SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – CEFET-MG

Prova Escrita - 25/11/2022

Edital DPPG 202/2022

Respostas Esperadas

Questão 1) Com base no artigo Anchuela, Ó. P. *et al.* intitulado "*Internal characterization of embankment dams using ground penetrating radar (GPR) and thermographic analysis: A case study of the Medau Zirimilis Dam (Sardinia, Italy)*", responda (*Valor total: 25%*):

a) Descreva as principais contribuições da metodologia do Ground Penetrating Radar (GPR) para o estudo da barragem em questão (Medau Zirimilis) e as possíveis limitações da técnica no estudo de caracterização de barragens de terra em geral. (*Valor: 15%*)

Resposta esperada: Descrição das contribuições: Foram identificadas estruturas de deformação a níveis pouco profundos e, em particular, na face a montante e ao longo da crista da barragem. Tal deformação afeta a estrada no topo da crista, a laje da face e os níveis subjacentes, resultando em deslizamentos de terras que incluem material de vários metros abaixo da superfície. A análise permitiu a identificação da origem das fissuras superficiais e dos seus efeitos na laje de face. Estes sectores, independentemente do movimento atual, definem as áreas mais instáveis contra as alterações do nível da água que podem afetar a integridade da barragem. Limitação: A análise GPR nos aterros tem geralmente a desvantagem de um elevado teor de argila que impede a penetração de ondas eletromagnéticas.

b) Descreva a função da face asfáltica da barragem Medau Zirimilis e os principais problemas de durabilidade que ocorrem nela. (*Valor: 10%*)

Resposta esperada: A função da face asfáltica é ser um elemento impermeável que não permite o acesso da água ao corpo da barreira e desta forma garante estabilidade e o correto funcionamento da barragem. Com relação aos problemas de sua durabilidade, forma identificadas fissuras abertas e movimentos relativos dessa barreira.

Questão 2) Com base no artigo de El-Sayed *et al.* intitulado "*Improving buckling resistance of hollow structural steel columns strengthened with polymer-mortar*", responda (*Valor total: 25%*):

a) Os autores realizaram um estudo experimental para investigar o comportamento e a resistência de pilares de seção transversal tubular quadrada formados a frio e reforçados com argamassa polimérica. Descreva os modos de colapso dos pilares com índices de esbeltez analisados, com e sem a presença do reforço. (*Valor: 15%*)

Resposta esperada: Para pilares com índices de esbeltez kL/r = 30, 46 e 58, sem reforço de argamassa polimérica, a falha foi principalmente devido à flambagem global excessiva seguida por flambagem local. Este modo de falha foi alterado nos pilares reforçados com argamassa. Não houve flambagem local ou falha da argamassa por ruptura ou descolamento para pilares reforçados com esbeltez kL/r iguais a 30 e 46. O esmagamento da camada de argamassa e o escoamento do aço só foram observados em ambas as extremidades do pilar sem descolamento da superfície de aço. Para os pilares reforçados com kL/r igual a 58, ocorreu o esmagamento da camada de argamassa à meia altura associado à flambagem global. Houve aderência suficiente entre o aço e a camada de argamassa para atuar como uma única seção evitando a flambagem local. Para pilares curtos não reforçados, kL/r igual a 10, o modo de falha foi escoamento do aço, seguido de flambagem local simétrica. Nos pilares reforçados com argamassa, o esmagamento ou descolamento entre a camada de argamassa e a superfície do aço ocorreram, bem como o escoamento do aço, em ambas as extremidades dos pilares. Não foi observada flambagem local nos pilares curtos reforçados com argamassa.

b) A figura 21 do artigo mostra curvas carga versus deformação longitudinal para o pilar curto sem a presença de reforço com argamassa polimérica. Explique porque esses pilares apresentaram comportamentos distintos após atingirem a carga máxima de compressão. (*Valor: 10%*)

Resposta esperada: O comportamento distinto se deve a ocorrência da flambagem local. As deformações axiais lidas por ambos os extensômetros (S1 e S2) são crescentes até o nível de pico da carga, ou seja, quando o fenômeno da flambagem local ocorre. Nesse nível, um lado se dobra para fora, conforme indicado pelas deformações medidas pelo extensômetro S1, que invertem a direção bruscamente, como resultado da redução da deformação de compressão, enquanto o outro lado flamba para dentro, conforme indicado pelo extensômetro S2, apresentando deformação de compressão crescente.

Questão 3) Com base no artigo "*Effect of fineness of cement on drying shrinkage*" de Maruyana *et al*., explique o efeito da finura do cimento no grau de hidratação e na retração total por secagem. Correlacione grau de hidratação e retração total por secagem, e com base no desenvolvimento da microestrutura, apresente o(s) fator(es) que interfere nessa correlação. (*Valor: 25%*).

Resposta esperada: Os cimentos mais finos apresentam uma hidratação mais acelerada, ou seja, maior grau de hidratação para uma mesma idade. O cimento mais fino sofre uma maior retração por secagem, o que pode ser explicado pelo grau de hidratação mais rápido. Entretanto, as relações entre a retração por secagem e o grau de hidratação não são idênticas sob os diferentes valores de finura do cimento. Existe uma relação linear entre a retração total por secagem e o grau de hidratação, mas claramente essas relações não são idênticas; ou seja, o mesmo grau de hidratação não corresponde à mesma retração total por secagem, e cimentos mais finos apresentam maior retração total por secagem. Um dos fatores que pode interferir na relação entre retração total por secagem e o grau de hidratação é que cimentos mais finos produzem mais espaços ocupados por gel e menos espaços entre camadas rígidas.

Questão 4) Com base o artigo de Wolfs *et al.*, intitulado "*Hardened properties of 3D printed concrete: The influence of process parameters on interlayer adhesion*", responda (*Valor total: 25%*):

a) Qual orientação de camadas teve melhor e qual teve pior desempenho em termos de resistência à compressão, à tração na flexão e à tração por compressão diametral, respectivamente? Qual destes parâmetros sofreu mais impactos pela orientação das camadas quando comparado com a referência? (*Valor: 10%*)

Resposta esperada: Na resistência à compressão e à tração por compressão diametral as diferenças causadas pela orientação das camadas não foram significantes. Na resistência à tração na flexão a orientação III apresentou piores resultados enquanto a orientação II levemente melhores. Em todos os parâmetros analisados os corpos de prova produzidos com impressão 3D apresentaram valores mais baixos quando comparados com a referência. O parâmetro que sofreu maior redução foi a resistência à compressão.

b) Qual foi o efeito da perda de água na superfície entre as camadas em termos de comportamento mecânico do concreto? Como este efeito foi evidenciado nos experimentos? (*Valor: 15%*)

Resposta esperada: A superfície do concreto impresso quando exposta ao ar livre perde água que resulta em perda de desempenho mecânico do material. Isso foi constatado com o a diminuição dos valores de resistência à tração na flexão dos corpos de prova que ficaram sem proteção contra a perda de água com relação aos que foram cobertos nos intervalos entre a aplicação das camadas. A superfície sem proteção apresentou uma superfície de ruptura com menor rugosidade e com maior volume de poros aparentes.