

A UTILIZAÇÃO DE PASTAGENS E FORRAGENS E A CONSERVAÇÃO DO SOLO

EXEMPLOS DA EROSÃO VERIFICADA NUM SOLO LITÓLICO NÃO HÚMICO DE XISTO MOSQUEADO NA REGIÃO DE CASTELO BRANCO*

P. M. S. Lopes, J. N. P. Goulão*, N. R. S. Cortez*

*Unidade Departamental de Engenharia Rural, *Unidade Departamental de Fitotecnia – Escola Superior Agrária de Castelo Branco – Apartado 19 – 6001 CASTELO BRANCO CODEX*

**Departamento de Ciências do Ambiente – Instituto Superior de Agronomia –
– Tapada da Ajuda – 1399 LISBOA CODEX*

RESUMO

A erosão acelerada é um processo preocupante de degradação do solo, a nível nacional e mundial, sendo responsável pela desertificação de extensas áreas.

Neste trabalho são apresentados os valores de escoamento e de perda de solo por erosão hídrica, na estação experimental de erosão da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ensaio em Solos Litólicos Não Húmicos de xistos mosqueados), ao longo dos anos hidrológicos 1991-1992 a 1996-1997.

Este campo de ensaio é constituído por 18 talhões experimentais, com 6 modalidades e 3 repetições, em que se pretende comparar os efeitos de uma monocultura cerealífera com uma rotação predominantemente forrageira (trianual), ambas tradicionais na região, comparando-as ainda com um prado permanente de sequeiro e com uma modalidade de solo mantido permanentemente nu através de mobilizações realizadas segundo o maior declive.

Tem-se vindo a verificar que nos talhões onde a vegetação é mais densa e permanente as perdas de solo são substancialmente menores que com outro tipo de modalidade de utilização

PALAVRAS-CHAVES: Erosão do solo; Escoamento; Perda de solo; Solos de xistos.

ABSTRACT

Accelerated soil erosion is a concerned soil degradation process, both at national and international level, which is responsible for the desertification of large areas.

In this work are presented values of runoff and soil loss by water erosion in the experimental soil erosion field plots in the High School of Agriculture of Castelo

* Comunicação apresentada na XIX Reunião de Primavera da SPPF. Castelo Branco, Maio de 1998.

Branco (ESACB) (Portugal) – experimental field plots on soil schist – through the hydrological years from 1991-1992 to 1996-1997.

This experimental field is composed by 18 experimental field plots, with 6 treatments and 3 repetitions, in which is intended to compare the effects of a cereal monoculture with a three years rotation (mainly forage crops), both traditional in the area. These treatment will be composed with a permanent grassland under rainfed conditions and a permanent bare soil, mobilized though the higher slope.

It has been concluded that in permanent grassland plots soil losses are considerably lower than with any other kind of soil use.

KEYWORDS: Soil erosion; Runoff; Soil loss; Schist soil.

1 – INTRODUÇÃO

A erosão do solo consiste numa perda gradual do material que constitui o solo, através de um processo de destacamento e transporte de partículas (6, 7, 9).

Os processos erosivos apresentam um impacto negativo que resulta numa degradação progressiva do solo. Trata-se normalmente de um processo relativamente lento, embora seja as mais das vezes acelerado pelo homem, mas recorrente, e irreversível a curto ou médio prazo (2, 7).

Deste modo, é usual distinguir entre "erosão natural" ou "erosão geológica", a que resulta apenas da acção de factores naturais, e a "erosão acelerada" ou "erosão antrópica", que é a que resulta da actividade humana e cuja velocidade excede consideravelmente a capacidade de regeneração do solo através do processo de pedogénese (6).

Nas regiões de clima mediterrânico, caracterizadas por um regime de pluviosidade irregularmente distribuída ao longo do ano e concentrada sobretudo durante o Inverno, são particularmente importantes e indissociáveis as preocupações de conservação quer do solo, quer da água (2).

Foi, assim, objectivo deste trabalho comparar os escoamentos superficiais originados pela água da precipitação não infiltrada no solo, bem como os carrejos a eles associados (e as consequentes perdas de solo), para três sistemas agrícolas distintos: a monocultura cerealífera (aqui representada pela aveia), uma rotação forrageira (tremocilha-tremocilha-aveia) e um prado permanente de sequeiro.

