

# ÁREAS EXPERIMENTAIS DE MONITORIZAÇÃO DO FUNCIONAMENTO HIDRODINÂMICO DE VERTENTES ORGANIZADAS EM PATAMARES AGRÍCOLAS

C. Bateira - [carlosbateira@netcabo.pt](mailto:carlosbateira@netcabo.pt); A. Seixas - [aseixas@letras.up.pt](mailto:aseixas@letras.up.pt); S. Pereira - [sus.pereira@oninet.pt](mailto:sus.pereira@oninet.pt);

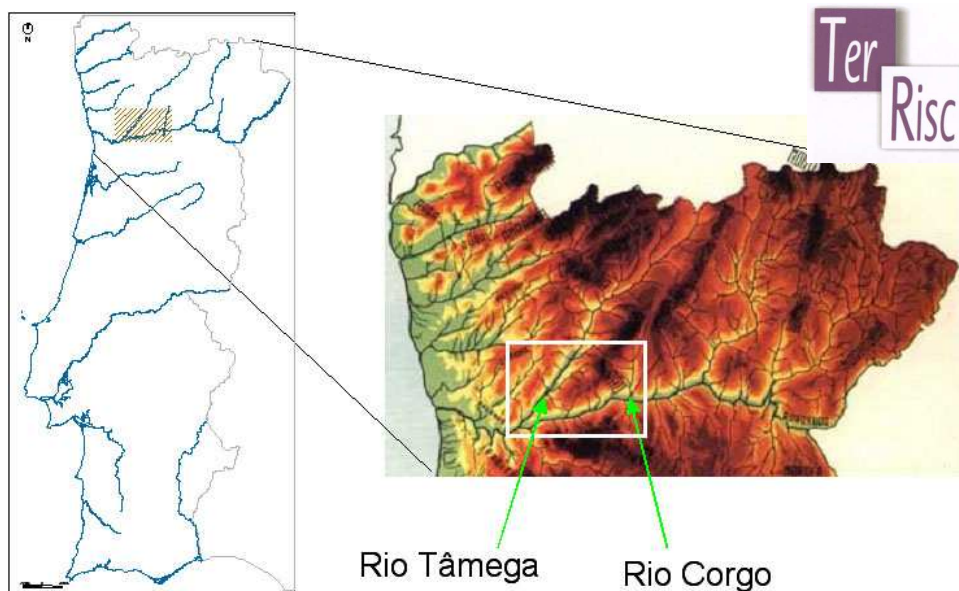
C. Hermenegildo - [carlos.hermenegildo@iol.pt](mailto:carlos.hermenegildo@iol.pt); M. Cancela - [miguel.cancela@gmail.com](mailto:miguel.cancela@gmail.com)

Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto

## 1. Introdução

A necessidade de ter um conhecimento rigoroso da dinâmica do meio físico que afecta as vertentes do Vale do Douro conduziu à elaboração do projecto de investigação designado TERRISC – “*Recuperação de paisagens de terraços e prevenção de riscos naturais no Vale do Douro (entre Tâmega e Corgo)*” que se encontra em fase de execução.

**Fig. 1** – Localização da área de estudo do Projecto Terrisc



O conjunto dos estudos a desenvolver no âmbito do projecto, incidirão principalmente sobre o Vale do Rio Douro, área com uma história de séculos de agricultura em terraços.

Na candidatura do Alto Douro a Património Mundial em 2001, pode ler-se que os muros construídos pedra sobre pedra possuem um “(...) carácter único e distinto desta paisagem cultural de vinha de montanha (...)”. Este facto constituiu um dos pilares para a eleição do Douro a Património da Humanidade.

Este projecto visa responder à necessidade de aprofundar o conhecimento relativo ao funcionamento hídrico das vertentes, tornando-se ainda mais pertinente em áreas onde a ocupação humana é tão dependente da dinâmica do meio físico, como são as vertentes do Vale do Douro.

## Objectivos principais do projecto:

- estudo do comportamento hidrológico de vertentes organizadas em terraços agrícolas em bacias de primeira ordem;
- avaliar a influência das formações superficiais na instabilidade de vertentes.
- avaliar o efeito “indirecto” da litologia sobre o comportamento hídrico das formações superficiais que dela derivam, e, conseqüentemente, sobre a erosão e instabilidade de vertentes.

