

---

# Resumo

A aplicação de geossintéticos em obras de engenharia civil e, em particular, em obras geotécnicas, tem vindo a aumentar. No entanto, as questões relativas à durabilidade destes materiais e à definição dos coeficientes de segurança a aplicar no seu dimensionamento são cada vez mais pertinentes. Apesar de já contar com algumas décadas, a aplicação de geossintéticos ainda está relativamente pouco divulgada em Portugal, o que justifica as considerações mais gerais incluídas neste trabalho.

No Capítulo 1 é feita uma introdução geral aos geossintéticos enquanto material de construção. Descrevem-se os seus elementos constituintes e os principais processos de fabrico associados a cada tipo de geossintético, bem como as funções que estes materiais podem desempenhar. As propriedades dos geossintéticos mais relevantes para cada uma dessas funções são indicadas.

No Capítulo 2, são apresentadas as principais propriedades dos geossintéticos, indicando-se quais as mais relevantes para as diferentes funções. Mencionam-se os principais ensaios de caracterização, assim como as principais normas existentes.

As questões associadas à durabilidade dos geossintéticos são tratadas no Capítulo 3, indicando-se os seus principais agentes e mecanismos de degradação. As metodologias de ensaio para avaliar as questões associadas à durabilidade são sumariamente descritas e apresentam-se algumas conclusões dos estudos efectuados.

O dimensionamento de geossintéticos é apresentado no Capítulo 4, onde se incluem as metodologias de dimensionamento dos Eurocódigos, bem como o conceito de Estados Limites e de coeficientes de segurança parciais. A questão da avaliação da segurança é discutida, tal como as possíveis abordagens para o dimensionamento de geossintéticos. São também apresentadas algumas questões a considerar no dimensionamento de geossintéticos em algumas aplicações específicas.

No Capítulo 5 a problemática do comportamento mecânico dos geossintéticos - a curto e a longo prazo - é tratada com detalhe, bem como os ensaios de caracterização correspondentes.

Em seguida, no Capítulo 6, referem-se as questões relativas à danificação induzida durante a instalação (DDI) dos geossintéticos em obra, apresentando-se os principais mecanismos de danificação associados, as consequências possíveis e os factores que a influenciam, bem como as metodologias a utilizar para fazer a sua avaliação.

No Capítulo 7 discutem-se questões associadas à interacção solo-geossintético em estruturas de solo reforçado e os ensaios utilizados para avaliar a resistência dessa interface.

No Capítulo 8 apresentam-se metodologias para estimar a extensão e a resistência a longo prazo dos geossintéticos e os coeficientes de segurança parciais associados, para aplicações de reforço de solos

(em que as características mecânicas dos geossintéticos são fundamentais para a estabilidade das estruturas).

Os métodos utilizados neste trabalho para induzir a danificação mecânica associada aos processos de instalação dos geossintéticos em obra são apresentados no Capítulo 9. Estes incluem a realização de ensaios laboratoriais, a que se associou o desenvolvimento de um equipamento, e ensaios de campo, através da construção de aterros provisórios. São também apresentadas as principais características dos materiais considerados neste trabalho: solos e geossintéticos.

A campanha de ensaios realizados para caracterizar o efeito da DDI é tratada no Capítulo 10. Aqui, descrevem-se as metodologias de ensaio seguidas, os equipamentos disponíveis e apresentam-se os resultados de ensaios tipo. É ainda descrito o equipamento desenvolvido para realizar ensaios de fluência e de rotura em fluência de geossintéticos.

Os efeitos da danificação mecânica induzida durante os processos de instalação em obra foram avaliados visualmente. A discussão da observação das alterações na estrutura dos geossintéticos, através de microscopia electrónica de varrimento é apresentada no Capítulo 11.

Os resultados da campanha de ensaios de caracterização do comportamento mecânico dos geossintéticos isolados e das interfaces solo-geossintético são apresentados e discutidos nos Capítulos 12, 13 e 14 e em que se avalia o efeito da DDI induzida nesse comportamento.

No Capítulo 12 apresentam-se os resultados dos ensaios de tracção, para caracterização do comportamento mecânico de curto prazo dos geossintéticos isolados. No Capítulo 13 incluem-se os resultados referentes à avaliação do comportamento de longo prazo (ensaios de rotura em fluência) e é avaliado o efeito da DDI induzida nas várias condições em apreço nesse comportamento. A caracterização da resistência da interface solo-geossintético é tratada no Capítulo 14.

