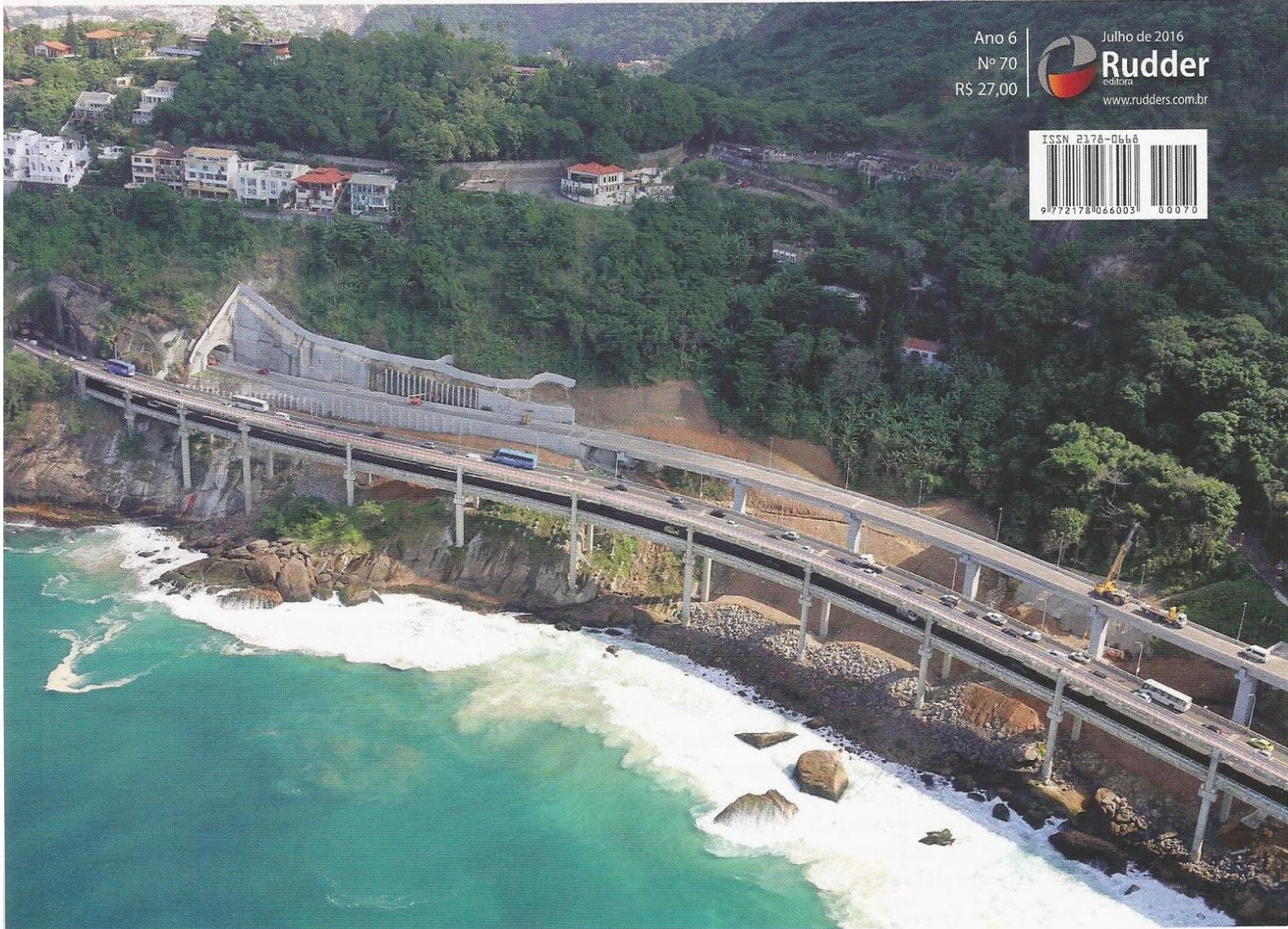


Revista **f**undações & **g** Obras **geotécnicas**

Ano 6
Nº 70
R\$ 27,00

Julho de 2016
Rudder
editorial
www.rudders.com.br



**NOVO TÚNEL DO JOÁ É BATIZADO COM O NOME DO ENGENHEIRO
LUIZ JACQUES DE MORAES**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO DA LAMA DE CAL NO
COMPORTAMENTO DE MISTURAS ASFÁLTICAS CAUQ**



