

UTILIZAÇÃO DE GEOSINTÉTICOS EM ATERROS DE RSU: controlo de qualidade

MSW LANDFILL BY GEOSYNTHETICS: construction quality assurance

Lopes, Maria da Graça D. A. - *Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil*

RESUMO

Durante os últimos anos a concepção e construção de aterros sanitários sofreu uma grande evolução. Este passou a ser uma obra de engenharia estruturalmente complexa onde coexistem materiais de características muito diferentes como os solos, resíduos e geossintéticos. Neste artigo será referida a importância do rigor do controle de qualidade da sua construção, para a garantia de segurança tanto do ponto de vista ambiental como estrutural.

ABSTRACT

Over the last years, there has been a great improvement in the design and construction of sanitary landfills. The landfill structure includes numerous barrier layers. Soils, waste and geosynthetic materials are used together over a wide range of physical, chemical and biological conditions. The paper emphasises the importance of a construction quality assurance program, in order to ensure that specific quality criteria are adhered to and that safety is guaranteed.

1 - INTRODUÇÃO

O despertar para os problemas ecológicos, e o aumento da consciencialização da necessidade de protecção do meio ambiente e da saúde pública implicaram uma grande revolução na legislação ambiental sobre a gestão de resíduos. Por estas razões, durante os últimos anos, a concepção e construção de aterros sanitários teve um desenvolvimento notável. O aterro sanitário passou a ser uma obra de engenharia estruturalmente complexa, devendo para além da deposição de resíduos, garantir uma impermeabilização adequada (para evitar a contaminação dos solos e águas subterrâneas), drenagem e tratamento de lixiviados, drenagem de biogás, etc, utilizando-se, as tecnologias mais avançadas e dispensando às operações de construção o mais rigoroso controlo.

2 - A LEGISLAÇÃO SOBRE ATERROS SANITÁRIOS

A legislação sobre aterros sanitários é um dos temas da actualidade em quase todos os congressos de índole ambiental, denotando o interesse e esforço que muitos países têm consagrado ao assunto nos últimos anos. A nível europeu foi criada uma comissão para tentar harmonizar as especificações dos diferentes países, existindo desde 1991 uma Proposta de Directiva (COM 91) sobre aterros sanitários, que tem vindo a ser sujeita a sucessivas alterações, em parte devido ao facto do conceito de "aterro sanitário" continuar a evoluir.

2.1 - A legislação portuguesa sobre aterros sanitários

As bases de gestão de resíduos foram estabelecidas pelo decreto-lei nº488/85, de 25 de Novembro, que obriga as Câmaras Municipais a organizarem e manterem actualizado um inquérito sobre as quantidades, natureza e destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) recolhidos. Posteriormente, a Portaria nº768/88, de 30 de Novembro, veio regulamentar a execução destes inventários, definindo o Mapa de Registo de Resíduos Sólidos Urbanos.

Segundo um estudo feito em 1993, pela DRARN/DGA, Portugal produz por ano cerca de três milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Destes, 60% são depositados em lixeiras a céu aberto sem qualquer tratamento; 14% são depositados em lixeiras controladas e somente 26% têm um destino final adequado, distribuindo-se dos por cinco estações de compostagem e treze aterros sanitários (Quadro 1).

QUADRO 1 - Destino final dos RSU (DRARN/DGA, Agosto 96)

População	Concelhos	Produção de RSU (t/ano)	Distribuição dos RSU (t/ano)		
			lixeiros	lixeiros controladas	aterros sanitários/ est. de compostagem
9x10 ⁶	300	3x10 ⁶	1,8x10 ⁶	0,4x10 ⁶	0,8x10 ⁶

Perante esta situação, um enorme esforço tem vindo a ser implementado, no sentido de mudar a política de gestão dos RSU. Em 1996 foi apresentado o Plano Estratégico dos RSU (onde foram traçadas as principais directrizes da política de gestão dos resíduos até ao ano 2000) e criado o Instituto de Resíduos. As autarquias associaram-se, criando sistemas multimunicipais, com o objectivo de otimizar recursos e meios para a construção e exploração de aterros, estando previsto até ao ano 2000 a construção de 38 novos aterros sanitários, assim como o fecho das lixeiras existentes (figura 1).