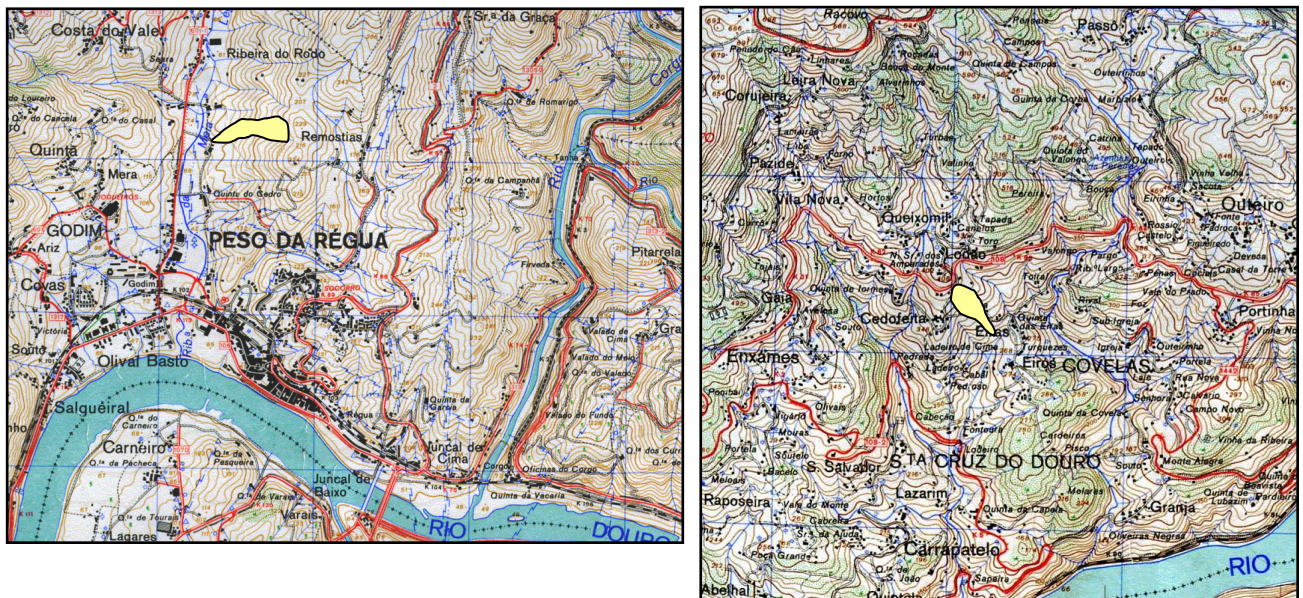
Desta forma, o projecto será um contributo para o entendimento das condições de ocorrência de movimentos de vertente em patamares agrícolas, no sentido de se apresentarem medidas que permitam preservar uma ‘paisagem’ que é património mundial.

Apesar da importância dada a esta paisagem cultural, a sua preservação tem vindo a ser posta em causa devido ao novo arranjo das vertentes – com a destruição de muros, a construção de taludes em terra em áreas de forte declive e a alteração dos caminhos e das formas de drenagem tradicionais. Nas áreas em granitóides o abandono agrícola tem sido um elemento essencial para agravamento da instabilidade de vertentes.

## 2. Metodologia de estudo do comportamento hidrológico de vertentes

Para a prossecução dos objectivos do projecto foram instaladas duas áreas experimentais em terraços agrícolas em duas bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica da Meia Légua (Peso da Régua) e Bacia Hidrográfica da Carriça (Baião).

Fig. 2 – Localização das áreas experimentais do Peso da Régua (esquerda) e Baião (direita)



