



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

PROCESSO
37/10123/14
Fls. 169 Visto 8

Nº 122/16/IPSR

DOCUMENTO: Processo nº 37/10123/14
EMPREENDEDOR: SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Pedreira Ltda.
ASSUNTO: Solicitação de Licença Prévia para ampliação da capacidade de recebimento de resíduos no Aterro Sanitário.
MUNICÍPIO: Pedreira
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Paulínia – CJU
DATA: 09.09.2016

1 INTRODUÇÃO

O presente Parecer Técnico - PT trata da manifestação do Setor de Avaliação de Sistemas de Tratamento de Resíduos – IPSR, no âmbito de suas atribuições, para atendimento às solicitações da Agência Ambiental de Paulínia - CJU, realizada por meio do Despacho emitido em 03.08.2016 (fl. 167 do Processo nº 37/10123/14), quanto à avaliação da documentação apresentada pela Prefeitura Municipal de Pedreira, em atendimento às recomendações da Informação Técnica nº 030/15/IPSR de 12.06.2015, para subsidiar a decisão da Agência Ambiental de Paulínia em relação aos pedidos de: Licença Prévia para ampliação do aterro sanitário de Pedreira com o recebimento dos resíduos gerados na estação de tratamento de esgoto; e Licença de Operação – renovação para o aterro sanitário de Pedreira.

Este parecer foi fundamentado nos documentos constantes do Processo nº 37/10123/14 (volume único) e do Processo nº 05/00836/99 (Volumes XIV a XIX).

2 INFORMAÇÕES E ANÁLISE

De acordo com a Informação Técnica nº 030/15/IPSR, de 12.06.2015, a disposição de resíduos de ETE de esgotos em aterros sanitários juntamente com resíduos sólidos urbanos, é passível de aceitação, desde que tais resíduos sejam da mesma classe dos resíduos sólidos urbanos. O fator limitante da quantidade de lodos de ETE em aterros sanitários é o alto teor de umidade, sendo que as informações apresentadas na ocasião pelo SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Pedreira Ltda. foram consideradas insuficientes para uma manifestação conclusiva, tendo sido sugerido à CJU que solicitasse informações complementares.

Em atendimento à informação técnica já mencionada foram apresentadas informações complementares, que constam dos seguintes documentos:

- Documentação apresentada pela empresa Entreverdes Consultoria Ambiental, e elaborada pela empresa contratada Reusa – Conservação Ambiental Ltda. por meio do Ofício SAAE 291/2015, em 18.09.2015, protocolado na CJU em 18.09.2015 (fl. 3288 a 3320 do Processo nº 05/00836/99);
- Documentação apresentada pelo SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Pedreira Ltda. por meio do Ofício nº 0601/2016/JMN/DA/SAAE, protocolada na CJU em 07.06.2016 (fl. 3325 a 3600 do Processo nº 05/00836/99), incluindo estudos elaborados pelas empresas contratadas ECHOA Engenharia (fl. 3339 a 3385) e Reusa- Conservação Ambiental Ltda. (fls. 3386 a 3600 do Processo nº 05/00836/99).
- Relatório de Atividades #8, período de julho de 2015 a agosto de 2016, apresentado por meio do Ofício nº 0801/2016/SAAE/DA/JMN, de 15.08.2016 (fl. 3607 a 3760 do Processo nº 05/00836/99).

A seguir são apresentadas as informações complementares solicitadas na Informação Técnica IT nº 030/15/IPSR, as informações constantes dos documentos apensados pelo empreendedor, e a sua respectiva análise técnica.

- 1) Relatório fotográfico e descritivo comprovando a adoção das medidas corretivas frente às inadequações constatadas por ocasião da vistoria técnica realizada em 08.10.2014, solicitadas por meio da Correspondência nº 1087/14/CJU de 15.10.2014.

De acordo com a Informação Técnica nº 030/06/2015, as inadequações constatadas na vistoria técnica realizada em 08.10.2014 foram:

- a frente de trabalho operava em área concentrada com elevação inadequada do aterro (alteamento), com risco de instabilidade do talude alteado,
- o lixo disposto estava descoberto, e
- os taludes de escavação do aterro na área adjacente à área em operação estavam com solo compactado, mas desprovidos de geomembrana de PEAD, sendo visível a extremidade da geomembrana instalada.



