

Impacto de técnicas de mobilização na conservação do solo e na produtividade de milho regado por rampa rotativa num Fluvissole

Tillage techniques impact on soil conservation and on maize yield irrigated by center pivot in a Fluvisol

T. B. Ramos¹, J. C. Martins¹, F. P. Pires¹, P. B. Luz¹, N. L. Castanheira², J. L. Reis² & F. L. Santos²

RESUMO

Num Fluvissole com textura mediana e declive <0,2 %, compararam-se, entre 2002 e 2004, os valores da humidade do solo, escoamento superficial, perda de solo e produção de grão, numa área com milho regado por rampa rotativa e sob diferentes técnicas de mobilização do solo (convencional+covachos, convencional e reduzida). Nas modalidades sujeitas a mobilização convencional+covachos observaram-se valores médios da humidade do solo mais elevados ($P<0,001$), um menor escoamento superficial, menor perda de solo e acréscimos de produção de milho-grão de 4 Mg/ha ($P<0,05$). Nas modalidades sujeitas a mobilização convencional e a mobilização reduzida, os valores médios de escoamento superficial variaram entre 46 a 57 % das dotações aplicadas, respectivamente. As perdas de solo foram cerca de 100 kg/ha por rega, não se verificando diferenças entre aquelas modalidades. A metodologia CRESP (Classes de Risco de Escoamento

Superficial) permitiu obter previsões razoáveis do escoamento superficial potencial associado às condições de aplicação de água e de solo.

Palavras-Chave: Técnicas de mobilização, Conservação do solo e água; CRESP

ABSTRACT

In a maize growing area, with a medium textured Fluvisol, a slope <0.2 %, irrigated by center-pivot, and subjected to different soil tillage techniques (conventional tillage, reduced tillage, and tillage reservoirs) soil water content, runoff, soil loss, and yield production values were compared, from 2002 to 2004. The plots with tillage reservoirs presented significantly ($P<0.001$) higher soil water content, minimal runoff and soil loss, and a yield production 4 Mg/ha higher ($P<0.05$) than in the other plots. Runoff medium values in the plots with conventional and reduced tillage were

¹ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, L-INIA, Estação Agronómica Nacional, Quinta do Marquês, 2784-505 OEIRAS, e-mail: casimiro.martins@inrb.pt; ² Universidade de Évora, Dep. de Engenharia Rural, Apart. 94, 7002-554 ÉVORA

46 and 57 % of the water application, respectively. Soil loss was very similar in these two tillage practices, presenting medium values per irrigation, during the 3 years, of 100 kg/ha. CRESP methodology provided reasonable predictions of potential runoff considering the water application conditions and soil type.

Key-words: Tillage techniques; Soil and Water Conservation; CRESP

INTRODUÇÃO

No sentido de prevenir a erosão do solo, a investigação agrária tem-se voltado para a chamada Agricultura de Conservação, a qual se propõe alterar o menos possível a composição, estrutura e biodiversidade do solo e levar ao aumento da infiltrabilidade e da retenção de água e à redução do escoamento (Torres *et al.*, 1999). É já apreciável, a informação existente, em Portugal, que mostra a viabilidade e as vantagens múltiplas de diversas soluções no âmbito da designada mobilização de conservação do solo (Carvalho, 2003). Apesar disso, a divulgação e adopção dessas técnicas por parte do sector agrícola nacional tem sido muito limitada e lenta. Para contrariar esta tendência surgiu, de entre vários projectos que abordam a mesma problemática, o pro-

jecto AGRO 14 “Demonstração e Divulgação de Técnicas de Conservação do Solo e Água em Rega por Rampa Rotativa”, pretendendo este trabalho divulgar alguns dos resultados finais obtidos, nomeadamente ao nível da eficácia de algumas técnicas de mobilização do solo no que concerne à humidade, infiltração, escoamento superficial, perda de solo e produção final numa área regada por rampa rotativa. Visou-se, igualmente, a utilização da metodologia (CRESP – Classes de Risco de Escoamento Superficial Potencial), cuja análise qualitativa do risco de Escoamento Superficial Potencial (ESP) permite otimizar as opções de dimensionamento de rampas rotativas e da sua gestão da rega.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Herdade de Monte dos Alhos, concelho de Santiago do Cacém, foi, de 2002 a 2004, conduzido um ensaio com o objectivo de estudar diversas técnicas de conservação do solo e da água numa zona com declive inferior a 0,2 %, sujeita à cultura de milho para grão (variedade Aliakan, 82000 sementes/ha) e regada por rampa rotativa. O solo da área experimental foi classificado como um Aluviossolo Moderno Não Calcários de textura mediana (Cardoso, 1974) ou Fluvisolo háplico (ISSS-ISRIC-FAO, 1998). As