### 3. Caracterização das áreas experimentais

<b>Bacia Hidrográfica da Carriça</b>	<b>Bacia Hidrográfica da Meia Légua</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Localização – Baião, Quintas de Tormes e de Cedofeita;</li><li>• Área total – 5,47 Km<sup>2</sup>;</li><li>• Uso do solo 48% da área da bacia ocupada com culturas diversificadas e 34% corresponde a área florestal (principalmente pinheiro bravo e outras folhosas);</li><li>• Litologia – granito porfíroide de grão grosseiro, essencialmente biotítico;</li><li>• Formações superficiais – mantos de alteração de espessura superior a 2m;</li><li>• Declives predominantes – 10° a 20°;</li><li>• Exposições – Este e Sul.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Localização: - Régua, Quintas da Hidrângeas;</li><li>• Área total – 18,31 Km<sup>2</sup>;</li><li>• Uso do solo - 76,3% da bacia corresponde a uso agrícola, dos quais 73,4% são vinha;</li><li>• Litologia – 97% da área da bacia ocupada por metassedimentos (essencialmente xistos luzentes);</li><li>• Formações superficiais – depósitos de vertente de características solifluxivas;</li><li>• Declives predominantes – 14° a 18°;</li><li>• Exposições – Este e Oeste.</li></ul>

A escolha destas áreas prende-se com o facto de tentar estabelecer uma análise comparativa entre terraços agrícolas desenvolvidos em áreas graníticas (Baião) e terraços de substrato metassedimentar (Peso da Régua).

Nestes locais estão a ser monitorizadas um conjunto de variáveis hidrogeomorfológicas, com o objectivo de identificar os processos hidrológicos.

Para esta monitorização foi instalado um conjunto de equipamento em parcelas de erosão, destinado a quantificar o escoamento superficial e erosão associada.

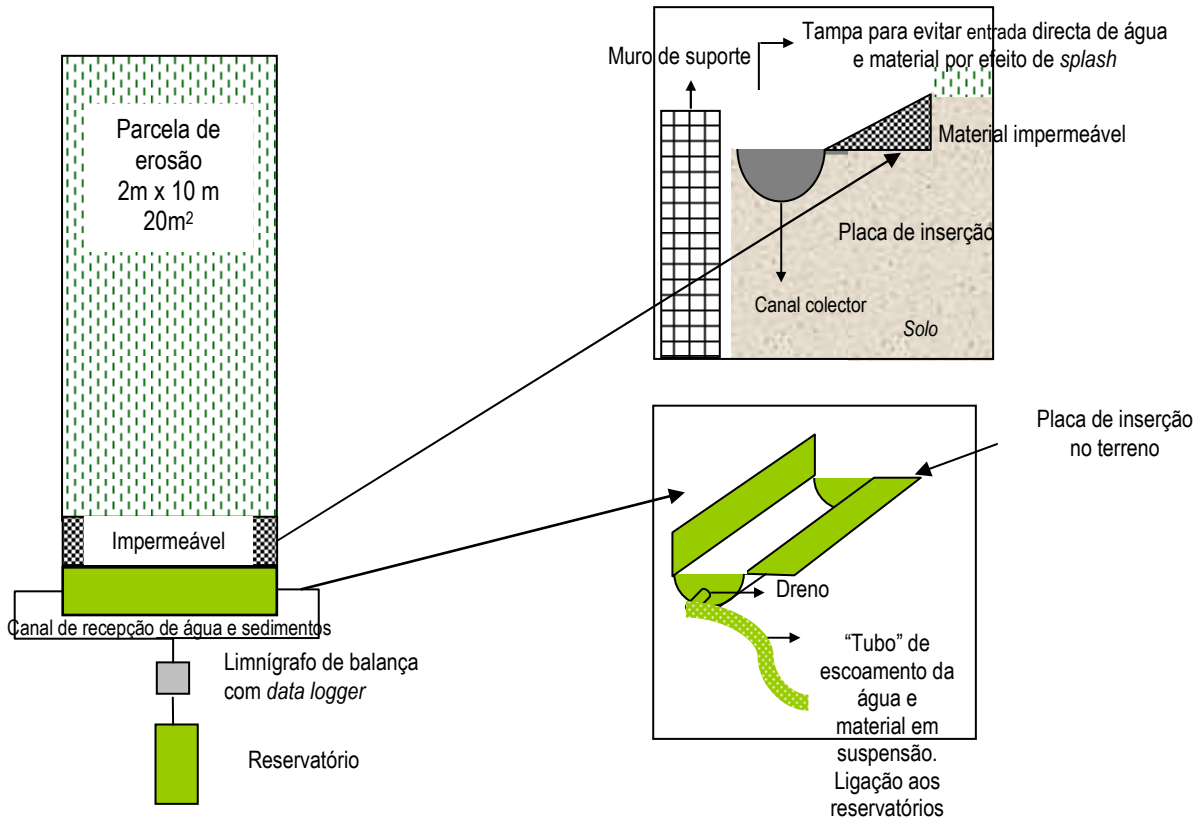
Uma parcela de erosão é uma área delimitada, composta por um conjunto de equipamento cujo objectivo é medir/quantificar os processos de escorrência e de erosão do solo.

