

AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DRENAGEM E DA PERDA DE SEDIMENTOS NA REGA DE SUPERFÍCIE.

MARTINS, Olga C.¹; SANTOS, Francisco L.²; SERRALHEIRO, Ricardo P.³

RESUMO

Os excedentes da rega são um dos responsáveis pela contaminação das linhas de água e de albufeiras, através do arrastamento de fertilizantes e agro-químicos adsorvidos na superfície das partículas sólidas.

O trabalho que se apresenta corresponde a uma fase preliminar do estudo da qualidade da água de drenagem superficial e subterrânea, e da perda de sedimentos arrastados pelos caudais excessivos geralmente aplicados na rega de superfície. Testou-se a influência de um condicionador do solo na estabilização dos agregados e no aumento da infiltração.

Com a realização deste estudo concluiu-se que os parâmetros da qualidade da água estudados encontram-se, em geral, dentro dos limites previstos na lei, não sendo alterados de forma significativa com a adição de poliacrilamidas aniónicas (PAM). Relativamente à erosão, com a organização dos campos agrícolas em blocos de contorno, constatou-se uma diminuição de 8.6 ton/ha no valor da perda de solo, comparativamente aos sulcos rectilíneos e efectuados no sentido do declive, como é tradição entre os agricultores. A utilização de PAM, revelou-se também bastante eficaz na estabilização dos agregados do solo, tendo reduzido a erosão em 96.8% nos sulcos declivosos, e em 88.7 % nos sulcos de contorno.

Palavras-chave: Qualidade da água, erosão, condicionadores do solo.

¹ Estagiária de licenciatura em Engenharia dos Recursos Hídricos, Univ. Évora. Portugal.

² Professor Auxiliar, Dep. Eng^a Rural da Univ. Évora. Portugal.

³ Professor Associado, Dep. Eng^a Rural da Univ. Évora. Portugal.

1- INTRODUÇÃO

Sendo a agricultura um dos sectores com maior actividade em Portugal, torna-se urgente desenvolver actividades que fomentem a protecção dos recursos aí utilizados, em especial a água e o solo.

Entre as várias utilizações que o Homem faz da água, a agricultura de regadio é aquela que mais água consome. Devido ao seu carácter intensivo, este tipo de agricultura faz uso de vários factores de produção, destacando-se os fertilizante e agro-químicos. Destes, os adubos azotados e pesticidas podem ser arrastados pelas águas de rega ou lexiviados para as camadas mais profundas do solo, o que pode levar à degradação da qualidade da água, tanto superficial como subterrânea.

Para além dessa possível contaminação difusa provocada pela agricultura de regadio, há ainda outro factor erosão a ter em atenção pois influi também na qualidade da água. Os prejuizos causados pelo arrastamento de material sólido dos terrenos agrícolas regados podem ser importantes, reflectindo-se na perda de fertilidade dos solos, assoreamento e instabilidade dos leitos dos rios e canais, aumento da frequência das inundações, redução da capacidade das albufeiras, afectação de obras de rega e obstrução dos sistemas de drenagem (Pimenta et al, 1994).

É neste âmbito da avaliação da erosão e da qualidade da água de rega que surge este trabalho, integrado num dos projectos de investigação a cargo do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora, financiado pelo PRAXIS XXI, com o título “Uso eficiente e sustentável da água na agricultura, com integração de tecnologias de rega, da drenagem e avaliação das necessidades hídricas da cultura.”. Pretendeu-se avaliar não só a qualidade da água de rega e a sua influência na salinidade dos solos, como também quantificar os sedimentos arrastados pela rega de superfície. Paralelamente, testou-se a influência de poliacrilamidas aniónicas (PAM) na estabilização dos agregados do solo, na qualidade da água, e no aumento da infiltração.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Localização, duração e âmbito do ensaio

A parte experimental do trabalho foi realizada na Cooperativa Agrícola do Cabido, com sede no Monte do Cabidinho, Herdade do Cabido, freguesia de S. Gregório, concelho de Arraiolos, distrito de Évora, e que faz parte do perímetro de rega do Divor-Arraiolos.