Quadro 1 – Características físicas e hidrodinâmicas médias do solo estudado

Profundidade	5-20	20-40
Areia Grossa (g/kg)	292	295
Areia Fina (g/kg)	300	306
Limo (g/kg)	251	244
Argila (g/kg)	157	155
Textura	Franca	Franca
Massa Volúmica Aparente (Mg/m ³)	1,70	1,62
Porosidade Total (cm ³ /cm ³)	0,36	0,38
Teor de água θ	0,25	0,25
(cm ³ /cm ³) a		
	0,11	0,11
Condutividade Hidráulica (cm/d)	20,3	
Matéria Orgânica (g/kg)	12,71	12,27

CC – capacidade de campo; CE – coeficiente de emurchecimento

principais características físicas e hidráulicas encontram-se descritas no Quadro 1. As metodologias utilizadas na determinação destas características são descritas em Silva *et al.* (1975). O baixo teor de argila, associado aos elevados teores em limo e areia fina e baixo teor de matéria orgânica, torna este solo facilmente susceptível à formação de crosta, provocando a diminuição drástica dos valores da condutividade hidráulica saturada (Ks) e propiciando o escoamento superficial da água.

A área útil do ensaio (1,8 ha), localizada entre a 4ª e 5ª torre da rampa rotativa, na zona com maior intensidade pluviométrica, foi dividida em 6 parcelas (50 x 60 m), onde se instalaram as diferentes modalidades do ensaio. Os sistemas de mobilização do solo ensaiados foram: a mobilização convencional com covachos, composta por uma lavoura, gradagem e abertura de covachos (modalidades A e F); a mobilização convencional, com lavoura e gradagem (modalidades B e E); e a mobilização reduzida, composta por uma gradagem cruzada seguida de escarificação (modalidades C e D).

As dotações de rega e o total de água aplicada ao longo dos 3 anos de ensaio são apresentadas no Quadro 2. As dotações de rega variaram não só com as disponibilidades de água, mas também com o estudo do impacto da dotação no escoamento. A rampa rotativa (287 m) apresentava indicações de uma pressão muito baixa no sistema (3,6 bar à entrada do sistema e 1,8 bar no final do ramal de aspersores), associada a “drops”

com difusores, originando picos de precipitação de 100 mm/h e uma redução do diâmetro molhado (9 m). O coeficiente de uniformidade de Heermann e Hein médio (81,5 %) era indicativo de uma rega de média qualidade. O coeficiente de uniformidade de Christiansen (81,2 %), indicava, por sua vez, uma baixa uniformidade circular.

Dentro de cada uma das 6 modalidades de ensaio foram seleccionados dois locais experimentais para monitorização: da dotação aplicada em cada local, recolhida através de udómetros; da humidade do solo às profundidades de 0-20 e 20-40 cm através de um sistema “Time Domain Reflectometry” (TDR); e da produção média de grão, medida em 4 subáreas com 30 m² (10 m x 3 m). Nas modalidades com mobilização convencional e mobilização reduzida foram ainda instalados, ao longo do mesmo sector circular, talhões de escoamento (1,65 m²), com o objectivo de avaliar os volumes de água escoados e as perdas de solo. Dentro desses talhões de escoamento foi estabelecido um declive de 5 % para assegurar que o armazenamento superficial era nulo (Dillon *et al.*, 1972), considerando-se assim os escoamentos superficiais como potenciais (ESP) ou máximos. Nas modalidades com covachos não foram medidos os escoamentos superficiais e as perdas de solo tendo-se constatado no local que, para o declive de 0,2 % existente no local, esses valores eram reduzidos ou mesmo nulos. Pretendeu-se, portanto, verificar se as restantes modalidades conseguiriam minimizar aqueles parâmetros (escoamento e perda de solo) a um

