

CARACTERIZAÇÃO DA ERODIBILIDADE DOS SOLOS

A SUL DO RIO TEJO

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS	1
2. ERODIBILIDADE DOS SOLOS	2
3. CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS	3
3.1 Características Físicas	3
3.2 Propriedades Físicas	4
3.2.1 Permeabilidade e Estrutura	4
4. ESTIMATIVA DA ERODIBILIDADE	5
4.1 Solos analisados em Cardoso, 1965	5
4.2 Solos não analisados em Cardoso, 1965	7
4.3 Agrupamento de solos por família	8
4.4 Manchas de solos complexas	10
4.5 Diferentes fases pedológicas	10
5. CARTOGRAFIA	11
BIBLIOGRAFIA	11
ANEXO A	13
ANEXO B	16
ANEXO C	17

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

A erosão hídrica do solo constitui um problema ambiental bastante preocupante, afectando algumas áreas agrícolas importantes para o nosso país, especialmente a Sul do Tejo onde os solos são, na sua generalidade, pouco evoluídos, com uma espessura efectiva inferior a 20 cm e uma percentagem de matéria orgânica inferior a 2%. Reconhece-se a maior necessidade de inventariar, cartografar e investigar o fenómeno e a sua evolução com o objectivo de estabelecer medidas para o seu controlo.

Tem sido objecto de muitos trabalhos de investigação portugueses, nesta área, a calibração da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) para as condições existentes e a avaliação da sua aplicabilidade prática, intervindo a nível dos vários parâmetros. Neste trabalho, pretende-se avaliar e caracterizar a erodibilidade do solo para o Sul do rio Tejo, particularmente a bacia do rio Guadiana, para determinação da erosão específica, tendo por base a EUPS de Wischmeier com vista à sua aplicação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A bacia hidrográfica do rio Guadiana é uma região onde se têm desenvolvido alguns estudos sobre erosão hídrica, nomeadamente no Centro de Estudos Experimental de Vale Formoso, por incluir locais de grande aridez e torrencialidade.

O factor de erodibilidade do solo traduz-se pelas condições de reacção do solo aos processos erosivos de natureza hidrológica. Estes processos consistem no destacamento das partículas do solo e seu transporte, pelo impacto das gotas da chuva e escoamento superficial, seguido de deposição localizada devido à rugosidade do terreno, acompanhando outros processos de interação água-solo dos quais a infiltração e o fluxo da água no perfil desempenham um papel igualmente relevante.

Os objectivos deste trabalho são:

- a identificação das unidades pedológicas existentes na bacia do rio Guadiana à escala 1:50 000;
- o estabelecimento de uma metodologia de caracterização do índice de erodibilidade;
- a estimativa do factor de erodibilidade para os solos analisados por Cardoso, 1965;
- a atribuição de valores do factor de erodibilidade para os solos não analisados pelo autor referido anteriormente, para as manchas de solos complexas e para as diferentes fases pedológicas;
- o agrupamento de solos por famílias tendo em conta o valor do índice de erodibilidade.

2. ERODIBILIDADE DOS SOLOS

A erodibilidade do solo tem sido consagrada em modelos de erosão pelo parâmetro K estando o seu valor determinado para muitos solos agrícolas nos Estados Unidos (Wischmeier e Smith, 1978), independentemente de se dispôr da sua metodologia para o cálculo, que contempla factores como a textura, a permeabilidade dos solos, a estrutura, e o conteúdo em matéria orgânica. Para aplicação da metodologia proposta por esses autores, os solos têm de estar devidamente caracterizados, óptimo seria que se dispuzesse de valores adaptados para as unidades de solos mais representativas em Portugal.

A determinação do índice de erodibilidade com recurso a um nomograma ou equação aproxima-se dos valores medidos experimentalmente se os solos apresentarem características semelhantes. Estimativas menos precisas são obtidas quando é necessário extrapolar os valores do nomograma, ou seja, nos casos em que a percentagem de matéria orgânica seja superior a 4%, ou de solos com argilas expansíveis ou aqueles em que, a resistência à erosão é função da estabilidade dos agregados em vez do tamanho das partículas primárias. Também, a aproximação da estimativa é menor quando é necessário interpretar as características da estrutura e permeabilidade dos solos.

Neste trabalho procurou estabelecer-se um valor de erodibilidade para os solos descritos por Cardoso, 1965 e particularmente para os presentes na zona da bacia hidrográfica do rio Guadiana, por recurso à via analítica, colmatando-se algumas deficiências da informação e adaptando-se valores das características físicas, necessárias à caracterização, que se mostraram mais adequadas.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

As propriedades físicas, químicas e mineralógicas do solo e suas interações têm um efeito variado nos valores de erodibilidade. Além disso, actuam muitos mecanismos de erosão simultaneamente, cada um relacionado com as diferentes propriedades específicas do solo em presença.

3.1 Características Físicas

As características físicas de cada tipo de solo provenientes de Cardoso, 1965 apresentam-se, de um modo sintetizado, no Anexo A onde se reporta à unidade, perfil do solo e horizonte considerado, os valores da profundidade, constituintes granulométricos (percentagem de areia grossa, areia fina, limo, argila) e percentagem de matéria orgânica. Considerou-se apenas o horizonte A pois é o que, é envolvido nos problemas de erosão. Quando se dispõe de valores para dois horizontes distintos superficiais, faz-se uma média aritmética das características físicas desses.