O ensaio decorreu entre os meses de Junho e Setembro de 1997, e realizou-se em duas parcelas distintas da Herdade do Cabido. Numa das parcelas, o ensaio decorreu num bloco de rega com sulcos em contorno, seguindo muito de perto as curvas de nível. Noutra parcela, a opção reverteu a favor da abertura de sulcos rectilíneos de acordo com o maior declive do terreno, como é mais tradicional na cultura do milho. Em ambas, a cultura semeada foi o milho para grão.

2.2- Caracterização pedológica do local de ensaio

Nos regadios alentejanos predominam os solos mediterrâneos, que ocupam cerca de 40% dos solos do Alentejo (800 000 ha) e 26% dos solos do país (1 200 000 ha) (Cardoso, 1965).

A formação destes solos resulta de um processo pedogenético denominado argiluviação, em que a característica mais marcante é a presença de um horizonte A ligeiro, de

espessura relativamente pequena que sobrepõe um horizonte argílico, muito compacto e com elevada concentração de argila, o que lhe confere grande impermeabilidade à água.

Os solos argiluviosos apresentam ainda um grau de saturação elevado, típico do clima pouco húmido do Alentejo. Em geral, os valores de água no solo à capacidade de campo são moderados a elevados, e a capacidade de água utilizável é baixa no horizonte superficial e mediana nos inferiores. (Cardoso, 1965)

Por possuir uma compactidade elevada, o horizonte B condiciona o processo de infiltração, tornando-se também num obstáculo ao desenvolvimento do sistema radical das culturas. Esta situação leva a que durante o Inverno ocorra excesso de água à superfície e/ou toalhas freáticas suspensas e temporárias. Pela mesma razão, ocorrem frequentemente excedentes de água à saída dos sulcos de rega, especialmente depois das primeiras regas, quando a taxa de infiltração do solo decresce abruptamente e/ou quando há excessos na aplicação de água na cabeceira dos sulcos.

2.3- Descrição do ensaio de campo

Os blocos de contorno foram estabelecidos depois de um nivelamento do terreno com equipamento laser, seguindo-se os perfis topográficos traçados com auxílio do programa CARTOMAP. A movimentação de terras foi efectuada com base no método dos perfis.

Os sulcos foram abertos, imediatamente antes da sementeira, com um derregador acoplado a um tractor, para que, caso fosse necessário, se efectuasse uma rega de germinação.

A sementeira foi efectuada com um semeador de linhas que simultaneamente fez a adubação de fundo, tendo o milho sido semeado com 75 cm na entrelinha, 15 cm na linha de cultura, e à profundidade de 5 cm.

A adubação efectuada foi a recomendada para uma produção de 10 toneladas por hectare, de acordo com as análises de solo. A adubação de fundo foi efectuada conjuntamente com a sementeira, tendo sido aplicado o fósforo e o potássio, e apenas 1/3 da quantidade de azoto recomendada. Os restantes 2/3 constituíram a adubação de cobertura. A água utilizada para a rega dos campos de ensaio foi fornecida pelo perímetro de rega do Divor.

No ensaio nos blocos com sulcos rectilíneos, que acompanhavam de perto o maior declive do terreno, as mobilizações e os tratamentos efectuados são idênticos aos já descritos para os blocos de contorno.

2.4- Organização do ensaio

Os sulcos de contorno são construídos com a finalidade de diminuir a quantidade de sedimentos erodidos, enquanto que, os sulcos rectilíneos são mais expostos à erosão, sobretudo porque os declives são acentuados. Com a realização do ensaio nos dois blocos com características diferentes, pretendeu-se avaliar o efeito dessas diferenças na perda de sedimentos e na qualidade da água. Aproveitando alguns dos sulcos, em contorno e rectilíneos, aplicou-se também poliacrilamida (um condicionador agregante do solo) à água de rega, em condições de caudal e de condução da rega semelhantes aos sulcos apenas regados com a água do perímetro (sem adição de nenhum outro elemento agregante).

Nos blocos de contorno, o ensaio decorreu num total de 8 sulcos tendo-se aplicado PAM em apenas 6 (sulcos nº 24, 26, 28, 46, 48, 50). Os restantes 2 sulcos (nº 27, 44) funcionaram como sulcos-testemunha, tendo recebido apenas água da rega, sem o condicionador.

