

ESTUDO DA PERMEABILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE PÁTIO DE ARMAZENAMENTO DE BAGAÇOS COMO FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Ricardo Gallinaro Pessoa¹ & Marina Marques Gimenez².

Resumo: Este trabalho objetivou calcular o coeficiente de permeabilidade dos solos em uma área utilizada para armazenamento de bagaço de cana-de-açúcar, visando identificar se o material disposto diretamente no solo sem impermeabilização seria capaz de lixiviar e atingir as águas subterrâneas, possivelmente contaminando-as. Este estudo foi dividido em cinco etapas: sondagens, coleta de amostras geotécnicas, execução ensaio de permeabilidade, cálculo dos coeficientes de permeabilidade (K), comparação dos resultados com a literatura. Os resultados obtidos na análise granulométrica das amostras de solo mostram que os trechos de ensaio são compostos majoritariamente por areia fina siltosa e frações de argila. Foi possível concluir que, com base nos resultados dos coeficientes de permeabilidade calculados, todos os ensaios realizados na área do pátio de bagaços indicam que os solos locais possuem permeabilidade de entre 10^{-4} e 10^{-5} cm/s, sendo necessária a adequação do Pátio às normas técnicas vigentes.

Palavras-chave: Permeabilidade, Coeficiente de Permeabilidade, Cana-de-açúcar, Bagaço, Solo.

Abstract: The aim of this work was to calculate the soil permeability coefficient in an area used for storage of sugarcane bagasse, to identify the material stored directly on the ground without waterproofing, would be able to leach and reach groundwater, possibly contaminating them. This study was divided into five stages: drilling, collecting geotechnical samples, execution of the permeability test, calculation of permeability coefficients (K) and comparing the results with the literature. The results obtained in geotechnical samples, show that the test section are composed mainly of silty fine sand and clay fractions. It was concluded that, based on the results of the calculated permeability coefficients, all tests in bagasse patio area indicates that local soils have permeability level between 10^{-4} e 10^{-5} cm/s, requiring the appropriateness of the site to the technical standards.

Keywords: Permeability, Permeability Coefficient, Sugarcane, Bagasse, Soil.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, utilizando esta matéria prima e seus subprodutos para produção de açúcar, álcool, biocombustíveis, energia elétrica, entre outros. O crescimento do consumo do etanol, bem como o uso do bagaço de cana-de-açúcar na geração de energia elétrica, tornou ainda maior a participação das fontes renováveis na matriz energética Brasileira [1] [2].

Nas unidades de fabricação de açúcar e álcool, a fonte primária para a geração de energia elétrica é o bagaço da cana-de-açúcar gerado no processo de moagem. O crescimento da ocupação agrícola para esta atividade trouxe um aumento da mecanização das lavouras e uso de pesticidas e fertilizantes, acarretando em diversos impactos ambientais como o assoreamento dos rios, compactação do solo e contaminação de cursos d'água [1] [2].

Com a alta demanda de produção de álcool e açúcar, é gerada grande quantidade de bagaço, que é armazenado para posteriormente ser utilizado no processo de cogeração de energia. Em geral, este material é estocado a céu aberto e em solo exposto, sem a preocupação com o atendimento de normas pertinentes a esta atividade, em condições que o deixam sujeito às ações das intempéries, facilitando o carreamento e conseqüentemente o aporte de substâncias ao solo.

O solo contaminado, por permitir a lixiviação de contaminantes para as águas subterrâneas, passa a se constituir numa fonte de contaminação, armazenando fase residual de produto em seus poros. Os ensaios de permeabilidades são ferramentas importantes na avaliação das características do solo em relação à lixiviação [3].

2 – MÉTODO

Para a realização dos ensaios de permeabilidade foram utilizadas as metodologias expostas em: 'Manual de Sondagens' [4] e 'Ensaio de Permeabilidade em solos: orientações para sua execução em campo' [5], ambas publicados em 2013 pela ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental.

Para este estudo, optou-se por realizar ensaios de rebaixamento com nível variável, ou seja, através da introdução de água no furo. Foram alocados 05 pontos (P1, P2, P3, P4 e P5) distribuídos no entorno do Pátio de Armazenamento de Bagaços.