Devido ao facto de os componentes do solo estarem agrupados em categorias diferentes das necessárias para a utilização do Nomograma de Wischmeier (ARS - USDA, 1994), nomeadamente o que se refere às classes de limo, areia fina e areia grossa, como se pode ver no Quadro 1, obtiveram-se por interpolação os dados em falta. No Anexo A apresenta-se, além de outros, os valores dos componentes do solo resultantes dos cálculos referidos, necessários para o cálculo do factor de erodibilidade da EUPS.

Quadro 1 - Componentes do solo em Cardoso, 1965 e Wischmeier, 1978

	Cardoso, 1965 (mm)	Wischmeier, 1978 (mm)
argila	0-0,002	0-0,002
limo	0,002-0,02	0,002-0,05
areia fina	0,02-0,2	0,05-0,1
areia grossa	0,2-2	0,1-2

3.2 Propriedades Físicas

3.2.1 Permeabilidade e Estrutura

Para determinação da classe de permeabilidade, utilizou-se a Figura 1 que relaciona a permeabilidade com a textura do solo, nomeadamente percentagem de areia e limo (S.C.S, 1977), definindo-se 6 classes de permeabilidade conforme descrito no Quadro 2.

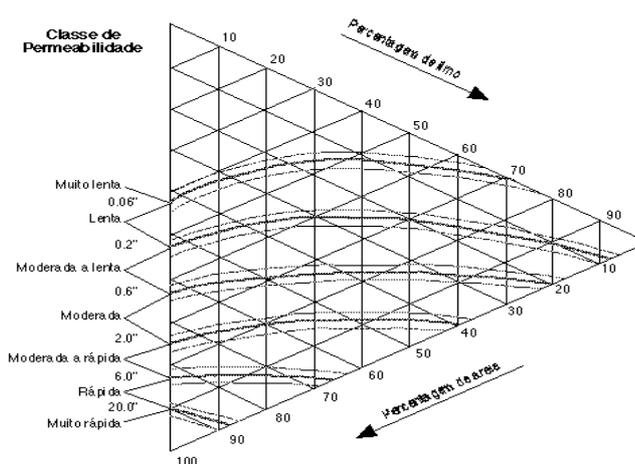


Figura 1 - Classes de permeabilidade em relação à textura

Quadro 2 - Classes de Permeabilidade (ARS - USDA, 1994)

CLASSE	DESCRIÇÃO
1	Rápida
2	Moderada a Rápida
3	Moderada
4	Lenta a moderada
5	Lenta
6	Muito lenta

De modo a estar em conformidade com os agrupamentos em termos de estrutura do solo do nomograma de Wischmeier tornou-se necessário classificar os vários tipos de solos em apenas quatro classes dado a classificação efectuada por Cardoso, 1965 ser mais exaustiva, definindo para cada unidade de solo o tipo, a classe e o grau de estrutura.

As quatro classes de estrutura de Wischmeier são definidas a partir de ARS - USDA, 1994, conforme se exemplifica no Quadro 3.

Quadro 3 - Classes de estrutura

CLASSE	DESCRIÇÃO
1	Granular muito fina
2	Granular fina
3	Granular grosseira
4	Compacta

De referir que, os solos que não apresentam agregados, foram englobados na classe 1 e os solos que apresentam uma estrutura entre uma classe e outra (ex:granulosa fina e muito fina ou granulosa média moderada) atribuiu-se um valor intermédio de ambas as classes.

4. ESTIMATIVA DA ERODIBILIDADE

4.1 Solos analisados em Cardoso, 1965

Para o cálculo da erodibilidade dos solos utilizou-se o nomograma proposto por Wischmeier e Smith, 1978 e publicado por Foster et al., 1981 em unidades SI, representado na Figura 2. O nomograma de erodibilidade do solo inclui cinco parâmetros do solo: % de argila, % de areia grossa, % de matéria orgânica (OM), a estrutura (s) e a permeabilidade (p). As classes de estrutura e permeabilidade são as referidas anteriormente.

Para obtenção do factor de erodibilidade da EUPS com maior precisão, utilizou-se a aproximação algébrica do nomograma (ARS - USDA, 1994):