Relativamente aos sulcos declivosos de 140 m de comprimento e 1.2% de declive, utilizou-se um total de 4, em que apenas o sulco nº 3 foi regado com água, tendo os restantes os sulcos (6, 7 e 10) sido tratados a poliacrilamida solúvel em água (PAM).

Nos dois blocos do ensaios instalaram-se três estações de amostragem, respectivamente no início, meio e final de cada sulco, tendo cada um dos locais canaletes de Replogle, para a determinação dos caudais em cada terço do sulco. Com o canaleta final pretendia-se inferir acerca da quantidade de água que se perdia no fim de cada sulco.

Nos mesmos locais de amostragem, foram também instalados suportes com cones de Imhoff, necessários à determinação volumétrica da quantidade de sedimentos arrastados para além do comprimento dos sulcos, isto é, para o exterior do campo regado. Os cones de Imhoff têm uma escala que permite a leitura do volume de sedimentos contido em cada amostra de água da rega recolhida. Este volume é posteriormente convertido em massa de sedimentos, fazendo-se uso de uma equação de calibração própria para o tipo de solo.

2.5 - Preparação e aplicação da solução de PAM

A preparação da solução de PAM foi realizada no laboratório. Adicionando à água PAM em pó, numa operação efectuada lentamente para que o pó fosse completamente dissolvido em água, ia-se agitando simultaneamente, com o auxílio de um agitador mecânico (um vórtice), o reservatório que recebia a poliacrilamida. Após a adição, a agitação continuava durante, aproximadamente 20 minutos.

Para este ensaio, utilizou-se uma solução de 10ppm de PAM, pretendendo-se distribuir posteriormente 1Kg de PAM por hectare de terreno regado. A solução assim preparada no laboratório foi sendo aplicada à água de rega durante toda a fase de avanço da água nos sulcos, e imediatamente após a sua saída da janela do tubo de condução de água do sistema de rega utilizado.

Com as regas efectuadas com redução de caudais, por um sistema de rega por cabo (cabo-rega), foi necessário recorrer a métodos expeditos de determinação dos caudais debitados em cada janela do tubo. Esse processo mostrou-se necessário para se poder ajustar a abertura das torneiras de débito da solução de PAM, uma vez que a sua concentração tinha que ser mantida constante ao longo da rega. Utilizaram-se os primeiros sulcos do primeiro terraço dos blocos de contorno para controlar os tempos de avanço da água e os caudais debitados em cada janela, optimizando-se assim a velocidade do êmbolo do cabo-rega. O caudal era então controlado com um recipiente com volume conhecido em que se contabilizava o tempo que este demorava a encher. Desta forma expedita foi possível determinar o caudal de PAM a aplicar em cada sulco, bastando, a partir daí, ajustar a torneira dos recipientes de 30 L que continham a solução preparada em laboratório. Com este processo aplicou-se em média 1 Kg/ha de PAM.

2.6- Determinação da quantidade e qualidade de sedimentos erodidos

A determinação da quantidade de sedimentos arrastados no decurso de cada rega foi efectuada nos dois campos, tanto em sulcos testemunha como em sulcos tratados com a poliacrilamida (PAM).

Recolheram-se as amostras da água no início, meio e final de cada sulco e, para que a rega fosse totalmente acompanhada, fizeram-se três amostragens espaçadas de 20 minutos, sendo a 1ª amostra recolhida apenas 5 min após a passagem de água em cada estação. A leitura do volume de sedimentos nos cones de Imhoff (Lentz et al, 1992; Sojka et al, 1992) ocorria 30 minutos depois de cada recolha, permitindo-se assim um tempo adequado de sedimentação das partículas em suspensão.

Com o auxílio da equação de calibração, converteu-se em massa o volume de sedimentos lido nos cones, podendo-se então quantificar a quantidade de solo arrastado no

início e meio dos sulcos assim controlados, e perdidos também por arrastamento no fim do sulco (arrastados para o exterior dos sulcos).

No final de cada rega recolheram-se amostras de sedimentos depositados no fundo dos sulcos, para análise textural.

2.7- Procedimento de estimativa da erosão, utilizando os cones de Imhoff

Cada rega é dividida num número n de períodos, com a duração P_i (min.), em que $i=1,2,\dots,n$. O primeiro período ($i=1$), começa quando a água começa a sair do sulco.

