

Soil Survey: Metodologia Inovadora, no Brasil, adotada pela CTR-Rio, para Controle de Qualidade da Instalação de Geomembranas.

Priscila Zidan e Luiz Paulo Achcar Frigo
Evolui Consultoria Ambiental, Brasil

1) Resumo:

A metodologia de Soil Survey, utilizada para a inspeção da integridade de geomembranas, apesar de muito pouco difundida no Brasil, mostra-se muito adequada para minimizar 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, porém, esta metodologia ou similar. Tal fato pode não apresentar consequências perceptíveis no momento, mas que sejam verificadas a longo prazo. Como a existência de aterros sanitários com impermeabilização é relativamente recente no país, o impacto ocasionado por danos na camada de impermeabilização podem não estar ainda sendo percebidos. O Aterro Sanitário da CTR-Rio, adotou esta metodologia de monitoramento para controle de qualidade da geomembrana. Os resultados encontrados, após 4 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, evitando assim, a ocorrência de impactos ao meio ambiente ou a necessidade de futuros investimentos com a remediação da área.

Palavras Chaves: geomembrana, controle de qualidade, inspeção, impermeabilização, aterro sanitário, danos na geomembrana.

2) 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 de esta meta ter sido recentemente prorrogada ⁽²⁾, um número expressivo de lixões foi encerrado, dando lugar a implantação de aterros sanitários licenciados.

Apesar de a normatização que estabelece 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 subterrâneas, 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).

Este método, porém, 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 onde 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 do dados de monitoramento dos vazamentos em geomembranas, em 89 projetos ao longo de 10 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% ocorreu 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 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 requisito obrigatório para aterros sanitários em alguns locais nos estados 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.

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

3) Metodologia

O aterro sanitário estudado possui quatro camadas de impermeabilização: 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 perfurado, 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).

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, porém, 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 2,0 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 à cada uma das células implantadas e testadas pela metodologia do *Soil Survey*, seguem apresentadas na fig. 1 abaixo.

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

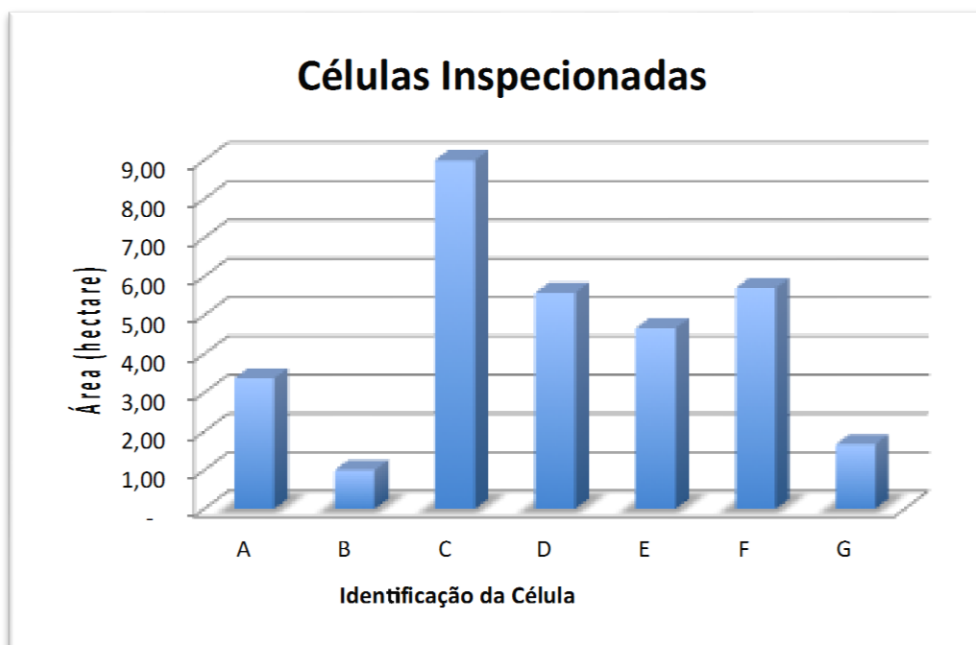


Fig. 1: Identificação e dimensão das células implantadas que foram submetidas ao monitoramento do *Soil Survey*.