SOIL SURVEY: METODOLOGIA INOVADORA NO BRASIL ADOTADA PELA CTR-RIO, PARA CONTROLE DE QUALIDADE DA INSTALAÇÃO DE GEOMEMBRANAS

Priscila Zidan

Engenheira Química com especialização em Gestão Ambiental, Mestrado em Ciências e MBA em Gestão de Negócios. Sócia-diretora na empresa Evolui Consultoria Ambiental. Rio de Janeiro (RJ)
priscilazidan@evolui.eco.br

Luiz Paulo Achcar Frigo

Engenheiro Mecânico com especialização em Engenharia de Petróleo e Gás. Certificação PMP. Sócio-diretor na empresa Evolui Consultoria Ambiental. Rio de Janeiro (RJ)
luizfrigo@evolui.eco.br

RESUMO

A metodologia de *Soil Survey*, utilizada para a inspeção de geomembranas mostra-se muito adequada para reduzir os riscos de iniciar a disposição de resíduos em uma camada de impermeabilização danificada. Estudos canadenses indicam que a densidade de danos por hectare de geomembranas instalada está em média entre 4-22 furos. O controle de qualidade utilizado nos aterros brasileiros não inclui esta metodologia ou similar. Tal fato pode não apresentar consequências perceptíveis no momento, mas que sejam verificadas a longo prazo. O aterro sanitário da CTR-Rio (Centro de Tratamento de Resíduos) adotou esta metodologia de monitoramento e os resultados encontrados após quatro anos de operação indicaram densidades de furos

variando entre 0,5 e 8 danos/hectare, para cerca de 310.000 m² de área inspecionada. Todos os danos identificados puderam ser reparados antes no início da disposição dos resíduos.

Palavras-chave: Danos na Geomembrana, Controle de Qualidade, Inspeção, Impermeabilização, Aterro Sanitário.

INTRODUÇÃO

A partir do estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos⁽¹⁾, no Brasil, em agosto de 2010, foi definido o prazo para o encerramento de todos os lixões no País. Apesar desta meta ter sido recentemente prorrogada (2), um número expressivo de lixões foi encerrado, dando lugar à implantação de aterros sanitários licenciados. Apesar de a normatização que estabele-

ce os padrões para licenciamento de aterros (3, 4) não definir a implantação de geomembrana em sua base, este requisito tornou-se exigência mínima pelos órgãos ambientais.

Considerando que a geomembrana é utilizada como o principal agente impermeabilizante que irá impedir a contaminação do solo e das águas subterâneas, a verificação de sua integridade após a instalação e antes da disposição dos resíduos torna-se fundamental.

Atualmente, no Brasil, o método de controle de qualidade da instalação da geomembrana mais utilizado é a inspeção da solda (costura). Ele inspeciona apenas um pequeno percentual em área da geomembrana instalada, não identificando possíveis danos causados por outras origens que não a solda. Além disso, esse teste não inspeciona a geomembrana após a implantação do solo de cobertura, etapa em que ocorre a maioria dos danos, devido a utilização que equipamentos pesados na construção do *Liner* e aplicação efetiva de carga sobre a geomembrana.

O resultado de estudos estatísticos desenvolvidos no Canadá (5), a partir dos dados de monitoramento dos vazamentos em geomembranas, em 89 projetos ao longo de dez anos (2.652.000 m² de área), identificou que:

- A densidade de danos encontrados nas geomembranas instaladas varia, em média, entre 4 e 22 danos por

hectare. Esta variação depende do nível de controle de qualidade adotado na instalação da geomembrana;

- 73% dos danos causados ocorreram durante a aplicação do solo de cobertura sobre a geomembrana; 24% ocorreram durante a instalação da geomembrana e somente 2% dos danos ocorreram após a fase de implantação;

- Ao contrário do que o consenso atual reconhece, a maior parte dos danos não ocorre devido a procedimentos inadequados de solda.