O caudal de entrada ($Q_{entr.}$) e de saída ($Q_{sai.}$), em L/min, e o volume de sedimentos nos cones de Imhoff ($V_{sed\ i}$), em ml de sedimentos por um litro de amostra, é medido no início de cada período, excepto no primeiro e último períodos em que:

- 1) no 1º período obtêm-se volumes mais representativos, efectuando-se as medições 5 a 10 minutos depois do tempo de avanço;
- 2) no último período, que deve começar quando o caudal de entrada parar.

O procedimento requer uma função de calibração que converta o volume de sedimentos observado por litro de amostra (ml/L), em peso de sedimentos por litro de amostra (g/L). A concentração de sedimentos (g/L), para cada período i , é dada por uma equação de calibração do tipo:

$$M_{sed.i} (g/L) = b * V_{Sed.i} (ml/L) + c \quad (1)$$

em que:

- $M_{sed.}$ - Concentração de sedimentos por litro de amostra (g/L), para cada período i
- $V_{sed.}$ - Volume de sedimentos (ml) por litro de amostra, em cada período i
- b - Constante
- c - Constante

A perda total de solo no sulco, E , é calculada por

$$E = \sum_{i=1}^n M_{sed_i} * Q_{sai_i} * P_i \quad (2)$$

sendo:

- $M_{sed.}$ - Massa de sedimentos, em cada período i , em g/L
- $Q_{sai.}$ - Caudal de saída em cada período i do sulco, em L/min
- P_i - nº total de períodos considerados.

Este último parâmetro, pode ser convertido em perda de solo por área através da expressão

$$E_A = (E * 10) * (L * l)^{-1} \quad (3)$$

onde:

- E_A - Perda de solo por área, Kg/ha
- E - Perda de solo no sulco, g
- L - Comprimento do sulco, m
- l - Distância média entre os sulcos, m

Para a determinação da quantidade de solo que se perde ao longo de todas as regas (perda total), calcula-se o produto da perda de solo por área regada pelo número total de regas realizadas, isto é:

$$E_T = E_A * R \quad (4)$$

sendo:

- E_T - Perda de solo por campanha de rega, Kg/ha.campanha
- E_A - Perda de solo por área regada, Kg/ha, em cada rega
- R - Número total de regas

2.8- Determinação da qualidade da água de drenagem superficial

Das amostras de água de drenagem recolhidas durante a rega realizaram-se análises químicas para a determinação de parâmetros como oxigénio dissolvido (OD), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), pH, condutividade eléctrica (CE) e nitratos.

Para a determinação do risco de salinidade, utilizou-se a taxa de adsorção de sódio (SAR).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg) / 2}} \quad (5)$$

2.9- Qualidade da água de percolação profunda

Com vista à recolha de amostras de água drenada em profundidade, utilizaram-se cápsulas cerâmicas (modelo 1900). Estas, são constituídas por um tubo rígido em PVC, que no seu interior deverá conter um micro-tubo de plástico flexível. Uma extremidade é constituída por um bolbo cerâmico de baixa porosidade e, na extremidade superior instala-se um sistema que permita a recolha da água drenada. Esta montagem encontra-se na figura abaixo.

O material de construção do aparelho deverá ser um material rígido que permita suportar por um lado a pressão suficiente para provocar o vácuo no seu interior e, por outro, as condições ambientais.

O princípio de funcionamento deste aparelho consiste basicamente em provocar o vácuo no interior da cápsula, com o auxílio de uma bomba, como a ilustrada na figura 2, de modo a que o potencial seja menor no interior do tubo do que no solo, favorecendo-se assim a entrada de água para o interior daquele, através dos poros do bolbo cerâmico. A sucção deverá ser provocada na cápsula cerca de 12 horas depois da rega.

É com base no mesmo princípio que se faz a recolha da amostra da solução de solo. Ao provocar o vácuo no recipiente de recolha, o qual deverá ser de vidro ou plástico, o potencial torna-se inferior ao do tubo, o que provoca a ascensão da solução para o interior do recipiente.