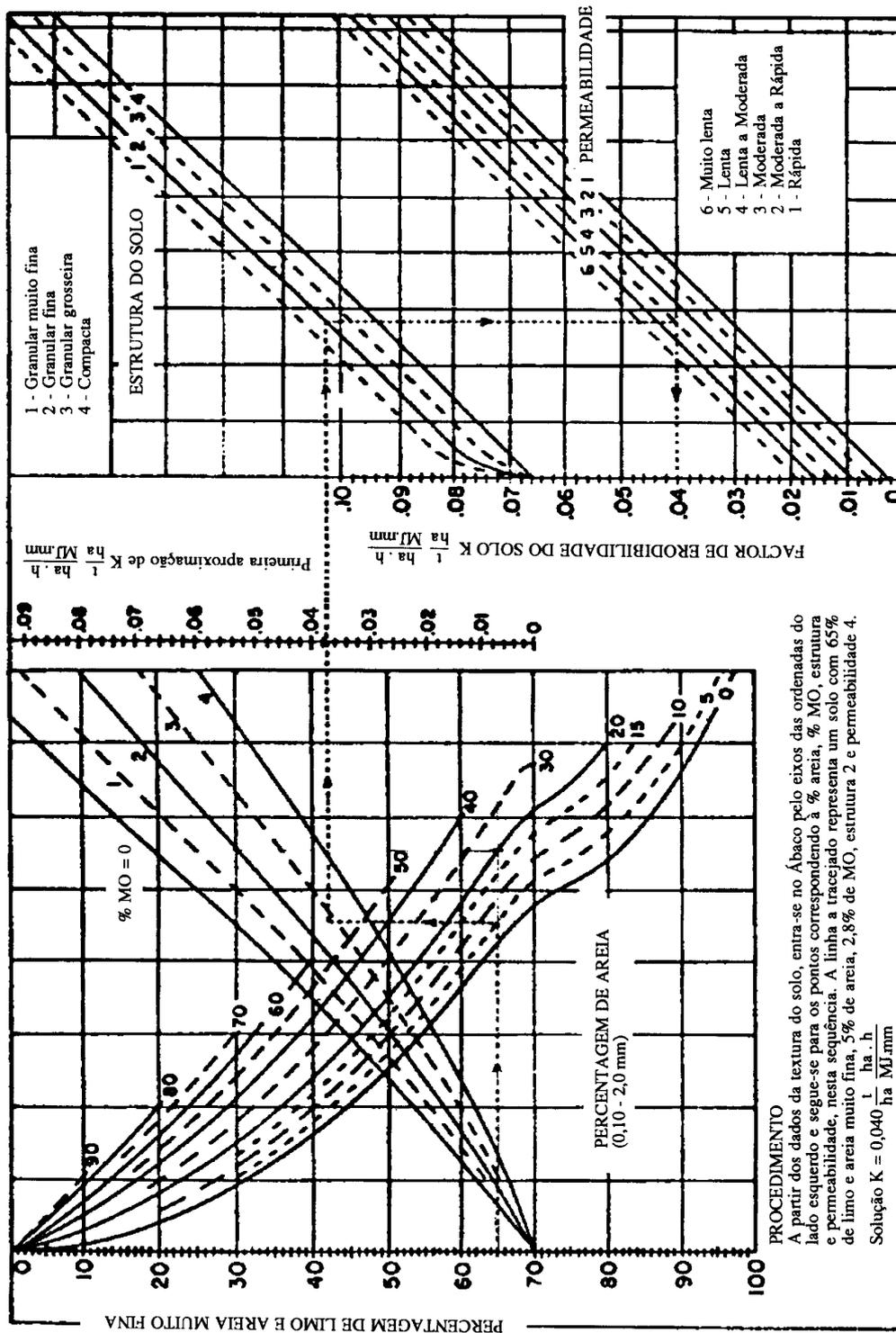


Figura 2.1 - Nomograma para a determinação do factor de erodibilidade K da EUPS
 Sistema Internacional de Unidades : $[K] = t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$
 (adaptado de FOSTER et al. 1981)

$$K = \frac{[2,1 * 10^{-4} (12 - OM) M^{1,14} + 3,25 (s - 2) + 2,5(p - 3)]}{100 * 7,59}$$

em que:

M, parâmetro que define o tamanho das partículas, corresponde ao produto (% limo + areia muito fina) * (100 - % argila) em que,

% argila=100 - limo + areia muito fina - areia grossa

O valor de K vem expresso em unidades SI, ou seja, ton.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹, para obter este valor em unidades métricas basta multiplicá-lo pela aceleração da gravidade, ou seja, 9.8 m.s⁻².

Esta equação não deve ser aplicada a solos com um teor de limo superior a 70%.

No Anexo A, mostram-se também os parâmetros utilizados para o cálculo do factor de erodibilidade e a sua estimativa para os diversos solos, indicando-se também os que não se encontram na bacia do rio Guadiana. Apresenta-se o resultado em unidades SI e em unidades métricas.

Apresenta-se, também, no Anexo B o quadro síntese dos valores de erodibilidade em unidades métricas.

4.2 Solos não analisados em Cardoso, 1965

Pela consulta da cartografia existente, efectuada para identificação dos solos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Guadiana, deparou-se com tipos de solo não analisados no estudo de Cardoso, 1965 pelo que se tornou necessário estudar mais em pormenor os solos existentes, suas características e valor de K e, pela sua semelhança atribuir-se valores de K aos solos em questão.

A pesquisa dos solos pertencentes à bacia do Guadiana foi feita através da recolha de informação das legendas das cartas de solos 1:50 000, partindo-se do princípio que só estão legendados os solos que são cartografados.

No Anexo C apresentam-se os vários tipos de solo presentes na bacia hidrográfica do rio Guadiana, consoante a numeração da carta de solos, e a referência aos não analisados na bibliografia referida.

No Quadro 4 apresentam-se os resultados da análise de pormenor efectuada aos vários tipos de solo com referência aos solos semelhantes, o valor adoptado de erodibilidade e as observações referentes a cada tipo de solo.