Neste esquema, a instalação de parcelas abertas e fechadas nas áreas granítica e metassedimentar é essencial para comparar os resultados de duas metodologias em áreas litológicas distintas.

As parcelas em sistema fechado têm uma área aproximada de 20m<sup>2</sup> e são delimitadas por chapas de zinco, com cerca de 20 cm de altura, cravadas no solo a uma profundidade variável entre 5 a 10 cm. No sentido do escoamento é definida uma

pequena área de convergência em que as chapas são orientadas para as caixas de erosão, que vão receber o material transportado (fig.3). Desta forma, é possível calcular a taxa de erosão por unidade de área.

**Fig. 3** - Esquema do desenho experimental de uma parcela de erosão. Adaptado de campos experimentais desenvolvidos em várias experiências realizadas no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro em colaboração com a Universidade de Barcelona.



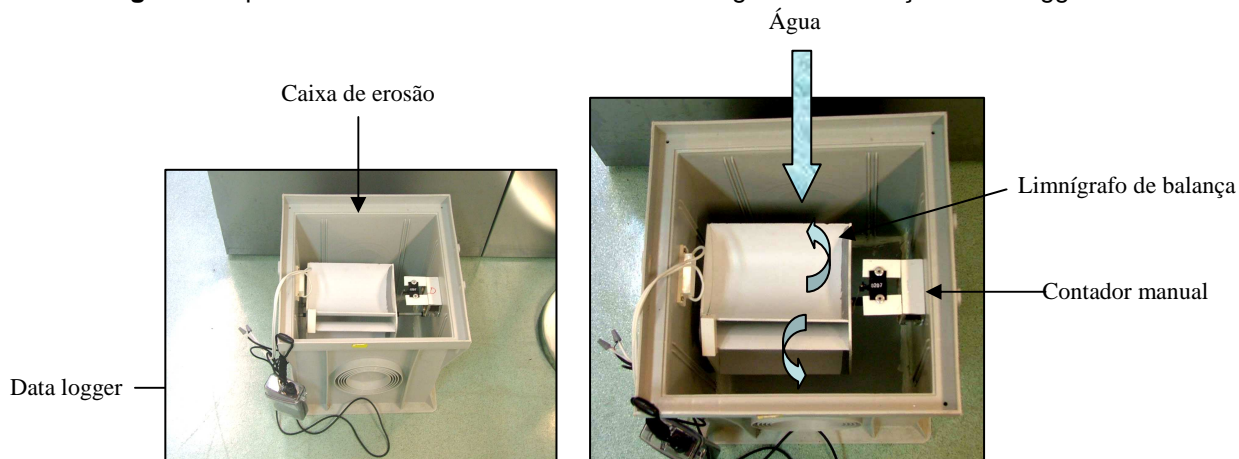
As parcelas em sistema aberto são constituídas apenas por uma pequena área de convergência do escoamento feita com chapas que orientam o escoamento para a caixa de erosão. Estas parcelas situam-se imediatamente ao lado das parcelas fechadas e, apesar de não permitirem quantificar a erosão por unidade de área (uma vez que não têm uma área delimitada), parecem apresentar valores mais próximos da real importância dos processos erosivos por escorrência.

Actualmente, estão instaladas no campo experimental de Baião 3 parcelas de erosão fechadas e uma parcela de erosão aberta e no campo experimental do Peso da Régua 3 parcelas de erosão abertas e 2 fechadas.



As caixas de erosão (Figura 4) integram um limnígrafo de balança. Quando o recipiente (balde) do limnígrafo atinge a quantidade máxima de água que suporta, movimenta-se, gerando um impulso eléctrico que é registado no data logger.

**Fig. 4** – Esquema de uma caixa de erosão com limnígrafo de balança e data logger



A manutenção das parcelas de erosão fornece dados resultantes do funcionamento do seu equipamento e dados relativos à sua caracterização.