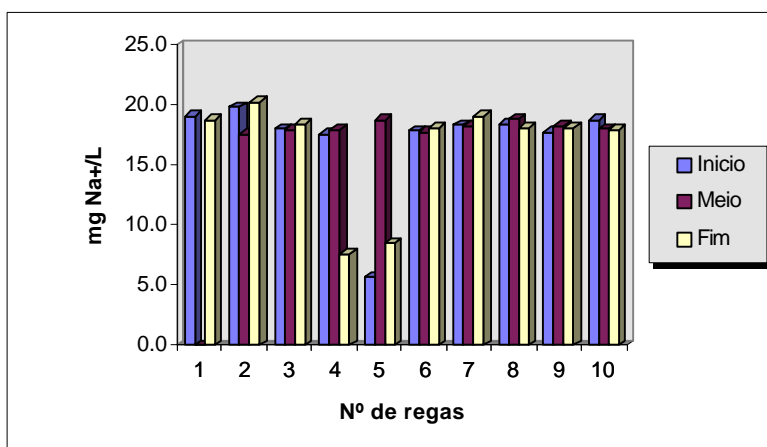
Antes de se proceder à recolha da amostra, é conveniente que a cápsula se encontre sob sucção aproximadamente 3 horas, de forma a permitir a entrada da água para o seu interior. Durante este compasso de espera o micro-tubo deverá manter-se bem vedado, por exemplo com o auxílio de uma mola estanque, de forma a que a pressão no seu interior não aumente. Ao deixar-se a solução de solo por um longo período no interior da cápsula, o potencial no solo tende a diminuir nomeadamente devido ao consumo de água pelas plantas, e a solução começará a sair desta.

No campo, o aparelho deverá ser colocado no solo à profundidade desejada, fazendo com um trado um furo com diâmetro semelhante ou até mesmo ligeiramente inferior ao da cápsula cerâmica, de modo a forçar a sua entrada no furo e garantir desta forma um contacto perfeito daquela com as paredes e o fundo desta. No ensaio, foram instaladas 4 cápsulas no total, tendo-se utilizado uma sonda de meia cana para fazer o furo. Estas cápsulas foram instaladas em dois sulcos dos blocos de contorno, tendo sido um deles tratado com PMA e outro não, à profundidade de 60 cm e a uma distância do início do sulco de 50 e 80 metros.

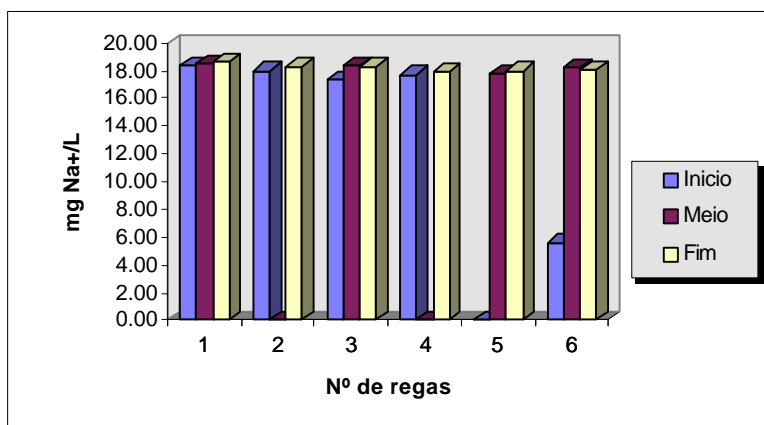
3- RESULTADOS E CONCLUSÕES

3.1- Avaliação da qualidade física e química da água drenada superficialmente

Os valores apresentados em seguida, referem-se às concentrações médias obtidas para os dois campos de ensaio. Quanto ao sódio, conforme a fig. 1, verifica-se um aumento de 7,2% da concentração de Na^+ (mg/L) no início dos sulcos tratados com PAM e um decréscimo médio de 0,05% no meio destes sulcos, relativamente aos de controlo. No que se refere ao final do sulco, a utilização de PAM reduz a concentração de sódio em 15,3%. Considerando a totalidade dos sulcos, verifica-se que, em média, há um decréscimo de 3,3% de Na^+ , nos sulcos onde o PAM foi aplicado.