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

PROCESSO
32110 123114
Fls. 137 Visto 8

Nº 122/16/IPSR

O SAAE apresentou relatório fotográfico nos Anexos V, VI e VII do Relatório de Atividades #8, (fl 3725 a 3746, do Processo nº 05/00836/99), dos seguintes procedimentos executados no Aterro:

- Limpeza da área do aterro e do entorno, incluindo manutenção de gramíneas.
- Instalação de geomembrana em nova célula de trabalho.
- Instalação de um queimador/dreno de gás.

O relatório fotográfico não contempla as instalações de emendas das geomembranas de PEAD.

Embora tenha sido observado que o relatório fotográfico não esteja completo e não tenha sido acompanhado de relatório descritivo, foi verificado que, no Relatório de Inspeção (fl. 3601 a 3603 do Processo nº 05/00836/99), referente ao Auto de Inspeção nº 1646799, de 22.03.2016 (fl. 3284 e 3285 do Processo nº 05/00836/99), foi relatado pela CJU que:

- as drenagens de águas pluviais provisórias estavam sendo realizadas satisfatoriamente;
- as drenagens definitivas estavam sendo implantadas na célula finalizada do aterro (canaletas meia-cana);
- a dimensão da frente de trabalho foi readequada, sendo a altura compatível com o projeto; e
- o recobrimento do lixo disposto estava sendo suficiente.

Foi apresentado laudo de garantia da solda da geomembrana instalada no aterro sanitário (fl. 3720 e 3721).

Esta solicitação foi atendida.

- 2) *Planta contendo a representação gráfica do projeto licenciado (área do maciço de resíduos em relação à gleba); os desenhos (planta e cortes) atualizados desse aterro (as built) e informações das áreas e volumes ocupados; e também os desenhos (planta e corte) representativos do aterro com a conformação final pretendida.*

No estudo elaborado pela empresa contratada ECHOA Engenharia, protocolada na CJU em 07.06.2016 (fls. 3339 a 3385 do Processo nº 05/00836/99), consta a reelaboração do projeto técnico e atendimento desta solicitação. Foram realizados levantamentos topográficos e confeccionadas e apresentadas plantas planialtimétricas da área da propriedade do aterro, para as situações seguintes:

- Levantamento original da gleba em estudo;
- Levantamento planialtimétrico cadastral;
- Levantamento planialtimétrico ("as built") da situação real do aterro;
- Concepção final do aterro sanitário licenciado; e
- Seções de corte topográficas (original, atual e licenciado do aterro).

Desta forma, segundo o empreendedor, com a obtenção destes elementos foi possível avaliar a evolução da operação do aterro sanitário, a partir da sobreposição das seções com indicação da topografia do terreno original, do projeto licenciado e aterro executado foi possível calcular a cubagem pretendida, apresentando os resultados seguintes:

- Volume licenciado: 208.394,50 m³;
- Volume atual: 136.218,77 m³; e
- Volume disponível: 72.727,29 m³.

O volume disponível, de 72.727,29 m³, é a premissa básica para cálculo da vida útil do aterro conforme solicitado, sendo esta solicitação considerada atendida.

- 3) *Cálculo revisado da vida útil do empreendimento.*

No estudo elaborado pela empresa consultora Reúsa- Conservação Ambiental Ltda., protocolada na CJU em 07.06.2016 (fl. 3386 a 3399 do Processo nº 05/00836/99), consta a revisão da vida útil do empreendimento, contemplando o recebimento dos resíduos de lodo da ETE do município, para o qual foram realizados trabalhos de topografia da situação real *as built* da área ocupada com resíduos, projeção geométrica para o aterro encerrado, estudos gravimétricos das quantidades do lixo doméstico gerado no município em função de Índices de projeção "per capita" de resíduos sólidos domiciliares em função da população existente (Censo IBGE - 2013), pesagem de resíduos, otimização na operação do aterro com melhoria da compactação, produção de lodo gerado na ETE, de forma a obter as informações seguintes:

- Volume útil remanescente do aterro: 72.727,29 m³;
- Geração diária de resíduos: 31,18 t/dia;
- Densidade do resíduo compactado: 0,7 t/m³; e
- Vida útil remanescente estimada: 4,3 anos.

A vida útil do aterro da forma apresentada, visando equacionar o aproveitamento maciço da área do empreendimento original em relação ao aterro projetado, pode ser aceita. Assim sendo, esta solicitação foi considerada atendida.

