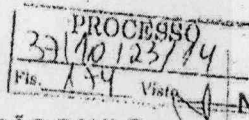




PARECER TÉCNICO

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic. nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br



Nº 122/16/IPSR

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB
SETOR DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS - IPSR

ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS DE AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE GEOTÉCNICA DE ATERROS SANITÁRIOS

Julho de 2010

Os relatórios de avaliação da estabilidade geotécnica de aterros sanitários devem contemplar dados e análises correspondentes ao monitoramento geotécnico e aos cálculos de fatores de segurança para as seções críticas do maciço.

1. MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

1.1. As built à época das campanhas de monitoramento

Deve ser apresentado numa única prancha sobre base planialtimétrica atualizada, o *as built* do empreendimento contendo a conformação geométrica do maciço, a projeção dos instrumentos de monitoramento geotécnico e dos sistemas de proteção ambiental à época do monitoramento. Todos os elementos devem estar devidamente georreferenciados.

1.2. Critério para ações em função da magnitude dos deslocamentos

Devem ser propostas ações em função das velocidades de deslocamentos observadas nas campanhas de monitoramento geotécnico, contemplando inclusive, intensificação na frequência destas campanhas, bem como execução de obras emergenciais nas regiões que sofrerem deformações anômalas. Um critério para paralisação imediata da operação do empreendimento também deve ser fixado.

O interessado não deve apresentar de forma impressa as planilhas resultantes dos levantamentos topográficos e cálculos de velocidades de deslocamentos. Esse material deverá ser encaminhado à CETESB em mídia eletrônica na ocasião da submissão dos relatórios periódicos. O arquivo deverá possuir a extensão .xls.

1.3. Vetores velocidade de deslocamento

Apresentar em planta os vetores deslocamentos horizontais com adequada representação de intensidade, direção e sentido para cada marco superficial monitorado no período.

Para uma melhor compreensão do comportamento deformacional do maciço, deve ser realizada a avaliação tridimensional do comportamento dos marcos superficiais, confrontando os dados de deslocamentos horizontais e verticais.

Critérios para analisar a interação entre os deslocamentos nos planos horizontal e vertical são sugeridos nas figuras 1 e 2.