A norma ASTM (American Society for Testing and Materials) D7007 (*Standard Practices for Electrical Methods for Locating Leaks in Geomembranes Covered with Water or Earthen Materials*) (6), estabelece metodologia adequada e muito difundida fora do Brasil, para controle de qualidade da geomembrana após a aplicação da camada de cobertura: o *Soil Survey* e o *Water Survey* (pesquisa em geomembranas cobertas por solo e água, respectivamente). Tratam-se dos métodos elétricos para a inspeção de geomembranas cobertas (com solo ou água, por exemplo). O princípio deste método é a aplicação de uma diferença de potencial através do material plástico para identificar se há alguma passagem de corrente, o que caracterizará que existe dano. Com o uso do método, consegue-se localizá-lo e promover o reparo antes da aplicação dos resíduos (9).

Os métodos elétricos para inspeção de geomembranas são requisitos obrigatórios para aterros sanitários em alguns locais dos Estados Unidos, como é o caso de dos Estados de Nova Jersey e Texas (8).

No Brasil, a metodologia do *Soil Survey* já foi incluída como controle de qualidade da implantação do aterro sanitário da CTR-Rio, em Seropédica (RJ).

A adoção de tal prática representa uma segurança relevante para o órgão ambiental, para o empreendedor responsável pela operação do aterro e para as indústrias que dispõem seus resíduos nos aterros.

1 METODOLOGIA

O aterro sanitário estudado possui quatro camadas de impermeabilização:

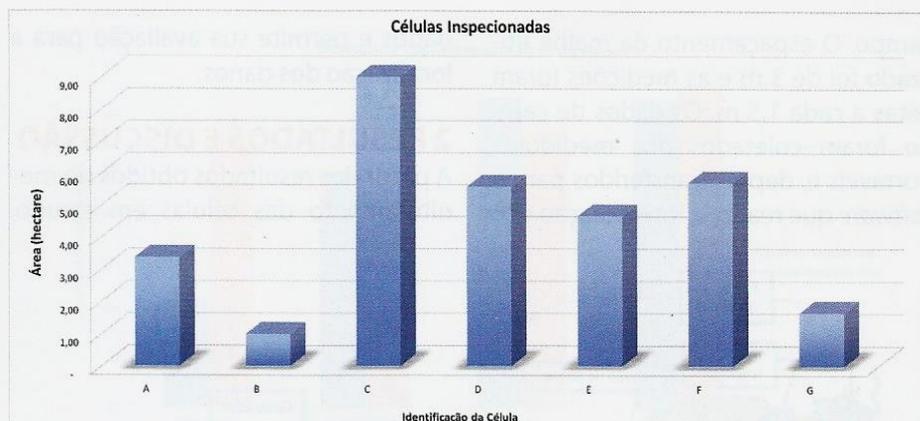


Figura 1 – Identificação e dimensão das células implantadas que foram submetidas ao monitoramento do *Soil Survey*

0,50 m de argila compactada, geocomposto bentônico (GCL), manta de 1,5 mm de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e, outra manta, do mesmo material, com 2 mm de espessura. O espaçamento entre as mantas é feito pela aplicação de uma camada drenante, constituída por 20 cm de areia e tubos de PEAD perfurados, os chamados drenos testemunhos e 15 cm de argila (logo abaixo da manta de 2 mm). A primeira camada de geomembrana, a de 2 mm de espessura é ainda recoberta por uma camada de 0,50 m de solo compactado, a qual é chamada de selo mecânico.

No caso de qualquer vazamento de chorume pela primeira geomembrana (a mais próxima da camada de resíduos), o chorume irá escoar pela camada drenante, sendo coletado através do dreno testemunho (tubos de PEAD). Já na camada de 15 cm de argila estão implantados eletrodos que são utilizados para o monitoramento de vazamentos na geomembrana após o início da disposição dos resíduos. Estes eletrodos não são utilizados para a realização da metodologia do *Soil Survey*. O presente estudo avaliou os resultados das inspeções por *Soil Survey*, desenvolvidas na primeira camada de geomembrana, ou seja, na de 2 mm de espessura e que fica logo abaixo do selo mecânico e representa a primeira barreira de impermeabilização que poderá ter contato com o lixo e chorume da célula.

Em virtude da complexidade do planejamento associados às atividades de operação e implantação do aterro sanitário da CTR-Rio, as células de resíduos foram nomeadas conforme

uma codificação específica, a qual chamaremos genericamente por células de A à G.

As áreas referentes a cada uma das células implantadas e testadas pela metodologia do *Soil Survey* seguem apresentadas na Figura 1, logo abaixo.

Os resultados do presente estudo referem-se às pesquisas realizadas em aproximadamente 31 hectares de células implantadas.