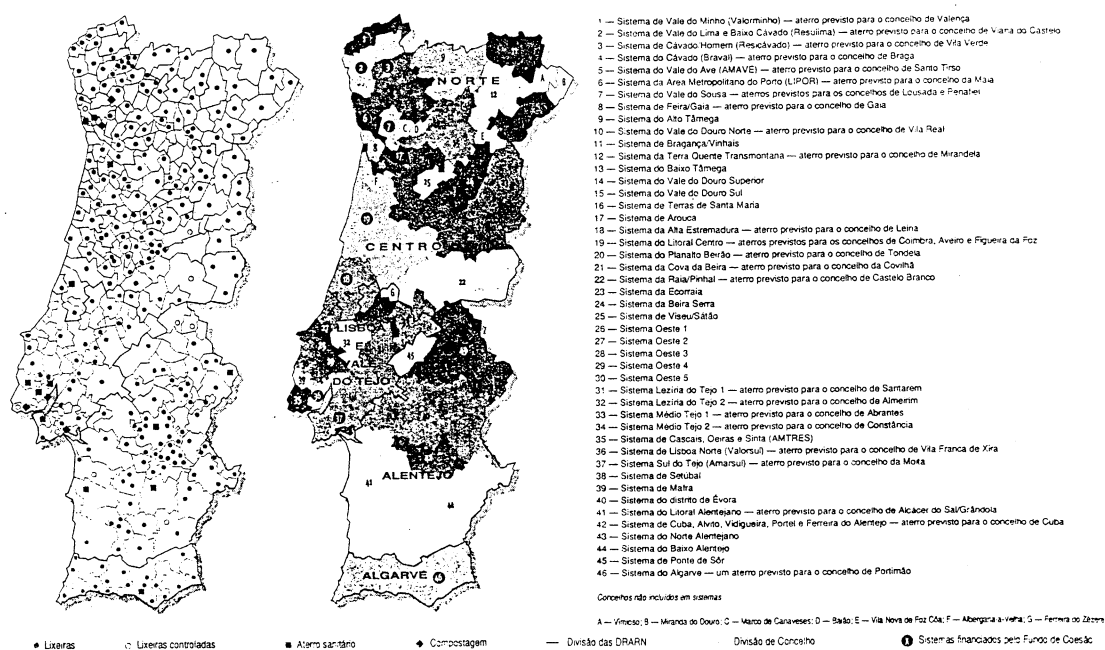


Fig. 1 - Destino final dos RSU: situação actual e futura (DRARN/DGA, Agosto de 1996)

3 - O ATERRO SANITÁRIO

Conforme já referido, o conceito de aterro sanitário tem vindo a evoluir à medida que os conhecimentos sobre as emissões de lixiviados e gases e seu impacte ambiental aumentam, e também à medida que aparecem novos materiais como as geomembranas, geocompósitos bentoníticos, geotêxteis, geogrelhas e georedes, que muito contribuíram para o desenvolvimento de inúmeras metodologias para a sua construção. Na figura 2 são mostrados esquematicamente diferentes conceitos de aterros sanitários e indicadas as estratégias seguidas em cada caso, para minimizar os efeitos nocivos ao ambiente.