- 4) *Comprovação das condições adequadas de estabilidade do aterro, por meio da apresentação de Estudo de estabilidade geotécnica do aterro com a ampliação proposta, a ser elaborado de acordo com a Norma ABNT NBR 11682:2009 – Estabilidade de encostas, considerando as seções críticas. Salientando que os parâmetros geotécnicos selecionados deverão ser justificados.*

O estudo da estabilidade geotécnica do maciço de resíduos existente do Aterro Sanitário de Pedreira consta do relatório "Produto II – Relatório de Avaliação e Estudo de Estabilidade dos Taludes no Aterro Sanitário de Pedreira-SP" (folhas 3419 a 3471 do Processo nº 05/00836/99), elaborado pela empresa contratada REUSA, no qual foram utilizados os métodos de Fellenius e de Bishop Simplificado, sendo utilizado o programa computacional Bispo2. Foram escolhidos 3 perfis (B-B, D-D e E-E) para análise, que foram indicados em planta em desenho na folha 3470, os parâmetros utilizados nos cálculos foram os seguintes:

a-) Lixo depositado:

- peso específico: 1,1 tf/m³,
- coesão: 1,0 tf/m², e
- ângulo de atrito: 20°.

b-) Solos residuais, do tipo silte argiloso, originados da decomposição das rochas sedimentares ocorrentes na área, duro, de cor marrom amarelado:

- peso específico: 1,6 tf/m³,
- coesão: 2,0 tf/m², e
- ângulo de atrito: 25°.

Foram selecionadas 03 situações para simulações, que consideraram os níveis de percolados no aterro, sendo a mais crítica com o maciço de resíduos saturado, adotando o valor de pressão neutra no maciço equivalente a $u_v=0,25$. Os cálculos de estabilidade relativos às simulações indicaram Fatores de Segurança-FS $\geq 1,5$, tendo sido efetuadas análises para ruptura global, que podem ser aceitos.

No entanto, os estudos de estabilidade geotécnica não contemplaram o aterro acabado, o que deverá ser feito pelo empreendedor.

Esta solicitação foi parcialmente atendida, devendo ser complementada.

- 5) *Plano de monitoramento geotécnico para o aterro com a ampliação proposta, indicando a localização dos instrumentos já instalados e daqueles a instalar.*

O empreendedor apresentou os seguintes relatórios, elaborados pela empresa consultora Reusa- Conservação Ambiental Ltda. (fl. 3472 a 3568 do Processo nº 05/00836/99):

- Produto III – Relatório de Acompanhamento da Construção, Instalação e Medição de Marcos Geotécnicos no Aterro Sanitário de Pedreira – SP – 2015.
- Produto IV: Relatórios I a VI: Monitoramento Geotécnico do Aterro– SP – 2015, para o período de março a setembro de 2015, com uma medição mensal em cada marco superficial.

Para o monitoramento geotécnico do Aterro Sanitário de Pedreira, foram instalados 13 marcos superficiais (MS-01 a MS-13) no maciço atual de resíduos, e dois marcos de referência (E0 e E1), distribuídos conforme representado na Planta "Localização de Marcos Superficiais" (fl. 3499). Após a implantação dos marcos superficiais, foi realizada a coleta de dados do posicionamento inicial dos mesmos. Este procedimento foi realizado por meio da utilização de estação total eletrônica. Informa ainda, que a coleta de dados dos marcos ocorreu, após o levantamento planialtimétrico do local, etapa essa em que a área do aterro sanitário foi georreferenciada, viabilizando as atuais coletas de dados para os posteriores estudos de movimentação dos marcos.



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

PROCESSO
371012/14
Fls. 172 Visto 8

Nº 122/16/IPSR

No Relatório VI, foram propostos critérios de alerta em função da velocidade de deslocamento horizontal e vertical no Quadro 1 (fl. 3579), apresentadas as leituras nos marcos superficiais e de referência realizadas no período de março a setembro de 2015, nos Quadros 2 a 8 (fl. 3580 a 3583), e os recalques calculados no Quadro 9 (fl. 3583). Também, no Apêndice B, foi apresentada na planilha de velocidade de deslocamento horizontal e vertical dos marcos (fl. 3593 e 3594). Ainda, para cada mês, foram representados em desenho os valores de deslocamento dos marcos no Aterro, a saber: março 2015 (fl. 3499), abril 2015 (fl. 3517), maio 2015 (fl. 3533), junho 2015 (fl. 3550), julho 2015 (fl. 3568), agosto 2015 (fl. 3595) e setembro 2015 (fl. 3484).