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 através da identificação de anomalias no campo elétrico, causado pela fuga de corrente através desses furos. Essas anomalias do campo elétrico são identificadas através das medições realizadas em toda área de implantação da manta, em pontos pré-definidos pelo 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, através da 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.

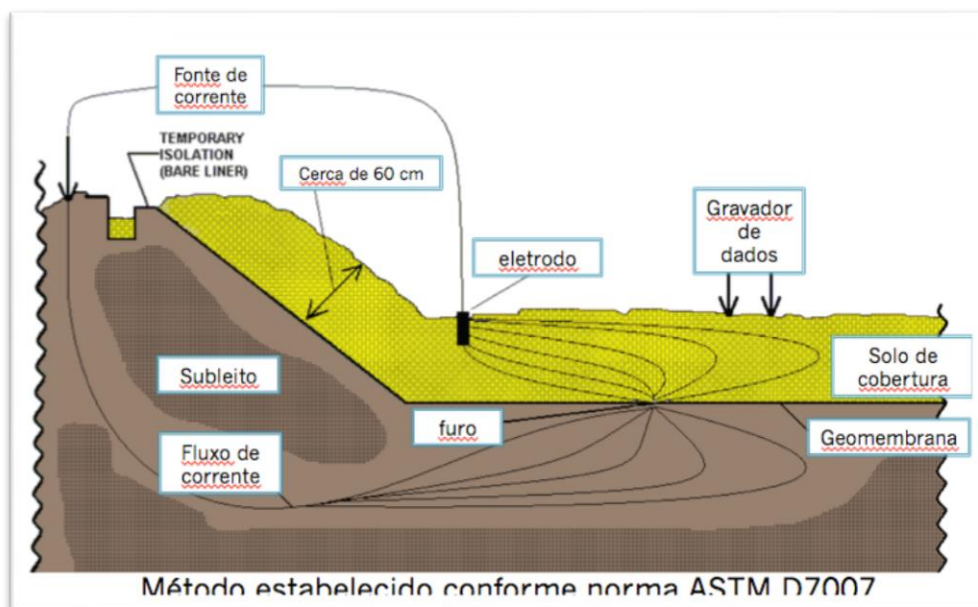


Fig. 2: Diagrama esquemático que traduz o embasamento do método do *Soil Survey*.



Fig. 3: Técnico realizando as medições em campo, referentes ao *Soil Survey*.

4) 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 mesmos com resultados já divulgados em literatura. Os dados consolidados seguem apresentados nos gráficos a seguir:

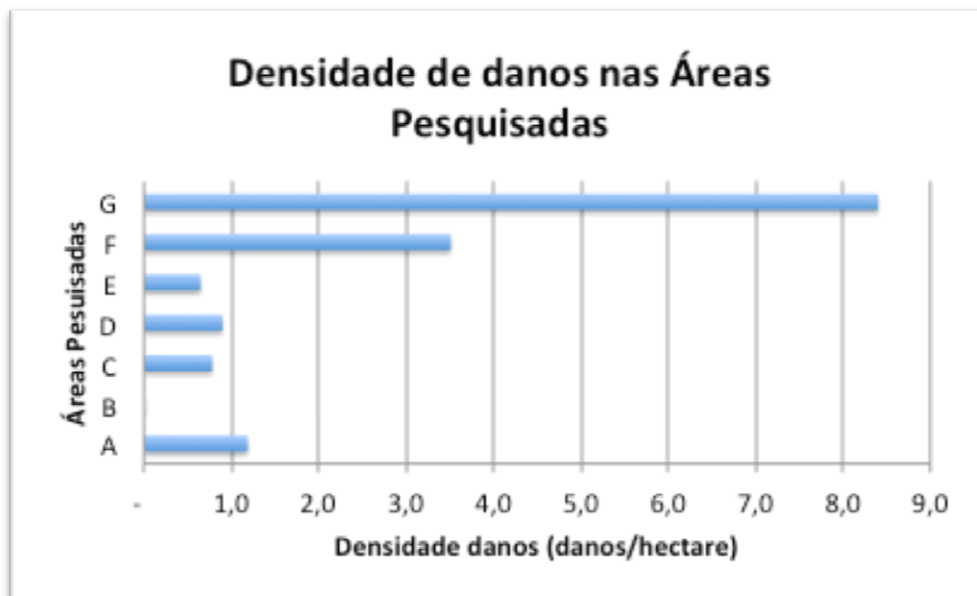


Fig. 4: Densidade de danos encontrados em cada uma das células inspecionadas pelo *Soil Survey* no CTR-Rio.