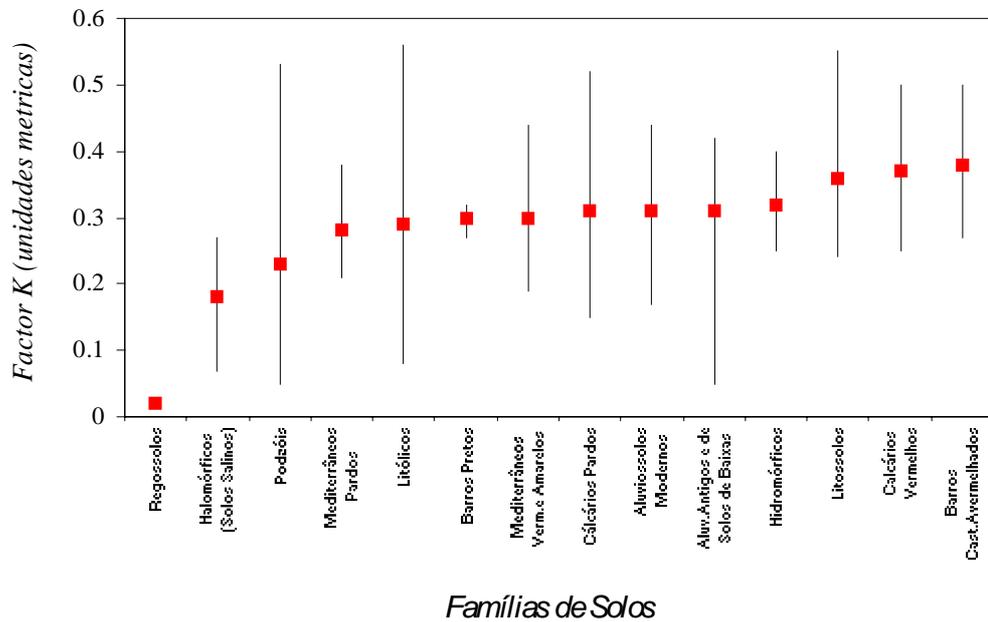
Quadro 4 - Valores de erodibilidade adoptados para os solos não estudados em Cardoso, 1965

FAMÍLIA	TIPO	SOLO SEMELHANTE	VALOR ADOPTADO	OBSERVAÇÕES
LITOSSOLOS	Ed Eg Egn	Egn		
ALUVIOSSOLOS	Ac Alc Ata Atc			
SOLOS DE BAIXAS	Sba Sbac Sbc Sbl	Sb Sb Sb Sb	0,35 0,35 0,35 0,35	
LITÓLICOS HÚMICOS	Mng Mnx	Pg Pgm	0,07 0,22	+ 2,5 de m.o. + 2,5 de m.o.
LITÓLICOS NÃO HÚMICOS	Pga Ppn Ppq	Pgm Ppm Ppm	0,30 0,31 0,26	+ areia fina + grosseiros
CÁLCÁRIOS PARDOS	Pcr Pct	Pcg Pcx	0,10 0,33	+ pedregosidade - pedregosidade
CÁLCÁRIOS VERMELHOS	Vc* Vcr	Vc Vc	0,28 0,315	
BARROS CASTANHO AVERMELHADO	Cpc	Cp	0,27	comportamento semelhante entre Bp e Bpc
MEDITERRÂNEOS PARDOS	Pbc Pdc Pdg Pmc Pmn Pqx Pxr	Pcx Pgn Pgn Pm Ppg Ppx Px	0,23 0,23 0,18 0,20 0,20 0,36 0,23	+ areia + calcário, + agregação + areia fina
MEDITERRÂNEOS VERMELHOS AMARELADOS	Pvx Scv Sr Svqx Va Vag Vcv Vgn Vm Vmc Vqx Vxr	Vx Vcv Sr * Vqx Vac Vtc Vag Vtc Sr Sr Vx Vx	0,38 0,18 0,255 0,33 0,23 0,20 0,18 0,20 0,255 0,255 0,33 0,33	- 0,05 - 0,05 - 0,05
HIDROMÓRFICOS	Caa Caac Cac Cal Calc	Ca Ca Ca Ca Ca	0,39 0,39 0,39 0,39 0,39	
PODZÓIS	Ppr	Ppt	0,20	

4.3 Agrupamento de solos por família

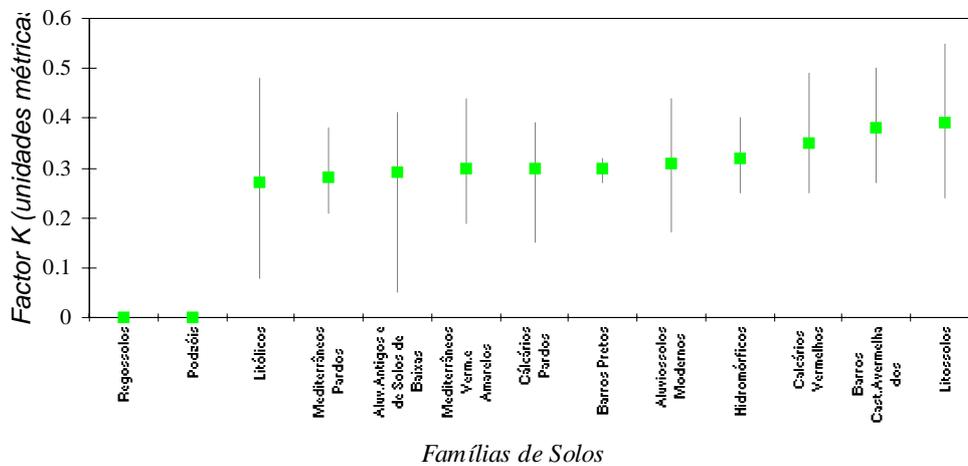
Após a estimativa do factor de erodibilidade K, agruparam-se os solos por famílias. Na Figura 3 e 4 representa-se a amplitude do factor para cada família, e

o respectivo valor médio, para todos os solos estudados (Figura 3) e para a bacia do rio Guadiana (Figura 4).



■ Valor Médio

Figura 3 - Amplitude e valor médio do índice de erodibilidade por família de solos a Sul de Portugal (unidades métricas)



■ Valor Médio

Figura 4 - Amplitude e valor médio do índice de erodibilidade por família de solos na bacia hidrográfica do rio Guadiana (unidades métricas)

Dada a dispersão de valores correspondentes às diferentes famílias de solos não parece adequado estabelecer, um valor de caracterização para cada família.