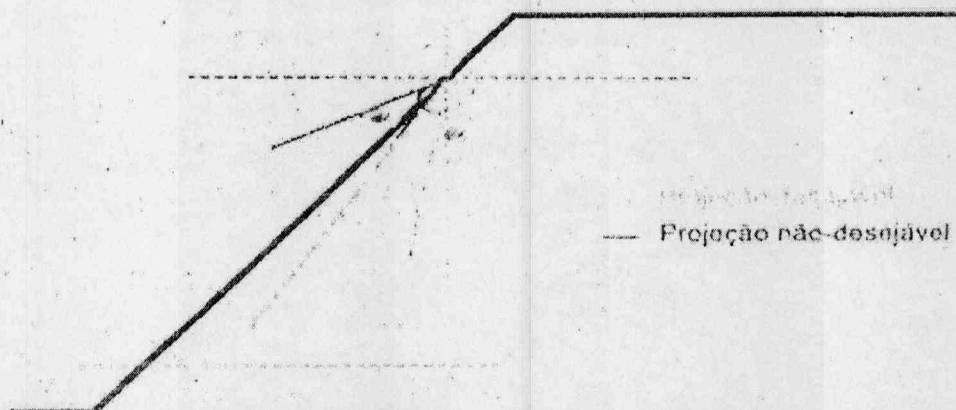


Figura 1: Primeiro critério para análise de deslocamentos de marcos superficiais

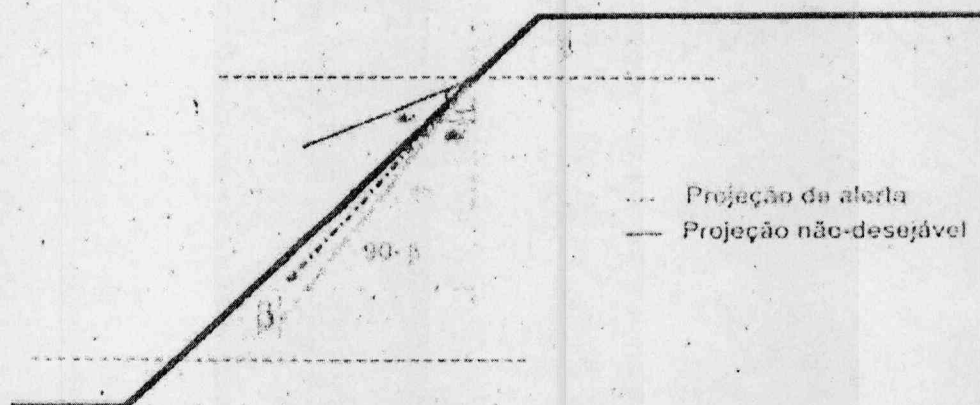


Figura 2: Segundo critério para análise de deslocamentos de marcos superficiais

Situações:

- Na Figura 1, há indicativo de comportamento deformacional "normal" quando a projeção do ângulo alfa (α) apresenta valores inferiores a 45° , indicando que as movimentações verticais (recalques) são de maior magnitude do que os deslocamentos horizontais.
- Ainda na Figura 1, há indicativo de comportamento deformacional não desejável quando a projeção do ângulo alfa (α) apresenta valores superiores a 45° , indicando que os deslocamentos horizontais são de maior magnitude do que os recalques, devendo-se, a partir daí analisar as projeções dos vetores conforme a Figura 2.
- Na ocorrência de casos como descritos na situação B, ou seja, quando os deslocamentos horizontais forem de maior magnitude do que os recalques, deve-se analisar as projeções dos vetores conforme a Figura 2. No caso, β é o ângulo de inclinação do talude. Se o ângulo α superar o valor de $90^\circ - \beta$, têm-se uma condição de provável instabilidade, uma vez que, o ponto em análise se projeta com inclinação maior à inclinação da superfície do talude.

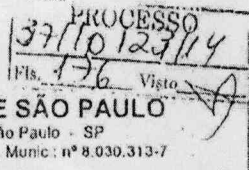
¹ Ângulo formado entre o eixo vertical na posição do marco superficial em situação pretérita e a projeção do vetor deslocamento no período do monitoramento em análise.



PARECER TÉCNICO

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic. nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br



Nº 122/16/IPSR

- D. Ainda com relação à Figura 2, mesmo quando α for inferior a $90^\circ - \beta$, deverá ser verificado o comportamento deformacional ao longo da seção em estudo, conforme será abordado no item 1.5.

Os resultados destas análises devem ser apresentados graficamente.

Salienta-se que mesmo os MS que se enquadrarem na situação B e se projetarem com inclinação menor do que a do talude devem ser monitorados com maior frequência do que os outros MS, que foram verificados satisfatoriamente pela Situação A. A ocorrência de deslocamentos horizontais maiores do que os verticais, por si só, já é considerada crítica e, caso perdure poderá levar à ruptura.

1.4. Histórico de deslocamentos acumulados

Deverão ser apresentados gráficos associados a planilhas referentes ao histórico de deslocamentos acumulados de cada marco superficial, para pelo menos os doze últimos meses que antecederam a elaboração do relatório técnico.

1.5. Análise dos deslocamentos dos marcos superficiais por seções

Os marcos superficiais, quando locados adequadamente sobre o maciço, devem permitir a avaliação de deslocamentos ao longo de seccionamentos específicos, inclusive os que representam as seções críticas do maciço nos cálculos de Fatores de Segurança.

Em alguns casos, mesmo quando um marco superficial se desloca com ângulo α com projeção menor à da inclinação da superfície do talude, deve ser verificado se tal comportamento é uma deformação isolada ou resultado de uma dinâmica de deslocamentos em outras regiões do maciço. Assim, deve-se observar os deslocamentos dos elementos à jusante e a montante objetivando verificar o comportamento deformacional na seção em estudo. Devem ser apresentados perfis que ilustrem os vetores deslocamento dos marcos superficiais ao longo das seções.

1.6. Pressões internas ao maciço e vazões de extração de biogás no período

Deverão ser apresentados gráficos associados a planilhas, contendo os registros parciais do período de monitoramento e a variação de pressões internas no interior do maciço no período de pelo menos um ciclo hidrológico imediatamente anterior.

Sugere-se que sejam apresentados croquis dos perfis do maciço que interceptem os piezômetros, demonstrando as cotas altimétricas da base e superfície superior do aterro, bem como as leituras obtidas nos piezômetros e as cotas das câmaras piezométricas.