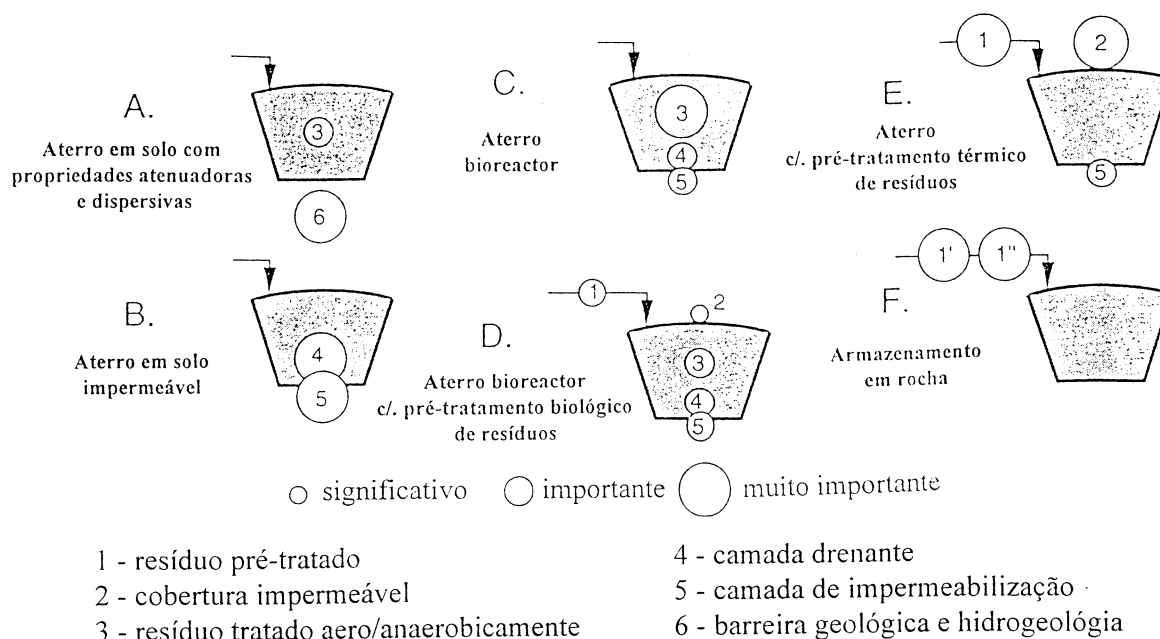


Fig. 2 - Descrição esquemática de diferentes conceitos de aterros sanitários (Cossu, 1995)

3.1 - Impermeabilização de aterros sanitários

O sistema de impermeabilização depende do conceito de aterro sanitário adoptado. Diferentes materiais: naturais, sintéticos ou ambos podem ser utilizados.

Os solos argilosos constituem os sistemas de impermeabilização naturais mais utilizados. Os principais factores que afectam a qualidade deste tipo de impermeabilização são sobretudo a condutividade hidráulica, o grau de compactação, o teor em água, a composição da argila, a técnica de colocação e a sua espessura.

A utilização de materiais sintéticos para impermeabilização (geomembranas) tem vindo a aumentar nos últimos anos. As principais vantagens em relação aos materiais naturais são sobretudo a facilidade de colocação e pequena espessura, pois outras vantagens como a durabilidade e o baixo custo são hoje em dia muito questionáveis. O tipo de geomembranas mais utilizadas em aterros sanitários são as de polietileno de alta densidade, sobretudo pela sua grande resistência química e biológica e também por permitirem soldaduras resistentes do ponto de vista mecânico e hidráulico.

Embora a impermeabilização de aterros sanitários possa ser realizada exclusivamente com materiais naturais ou sintéticos, a tendência actual é para a utilização de sistemas mistos de multicamadas, de maior eficácia e segurança na minimização de fugas de lixiviados.

3.1.1 - sistemas de impermeabilização de fundo e taludes de aterros de RSU

Sendo a legislação sobre RSU diferente de país para país, as recomendações para a impermeabilização de fundo e taludes de aterros de RSU também apresenta algumas diferenças, conforme se mostra na figura 3.

Na maior parte dos países a impermeabilização dos aterros de RSU é garantida por uma "impermeabilização passiva", conferida por uma camada mineral de baixa permeabilidade ($k < 10^{-9}$ m/s), colocada imediatamente sobre o subsolo e por uma "impermeabilização activa", constituída por uma geomembrana. Para evitar danos por punçoamento na geomembrana, é aconselhável a colocação de uma camada de protecção, que pode ser um solo, um geossintético ou ambos. Finalmente, é prevista a existência duma camada de drenagem dos lixiviados (para evitar a instalação de pressões

hidráulicas sobre o sistema de impermeabilização de fundo). Deve também existir um filtro de transição, entre o dreno e os resíduos, para evitar a colmatção deste último.