Quadro 2 – Regas efectuadas entre 2002 e 2004

Ano	Nº total de regas	Nº de regas monitorizadas	Dotações (mm)	Total aplicado (mm)
2002	27	17	17	446
2003	60	54	10	558
2004	49	41	10 e 14	586

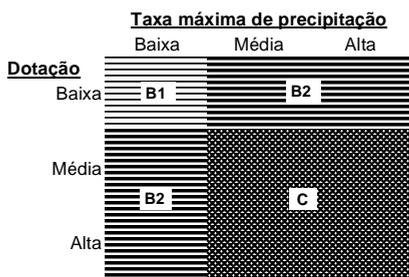
nível idêntico ao da mobilização convencional com covachos

Os valores observados durante os 3 anos do ensaio, relativos à humidade do solo, escoamento superficial e produções, foram tratados estatisticamente, por análise de variância. Para a humidade do solo, aquela análise fez-se em separado para os 0-20 cm e 20-40 cm, por no 2º e 3º ano não haver correspondência das datas a que se referem as respectivas observações. Os valores considerados referem-se às médias de 8 amostragens realizadas nas datas de monitorização. Para o escoamento, os valores considerados foram as médias de duas observações, realizadas em cada data. Para a produção de milho-grão, consideram-se as médias das 4 linhas de 10 metros de comprimento colhidas ao acaso em cada modalidade. Relati-

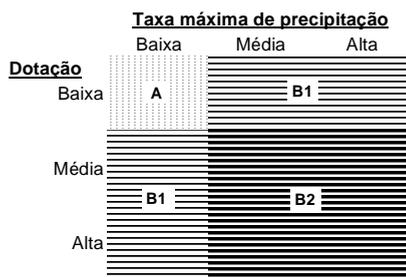
vamente à perda de solo, apenas foi realizada uma estimativa anual de cada conjunto de modalidades.

Os ESP medidos no campo foram comparados com os estimados através da metodologia CRES (Luz, 2002), que permite a identificação das condições de risco de ocorrência do ESP, de um modo qualitativo. Em função de K_s , considerado como o principal factor do solo a afectar a infiltração e o escoamento superficial (Kincaid, 2002), definem-se 4 classes de risco (I, II, III, IV). O risco de ESP vai-se acentuando da classe IV, na qual a infiltrabilidade do solo é boa (K_s superior a 2 cm/h), para a classe I, em que a infiltrabilidade é considerada muito baixa (K_s inferior a 0,25 cm/h). Para cada uma destas 4 classes, o risco de ESP é associado à

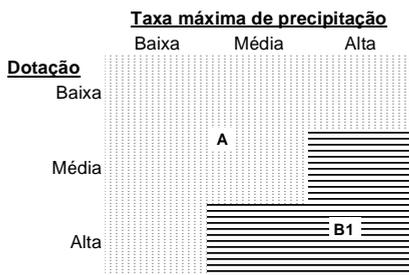
CLASSE I - Solos com infiltrabilidade muito baixa
(K_s inferior a 0,25 cm/hora)



CLASSE II - Solos de baixa infiltrabilidade
(K_s próxima de 0,5 cm/hora)



CLASSE III - Solos de média infiltrabilidade
(K_s próxima de 1-2 cm/hora)



CLASSE IV - Solos com boa infiltrabilidade
(K_s superior a 2 cm/hora)

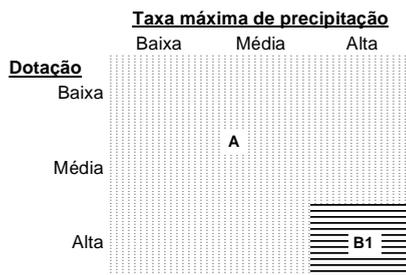


Figura 1 – Classes de risco de escoamento superficial

dotação e à taxa máxima de precipitação da rampa de rega. Estes 2 parâmetros são analisados a 3 níveis qualitativos: baixo, médio e alto. São assim tomados os valores de referência de 8, 16 e 24 mm para a dotação, e 30, 65 e 100 mm/h para a taxa de precipitação. Com estes 3×3 níveis, definem-se 9 condições de aplicação de água por uma rampa de rega. Considerando as 4 classes de risco, são assim enquadradas 36 situações de probabilidade de ocorrência de ESP (Figura 1). Em cada uma delas, foi simulado o ESP com uma solução numérica da equação de Richards (Smith, 1992). Os valores de Ks variaram entre 0,01 cm/h (solo com crosta superficial) e 3 cm/h (solo de textura arenosa). Os valores da humidade inicial variaram entre 50 a 75 % da capacidade utilizável do solo. A taxa de precipitação da rampa rotativa é alta (100 mm/h). O risco de ESP associado às 36 situações foi enquadrado por uma de 4 hipóteses, designadas por índices de avaliação do ESP:

A – Sem escoamento ou valores reduzidos: ESP tende a ser inferior a 15 % da dotação.