Caso o empreendimento realize o tratamento térmico centralizado e controle do biogás, deverão ser apresentadas as vazões extraídas no período do monitoramento.

1.7. Critério para ações em função das condições das pressões internas ao maciço

Da mesma maneira como ocorre com os marcos superficiais, deve-se propor uma série de ações em função de uma escala de valores de pressões internas aferidos nos piezômetros, contemplando inclusive, intensificação na frequência das campanhas de monitoramento, bem como execução de obras emergenciais nas regiões de maior saturação e de drenagem ineficiente. Um critério para paralisação imediata da operação do empreendimento também deve ser fixado.

1.8. Histórico de pluviometria x vazão de líquidos percolados x leituras dos piezômetros

Devem ser apresentadas num mesmo gráfico as variações pluviométricas e vazões de líquidos percolados em função do tempo para no mínimo um ciclo hidrológico que anteceda o período monitorado. Deverá ser apresentada pelo Interessado a interpretação desse gráfico, assim como, uma avaliação da influência das variações pluviométricas e vazões de líquidos percolados nos níveis piezométricos obtidos nas leituras realizadas no período em questão.

1.9. Interpretação de eventuais alertas e registro fotográfico das eventuais ações realizadas em função dos critérios de controle utilizados

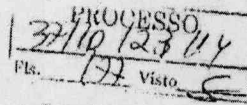
Para cada ocorrência de níveis de deformações ou saturação excessivos, que demandem ações desde a inspeção visual ao local, a execução de obras emergenciais ou a paralisação imediata das



PARECER TÉCNICO

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP
C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Inscrição Estadual nº 109.091.375-118 - Inscrição Municipal nº 8.030.313-7
Site: www.cetesb.sp.gov.br



Nº 122/16/IPSR

atividades do empreendimento, deverá ser realizado o registro fotográfico e um relato da ação correspondente.

1.10. Descrição de eventuais obras e atividades realizadas no período

Descrever sucintamente eventuais obras e atividades realizadas no período do monitoramento, com as devidas justificativas para sua realização.

2. CÁLCULO DE FATORES DE SEGURANÇA - FS PARA SEÇÕES CRÍTICAS DO MACIÇO

2.1. Metodologia de cálculo

Devem ser especificados os métodos, *softwares* utilizados e eventuais observações adicionais que visem esclarecer os procedimentos de cálculo.

2.2. Seções críticas

Devem ser apresentadas em planta as seções críticas utilizadas para o cálculo. Tais seções devem ser indicadas na prancha de *as built*, mencionada no sub-item 1.1.

2.3. Parâmetros de cálculo

Explicitar os parâmetros de resistência ao cisalhamento e pesos específicos utilizados nos cálculos, vinculando-os ao histórico operacional do empreendimento ou eventuais investigações geotécnicas que tenham sido realizadas. Na ausência de dados confiáveis que subsidiem a escolha de parâmetros, estes devem ser adotados a favor da segurança.

2.4. Consideração das pressões internas nos cálculos

Explicitar e discorrer sobre a forma como as pressões internas foram consideradas nos cálculos. (critério de poro-pressão, suposição de superfície piezométrica, pressões de blogás, etc.)

2.5. Apresentação dos resultados

Devem ser apresentados os FS calculados bem como os círculos críticos de ruptura associados e, eventualmente, resultados correspondentes a hipóteses de ruptura plana.

2.6. Gráfico: Evolução dos FS x tempo

No intuito de verificar a sensibilidade de variações dos FS em função da evolução do aterro, sugere-se o confrontamento destes dados em um gráfico, que deverá ser atualizado a cada relatório a ser apresentado pelo empreendedor à CETESB. Deverão ser incluídos os FS calculados em todos os períodos de elaboração dos relatórios de estabilidade geotécnica.

3. RESPONSABILIZAÇÃO TÉCNICA E SOBRE A VERACIDADE DOS DADOS

O interessado deverá impreterivelmente apensar a cada relatório encaminhado à CETESB a Anotação de Responsabilidade Técnica - ART do profissional responsável pela elaboração dos relatórios de monitoramento.

O relatório de avaliação da estabilidade geotécnica, assim como, as plantas anexas ao relatório deverão conter os dados do responsável técnico (nome, profissão, registro no conselho de classe e assinatura).