Pela avaliação da empresa contratada, os recalques e suas respectivas velocidades são valores considerados baixos no período de monitoramento geotécnico de março a setembro de 2015. Desta forma, essa empresa recomenda o monitoramento mensal durante a operação do aterro e após o término da operação, o monitoramento bimestral, o que pode ser aceito. Adiciona-se que os relatórios deverão ser disponibilizados na área do empreendimento, devendo ser elaborados relatórios consolidados anuais, os quais deverão ser encaminhados à CJU da CETESB.

Também, a empresa contratada recomenda que para um bom monitoramento nos taludes, há necessidade de manutenção dos 13 marcos superficiais existentes. Para os próximos relatórios de monitoramento, entende-se que o empreendedor deverá seguir as orientações do "Roteiro para Elaboração de Relatórios de Avaliação da Estabilidade Geotécnica de Aterros Sanitários", julho de 2010, constante do Anexo I do presente parecer, incluindo a avaliação tridimensional do comportamento dos marcos superficiais, confrontando os dados de deslocamentos horizontais e verticais.

Foram apresentadas as respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica-ART dos profissionais responsáveis recolhidas (fl. 3596 a 3600).

Embora o interessado tenha atendido a solicitação para o aterro existente, ainda falta, identificação, distribuição e localização de marcos superficiais no aterro acabado, em desenho em planta e inclusive nas seções consideradas críticas para o cálculo de estabilidade geotécnica, nas quais é necessário que sejam realizadas leituras para o traçado de superfícies piezométricas, também utilizadas em cálculos de estabilidade geotécnica. Para tal, deverão ser previstos e instalados piezômetros no maciço de resíduos, para medições do nível potenciométrico na massa de resíduos.

Tem-se que o plano de monitoramento geotécnico do Aterro Sanitário de Pedreira foi considerado parcialmente atendido.

6) os lodos devem ser distribuídos de maneira uniforme na frente de operação, para evitar a concentração volumétrica em um único local e prevenir a instabilidade do maciço.

De acordo com o informado na folha 3305 do Processo nº 05/00836/99, da documentação elaborada pela empresa contratada Reusa - Conservação Ambiental Ltda., o empreendedor esclarece que o procedimento adotado para a distribuição do lodo centrifugado, proveniente da ETE do SAAE Pedreira sobre o maciço de resíduos, será o espalhamento em camada fina, de forma uniforme que será estratificado e depositado nas cotas mais altas do maciço, sendo uma camada a cada 4 m de altura de resíduos domésticos, sendo que essa disposição será limitada em 10 m da extremidade da camada em relação aos taludes à jusante.

Como o empreendedor propôs distribuição dos lodos no maciço de resíduos visando prevenir instabilidade da massa de resíduos, esta solicitação pode ser considerada atendida.

3. CONCLUSÃO

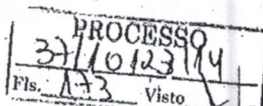
O projeto para obtenção de Licença Prévia de Ampliação da capacidade de recebimento de resíduos no Aterro Sanitário no município de Pedreira com previsão de aumento da capacidade de recebimento 27,0 para 32,24 t/dia, com acréscimo dos resíduos da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE do município poderá ser aceito para esta fase do licenciamento. Objetivando atender integralmente às solicitações da Informação Técnica nº 030/06/2015, para a solicitação da Licença de Instalação, este projeto deverá ser complementado pelo empreendedor com as seguintes informações:



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

- 1) Desenhos (planta e cortes) do projeto do aterro acabado com a identificação, distribuição e localização de marcos superficiais e piezômetros, em desenho em planta e inclusive nas seções consideradas críticas para efeito dos cálculos de estabilidade geotécnica.
- 2) Instalação de piezômetros no maciço de resíduos.
- 3) Leituras do nível potenciométrico na massa de resíduos.
- 4) Confeção das superfícies piezométricas, a serem utilizadas nos cálculos de estabilidade geotécnica do projeto do aterro acabado.
- 5) Estudos de estabilidade geotécnica do aterro no projeto do aterro acabado, a ser elaborado de acordo com a Norma ABNT NBR 11682:2009 – Estabilidade de encostas, considerando as seções críticas.