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do projecto de "Estudo da Erosão Hídrica de Dois Solos na Região da Beira Baixa", o qual se desenrola na estação experimental para o estudo da erosão hídrica de solos, instalada na Quinta da Senhora de Mércules, na Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB).

Esta estação, em funcionamento desde 1990, é constituída por dois conjuntos de 18 talhões, localizados sobre Solos Litólicos Não Húmicos derivados, respectivamente, de granitos e de xistos mosqueados, e tem tido por objectivo a quantificação das perdas de solo por escoamento superficial, por forma a permitir obter valores atribuíveis aos parâmetros R, K, C e P do modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*) de previsão de perda de solo (12), que possibilitem a sua aplicação ao nosso País.

O presente trabalho refere-se aos dados obtidos durante seis anos hidrológicos, de 1991-92 a 1996-97, nos 18 talhões instalados sobre o solo derivado de xistos.

Este solo poderá ser caracterizado por possuir um perfil do tipo Ap-Bw-C, apresentando o *solum** uma espessura média de 50 cm. A textura é franco-arenosa, em toda essa espessura, e a estrutura é anisóforme subangulosa, média e fina, fraca, condicionada certamente pelo reduzido teor de matéria orgânica (quadro 1), correspondendo, na sua maior parte, a solos pertencentes à série 54 (mancha 810) da Carta de Solos da Quinta da Senhora de Mércules (8).

QUADRO 1 – Proporções de matéria orgânica, areia grossa, areia fina, limo e argila em amostras representativas de um dos solos da estação experimental de estudo de erosão da ESACB (Solo Litólico Não Húmico de xisto mosqueado).

Horizonte	Ap	Bw
Matéria orgânica	1,72%	0,50%
Areia grossa	36,58%	36,59%
Areia fina	39,90%	32,60%
Limo	11,08%	15,63%
Argila	12,76%	15,62%

Segundo a Classificação Racional de Thornthwaite, o clima da região de Castelo Branco poderá ser caracterizado como sub-húmido chuvoso, com grande deficiência de água no Verão, mesotérmico e com moderada concentração estival da eficiência térmica (5). De acordo com a classificação de Köpen, trata-se de um clima do tipo Csa, que se caracteriza como sendo temperado e seco no Verão, em que 77% da precipitação anual se verificam no período Outono-Invernal. No período de 1951-1980, a precipitação média anual foi de

* Por *solum* entende-se o conjunto dos horizontes A e B.

821,4 mm. Durante os anos a que se refere o presente estudo foram observados valores de precipitação anual bastante inferiores a essa média em 1991-92, 1992-93 e 1994-95, mas também um valor muito mais elevado (1233 mm) em 1995-96 (quadro 2).

QUADRO 2 – Precipitação total, número de chuvadas erosivas, precipitação em chuvadas erosivas e respectiva percentagem em relação ao total, nos anos hidrológicos de 1991-92 a 1996-97.

Ano hidrológico	Precipitação total(mm)	Número de chuvadas erosivas	Precipitação em chuvadas erosivas (mm)	% de precipitação em chuvadas erosivas
1991-92	389,0	13	294,2	75,63
1992-93	434,9	14	295,8	68,02
1993-94	900,8	27	744,2	82,62
1994-95	468,8	16	309,4	66,00
1995-96	1 233,0	35	1 005,6	81,56
1996-97	873,0	28	719,0	82,36

Fonte: Dados recolhidos no pluviógrafo do campo de erosão.

O número de chuvadas consideradas erosivas (chuvadas com uma precipitação total igual ou superior a 12 mm ou em que se verificou uma precipitação igual ou superior a 4 mm num período de 10 minutos) foi, naturalmente, superior nos anos de maior precipitação, tendo atingido o valor máximo de 35 em 1995-96 (quadro 2). Nos anos mais secos o número de chuvadas erosivas foi inferior a metade desse valor máximo e a quantidade de precipitação nessas chuvadas correspondeu a menores proporções relativamente aos totais anuais.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

Os talhões experimentais foram delimitados por bordaduras de chapa, possuindo, cada um, um comprimento de 22,1 m e uma largura de 1,9 m (delimitando uma área de 42 m²), com um declive de, aproximadamente, 9%, correspondendo assim ao talhão-padrão definido por Wischmeier e Smith (12).