B – Para evitar o escoamento é necessário existir armazenamento superficial:

B1 – ESP varia entre 15 a 30 % da dotação. Condições adequadas se existirem declives baixos (1 a 3 %) ou ainda, declives médios (3 a 5 %) se dotações não forem altas.

B2 – ESP varia de 30 a 50 % da dotação (ou ainda com ESP superior a 50 % se em valor não absoluto não ultrapassar os 7,5 mm). Condições adequadas se existirem declives baixos e se dotações não forem altas.

C – Condições para escoamento excessivo que podem inviabilizar a rega por rampa rotativa: ESP tende a ultrapassar 50 % da dotação e os 7,5 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de água no solo

No Quadro 3 estão indicados os resultados da análise de variância realizada à humidade do solo, ao longo dos 3 anos, nos 3 conjuntos de sistemas de mobilização do solo praticados. Quer a 0-20 cm, quer a 20-40 cm, verificaram-se diferenças altamente significativas ($P < 0,001$) entre as modalidades, no conjunto dos anos. As modalidades sujeitas a mobilização com covachos apresentaram ao longo dos anos um valor médio da humidade do solo superior ao verificado nos restantes modalidades. Na mobilização reduzida a humidade do solo foi superior ao verificado na mobilização convencional.

Quadro 3 – Valores médios da humidade do solo obtidos ao longo dos 3 anos de ensaio nos 3 sistemas de mobilização do solo praticados

Modalidades	Humidade do Solo (%)	
	0-20 cm	20-40 cm
Mob. Convencional com covachos	20,36 a	23,96 a
Mob. convencional	16,88 c	19,07 c
Mob. reduzida	18,07 b	21,35 b

Nota: médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si de forma significativa

Escoamento superficial

Os escoamentos superficiais foram quantificados a partir das regas monitorizadas em cada ano (Quadro 2). Foi calculado o coeficiente de escoamento (%), dividindo, para cada conjunto de modalidades com sistemas de mobilizações semelhantes, os volumes médios recolhidos nos talhões de escoamento pelas dotações aplicadas em cada rega Na Figura 2 apresentam-se os coeficientes de escoamento superficial médios obtidos em cada ano para os sistemas de mobilização convencional e reduzida. No conjunto das

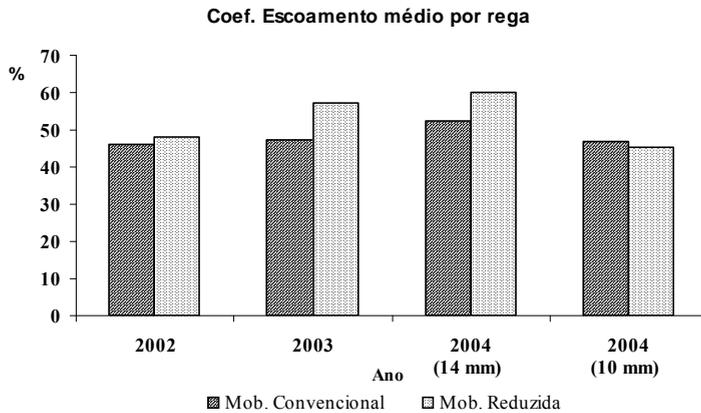


Figura 2 – Coeficiente de escoamento médio obtido para cada conjunto de modalidades com o mesmo sistema de mobilização do solo.

modalidades sujeitas a mobilização convencional, os resultados obtidos foram de 46 % (7,8 mm) e de 47 % (4,8 mm), em 2002 e 2003, respectivamente, e de 52 % (7,3 mm) e de 47 % (4,7 mm), em 2004, conforme foram aplicados 14 ou 10 mm. No conjunto de modalidades sujeitas a mobilização reduzida, aqueles coeficientes foram de 48 % (8,1 mm) e de 57 % (5,7 mm) para os dois primeiros anos, e de 60 % (8,4 mm) e de 45 % (4,5 mm) em 2004, conforme foram aplicados 14 ou 10 mm. Estatisticamente, não se verificou diferença entre os 2 sistemas de mobilização do solo na prevenção do escoamento superficial.