4.4 Manchas de solos complexas

Quando se apresenta uma mancha complexa, com determinada percentagem de cada solo, é atribuído um valor ponderado do factor K. Este processo só faz sentido em escalas 1:25 000 e 1:50 000 em que as unidades cartografadas correspondem a solos para os quais este estudo determinou os valores de erodibilidade. Para cartografia de maior pormenor pode seguir-se também, a mesma metodologia. Para escalas de menor pormenor será necessário agrupar os solos, e consoante a metodologia de agrupamento e a dispersão dos valores de K das unidades incluídas, estabelecer os respectivos valores característicos.

4.5 Diferentes fases pedológicas

A cada tipo de solo cartografado pode estar associada uma fase pedológica (agropédica, delgada, espessa, inundável, mal drenada ou pedregosa) tendo influência no valor de erodibilidade, estimado ou atribuído como descrito anteriormente, devendo este ser ajustado. O ajustamento do valor da erodibilidade do solo é efectuado adicionando-se ou subtraindo-se um valor de correcção consoante a fase pedológica torna o solo mais ou menos susceptível à erosão. Há também a considerar as fases pedológicas que têm mais significado no zonamento dos riscos de erosão do que na erodibilidade dos solos. Na presença de um solo com fase delgada ou inundável, o seu comportamento em termos de erodibilidade é semelhante, podendo estas fases ter influência nos riscos erosivos e, por outro lado, se a fase pedológica for espessa esse solo oferecerá maior resistência aos factores erosivos, conforme se apresenta no Quadro 5.

Uma grande parte dos solos portugueses são constituídos por fragmentos rochosos à superfície ou no seu perfil. Estes fragmentos rochosos quando presentes na superfície reduzem significativamente o destacamento do solo pela precipitação e, quando presentes num solo com textura grosseira (textura arenosa) a infiltração pode ser reduzida.

Quadro 5 - Correcção da erodibilidade para as diferentes fases pedológicas

FASES	CONSIDERAÇÕES
Agropédica	Sem alteração
Delgada *	Correcção em risco (++)
Espessa *	Sem condicionantes, tolerante ao risco (-)
Inundável *	Sujeita a riscos (+)
Mal drenada	Factor eventual de protecção quando inundada ($\Delta K = -0,02$)
Pedregosa	Factor de protecção, depende da % da pedregosidade ($\Delta K = -0,1$ se $<30\%$, e $\Delta K = -0,2$ se $>30\%$)

* Consideram-se factores extrínsecos da erodibilidade, pelo que, eventualmente, só se deverão fazer correcções ou apresentar notas numa cartografia final de riscos de erosão.

No caso de solos com fase pedregosa se for considerado um valor médio de pedregosidade de 30 %, a erodibilidade do solo deve ser reduzida de 0,1 unidades.

Em estudos de pormenor é conveniente efectuar um levantamento não só dos vários tipos de solo, verificando se correspondem aos cartografados, como a verificação da percentagem de pedregosidade sendo possível, neste caso, utilizar fórmulas de cálculo da erodibilidade tendo em conta esta característica.

5. CARTOGRAFIA

Deste modo, torna-se possível representar o factor de erodibilidade do solo para todo o território em que exista cartografia de solos nas escalas 1:25 000 e 1:50 000 ou outras escalas de maior pormenor de forma a poder ser utilizado em SIG desde que, esteja em formato digital e as unidades cartografadas correspondam às incluídas neste estudo.

Para outras escalas e para a apresentação de cartografia de síntese para a totalidade da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana, ou de outras regiões mais vastas, a Sul do Rio Tejo, importa estudar com maior profundidade os aspectos da agregação de manchas de solos e da precisão envolvida com as classes de erodibilidade a adoptar, o que se pretende desenvolver numa fase posterior ou utilizar as cartografias existentes, adaptando os agrupamentos aos referidos neste estudo.

BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE - ARS - USDA, 1994 *Predicting Soil*

Erosion by Water - A Guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), USA.

CARDOSO, J.V.C.,1965 *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese - A Sul do Rio Tejo*, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa.

COSTA, J.B.,1973 - *Caracterização e constituição do Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

FORBES, T.; ROSSITER, D.; WAMBEKE A.V.,1981 - *Guidelines for evaluating the adequacy of soil resource inventories*. Soil Conservation service, United States Department of Agriculture.

FOSTER , G.R.; McCOLL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C.,1981 - *Conversion of the Universal Soil Loss Equation to SI metric units*, J S W C - nov-dez.

FOTH, H.D. - *Fundamentals of Soil Science*, 7 th ed., W I E (Wiley).

HUDSON, N.,1986 - *Soil Conservation*, B T Batsford Limited, London.

MORGAN, R.P.C., 1986 - *Soil erosion and conservation*, Longman Scientific & Technical, London.

SOIL CONSERVATION SERVICE, 1977 - *Guides for erosion and sediment control*

WHISCHMEIER, W.H. e SMITH, D.D., 1978 - *Predicting Rainfall Erosion Losses. Agricultural Handbook n°537*, Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture.