Os 18 talhões a que se refere o presente estudo foram ocupados, de forma aleatória, pelas seguintes 4 modalidades (distribuídas pelos talhões conforme o quadro 3):

Testemunha, solo mantido limpo de vegetação, através de mobilizações realizadas na direcção do maior declive (3 talhões).

Monocultura de Aveia (3 talhões).

Prado permanente de sequeiro, constituído por uma consociação de trevo subterrâneo, serradela e azevém bastardo (3 talhões).

Rotação trienal: Tremocilha-Tremocilha-Aveia, em que o segundo ano de tremocilha é de ressementeira natural (ocupando, no total, 9 talhões).

QUADRO 3 – Distribuição das modalidades pelos talhões nos diferentes anos agrícolas.

Talhão	Designação	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	1996-97
X 1	Rotação A	R2	R3	R1	R2	R3	R1
X 2	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.
X 3	Rotação B	R3	R1	R2	R3	R1	R2
X 4	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
X 5	Rotação C	R1	R2	R3	R1	R2	R3
X 6	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.
X 7	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
X 8	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
X 9	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.
X 10	Rotação A	R2	R3	R1	R2	R3	R1
X 11	Rotação A	R2	R3	R1	R2	R3	R1
X 12	Rotação B	R3	R1	R2	R3	R1	R2
X 13	Rotação C	R1	R2	R3	R1	R2	R3
X 14	Rotação B	R3	R1	R2	R3	R1	R2
X 15	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.	Av. mon.
X 16	Rotação C	R1	R2	R3	R1	R2	R3
X 17	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.
X 18	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.	Pr. seq.

Av. mon. – Aveia monocultura.

Pr. seq. – Prado de sequeiro.

R1 – Rotação, 1.º ano: Aveia.

R2 – Rotação, 2.º ano: Tremocilha.

R3 – Rotação 3.º ano: Tremocilha; ressementeira natural.

Na parte inferior de cada talhão foram colocados um colector e uma caleira metálicos, para recolher e transportar a escorrência superficial e os materiais sólidos para um depósito. Para a eventualidade deste depósito encher, foi instalado um partidor de 9 fendas e uma caleira que transportava 1/9 da água e materiais em suspensão para um segundo depósito, tal como é usual em dispositivos deste tipo (1). As dimensões dos depósitos eram, respectivamente, 0,69 m × 0,69 m × 0,56 m e 0,78 m × 0,78 m × 1,00 m, perfazendo as capacidades de 0,267 e 0,608 m³.

Os depósitos encontravam-se cobertos com tampas e as caleiras cobertas com telhas, para evitar a entrada directa da chuva.

As precipitações foram quantificadas através de um pluviógrafo de báscula de 0,2 mm (Raingauge type RG1), que estava ligado a um registador de dados (Delta Logger), ambos da marca Delta-T Devices Ltd., registando a precipitao ocorrida em cada período de 10 minutos. Os dados armazenados neste dispositivo foram periodicamente (quinzenalmente) transferidos para um computador portátil.

No início de cada ano agrícola fez-se a preparao da cama de sementeira dos cereais e da tremocilha do primeiro ano e a mobilizao dos talhões-testemunha.

Periodicamente procedeu-se  destruio, por mobilizao manual, de toda a vegetao espontânea nos talhões-testemunha.

Os volumes acumulados da água de escorrência superficial foram medidos no final de cada chuvada ou conjunto de chuvadas (sempre que a quantidade de precipitao verificada o tenha justificado), tendo-se procedido, nessas alturas,  recolha de amostras de água com o material em suspenso e sedimentos.

As amostras recolhidas foram subdivididas em duas alíquotas, uma para secagem e determinao da quantidade total de solo arrastado pela eroso, e outra para análise granulométrica (análises executadas no laboratório de solos da ESACB) em que a areia grossa foi determinada por crivagem, a areia fina por sedimentao e decantao, e o limo e a argila por pipetagem, tendo sido as sedimentao controladas através da aplicao da lei de Stokes e a pipetagem realizada com uma pipeta de Robinson (10).