A metodologia do *Soil Survey* consiste na aplicação de uma tensão elétrica através da geomembrana. Essa tensão elétrica irá produzir um campo elétrico uniformemente distribuído quando não existem furos na geomembrana. Caso existam furos, esses são detectados e localizados por meio da identificação de anomalias no campo elétrico, causado pela fuga de corrente através desses furos. Essas anomalias do campo elétrico são identificadas por meio das medições realizadas em toda a área de implantação da manta em pontos predefinidos pelos localizados na geomembrana.

Durante a inspeção, utiliza-se uma fonte de tensão ligada a dois eletrodos. O eletrodo fonte é instalado no solo sobre a geomembrana e o eletrodo de retorno será instalado no solo abaixo da geomembrana. A fonte de tensão irá gerar através do eletrodo fonte um campo elétrico no solo de cobertura. Caso haja furo na geomembrana haverá fuga de corrente elétrica no sentido do eletrodo de retorno localizado sob a geomembrana.

O monitoramento de toda a área é realizado a partir da definição de uma malha pela qual são feitas as medições de

campo. O espaçamento da malha utilizado foi de 3 m e as medições foram feitas a cada 1,5 m. Os dados de campo foram coletados nos medidores portáteis e, depois transferidos para o *software* que realiza a interpolação dos

dados e permite sua avaliação para a localização dos danos.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no monitoramento das células em estudo,

calcularam-se as densidades de danos por hectares em cada caso. Estabeleceu-se também uma classificação para os danos encontrados, comparando-os com resultados já divulgados em literatura. Os dados consolidados seguem apresentados nos gráficos a seguir:

De acordo com a Figura 4, a densidade de danos foi menor nas áreas A a E, tendo estes resultados ficado abaixo da média de danos por hectare encontrados nos estudos disponíveis na literatura (5). Já os resultados do monitoramento das áreas F e G, apesar de maiores do que as anteriores, ficaram dentro da média dos projetos estudados (5).

Em relação aos tipos de danos encontrados, os cortes e as punções são os que se apresentam em maior frequência, sendo seguidos por cortes irregulares, depois falha na solda da emenda e, por fim, danos por máquinas.

A comparação dos tipos de danos encontrados na CTR-Rio e os disponíveis na literatura seguem apresentados na Figura 6, a seguir.

Nota-se, a partir dos dados acima, que existe grande similaridade em relação à frequência de danos por punção e corte linear na CTR-Rio e nos demais projetos estudados (5). Já os cortes irregulares foram mais frequentes na CTR-Rio e as falhas de solda, em muito menor frequência dos que as encontradas nos projetos estudados anteriormente.

As figuras 7 e 8, a seguir, apresentam imagens de danos que foram identificados ao longo do monitoramento de *Soil Survey*, nas células da CTR-Rio.

A Figura 7 representa um dano por punção de rocha e na Figura 8, tem-se um dano em solda de emenda entre as geomembranas.

CONCLUSÕES

O controle de qualidade realizado com o método do *Soil Survey*, se mostrou eficiente em identificar danos causados na geomembrana durante sua instalação e cobertura.

Os resultados do monitoramento da primeira camada de geomembrana do aterro sanitário da CTR-Rio encontram-se compatíveis com os padrões disponíveis na literatura no que se refere aos tipos de danos, porém foram identificados melhores resultados médios em relação à densidade