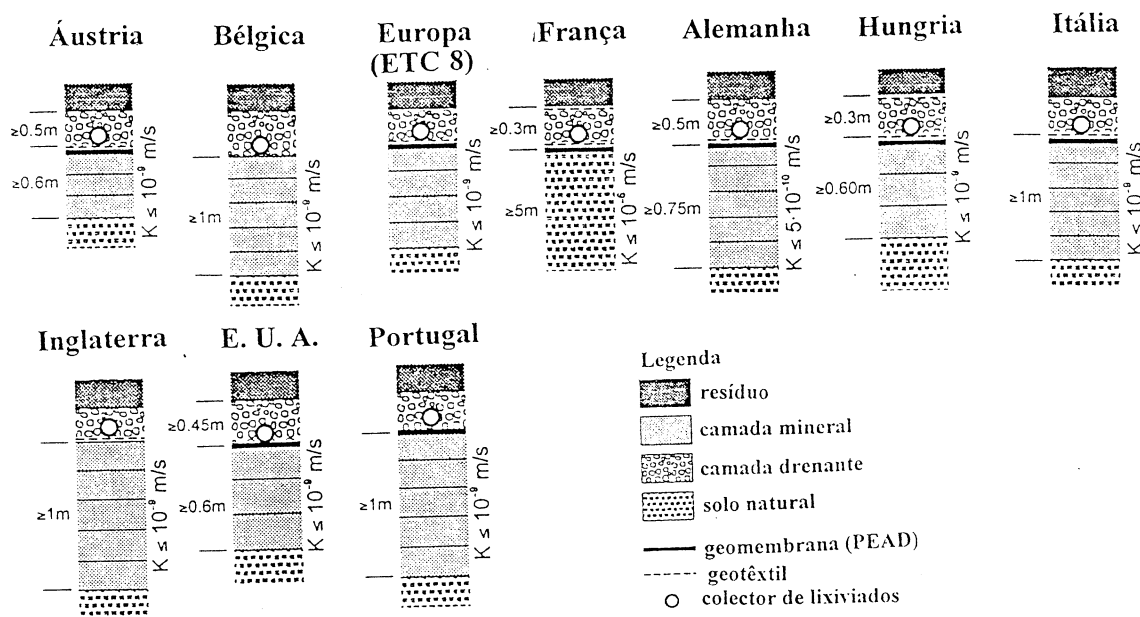


Fig. 3 - Exemplos de sistemas de impermeabilização de fundo e taludes de aterros de RSU (Manassero et al, 1996)

3.1.2 - sistemas de impermeabilização de cobertura de aterros de RSU

Uma vez atingida a cota máxima para o depósito de resíduos, deve realizar-se a sua cobertura final de modo a evitar a infiltração de água para o interior do aterro e permitir a sua recuperação paisagística. A figura 4 ilustra, para diferentes países, os sistemas de cobertura utilizados. Os geossintéticos utilizados são similares aos referidos no item anterior, com a particularidade de deverem ser mais deformáveis, para terem em consideração eventuais assentamentos diferenciais da massa de resíduos, e possuírem as características de estabilidade/anti-erosão adequadas ao seu emprego sob terra vegetal.