4 – RESULTADOS E DISCUSSO

4.1 – escoamento superficial

Os valores medidos de escoamento superficial nos anos hidrológicos de 1991-92 a 1996-97 corresponderam, em todas as modalidades, a proporo relativamente baixas (entre 1 e 8%) da precipitao total ocorrida no local durante o mesmo período (quadro 4). Estes valores foram, de facto, bastante mais baixos do que os referidos por Hudson (6) relativamente a solos de textura franco-arenosa com 5 a 10% de declive (16% para pastagens e 40% para culturas anuais). Esta diferença poderá estar relacionada com dois aspectos distintos, pois, por um lado os valores referidos correspondem  média de 6 anos, englobando um grande número de chuvadas em que o escoamento foi nulo e, por outro lado, em grande parte dos casos as chuvadas erosivas

ocorridas durante o período de estudo foram intercaladas por períodos secos e não corresponderam a acontecimentos pluviométricos sequenciados, pelo que, nessas condições, tenderão a infiltrar-se maiores quantidades de água, reduzindo-se, naturalmente, as proporções de escoamento superficial, tal como é referido por Morgan (7) e também por Schwab *et al.* (11).

QUADRO 4 – Percentagem de escoamento superficial de água em relação à precipitação ocorrida nos anos hidrológicos de 1991-92 a 1996-97 em função da modalidade.

Modalidade	Média da modalidade (%)	Desvio-padrão (%)
Testemunha	7,70	2,49
Monocultura de aveia	4,49	1,47
Prado de sequeiro	1,15	0,42
Rotação: Aveia	3,23	1,91
Tremocilha 1º ano	3,32	0,43
Tremocilha 2º ano	1,06	0,15

No que se refere às diferenças entre as modalidades estudadas, verificou-se que a percentagem de escoamento superficial foi mais elevada nos talhões-testemunha (7,70%), enquanto que as proporções mais baixas foram registadas no prado permanente de sequeiro (1,15%) e no 2.º ano da tremocilha incluída na rotação (1,06%). Este comportamento parece lógico, uma vez que estas modalidades corresponderam a situações de cobertura permanente do solo pela vegetação, o que terá permitido a existência de valores mais elevados de evapotranspiração e também de infiltração de água, com a consequente diminuição do escoamento superficial.

4.2 – Perda de solo por hectare

Verificou-se que os talhões onde ocorreu a maior perda de solo foram os talhões-testemunha, com uma perda média anual de 1 097 kg ha⁻¹, enquanto nos talhões de prado essa perda não foi além dos 15,6 kg ha⁻¹ e nos de tremocilha de 2.º ano ficou pelos 29,2 kg ha⁻¹ (quadro 5). De notar que estas perdas de solo corresponderam apenas a, respectivamente, 1,4 e 2,7% da que se verificou no talhão-testemunha. A modalidade monocultura de aveia foi, a seguir à testemunha, aquela em que se verificou uma maior perda de solo (média anual de 215,5 kg ha⁻¹), correspondendo a cerca de 20% da que se verificou nos talhões testemunha. Aliás, as perdas de solo verificadas na monocultura de aveia, na tremocilha do 1.º ano e na aveia inserida na rotação não foram significativamente diferentes.

QUADRO 5 – Perdas de solo médias (kg/ha) nos anos hidrológicos de 1991-92 a 1996-97.

Modalidade	Perda de solo média anual (kg/ha)	Porcentagem do talhão-testemunhas
Testemunha	1 097,51	100,00
Monocultura de Aveia	215,57	19,64
Prado de sequeiro	15,56	1,42
Rotação: Aveia	159,70	14,55
Tremocilha 1º ano	174,14	15,87
Tremocilha 2º ano	29,22	2,66

As perdas médias anuais registadas estiveram bastante relacionadas com os escoamentos superficiais ($r^2 = 0,86$, para $p = 0,007$), o que não deixa de ser natural, uma vez que a maiores volumes de escoamento tendem geralmente a corresponder maiores quantidades de carrejos, como aliás tem sido registado também por diversos outros autores (6, 7).