Serão recolhidos e tratados periodicamente os dados relativos a:

- sedimentos contidos no canal de acumulação de água e sedimentos;
- escoamento superficial (data logger e reservatório);
- registos meteorológicos provenientes de duas estações instaladas nas áreas experimentais;

Cada campo experimental compreende ainda:

- Um limnígrafo de balança de maior dimensão, instalado na parte terminal da bacia de 1ª ordem onde estão instaladas as parcelas de erosão;
- Um medidor de níveis de escoamento instalado na bacia hidrográfica da área experimental, a jusante desta.

**4. A monitorização do comportamento hidrológico das vertentes será, assim, realizada com base em:**

1. Leitura do escoamento a três níveis:

- ao nível da parcela
- ao nível da bacia hidrográfica de 1ª ordem
- ao nível da bacia hidrográfica da área experimental

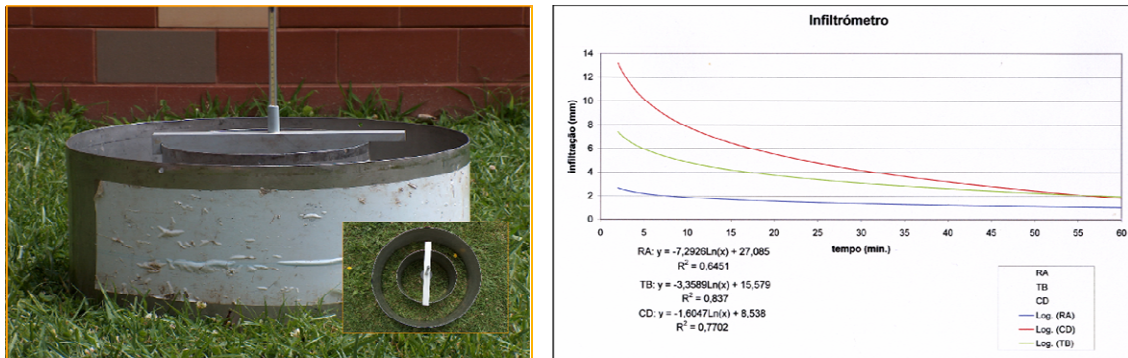
2. Estudo comparativo do tempo de resposta a episódios chuvosos ao nível das bacias hidrográficas de primeira ordem e ao nível da área experimental.
3. Relação com a capacidade de infiltração e fluxo superficial.
  - Importância do estudo do escoamento a montante e a jusante dos muros de suporte dos patamares agrícolas.

A caracterização das condições em que se processa o fluxo superficial e subsuperficial abarcou os seguintes parâmetros:

#### 1. Capacidade de Infiltração (Infiltrómetro de Duplo Anel)

- a) Análise da capacidade de infiltração em solos constituídos a partir de formações superficiais.
- b) Dificuldade em ajustar uma curva de tendência da variável em questão, em solos com uma forte intervenção antrópica.
- c) A capacidade de infiltração reflecte a importância do uso dos solos. A lavoura regular tende a aumentar a capacidade de infiltração em terraços agrícolas.

**Fig. 5** – Infiltrómetro de duplo anel e registo da capacidade de infiltração

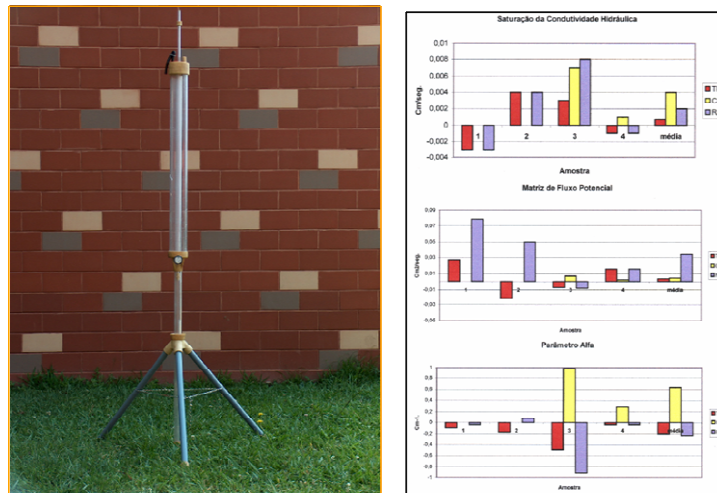


#### 2. Condutividade Hidráulica (Permeâmetro de Guelph)

- a) Analisa a forma como se processa a circulação de água no solo (após a infiltração), através de três parâmetros:
- b) O Parâmetro Alfa fornece indicações sobre a velocidade de circulação da água relacionando-se com a porosidade.
- c) A Matriz de Fluxo Potencial reflecte a capacidade de absorção das formações superficiais, por efeito de capilaridade.