ANEXO A

Erodibilidade dos solos para as unidades pedológicas representadas no sistema de classificação adoptado no S.R.O.A correspondente às cartas 1:25 000 e 1:50 000 em unidades SI e métricas

Litossolos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Eb	15.6	37.9	46.5	1.8	2	3	3196.45	0.029	0.28
Ep	12.1	66.2	21.7	0.96	2	3	5816.99	0.061	0.60
Ex-140	25.6	39.2	35.2	1.39	3	3	2918.55	0.030	0.30
Ex-144	6.1	38.1	55.8	0.58	1	3	3579.47	0.033	0.33
Et	6.2	41.9	51.9	3.14	1	3	3928.02	0.028	0.28
Ec	21.7	64.0	14.3	1.72	4	3	5007.86	0.055	0.53
Ets	10.5	52.3	37.2	2.24	2	3	4683.77	0.042	0.41

Regossolos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Rg	1.1	5.9	93.0	1.37	1	3	580.78	0.002	0.06
Rgc	0.7	12.7	86.6	2.65	1	3	1257.30	0.007	0.06

Aluviossolos Modernos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Al	4.8	28.9	66.3	1.59	1	2	2749.79	0.017	0.17
A	14.5	63.8	21.7	4.27	3	2	5456.65	0.039	0.38
Aa	35.2	39.4	25.4	1.94	4	2	2556.24	0.025	0.24
Aac	24.7	59.4	15.9	1.52	4	2	4471.41	0.045	0.44

Aluviossolos Antigos e de Solos de Baixas

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Atl	6.1	15.7	78.2	1.64	1	2	1472.88	0.005	0.05
At	18.0	53.1	28.9	2.6	2	2	4353.95	0.033	0.33
Atac	20.0	53.8	26.2	1.14	3	2	4306.41	0.042	0.41
Sb1c	10.1	48.1	41.8		2	2	4322.17	0.043	0.42
Sb	15.7	52.5	31.8	2.9	3	2	4428.65	0.036	0.35

Solos Litólicos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Mns	12.2	40.9	46.9	0.6	2	2	3590.77	0.032	0.32
Par	10.9	42.5	46.6	0.68	2	1	3785.17	0.030	0.29
Pg	9.2	25.3	65.5	0.85	1	1	2298.70	0.010	0.10
Pgm	3.1	41.0	55.9	0.9	1	1	3975.08	0.028	0.28
Ppg	12.1	31.9	56.0	0.84	2	1.5	2804.21	0.021	0.20
Psn	15.2	37.3	47.5	3.62	2	2	3164.32	0.019	0.19
Pt	10.1	64.4	25.5	0.72	2	1.5	5789.99	0.055	0.54
Vf	9.4	57.0	33.6	3.79	3	1.5	5162.56	0.037	0.36
Vt-61	5.5	45.8	48.7	0.86	1	1.5	4332.78	0.034	0.34
Vt-284	8.0	42.7	49.3	0.59	1	1.5	3928.50	0.031	0.30
Vts	6.9	61.9	31.2	1.72	1	1.5	5761.21	0.046	0.45

Solos Calcários Pardos

Unidade e Perfil	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)	
Pc-81	17.1	57.5	25.4	1.41	2	2	4763.23	0.042	0.42
Pc-487	24.8	53.1	22.1	2.62	4	2	3994.18	0.036	0.36
Pc'-181	40.6	35.5	23.9	1.28	5	2.5	2110.02	0.027	0.26
Pc'-265	26.2	49.7	24.1	2.19	3	2.5	3666.78	0.034	0.33
Pcd	31.6	47.5	20.9	1.33	3	2	3246.46	0.030	0.29
Pcg	29.7	24.9	45.4	0.83	3	2	1749.99	0.015	0.15
Pcs	22.0	53.5	24.5	1.93	3	2	4174.35	0.037	0.37
Pcx	35.3	37.8	26.9	0.34	4	2.5	2446.07	0.029	0.28
Ptc	16.4	65.1	18.5	0.78	2	2	5445.47	0.053	0.52
Rc	11.2	25.0	63.8	1.44	2	2	2215.77	0.016	0.15

Solos Calcários Vermelhos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Vac	37.7	42.0	20.3	1.41	4	2.5	2615.02	0.028	0.28
Vc-390	23.0	48.6	28.4	1.72	3	2.5	3741.00	0.036	0.35
Vc-232	28.1	42.7	29.2	1.72	3	2.5	3066.84	0.029	0.28
Vcs	10.6	60.2	29.2	0.97	2	1.5	5383.99	0.049	0.48
Vct	2.3	52.9	44.8	0.6	1	2.5	5172.02	0.050	0.49
Vcx	49.0	40.6	10.4	2	5	2.5	2069.11	0.025	0.25

Barros Pretos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Bp-41	45.6	39.1	15.3	0.65	5	4	2125.64	0.035	0.34
Bp-57	35.7	37.9	26.4	1.24	4	4	2435.25	0.033	0.33
Bpc-153	51.0	34.5	14.5	1.34	5	4	1689.29	0.029	0.29
Bpc-155	42.8	41.8	15.4	0.98	5	4	2391.35	0.037	0.36
Cp	49.6	36.1	14.3	1.6	5	4	1819.92	0.030	0.30

Barros Castanho-Avermelhados

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Cb-10	20.7	35.4	43.9	0.935	2	4	2804.28	0.031	0.31
Cb-334	28.6	37.7	33.7	1.4	3	4	2694.12	0.032	0.32
Bvc-202	53.9	33.7	12.4	1.19	5	4	1551.87	0.028	0.28
Bvc-204	60.7	30.9	8.4	0.95	5	4	1214.35	0.025	0.25
Cpv	35.7	58.4	5.9	1.02	5	4	3754.82	0.051	0.50
Cbc	29.4	53.2	17.4	2.93	4	4	3755.14	0.042	0.41