Concluiu-se, assim, que as maiores perdas de solo foram as registadas nos talhões-testemunha, isto é, naqueles em que se procedeu a um maior número de mobilizações do solo, de forma a mantê-lo sem qualquer tipo de vegetação durante todo o ano; em segundo lugar, e com perdas de solo semelhantes entre si, mas já bastante inferiores à testemunha, estiveram a monocultura de aveia, a aveia inserida na rotação e a tremocilha de 1.º ano, as quais, embora correspondendo a diferentes índices de cobertura do solo, apresentaram em comum o facto de todas terem implicado apenas a realização de uma mobilização prévia do solo, antes das sementeiras; e, finalmente, foram os talhões ocupados por prado permanente e por tremocilha de 2.º ano (de ressementeira natural) os que apresentaram os menores valores de perda de solo, o que nos parece indicar que, pelo menos nesta situação, a ausência de mobilizações do solo poderá assumir um papel particularmente importante na sua conservação. Esta possibilidade já tem sido, aliás, referida por outros autores para condições ambientais bastante diferentes (3, 4, 7).

4.3 – Perda de solo por fracção granulométrica

A granulometria dos materiais carreados foi predominantemente fina (figura 1), com maiores percentagens de limo e argila, coincidindo com o que tem sido verificado por outros autores, com diferentes tipos de solos (3), não tendo sido registadas diferenças significativas entre modalidades no que se refere às proporções de areia grossa (1,25% a 1,62%) e de areia fina (8,04% a 11,31%).

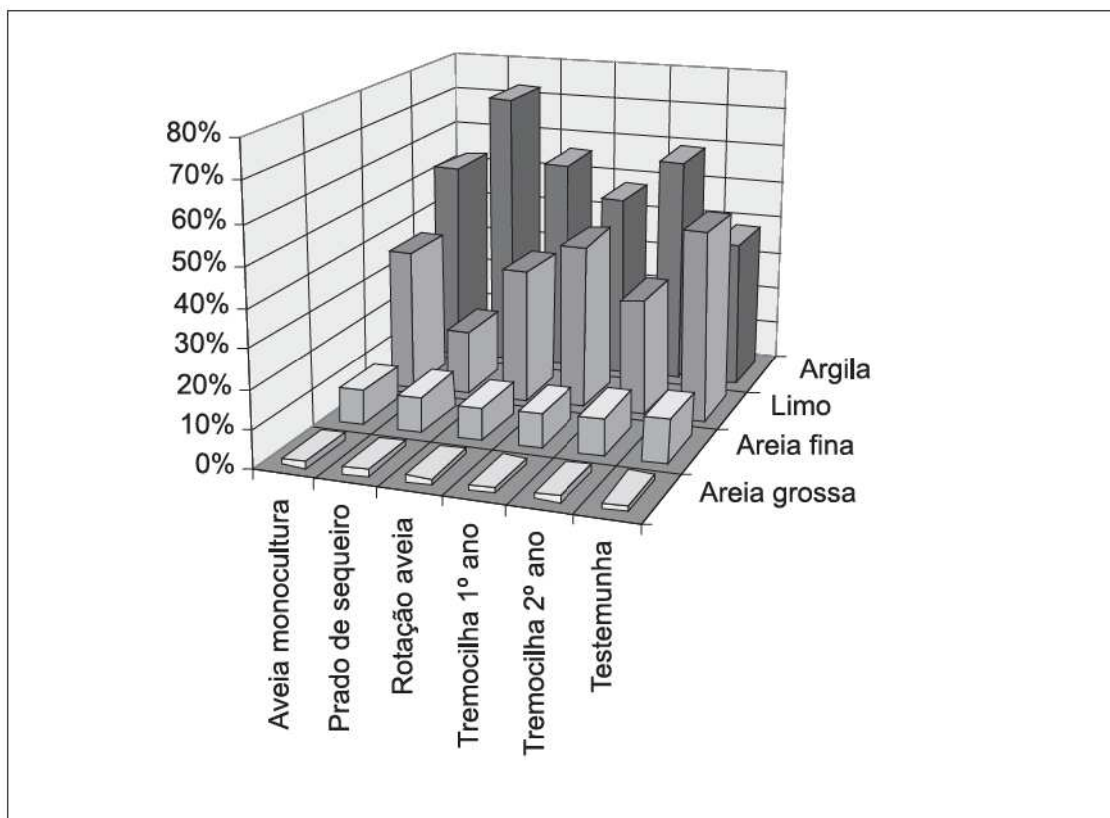


FIGURA 1 – Percentagem de perda de solo por fracção granulométrica em função da modalidade.