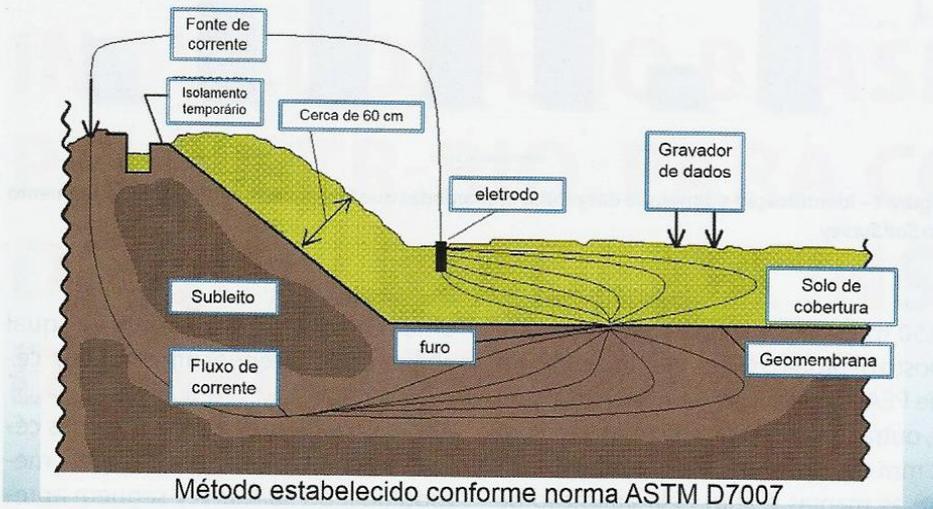


Figura 2 – Diagrama esquemático que traduz o embasamento do método do *Soil Survey*



Figura 3 – Técnico realizando as medições em campo referentes ao *Soil Survey*

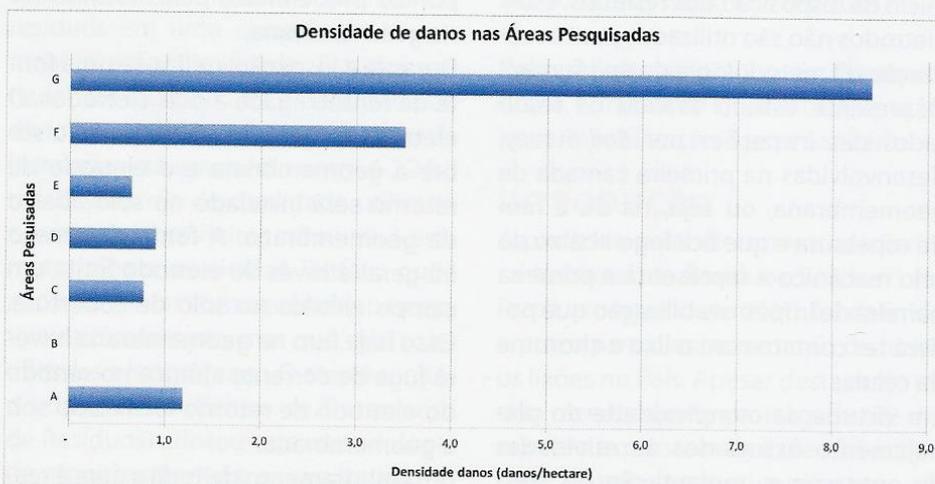


Figura 4 – Densidade de danos encontrados em cada uma das células inspecionadas pelo *Soil Survey* no CTR-Rio



Figura 5 – Classificação e percentual de ocorrência dos principais danos encontrados na geomembrana das áreas inspecionadas pelo Soil Survey

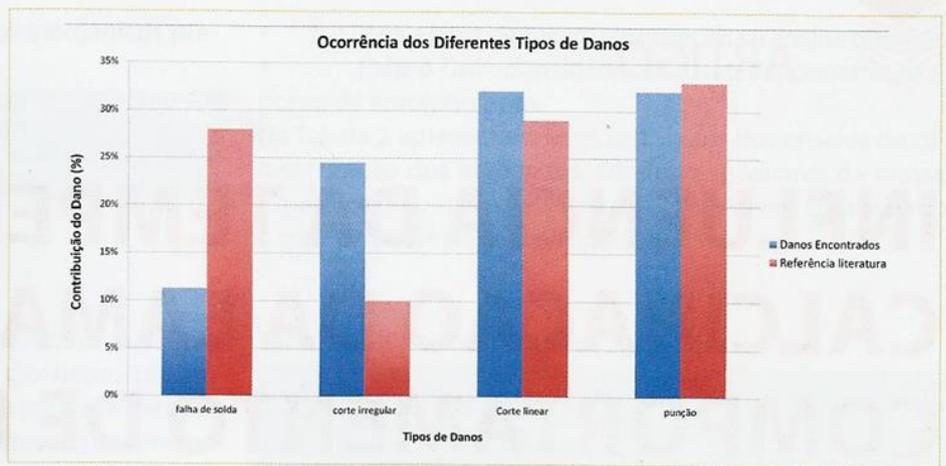


Figura 6 – Frequência de ocorrência dos diferentes tipos de danos encontrados nas pesquisas de Soil Survey da CTR-Rio comparados com aquela identificada na literatura⁽⁵⁾