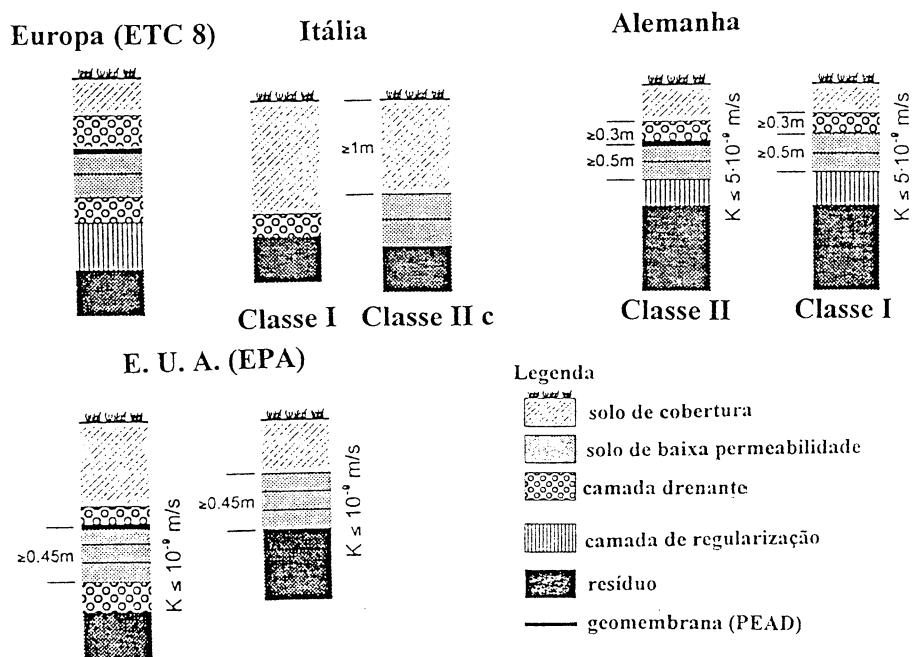


Fig. 4 - Exemplos de sistemas de impermeabilização de cobertura de aterros de RSU (Manassero, 1996)

4 - CONTROLO DE QUALIDADE DOS GEOSSINTÉTICOS EM ATERROS DE RSU

A construção de um aterro de RSU é um trabalho que envolve simultaneamente, o manuseamento de materiais muito sensíveis como os geossintéticos (de alguns centímetros de espessura) e por outro a utilização de máquinas pesadas, utilizadas na colocação dos solos. Estes factos implicam que a construção do sistema de impermeabilização do fundo de um aterro sanitário, deva ser realizada com grande responsabilidade e precisão, pois eventuais defeitos não detectados antes da fase de operação, serão praticamente irreparáveis, com os riscos potenciais que a fuga de lixiviados pode implicar, nomeadamente a poluição das águas subterrâneas, a perda de potabilidade, riscos para a saúde pública, prejuízos da fauna e flora, etc.

4.1 - Plano de controlo de qualidade dos geossintéticos

Antes da construção do aterro de RSU, deve ser concebido um Plano de Controlo de Qualidade que inclua todas as directivas que assegurem não só o controlo de fabrico, mas também de instalação dos geossintéticos utilizados, devendo assim contemplar todos os pormenores relativos ao estabelecimento, implementação e monitorização do controlo de qualidade. Este deve ser assegurado a três níveis: pelo próprio fabricante, pela empresa de fiscalização e por um inspector nomeado oficialmente pelo dono da obra (Muller et al, 1995).

Os resultados do autocontrolo, feito pelo fabricante e pelo instalador dos geossintéticos, devem ser analisados pela fiscalização, que deve complementá-los com resultados de ensaios adicionais, realizados in-situ e/ou num laboratório independente. A fiscalização deve providenciar a existência permanente de um supervisor devidamente qualificado, com o qual o inspector deve discutir todas as decisões importantes (como a aceitação da superfície da camada mineral, verificação da estabilidade, etc.). O inspector deve ainda efectuar inspecções regulares, sem pré-aviso, à obra.

4.1.1 - recepção dos geossintéticos

O fabricante deve providenciar a identificação individual de cada rolo de material, assim como um certificado com os respectivos resultados do controlo de qualidade de fabrico. A análise destes resultados, complementada por outros resultados de ensaio realizados num laboratório independente, permitirá à fiscalização decidir quanto à aceitação dos materiais. O armazenamento e transporte de geossintéticos devem também ser devidamente controlados, pois alguns destes materiais são sensíveis a determinadas condições atmosféricas e facilmente puncionáveis.

4.1.2 - colocação da geomembrana

Antes da colocação da geomembrana, a fiscalização deve controlar o estado da superfície da camada de solo subjacente, para garantir que a geomembrana não se rompa em contacto com superfícies menos regulares.