Seguindo as recomendações propostas Barbassa *et. al.* (2009) [6] foram realizados 03 testes em cada ponto sendo que, ao final de cada teste, o volume do furo era novamente completado e só então dava-se início às novas leituras. Amostras geotécnicas

foram coletadas nos 05 pontos coincidentes com as sondagens dos pontos P1, P2, P3, P4 e P5.

3 – RESULTADOS

Com os dados obtidos para os 05 pontos foi possível calcular o Coeficiente de Permeabilidade (K) utilizando a equação 1:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d_1^2}{8 \cdot h_0 \cdot \sqrt{d \cdot L}} \quad (1)$$

Em todos os pontos em que foram realizados os ensaios, o menor valor de permeabilidade obtido corresponde ao 3º teste realizado. Já com relação aos resultados obtidos na análise granulométrica das amostras de solo, eles mostram que os trechos de ensaio, são compostos majoritariamente por areia fina siltosa e frações de argila.

O ponto P1 obteve seu Coeficiente de Permeabilidade (K) igual a $7,42 \times 10^{-4}$ cm/s, o ponto P2= $6,23 \times 10^{-5}$ cm/s, o ponto P3= $4,63 \times 10^{-5}$ cm/s, o ponto P4= $4,17 \times 10^{-5}$ cm/s e o ponto P5= $2,48 \times 10^{-4}$ cm/s.

ABGE (2013a) [5] apresenta metodologia para enquadramento dos diferentes coeficientes de permeabilidade em relação ao tipo de granulometria. Tal metodologia mostra que para solos compostos por areias finas siltosas e argilosas, siltes argilosos, seu coeficiente de permeabilidade deve estar entre 10^{-4} e 10^{-6} cm/s, o que corrobora os resultados obtidos.

Já a classificação do grau de permeabilidade estabelecida por Terzaghi e Peck (1967) [7] apresenta que coeficientes de permeabilidade na faixa “entre 10^{-3} e 10^{-5} cm/s” possuem Grau de Permeabilidade classificado como ‘Baixo’ e coeficientes de permeabilidade na faixa “entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s” como ‘Muito baixo’. Sendo assim, com base nos resultados dos coeficientes de permeabilidade calculados, todos os ensaios realizados na área do pátio de bagaços indicam que os solos locais possuem permeabilidade de grau ‘Muito baixo’ a ‘Baixo’.

4 – CONCLUSÃO

Conforme recomendações propostas por diversos autores, a realização de 03 ensaios consecutivos em cada ponto, mostra-se indispensável para a confiabilidade dos resultados *in situ*.

Segundo a Norma ABNT NBR 13896 [8], para que um local seja adequado à disposição de resíduos não perigosos: “*considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 metros*”. Desta forma, ainda que os resultados obtidos tenham mostrado que o grau de permeabilidade dos solos avaliados seja “Baixo” ou “Muito Baixo”, ao compará-los com a NBR 13896/97 verifica-se que o pátio local não atende a permeabilidade por ela exigida. Deste modo, orienta-se avaliação da qualidade da água subterrânea local, visando confirmar se o bagaço está exercendo algum tipo de influência negativa sobre esta matriz.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Câmara ambiental do setor sucroalcooleiro. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/cas-em-atividade/56-camara-ambiental-do-setor-sucroalcooleiro>>. Acesso em: 26 de Abril de 2015.

[2] MATEUS, L.A.N. Análise dos aspectos ambientais e energéticos do setor sucroalcooleiro do Estado de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental. 2010. Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.ufop.br/arquivos/dis/2010/Liliana%20Mateus.pdf>>. Acesso em: 26 de Abril de 2015.

[3] ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Contaminação e Remediação de Águas Subterrâneas. 2015. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao_contaminacao.php>. Acesso em: 26 de Abril de 2015.

[4] ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Manual de Sondagens. 5ª Edição. 203 p. São Paulo, 2013b.

[5] ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Ensaio de Permeabilidade em solos: orientações para sua execução em campo. 4ª Edição. 80 p. São Paulo, 2013a.

[6] BARBASSA, A. P., OLIVEIRA JUNIOR, C. X., GUTIERREZ, L. A. R., LUCAS, A. H.. Coeficiente de permeabilidade em ensaio de poço invertido: efeito do tempo de umedecimento prévio e métodos de cálculo. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

[7] TERZAGHI, K. V., PECK, R. B. Soil Mechanics in Engineering Practice. 1967.

[8] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. 1997