No Capítulo 15, são apresentados os valores para os coeficientes parciais de segurança resultantes da caracterização dos geossintéticos estudados, bem como a discussão da influência de alguns factores no comportamento mecânico estudado. Entre esses factores incluem-se: resistência nominal e tipo de geossintético, tipo de solo em contacto com o geossintético e metodologia utilizada para induzir os efeitos da DDI.

Por último, enunciam-se algumas conclusões de carácter geral e sugerem-se vias para futuras investigações.

---

# Abstract

The application of geosynthetics in civil engineering works, and particularly in geotechnical engineering, has been increasing. However, the questions regarding the durability of the geosynthetics, as well as the definition of the safety factors to use in their design are becoming more and more relevant. In Portugal, although it started some decades ago, the application of geosynthetics is not very much divulged. This question justifies the inclusion of more general considerations in this thesis.

In Chapter 1 a general introduction to geosynthetics as construction material is presented. Their constituent materials, the main manufacturing processes associated with the different types of geosynthetics and the functions they can perform are described. The properties of the geosynthetics more relevant for each application are referred.

The main properties of the geosynthetics are presented in Chapter 2, including references of those which are more relevant for the different functions these materials can fulfil. The main tests used for the characterization of the geosynthetics are referred as well as the main requisite and test standards.

The issues referring to the durability of geosynthetics are discussed in Chapter 3, where the main degradation agents and mechanisms of the geosynthetics are presented. The test methods used to evaluate the durability of these materials are briefly described and some evidence of their durability resulting from studies is presented.

The design of geosynthetics is presented in Chapter 4, as well as the methods prescribed in the Eurocodes, which includes the concept of Limit States and partial safety factors. The issue of safety and its evaluation and the possible approaches for the design of geosynthetics are discussed. Some questions relevant for the design of geosynthetics in specific applications are presented.

In Chapter 5, the question of the short and long-term mechanical behaviour of the geosynthetics is detailed, including the respective test methods.

After this, in Chapter 6, the questions regarding the damage during installation (DDI) of geosynthetics are referred, as well as the associated mechanisms of damage, the possible consequences and the factors affecting the DDI. The methods used to evaluate the DDI are also presented.

In Chapter 7 the questions referring to the soil-geosynthetic interaction in reinforced soil structures and the test methods to assess their strength are discussed.

In Chapter 8 the methods to determine the long-term strain and strength of the geosynthetics and the corresponding partial safety factors for soil reinforcement applications are presented (where the mechanical characteristics of the geosynthetics are essential to the stability of the structures).

The methods used in this thesis to induce the DDI of geosynthetics are presented in Chapter 9. These include the laboratory tests carried out, and the development of a test equipment for this purpose, and the field tests, which consisted in building temporary fills. In this chapter the main characteristics of the soils and geosynthetics used in this study are also referred.

In Chapter 10 the test program carried out to characterize the effect of DDI is described. The test methods used, the test equipments available and the results of a typical test are presented. The equipment developed to carry out creep and creep rupture tests is also briefly described.

The effects of the mechanical damage induced during the building processes were assessed visually. The changes in the structure of the geosynthetics observed using scanning electronic microscopy are discussed in Chapter 11.

The results of the test program carried out to characterize the mechanical behaviour of the isolated geosynthetics and of the soil-geosynthetic interfaces are presented and discussed in Chapter 12, 13 and 14 and where the effect of the DDI induced on the behaviour of the geosynthetics is evaluated.

In Chapter 12, to characterise the short-term mechanical behaviour of the isolated geosynthetics, the tensile tests results are presented. In Chapter 13 the results referring to the evaluation of the long-term mechanical behaviour are included (creep rupture tests). The characterization of the soil-geosynthetic interface strength is included in Chapter 14.

In Chapter 15 the values for the partial safety factors resulting from the test program are presented as well as the influence of some factors on mechanical behaviour studied. Among those factors are: the nominal strength and type of geosynthetic, the type of soil in contact with the geosynthetic and the method used to induced the effects of DDI.

Finally, some general conclusions are put forward and some possible future research paths are proposed.