d) A Condutividade Hidráulica dá indicações sobre capacidade de circulação sub-superficial da água.

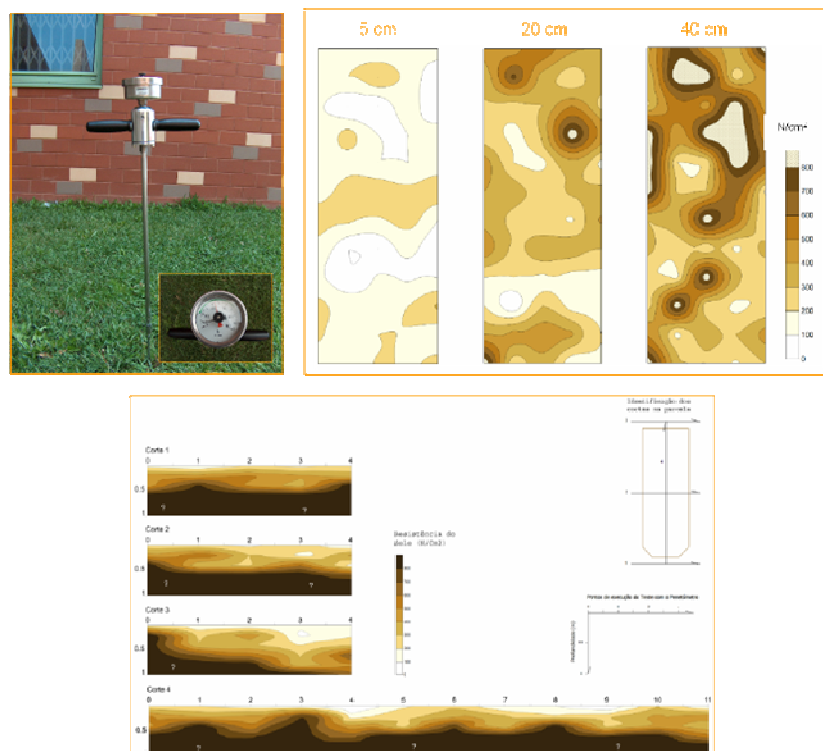
**Fig. 6** – Permeâmetro de Guelph e registo da Matriz de Fluxo Potencial, Condutividade Hidráulica e Parâmetro Alfa paa as três parcelas



### 3. Resistência à Penetração (Penetrômetro de Mão)

a) Importante para a determinação de linhas preferenciais do escoamento interno.

**Fig. 7** – Peneómetro de mão e esboços da resistência do solo em plano e em perfil



b) Grande variabilidade de espaços vazios em formações anisotrópicas (B. H. Carriça), contrasta com as formações de textura homogénea (B. H. Meia Légua).

A resistência do solo à penetração fornece indicações importantes sobre as características que influenciam a capacidade de infiltração.