Solos Mediterrâneos Pardos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Pac - 298	24.8	38.8	36.4	0.7	3	3	2914.09	0.032	0.31
Pgn	7.6	33.5	58.9	0.51	1	2	3094.56	0.024	0.23
Ppx	8.4	52.7	38.9	4.62	2	2.5	4823.32	0.031	0.31
Pmg-372	4.3	48.9	46.8	0.44	1	2	4678.65	0.042	0.41
Pmg-374	5.1	37.2	57.7	1.04	1	2	3533.30	0.027	0.27
Px-455	16.3	40.3	43.4	0.98	2	2	3376.72	0.029	0.28
Px-457	16.7	54.7	28.6	6.37	3	2	4559.21	0.023	0.23
Pm-83	18.5	38.5	43.0	1.17	2	1.5	3134.73	0.024	0.23
Pm-90	18.8	38.7	42.5	1.22	2	1.5	3140.63	0.023	0.23
Pag-289	14.0	31.2	54.8	0.64	2	2	2681.94	0.022	0.22
Pag-293	13.6	29.2	57.2	0.76	2	2	2525.29	0.020	0.20
Pagx	9.2	51.2	39.6	2.58	2	2.5	4652.76	0.038	0.38
Pmh	12.6	32.7	54.8	0.665	2	1.5	2859.28	0.022	0.21
Ppm	7.4	44.2	48.4	3.05	2	2.5	4093.46	0.031	0.31

Solos Mediterrâneos Vermelhos e Amarelos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Vcc-238	22.1	54.0	23.9	1.32	3	2	4209.99	0.040	0.39
Vcc-287	25.7	57.9	16.4	2.07	4	2	4300.93	0.041	0.41
Vcd-29	41.0	44.3	14.7	3.57	5	3	2614.08	0.029	0.29
Vcd-241	42.4	47.5	10.1	0.9	5	3	2734.34	0.036	0.36
Vpc	14.2	60.0	25.9	1.745	2	2	5149.61	0.045	0.44
Vcm	26.7	28.6	44.7	1.6	3	2.5	2098.72	0.020	0.19
Pv	31.8	46.0	22.2	1.64	4	2.5	3140.45	0.033	0.33
Vx-459	27.1	52.1	20.8	0.9	4	2	3794.54	0.040	0.39
Vx-460	30.3	50.6	19.1	0.9	4	2	3530.01	0.037	0.37
Vtc	34.9	28.7	36.4	1.33	3	3	1865.57	0.020	0.20
Sr*-299	21.0	43.4	35.6	0.625	3	2	3425.00	0.034	0.33
Sr*-4	9.2	49.2	41.6	3.2	1	2	4464.35	0.029	0.28

Podzóis

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Ap	6.4	8.1	85.5	0.33	1	1	761.86	0.000	0.00
Pz-303	8.4	50.9	40.7	0.455	1	1	4665.40	0.038	0.37
Pz-314	3.5	4.3	92.3	0.47	1	1	414.08	0.000	0.00
Ppt	7.2	35.6	57.2	1.06	1	1	3304.54	0.020	0.20
Aph	2.1	61.4	36.5	1.555	1	2	6006.54	0.052	0.51
Pzh	6.4	26.3	67.3	1.045	1	1	2463.81	0.011	0.11

Solos Halomórficos (Solos salinos)

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Asc	21.5	49.9	28.6	1.49	3	0	3914.99	0.028	0.27
Asac	70.0	26.7	3.3	2.49	6	0	800.46	0.007	0.07
Ass	33.0	59.8	7.2	5.44	4	0	4003.78	0.018	0.18
Assa	36.0	50.8	13.2	2.76	4	0	3248.01	0.020	0.20

Solos Hidromórficos

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Ca	28.6	56.6	14.8	2.52	4	2.5	4041.18	0.039	0.39
Sg	10.9	49.7	39.4	1.655	1	1	4432.45	0.030	0.30
Pb	33.5	50.3	16.2	1.86	4	4	3341.95	0.041	0.40
Sag	12.0	38.7	49.3	1.52	2	3	3409.73	0.032	0.31
Cd	17.6	34.7	47.7	0.86	2	4	2860.27	0.032	0.31
Pcz	18.1	38.0	43.9	1.44	2	2.5	3109.58	0.027	0.26
Ps	14.4	36.7	48.9	1.32	2	2	3143.79	0.025	0.25

Solos Turfosos com "Muck"

Unidade e Perfil	argila	limo+areiafina	areia grossa	%matéria orgânica	permeabilidade	estrutura	M	K (SI)	K (métricas)
Sp	11.7	62.1	26.2	20.77	3	3	5483.72	0.000	0.00
Spg	20.8	32.3	46.9	26.92	2	4	2554.34	0.000	0.00

Nota - o sombreado indica os solos não existentes na bacia hidrográfica do rio Guadiana