Dos resultados de ESP de cada modalidade, individualmente (não agrupando por sistema de mobilização), descritos no Quadro 4, podem-se destacar os seguintes pontos:

1) Considerando que o solo em causa (susceptível à formação de crosta e com infiltrabilidade muito baixa) seria inserido na Classe de Risco I ($K_s < 0,25$ cm/h), a metodologia CRESP aponta para um índice B2 e C, conforme as dotações aplicadas são baixas ou médias, ou seja, existem condições favoráveis ao escoamento superficial, pelo que se recomenda o aumento do armazenamento superficial.

Quadro 4 – Índices de avaliação de risco, identificados pelo ESP medidos e previstos, em função das dotações e da taxa de precipitação (100 mm/h).

ANO:		2002	2003	2004	2004
Dotação de rega:		17 mm	10 mm	10 mm	14 mm
ESP dos ensaios - mm (%) e Índices de Risco					
Modalidades	B	5,8 (34,2%) - B2	5,9 (58,5%) - B2	4,1 (40,5%) - B2	7,5 (53,4%) - C
C	8,5 (50,0%) - C	4,9 (49,1%) - B2	4,2 (42,4%) - B2	8,1 (58,2%) - C	
D	6,2 (36,6%) - B2	3,6 (36,1%) - B2	4,8 (47,7%) - B2	8,6 (61,7%) - C	
E	10,5 (62,0%) - C	6,6 (65,6%) - B2	5,3 (53,1%) - B2	7,2 (51,3%) - B2	
Previsão dos índices de Risco					
Modalidades	B,C,D,E	C	B2	B2	C

2) Os dados de campo (total de 16 resultados) mostraram boa correspondência com os previstos pelos valores tabelados das Classes de Risco, existindo apenas 3 exceções (modalidade B, 2002; modalidade D, 2002; e modalidade E, 2004-14 mm). Essas diferenças são contudo, em valor absoluto ou percentuais, muito baixas, que poderão ser atribuídos a falhas na amostragem (ex: na modalidade E, 2004-14 mm, registou-se um escoamento de 7,2 mm enquanto que o mínimo da classe C seria 7,5 mm).

Perda de solo

A perda de solo em cada modalidade foi quantificada a partir das mesmas regas consideradas para a avaliação do escoamento superficial. Na Figura 3 A), apresentam-se os resultados dos conjuntos das modalidades sujeitas a mobilização convencional e mobilização reduzida, ao longo dos 3 anos. Os resultados obtidos, por rega, foram pouco concordantes. Em 2002, a perda de solo na mobilização convencional foi de 133 kg/ha, enquanto que na mobilização reduzida foi cerca de metade (77 kg/ha). Nos anos seguintes, os resultados revelaram-se con-

trários aos de 2002. Na mobilização convencional, o arrastamento de sedimentos situou-se em cerca de 47 e 105 kg/ha, para os anos de 2003 e 2004, respectivamente, enquanto que na mobilização reduzida, a erosão do solo em cada rega foi sempre superior, atingindo os 69 e 147 kg/ha, nos mesmos anos. Ao fim dos 3 anos e no conjunto total das regas, a perda de solo média por rega, acabou por ser igual nos dois conjuntos de modalidades em causa (96 kg/ha). De referir que, em 2004, a perda de solo aumentou consideravelmente. Contudo, com dotações de 10 mm, o arrastamento de sedimentos diminuiu, em média, 20 % e 13 % para o conjunto de modalidades sujeitas a mobilização convencional e reduzida, respectivamente, ou seja, a perda de solo diminuiu com a menor dotação aplicada.