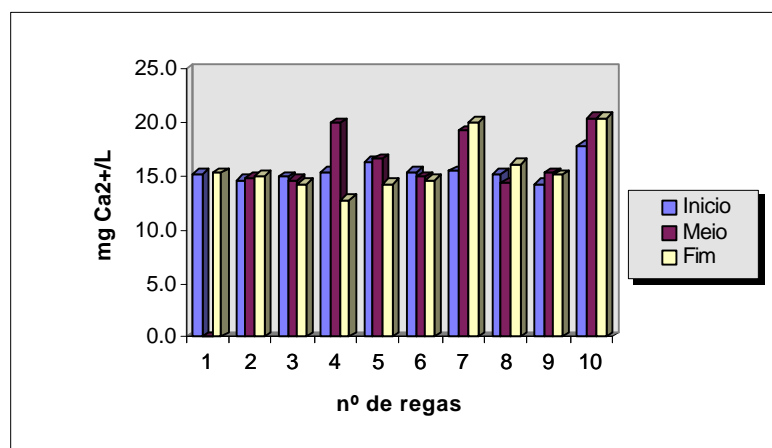
A)



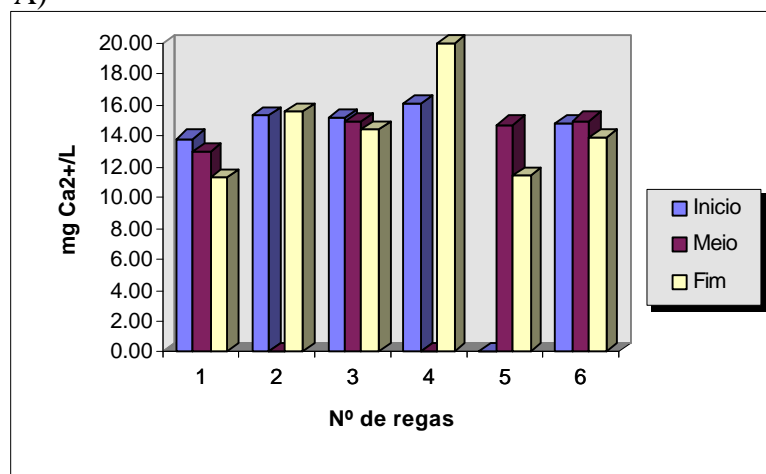
B)

Figura 1- Variação do sódio na água de drenagem superficial. A) Sulcos tratados com PAM; B) Sulcos testemunha.

Quanto ao cálcio e magnésio, verifica-se um acréscimo médio de 7,6% do catião Ca^{2+} nos sulcos com poliacrilamidas, sendo 5,8% maior no início dos sulcos tratados, em relação aos sulcos testemunha. Contudo, no meio e fim dos sulcos esse aumento é de 8,1% e 8,7% respectivamente.



A)

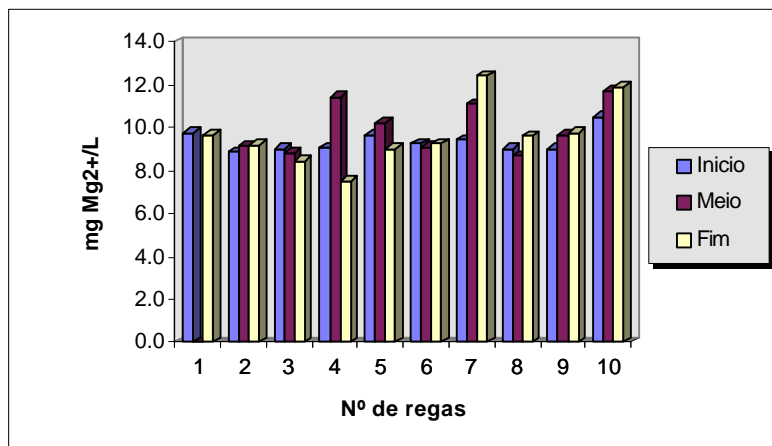


B)

