos preventivos podem ser desenvolvidos em 4 fases: elaboração; implantação; operação-acompanhamento; e avaliação. Os planos se baseiam na previsão da ocorrência de escorregamento, utilizando o monitoramento dos índices pluviométricos, a previsão meteorológica e as vistorias de campo das áreas de risco. Essas condicionantes indicam quando e onde podem ocorrer os escorregamentos.

Planejamento e atendimento para situações de emergência: O planejamento deve englobar procedimentos que favoreçam a realização das atividades técnicas necessárias. Envolve diversas etapas de planejamento, entre estas, vistorias, resgates, desobstrução de vias, apoio social e guarda de bens. Realça-se que a recuperação da área afetada inicia-se imediatamente após a fase de atendimento emergencial.

Informações públicas e treinamentos: A adoção de medidas de prevenção de acidentes geológicos somente apresenta resultados satisfatório com a efetivação de ações de informações públicas e treinamentos. A aplicação de cursos de treinamento presencial ou a distância para equipes de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros ou Prefeituras Municipais pode proporcionar resultados satisfatórios, também, a elaboração de manuais técnicos e de cartilhas de orientação são mecanismo de comprovada eficiência. As informações destinadas à população são procedimentos a serem praticados em situação de emergência, evitando assim, novas situações de risco geológico.

| DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS | | |
|---|--|--------|
| Item | Fatores e requisitos para pontuação | Pontos |
| 1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria. | a. Principal produto ou trabalho utilizado na existência de situações de risco geológico (5 pontos). b. Principal produto ou trabalho utilizado na distribuição, tipo e grau de risco geológico, visando à definição de ações de prevenção de desastres naturais (5 pontos) c. Principal produto ou trabalho, envolvendo as atividades técnicas necessárias de prevenção de desastres naturais (5 pontos). | 15 |
| 2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão. | Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60]. | 5 |
| 3. Utilização adequada da Língua Portuguesa. | [-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades. | 5 |

4

Uma encosta a montante de uma rodovia é caracterizada por ser muito extensa, ter uma topografia suave e cobertura vegetal de pequeno porte. Essa encosta tem apresentado indícios de movimentação que se revelam pela ocorrência de cicatrizes na superfície e inclinação de cercas. A inclinação média da encosta é da ordem de 17°, definida a partir de um levantamento topográfico. A interpretação de sondagens tipo SPT demonstrou que, do ponto de vista geológico, trata-se de um terreno formado por intercalações claras de solos residuais de argilite e de solos residuais de arenito, com os contatos ocorrendo paralelamente à superfície do terreno.

Tendo em vista as condições descritas, escreva um parecer acerca da estabilidade dessa encosta e das causas e condicionantes desse movimento, abordando os seguintes tópicos:

- a forma como se pode, em laboratório, medir a resistência ao cisalhamento dos solos envolvidos no problema;
- a forma como se poderia medir em campo as poropressões e suas variações ao longo do tempo;
- o modelo matemático, determinístico, julgado mais adequado para cálculo do fator de segurança dessa encosta e as características do modelo proposto.

Padrão de Resposta:

a. A resistência ao cisalhamento dos solos em laboratório pode ser medida com emprego de diferentes técnicas. De relevância para o problema em questão, são os ensaios de cisalhamento direto ou ensaios de cisalhamento simples (DSS), já que a orientação e sentido de um potencial fenômeno de cisalhamento é presumível em função da descrição do problema, além dos ensaios triaxiais por sua versatilidade. No ensaio de cisalhamento direto, o corpo de prova pode ser submerso (mas não é necessariamente saturado) e consolidado. Uma vez consolidado, é rompido ao longo de uma superfície de cisalhamento de posição já definida, enquanto está sujeito a uma tensão vertical. Medem-se a tensão cisalhante requerida para o cisalhamento e os deslocamentos verticais e horizontais sofridos pelo corpo de prova. Os ensaios de cisalhamento simples são similares ao cisalhamento direto, mas diferenciam-se deste por não imporem uma posição pré-determinada para a superfície de cisalhamento, embora a orientação aproximada da superfície o seja. Por conta dessas características ensaios devem ser executados em corpos de prova indeformados, de ambos os solos, e amostrados de forma paralela à superfície de ruptura. Esses ensaios fornecem basicamente o ângulo de atrito e coesão do solo, sendo o ensaio de cisalhamento simples capaz de fornecer também o módulo de cisalhamento (G) do solo. Os ensaios triaxiais drenados ou não drenados são capazes de fornecer também o ângulo de atrito e coesão, mas com um nível de controle sobre as condições de contorno muito maior e uma menor influência da orientação dos corpos de prova. Nesse ensaio é possível garantir a saturação dos corpos de prova. A ruptura dos mesmos pode se dar em condições drenadas ou não drenadas, o que auxilia no entendimento dos mecanismos de deflagração do movimento de massa. O controle de variação de volume do corpo de prova possibilita ainda monitorar as variações de índice de vazios. Se adequadamente instrumentados, os ensaios triaxiais permitem determinar parâmetros elásticos do solo. Ainda potencialmente aplicáveis, mas apenas de forma complementar, ocorrem os ensaios de cisalhamento torcional. Estes podem ser relevantes caso a investigação indique lentes argilosas ou bandas muito deformadas do siltito, onde a resistência operacional é dada por parâmetros em estado residual.