Os próximos relatórios de monitoramento geotécnico deverão seguir integralmente as orientações do "Roteiro para Elaboração de Relatórios de Avaliação da Estabilidade Geotécnica de Aterros Sanitários", julho de 2010. Adicionalmente, que esses relatórios deverão ser disponibilizados na área do empreendimento, sendo que deverão ser elaborados relatórios consolidados anuais, que deverão ser encaminhados à CJU da CETESB.

Ressalta-se que os relatórios técnicos e todos os desenhos deverão possuir a assinatura do profissional responsável, o nome do conselho profissional e o respectivo número de registro.

Cabe esclarecer que a presente avaliação se atém somente às solicitações constantes da Informação Técnica 030/15/IPSR.

Engº. Carlos Ferreira de Souza
Reg. nº 2222-9 - CREA: 0601446824

Engª. Vânia Aparecida Lopes
Reg. 6191-3 - CREA: 601691832

Ciente. De acordo,

Engº. Pedro Penteado de Castro Neto
Gerente do Setor de Avaliação de
Sistemas de Tratamento de Resíduos - IPSR
Reg. 2095-5 - CREA: 060074187

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.

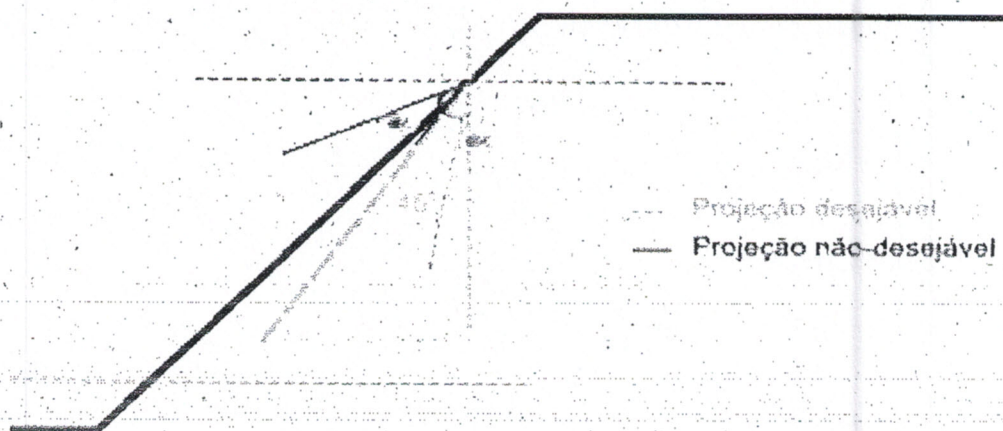


Figura 1: Primeiro critério para análise de deslocamentos de marcos superficiais

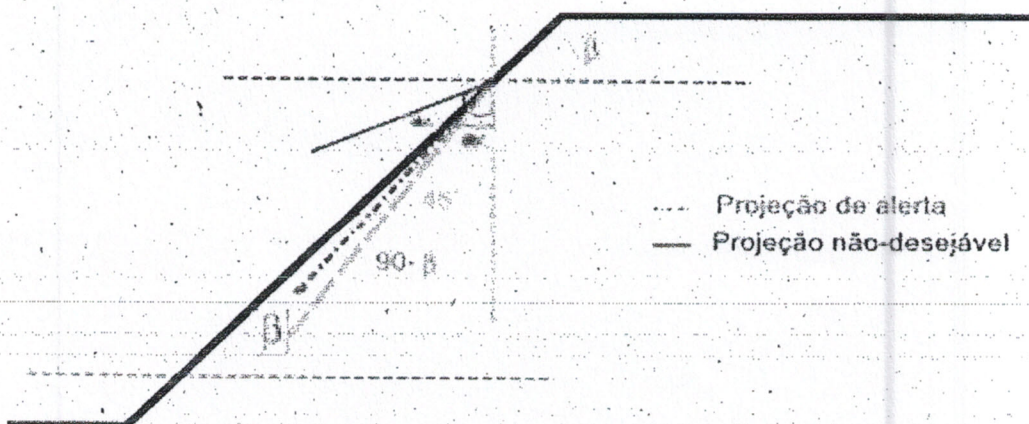


Figura 2: Segundo critério para análise de deslocamentos de marcos superficiais

Situações:

- Na Figura 1, há indicativo de comportamento deformacional "normal" quando a projeção do ângulo alfa (α^1) 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.

- 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 controlado 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

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 biogás, 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).