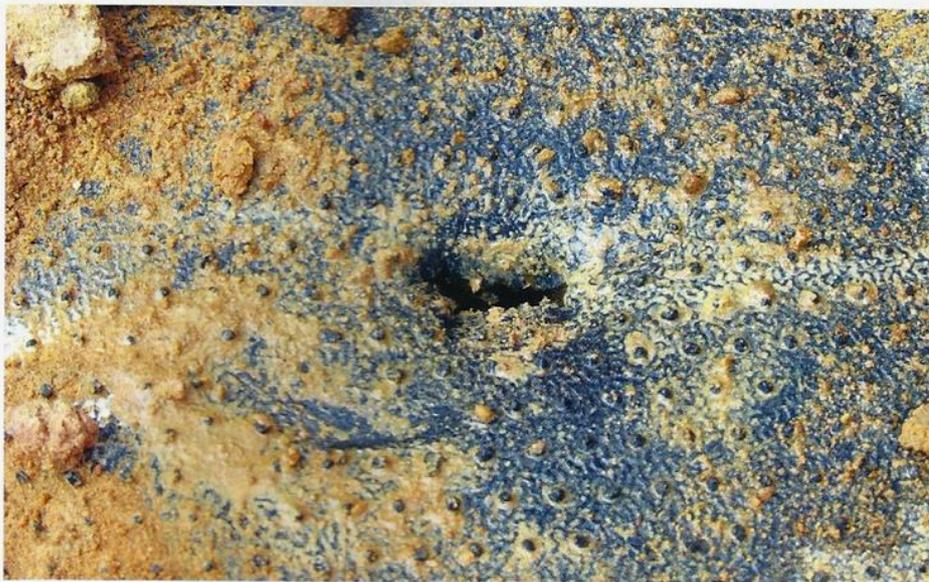


Figura 7 – Dano causado à geomembrana durante a instalação



Figura 8 – Falha identificada na solda da emenda entre as geomembranas

de danos por hectare, em relação aos projetos estudados na literatura. Tal fato deve estar associado ao controle de qualidade que vem sendo adotado nas atividades de implantação da geomembrana neste aterro.

Em virtude da realização do monitoramento do Soil Survey na primeira camada, a CTR-Rio teve a oportunidade de reparar 53 danos no total, distribuídos em torno de 31 hectares, evitar futuros vazamentos para a camada drenante e posteriores camadas de impermeabilização.

Os dados obtidos demonstram que são reais e, inerentes às atividades de implantação, as possibilidades de ocorrência de danos nas geomembranas de PEAD usadas para a impermeabilização de aterros. Por este motivo é que este tipo de monitoramento deveria ser adotado, pelos aterros brasileiros, a

exemplo da CTR-Rio, como modelo de inspeção para o controle de qualidade da instalação.

Tal prática, já bastante difundida fora do Brasil, representa uma inovação no País com relação ao controle de qualidade de geomembranas e ação de redução de riscos ambientais, inerente às atividades de disposição final de resíduos. ♻️

REFERÊNCIAS

- (1) Lei 12.305/2012: Política Nacional de Resíduos Sólidos
- (2) Lei 425/2014.
- (3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13.896 (1987): aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, Brasil.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 8.419 (1984):

apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – procedimento. Rio de Janeiro, Brasil. (5) FORGET, B.; ROLLIN, A.L., JACQUELIN, T. *Lessons Learned from 10 years of leak detection surveys on geomembranes*. Quebec, Canada, 2005.

(6) ASTM D7007-09 (2009) – *Standard Practice for Electrical Methods for Locating Leaks in Geomembranes Covered with Water or Earth Materials*

(7) ASTM D6747-02 (2002) – *Standard Practices for Electrical Methods for Locating Leaks in Geomembranes Covered with Water or Earthen Materials*.

(8) THIEL, Richard; DARILEK, Glenn; LAINE, Daren. (2003) *Cutting Holes for testing vs. testing for holes*. *GFR Magazine*, June/July 2003.

(9) LAINE, Daren; DARILEK, Glenn. (1993). *Locating Leaks in Geomembrane Liners of Landfills Covered with a Protective Soil*. *Geosynthetics 93 – Vancouver, Canada – 1403-1412*.

(10) Relatórios de Soil Survey, disponibilizados pela CTR-Rio (Centro de Tratamento de Resíduos).