A instalação das geomembranas deve obedecer a um plano previamente discutido, devendo evitar-se rugas ou dobras, pois a sua existência pode condicionar a rotura da geomembrana. Em aterros sanitários, sendo utilizadas quase exclusivamente geomembranas de polietileno de alta densidade, a união entre diferentes rolos de geomembranas é realizada por dupla soldadura, excepção feita aos locais onde as máquinas não conseguem passar, tendo de se efectuar nesse caso uniões por extrusão. No fundo, as uniões devem ser realizadas na direcção do fluxo do lixiviado e nos taludes ao longo da linha de maior declive.

Um controlo contínuo é exigido durante a realização das juntas, pois inúmeros factores atmosféricos como o sol, vento, chuva e humidade, e outros, como a temperatura, velocidade e pressão, associados ao equipamento utilizado para realizar as juntas, podem afectar substancialmente o seu

comportamento. Ensaio não destrutivo tem de ser realizado em todas as juntas, sem excepção, pois o mau funcionamento de uma, pode comprometer a estanqueidade de todo o aterro sanitário. De referir que grande parte dos defeitos detectados durante o período de instalação são devidos a uma má soldadura (figura 5).

Ensaio destrutivo deve igualmente ser preconizado para verificação do comportamento mecânico ao corte e arranque das juntas. Os resultados do controlo devem ser devidamente registados, pois são de importância fundamental para a decisão de aceitação ou rejeição de cada junta e para preconizar eventuais trabalhos de reparação, até à aceitação final da “camada geomembrana”.

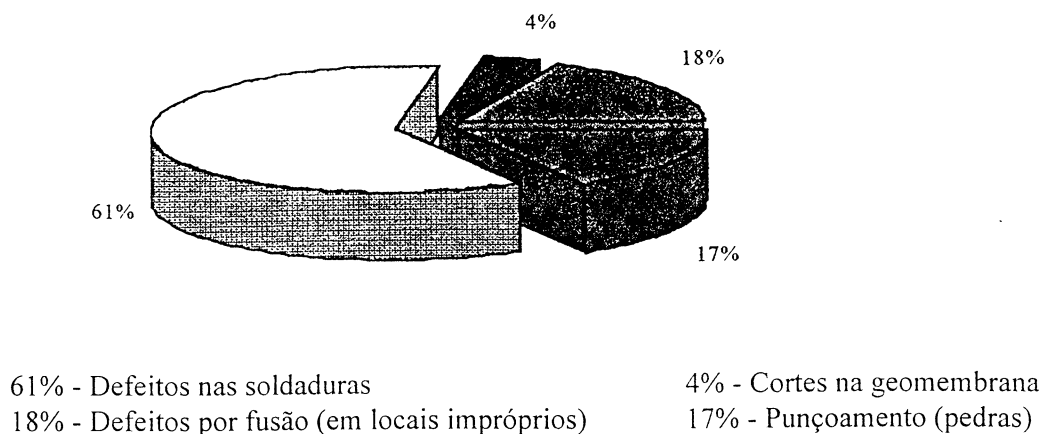


Fig. 5- Danos na geomembrana durante a instalação (Nosko et al, 1996)

4.1.3 - colocação das camadas drenante e de protecção

Após a colocação da geomembrana, é da máxima importância a sua protecção mecânica com um geotêxtil de adequada resistência ao punçoamento, para que a camada drenante, a seguir colocada, não danifique a geomembrana. De referir que não é durante a colocação da geomembrana que se verificam maiores danos nesta, mas durante o período de colocação da camada suprajacente (figura 6), com a agravante de não serem facilmente detectáveis, pelo que sem um controlo eficaz os danos serão irreparáveis.