Na Figura 3 B) estimam-se as perdas totais, calculadas a partir dos valores médios de cada rega e do total de regas aplicadas. Em 2002, com cerca de metade das regas efectuadas em relação a 2003, a perda total de solo, independentemente do sistema de mobilização em causa, foram bastante semelhantes, variando entre 1800 e 3700 kg/ha. As 27 regas com dotações de 17 mm, efectuadas

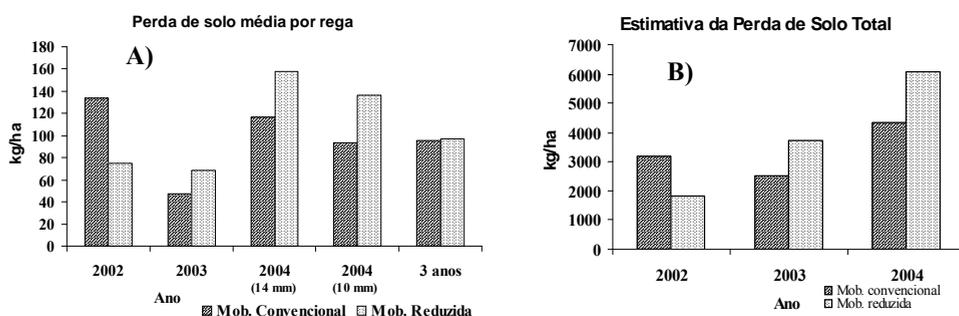


Figura 3 – A) Avaliação da perda média de solo obtida nos talhões de escoamento entre 2002 e 2004. **B)** Estimativa da perda de solo total obtida a partir do conjunto de regas realizadas e no conjunto de parcelas sujeitas a mobilização convencional e reduzida.

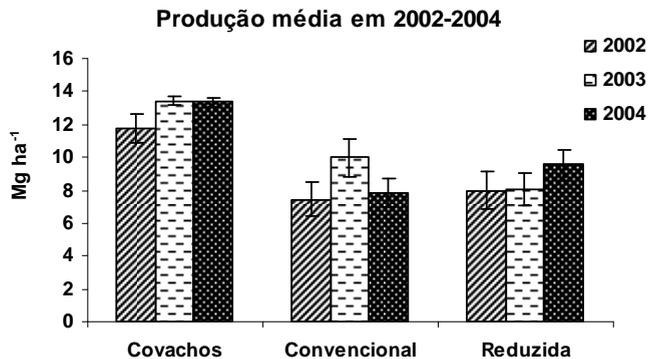


Figura 4 – Produções de milho obtidas nos diferentes conjuntos das modalidades do ensaio.

em 2002, provocaram assim tanta erosão no solo como as 60 regas de 10 mm efectuadas em 2003. A alternância de regas, em 2004, provocou também elevada perda de solo (6000 kg/ha), embora o efeito de cada dotação, como já foi referido, se tenha revelado diferente.

Produção de milho-grão

Na Figura 4 estão representadas as estimativas médias de produção do milho, para um teor de humidade de 14 %, obtidas para cada sistema de mobilização do solo e cada ano.

Em todos os anos (2002-2004), os maiores rendimentos médios foram obtidos nas modalidades com covachos (entre 11,7 e 13,7 Mg/ha). As modalidades sujeitas a mobilização convencional registaram produções médias entre 7,4 e 9,9 Mg/ha, enquanto que na mobilização reduzida os resultados médios variaram entre 8,0 e 9,6 Mg/ha.

No Quadro 5 apresentam-se os valores médios, para o conjunto dos anos. A modalidade sujeita a mobilização convencional com covachos apresentou, no conjunto dos anos, valores de produção significativamente ($P < 0,05$) superiores aos das outras duas

modalidades (12,8 Mg/ha). As modalidades sujeitas a mobilização convencional e mobilização reduzida não apresentaram diferenças entre si (cerca de 8,5 Mg/ha). Esta grande diferença nas produções médias é devida essencialmente à capacidade que os covachos têm, quando bem construídos, de reter a água aplicada pela rampa rotativa, impedindo-a de escoar para as zonas de cota inferior no terreno ou para as linhas de água. Assim, as modalidades com covachos apresentaram sempre uma maior homogeneidade no aspecto e altura da cultura, enquanto que nas restantes modalidades, devido essencialmente ao escorrimento de água e apesar das condições de micro relevo em causa, a altura da cultura foi sempre heterogênea, dando um aspecto ondulado na paisagem, com maior exuberância das plantas nas zonas mais baixas e portanto bem abastecidas de água, e plantas de menor porte, em stress hídrico, nas zonas mais elevadas.

Quadro 5 – Produções médias de milho-grão obtidos nos 3 sistemas mobilização do solo.