De acordo com a Fig. 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).



Fig. 5: Classificação e percentual de ocorrência dos principais danos encontrados na geomembrana das áreas inspecionadas pelo *Soil Survey*.

Em relação aos tipos de danos encontrados, os cortes e 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, segue apresentada na Fig. 6, a seguir.

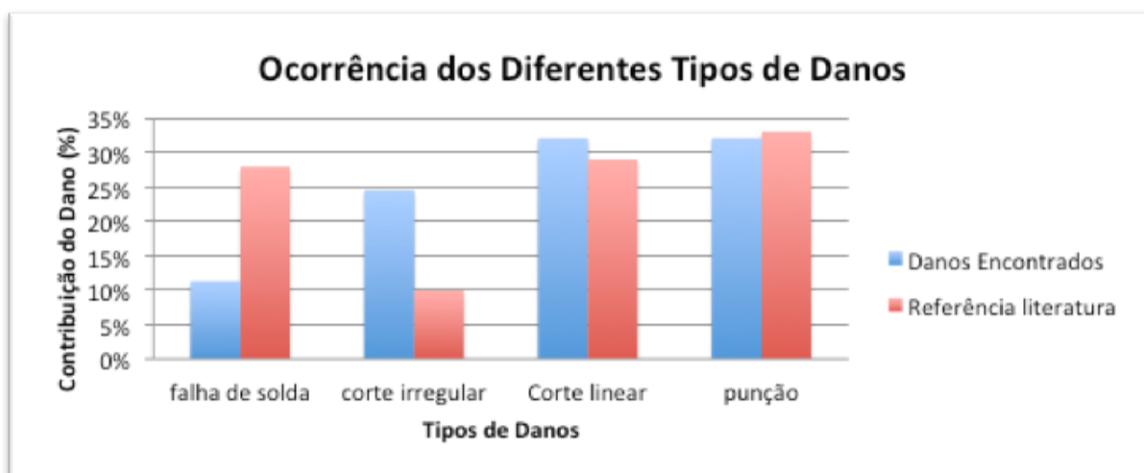


Fig. 6: Frequência de ocorrência dos diferentes tipos de danos encontrados nas pesquisas de *Soil Survey* da CTR-Rio, comparados com aquela identificada na

literatura⁽⁵⁾.

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



Fig. 7: Dano causado à geomembrana durante a instalação.



Fig. 8: Falha identificada na solda da emenda entre as geomembranas.

5) Conclusões:

O controle de qualidade realizado através do 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. Identificaram-se, porém, melhores resultados médios em relação à densidade 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, e 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 brasileiro, à 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 minimização de riscos ambientais, inerentes às atividades de disposição final de resíduos.

6) Bibliografia:

(1) Lei 12.305/2012: Política Nacional de Resíduos Sólidos

(2) Projeto de Lei 425/2014.

(3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1987.

(4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 8419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - procedimento. Rio de Janeiro, 1984.

(5) Lessons Learned from 10 years of leak detection surveys on geomembranes, B. Forget et al, Canada.

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

(7) ASTM D6747-02 - Standard Practices for electrical methods for locating leaks in geomembranes covered with water or earthen materials

(8) Cutting Holes for testing vs. testing for holes, Richard Thiel, Glenn Darilek and Daren Laine, GFR Magazine, June/July 2003

(9) Locatting Leaks in Geomembrane Liners of Landfills Covered with a Protective Soil, Laine, D.L. and Darilek, G.T., Geosynthetics 93 – Vancouver, Canada – 1403-1412.

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