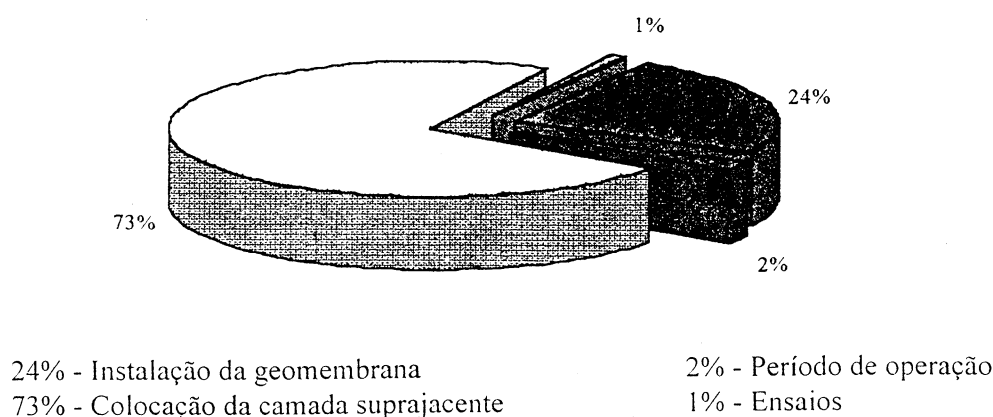


Fig. 6 - Danos na geomembrana durante a construção e operação (Nosko et al, 1996)

4.1.4 - monitorização de geomembranas

Existem actualmente muitos métodos não destrutivos para detecção de fugas de lixiviados. Podem dividir-se em duas categorias: móveis e fixos. Os primeiros conseguem localizar roturas inferiores a 5

mm de diâmetro, sob 3 a 4 m de resíduos. Os sistemas fixos podem ser de curta, média ou longa duração e permitem uma monitorização contínua do sistema de impermeabilização, sob 0,5 a 10 m de resíduos (Peggs, 1996).

Conforme foi referido, muitos dos danos da geomembrana são devidos à colocação menos cuidada da camada suprajacente, não sendo facilmente detectáveis a não ser através da monitorização do sistema de impermeabilização. A altura mais apropriada para a detecção e posterior reparação dos danos é quando a camada suprajacente atinge cerca de 0,5 m, pois ainda será fácil fazer as reparações necessárias e começará a ser mais difícil a rotura da geomembrana devida à colocação das camadas seguintes.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma maior consciencialização dos problemas ecológicos nos últimos anos implicou uma evolução do conceito de "aterro sanitário" e o aparecimento de uma legislação mais rigorosa no sentido de minimizar os riscos para o ambiente e saúde pública.

A realização de uma obra complexa como é um aterro sanitário, envolvendo solos, resíduos e materiais sintéticos, requer não só o conhecimento das respectivas propriedades, mas também como se processa a interacção entre eles e sobretudo como evolui no tempo.

Para a construção com sucesso de um aterro sanitário é indispensável um controlo rigoroso da qualidade dos materiais e da sua colocação, tentando-se assim minimizar o risco de fugas dos lixiviados.

Contudo, a vida útil de sistemas de impermeabilização que envolvem simultaneamente solos, resíduos e geossintéticos, é hoje ainda difícil de prever. Muitas incógnitas subsistem quanto à forma de evolução das reacções químicas e biológicas dos lixiviados e biogás, quanto à forma como irão reagir os geossintéticos a essas agressões, e que consequências terão na integridade do sistema de impermeabilização a longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Programa PRAXIS XXI o financiamento concedido no âmbito do Projecto 3/3.1/CEG/2598/95.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cossu, R. (1995). The multi-barrier landfill and related engineering problems. Proc. of the 5th International Landfill Symposium, 2-6 de Outubro, Itália, vol II, pp. 3-26.
- Manassero, M.; Van Impe, W. F.; Bouazza, A. (1996). Waste disposal and containment. Proc. of the 2nd International Congress on Environmental Geotechnics, 5-8 de Nov., Japão, State of the art report pp. 193-242.
- Muller, W.; Luders, G (1995). Geomembranes. Landfill Liner Systems-a state of the art report, University of Newcastle pp. E1-E14.
- Nosko V.; Andrezal T.; Gregor T.; Ganier P. (1996). Sensor Damage Detection System (DDS). Proc. of the 1st European Geosynthetics Conference, 30 de Set. a 2 de Out., Holanda, pp. 743-748.
- Peggs, Ian D. (1996). Defect identification, leak location, and leak monitoring in geomembrane liners. Proc. of the 1st European Geosynthetics Conference, 30 de Setembro a 2 de Outubro, Holanda, pp. 611-618.