ANEXO B

Síntese dos valores de erodibilidade para os vários tipos de solos

Designação	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Litossolos	Ep Ec Ets Ex-144 Ex-140 Et Eb						o
Aluviosolos Antigos	Atac Sb At Atl	o		o	o		
Aluviosolos Modernos	Aac A Aa Al		o	o	o	o	
Litolíticos	Pt Vts Vt-61 Vt Vt-284 Par Pgm Ppg Psn Pg Mns	o	o	o	o	o	o
Calcários Pardos	Ptc Pc-81 Pcs Pc-487 Pc-265 Pcd Pcx Pc-181 Pcg Rc			o	o	o	o
Hidromórficos	Pb Ca Sg Sag Cd Pcz Ps			o	o		
Mediterrâneos Pardos	Pmg-372 Pagx Ppm Ppx Pmg-374 Px-455 Pac-298 Pgn Pm-83 Pm-90 Pag-289 Pmh Pag-293 Px-457		o	o	o		
Barros Castanhos Avermelhados	Cpv Cbc Cb-10 Cb-334 Bvc-202 Bvc-204			o	o	o	
Calcários Vermelhos	Vcs Vet Vc-390 Vc-232 Vac Vcx			o	o	o	
Barros Pretos	Bp-41 Bp-57 Bpc-155 Bpc-153 Cp			o	o		
Medit. Vermelhos Amarelos	Pvc Vcc-287 Vcc-238 Sr-299 Pv Vcd-29 Sr-4 Vx-459 Vx-460 Vcd-241 Vtc Vcm		o	o	o	o	
Halomórficos	Asc Assa Ass ASac	o	o	o			
Podzóis	ApH Pz-303 Ppt Pzh Ap Pz-314	o	o		o	o	
Regossolos	Rgc Rg	o	o				

ANEXO C

Famílias de solos na bacia hidrográfica do rio Guadiana

	33A e		37C e																	
	33D	33C	36D	37A	41A	40B	40D	41C	43A	43B	43D	44A	44C	46A	46B	46C	46D	50A	50B	
Litossolos																				
Eb											X								X	
Ec				X					X		X									
Ed											X									
Eg		X									X			X						
Egn		X	X							X	X			X						
Ep				X					X	X				X	X	X	X	X	X	
Ex	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aluviossolos Modernos																				
A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aac	X	X		X						X	X		X							
Ac		X		X						X	X	X								
Al	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X				X
Alc				X							X									
Aluviossolos Antigos																				
Ata	X	X																		
Atac	X																			
Atc										X	X									
At	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			X		
Atl		X		X	X	X		X		X	X			X						
Regossolos																				
Rg									X											
Solos de Baixas																				
Sb	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sba			X	X	X	X	X	X			X	X								
Sbac				X	X	X	X			X	X									
Sbc		X	X	X	X	X		X		X	X	X								
Sbl	X	X	X		X	X	X		X	X	X			X						
Litólicos Húmicos																				
Mng	X																			
Mnx	X																			
Litólicos não Húmicos																				
Par	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Pg	X	X	X	X		X	X		X	X	X			X						
Pga	X	X																		
Pgm		X	X		X	X	X													
Ppg	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X					
Ppn						X														
Ppq	X																			
Vf				X						X										
Vt						X		X	X	X	X			X	X					
Calcários Pardos																				
Pc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Pc*	X	X		X	X	X	X	X		X	X									
Pcd			X																	
Pcg		X		X		X	X				X	X								
Per											X									
Pes											X									
Pct								X		X										
Pcx		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X						
Calcários Vermelhos																				
Vc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Vc*	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X								
Vcr				X							X									
Vct	X				X			X		X			X							
Vcx		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Barros Castanho Averm.																				
Bvc	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Cb	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	
Cbc		X		X							X	X								
Cpv	X	X		X				X		X	X	X								
Barros Pretos																				
Bp		X	X	X		X	X		X	X	X			X		X				
Bpc		X		X		X	X	X	X	X	X									
Cp		X		X				X	X	X	X	X								
Cpc										X	X	X								

ANEXO C (cont)

Famílias de solos na bacia hidrográfica do rio Guadiana

	33A e		37C e																
	33D	33C	36D	37A	41A	40B	40D	41C	43A	43B	43D	44A	44C	46A	46B	46C	46D	50A	50B
Mediterrâneos Pardos																			
Pac	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Pag	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Pagx	x				x		x	x											
Pbe		x																	
Pde		x																	
Pdg		x		x		x													
Pgn	x	x	x				x	x			x	x		x					
Pm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Pmc		x	x			x													
Pmg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Pmh		x	x	x		x			x	x	x								
Pmn			x			x													
Ppm		x		x						x	x			x			x		
Ppx				x									x						
Pqx	x																		
Px	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pxr	x					x													
Mediterrâneos Verm. Am.																			
Pv	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Pvc	x		x		x					x	x	x	x						
Pvx			x			x	x			x	x								
Scv		x	x	x	x		x												
Sr	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sr*						x													
Svqx	x																		
Va										x									
Vag						x	x	x											
Vcc	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x					
Vcd						x			x	x	x								
Vcm	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				
Vcv	x		x	x			x				x								
Vgn	x	x	x			x					x								
Vm	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x					
Vmc						x													
Vqx	x																		
Vtc								x	x										
Vx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vxr	x		x			x													
Hidromórficos																			
Ca	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x
Caa	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x							
Caac	x	x		x		x	x			x	x								
Cac				x				x			x								
Cal	x	x	x	x		x					x			x					
Calc											x								
Cd	x	x	x	x		x	x		x	x	x			x					
Pb				x	x		x		x				x						x
Pcz						x		x	x	x	x		x						
Sag				x		x			x										
Planossolos																			
Ps	x				x	x		x	x	x	x	x	x	x					x
Podzóis																			
Ap								x											
Epr										x									
Afloramentos																			
Arb												x							
Arc	x		x	x	x		x		x	x	x		x	x					
Arcx				x															
Ard		x	x	x	x	x			x	x	x								
Arg	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Argn		x	x	x		x					x			x					
Arm					x	x	x	x											
Arp		x		x	x	x			x	x	x				x	x			x
Arq	x		x							x	x				x	x	x		x
Arx	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

■ : Solos não analisados por Cardoso, 1965