Modalidades	Produção (Mg/ha)
Mob. Convencional com covachos	12841 a
Mob. convencional	8420 b
Mob. reduzida	8525 b

Nota: médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si de forma significativa ($P < 0,05$).

CONCLUSÕES

A mobilização convencional com covachos revelou-se, para as condições de Monte dos Alhos (tipo de solo, encrostamento, microdeclive, entre outras), como uma boa solução para a conservação do solo e da água. O escoamento superficial e a perda de solo observados naquelas parcelas foram nulos. Os teores médios de água no solo, ao longo dos 3 anos de ensaio, foram significativamente superiores ($P < 0,001$) aos das outras modalidades, em ambas as profundidades monitorizadas (0-20 e 20-40 cm). As produções finais de milho-grão foram superiores a 4 Mg/ha ($P < 0,05$) em relação às modalidades sujeitas às mobilizações convencional e reduzida, reflectindo bem a importância da conservação do solo e da água para a sustentabilidade do sistema, bem como para a rendibilidade da exploração agrícola.

Por outro lado, os valores médios de escoamento superficial foram muito elevados (>50 %) nas modalidades com mobilização convencional e reduzida, não se observando quaisquer diferenças entre elas. Também em relação à erosão do solo estas duas modalidades revelaram-se pouco adequadas, uma vez que as estimativas realizadas indicam perdas anuais que poderão chegar a 4500-6000 kg/ha, sendo inaceitáveis do ponto de vista ambiental. Estes valores poderão, contudo, ser atenuados se considerarmos um melhor manuseamento da rampa rotativa.

A utilização da metodologia CRESP permitiu verificar que os índices de avaliação de risco de escoamento superficial potencial (ESP), determinados pelos dados de campo, evidenciaram uma correspondência aceitável com as previsões baseadas nas classes de risco. Podemos considerar, assim, que as previsões de escoamento superficial realiza-

das com a metodologia CRESP poderá proporcionar a definição de critérios de selecção para as condições de aplicação de água de uma rampa rotativa, de modo a evitar ou atenuar o ESP.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado e financiado no âmbito do projecto AGRO 14.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, J.C. 1974. A classificação de solos de Portugal. Boletim de Solos do S.R.O.A., 17:14-46.
- Carvalho, M.J. 2003. Contribuição da sementeira directa para o aumento da sustentabilidade dos sistemas de culturas arvenses. In: V. C. Barros & J. B. Ramos (eds) Agricultura Sustentável – Ciclo de Seminários, pp. 59-74. Instituto Nacional de Investigação Agrária, Estação Agronómica Nacional, Oeiras.
- Dillon, R.C., Hiler, E.A. & Vittetoe, G. 1972. Center-pivot sprinkler design based on intake characteristics. Transactions of the ASAE, 15(5): 996-1001.
- ISSS-ISRIC-FAO, 1998. World Reference Base For Soil Resources. World Soil Resources Report 84, FAO, Rome, Italy.
- Kincaid, D.C. 2002. The WEPP model for runoff and erosion prediction under sprinkler irrigation. Transactions of the ASAE, 45(1):67-72
- Luz, P. B., 2002. Sistematização da informação para apoio ao regadio no âmbito agro-ambiental. Avaliação do risco de escoamento superficial em rampas rotativas. Actas do 6º Congresso da água, APRH, Porto, CD-ROM.
- Silva, A. A., Alvim, A. J. S. & Santos, M. J., 1975. Métodos de análise de solos, plan-

- tas e água. *Pedologia*, 10(3).
- Smith, R. E., 1992. OPUS, an integrated simulation model for transport of non-point-source pollutants at the field scale. pp. 120. Documentation –Vol 1. USDA, ARS-98, Springfield-VA, United States of America.
- Torres, L.G., Basso, F., Bonciarelli, F., Basch, G., Carter, A., Cantero, C., Carvalho, M., Destain, M., Quintanilla, C., Fernandez, P., Hernánz, J., Jordan, V., Granados, F., Vilela, A., Harrod, T., Pagliai, M., Sequi, P., Sommer, K., Tebrügge, F. & Wise, R. 1999. Agricultura de Conservação na Europa: Aspectos Ambientais, Económicos e Políticos da EU. Publicação conjunta da ECAF e da APOSOLO.