b. Por meio da instalação de piezômetros em diferentes profundidades é possível determinar as pressões de água ao longo do perfil. Os piezômetros são os equipamentos destinados à medida de pressões de água em subsuperfície. Para avaliar se essas pressões são hidrostáticas ou ocorrem excessos de poropressão, as medidas de piezometria devem ser comparadas às de medidores de nível de água. Esses últimos fazem medidas médias da posição em que se encontra o lençol freático dada a contribuição da água em diferentes profundidades. Os piezômetros, por sua vez, medem poropressões em pontos específicos do terreno. Logo, se as pressões de água medidas no piezômetro se mostrarem mais elevadas que as medidas, na mesma profundidade, dos medidores de nível d'água, tem-se excessos de poropressão. Existem piezômetros com diferentes princípios de funcionamento e possibilidades de aquisição dos dados, não havendo exigência de um tipo em específico.

c. Dada a natureza claramente estratificada do terreno com estratificações paralelas ao terreno, bem como a longa extensão do talude, o método do talude infinito se mostra o mais adequado para avaliação do problema proposto, tratando-se de um modelo simples, baseado em equilíbrio limite. Os parâmetros de entrada são, a inclinação do terreno, a profundidade em que pretende avaliar o fator de segurança, os níveis de poropressão existentes na profundidade de análise e os parâmetros de resistência ao cisalhamento representativos das condições de drenagem, deformação e rigidez dos solos envolvidos no problema. Por se tratar de um método de equilíbrio limite, o modelo trata o solo como um material rígido-perfeitamente plástico. Isso significa que o solo é tratado como indeformável até atingir o limiar de resistência, dado pelo ângulo de atrito e coesão no estado considerado representativo. Quando as tensões cisalhantes mobilizadas ultrapassam a resistência ao cisalhamento, o solo rompe e as deformações sofridas tendem ao infinito se mantidas as tensões cisalhantes que deflagraram a ruptura. Esse tratamento é simplificado, e não se trata do que ocorre efetivamente em campo. Por isso, esse método não permite que se façam conjecturas ou avaliações acerca de deformações que a massa de solo virá a sofrer previamente a uma ruptura generalizada.

| DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS | | |
|---|---|--------|
| Item | Fatores e requisitos para pontuação | Pontos |
| 1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria. | <p>Na alínea a., [até 5 pontos]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cisalhamento Direto [até 2 pontos] - Ensaio Triaxiais [até 2 pontos] - Cisalhamento Simples (DSS) [até 1 ponto] <p>Na alínea b., [até 5 pontos]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piezômetros [até 2 pontos] - Medidor de Nível de Água [até 2 pontos] - Comparação entre ambos [até 1 ponto] <p>Na alínea c., [até 5 pontos]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abordar o Método do Talude Infinito [até 3 pontos] - Comentar que se baseia no Equilíbrio Limite [até 1 ponto] - Comentar que o modelo trata o solo como material rígido-perfeitamente plástico, sem considerar deformações [até 1 ponto] | 15 |
| 2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão. | Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60]. | 5 |
| 3. Utilização adequada da Língua Portuguesa. | [-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades. | 5 |