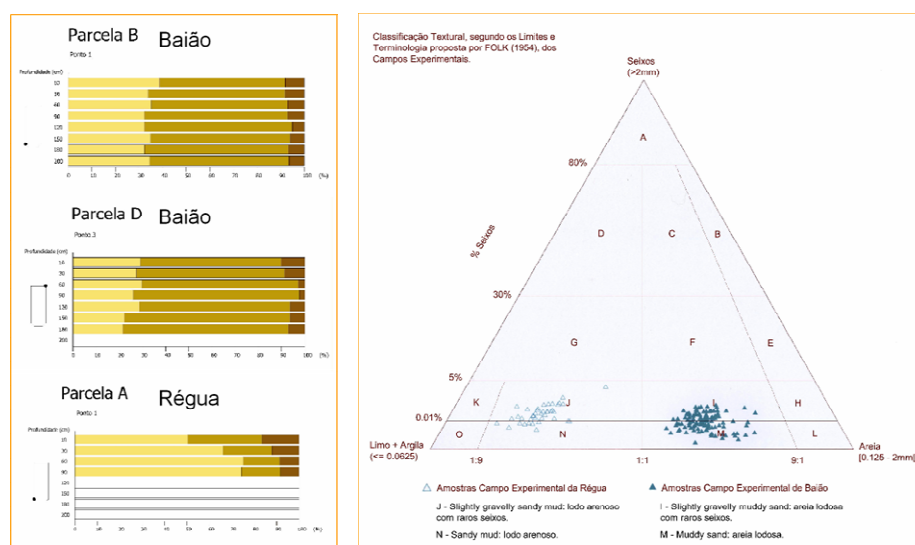
Para recolher este tipo de informação marcou-se uma malha rectangular com células de 1m<sup>2</sup> sobre das parcelas de erosão.

Em cada ponto de cruzamento dessa malha (total de 60 pontos) foi registado o valor da resistência do solo, obtido através da inserção do Penetrómetro de mão perpendicularmente no solo numa profundidade de 5 centímetros de cada vez, exercendo igual pressão em ambos os manípulos, até ao máximo de 1 metro de profundidade.

#### 4. Textura (Análise Granulométrica)

- a) As percentagens de argila são pouco relevantes no conjunto das formações superficiais, sobretudo nas derivadas de granitóides.
  - b) A textura das formações superficiais revela-se mais determinante para a circulação hídrica, do que as diferenciações litológicas
- Das amostras de solo recolhidas de 10 em 10 cm, junto das várias parcelas de erosão, para a analisar a sua granulometria e teor de matéria orgânica.

**Fig. 8 –** Textura dos solos e diagrama triangular de Folk





## 5. Conclusão

As leituras de pormenor das condições de circulação hídrica identificam diferenças passíveis de ser correlacionadas com a morfologia ao nível de uma bacia hidrográfica. Desta forma poderemos estabelecer correlações entre formas do terreno mais propícias ao desenvolvimento de processos de instabilidade de vertente.

A grande anisotropia das formações superficiais derivadas de granitóides exige um conhecimento detalhado sobre o comportamento hidrológico no sentido de perceber como nelas se desenvolvem os processos de saturação hídrica.

Este tipo de leitura permite avaliar a importância da intervenção humana (diferentes práticas agrícolas) no processo hidrológico das vertentes e respectivas consequências nos riscos naturais.

O estado actual dos conhecimentos em torno dos movimentos de vertente exige a análise do funcionamento da circulação hídrica das vertentes.

A monitorização dos processos hidrológicos através dos campos experimentais constitui um dos métodos na investigação neste domínio.

Este conhecimento torna-se ainda mais importante numa fase de forte alteração no arranjo dos patamares agrícolas, que indiciam situações de forte risco ao nível dos movimentos de vertente, porventura mais frequentes e de maior dimensão.

## Bibliografia

- BATEIRA, Carlos – *Movimentos de vertente no NW de Portugal, susceptibilidade geomorfológica e sistemas de informação geográfica*; Dissertação de doutoramento em Geografia Física, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto; Porto, 2001, 447 páginas;
- BIANCHI-DE-AGUIAR, Fernando – *Cultura da vinha em terrenos de encosta: alternativas para a sua implantação*. Vila Real: UTAD, 1987.
- Candidatura Nacional do Douro Vinhateiro a Património da Humanidade, Fundação Rei Afonso Henriques.
- CASTRO, Adelaide Gil Sarmiento de – *História da Viticultura Duriense e do vinho do Porto. Douro e Vinho do Porto: Uma Bibliografia*. GEHVID, Março 1999.
- FERNANDES, L. A. de Sá – *Esboço litológico da região duriense*. Porto: [s.n.], 1944.

- RIBEIRO, José Alves – *Alto Douro: ecologia e paisagem agrária*. Tellus (Vila Real, Portugal), 1994, p. 23.
- Santos, Fernando – *Contribuição para a mecanização das vinhas tradicionais do Douro*, UTAD.-
- “Viver e saber fazer – Tecnologias tradicionais na Região do Douro”, Museu do Douro.