As diferenças entre modalidades apenas foram significativas nos casos do talhão testemunha e do prado de sequeiro relativamente às restantes, tendo-se verificado no primeiro caso maiores percentagens de limo (49%) enquanto no segundo predominou a argila (72%). Estas diferenças poderão estar relacionadas com as quantidades totais de material carregado, na medida em que a proporção de argila é maior nas modalidades de prado permanente e de tremocilha de 2º ano, nas quais as perdas de solo total foram menores, enquanto a proporção de limo foi máxima na modalidade testemunha, em que as perdas de solo também atingiram os valores mais elevados.

5 – CONCLUSÕES

Verificou-se, a partir deste estudo, que a protecção do solo proporcionada pela cobertura vegetal, em particular com a utilização de culturas pratenses e forrageiras, foi bastante eficaz na protecção do solo contra a erosão hídrica, nomeadamente no caso de prados permanentes ou de espécies forrageiras de ressementeira natural, que não impliquem a realização de intensas mobilizações do solo.

Verificou-se igualmente, nesses casos, um menor escoamento de água, o que significa que houve uma maior taxa de infiltração. Assim, nos solos cobertos com culturas forrageiras, as disponibilidades hídricas serão maiores, e o caudal que escorre para os cursos de água será menor, o que conjugado com a menor produção de sedimentos irá diminuir os problemas de assoreamento de cursos de água e de barragens e a gravidade e frequência das cheias.

No entanto, as conclusões agora apresentadas dizem respeito a um período de tempo que se considera relativamente limitado. Torna-se assim necessária a manutenção destes campos de ensaio por um período de tempo mais prolongado, bem como a realização de estudos análogos de erosão do solo, noutros tipos de solo, com outras culturas e noutras regiões do País.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – ARAÚJO, E. B. de – *Relatório da Missão Realizada em 1951/52 no United States Department of Agriculture, Subordinada ao Tema "Soil Conservation"*. (Não publicado).
- 2 – CORTEZ, N. R. S. – *Erosão Hídrica do Solo: A Equação Universal de Perda de Solo e Outros Modelos de Previsão*. Trabalho de síntese a que se refere a alínea b) do n.º 2 do artº. 58 do Estatuto da Carreira Docente Universitária. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 1987.
- 3 – FOSTER, G. R. *et al.* – *Processes of soil erosion by water*. In: "FOLLET, R. F.; STEWART, B. A. (ed.) – Soil erosion and crop productivity". Madison, USA, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1985, p.137-162.
- 4 – FRYE, W. W.; BENNETT, O. L.; BUNTLEY, G. J. – *Restoration of crop productivity on eroded or degraded soils*. In: "FOLLET, R. F.; STEWART, B. A. (ed.) – Soil Erosion and Crop Productivity". Madison, USA, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1985, p. 336-356.
- 5 – HORTA, M. C. M.; GOMES, M. F. N. – *Caracterização Climatérica de Castelo Branco*. Escola Superior Agrária de Castelo Branco, 1984.
- 6 – IIUDSON, N. – *Soil Conservation*. Fully Revised and Updated Third Edition. London, B. T. Batsford, 1995.
- 7 – MORGAN, R. P. C. – *Soil Erosion and Conservation*. Harlow, Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1986.
- 8 – PINHEIRO, M. J. S. M. Guerra – *Carta de Solos da Quinta Senhora de Mércules*. Centro de Estudos de Pedologia do IICT, Escola Superior Agrária de Castelo Branco, 1990.

- 9 – PORTA CASANELLAS, J. *et al.* – *Edafologia para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Madrid, Ediciones Mundi Prensa, 1994.
- 10 – PÓVOAS, I.; BARRAL, M. F. – *Métodos de Análise de Solos*. Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, 1992. (Comunicações, Série de Ciências Agrárias, 10).
- 11 – SCHWAB, G. O. *et al.* – *Soil and Water Conservation Engineering*. 4th ed. New York, John Wiley & Sons, 1993.
- 12 – WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. – *Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planing*. Washington, DC, USDA. (Agricultural Handbook, 537).