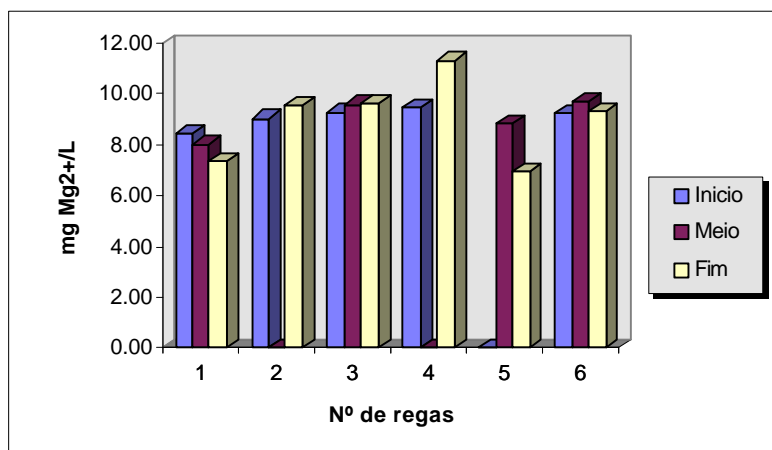
Figura 2- Variação do cálcio na água de drenagem superficial. A) Sulcos tratados com PAM; B) Sulcos testemunha.

Com o catião Mg^{2+} , no início dos sulcos onde o PAM foi aplicado verifica-se que, em média, ocorre um decréscimo de 5.3% em relação aos sulcos de controle, enquanto que no meio e final dos sulcos tratados há um aumento de 3,9% e 5,2% respectivamente.

Em termos gerais, pode dizer-se que a utilização de poliacrilamidas provocou um aumento médio de 4,3% na concentração do catião Mg^{2+} na água de rega.



A)



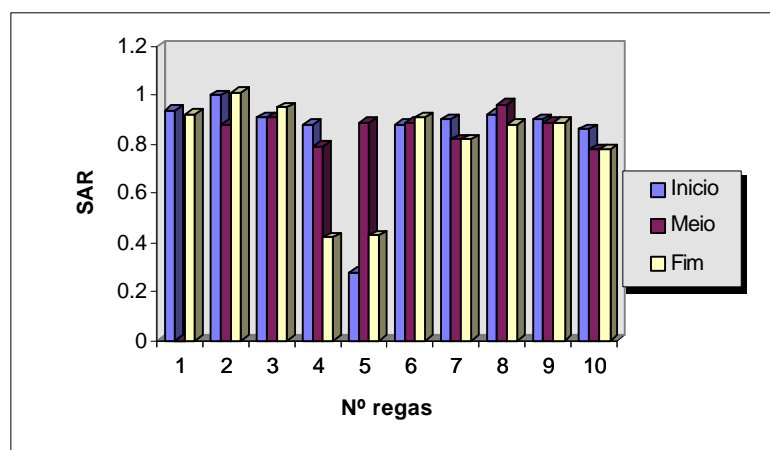
B)

Figura 3- Variação do magnésio na água de drenagem superficial. A) Sulcos tratados com PAM; B) Sulcos testemunha.

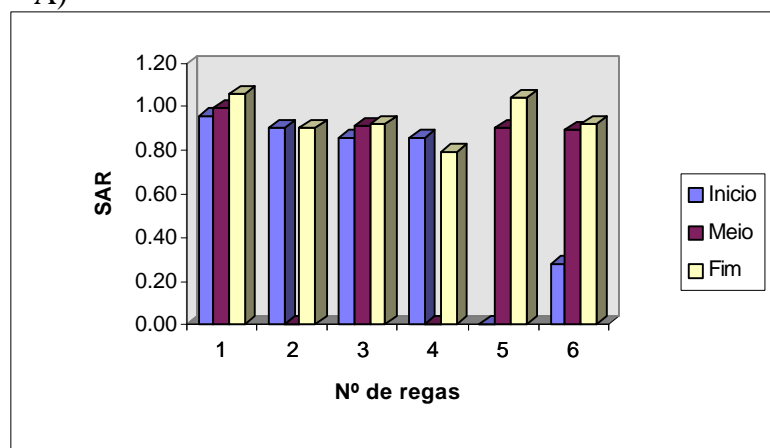
Em relação à taxa de adsorção de sódio, regista-se um aumento de 9,4% no início dos sulcos tratados com PAM, quando comparados com os de controle. No entanto, a meio e no final dos sulcos, constata-se que a utilização de PAM provoca uma redução deste índice. Em termos médios, essa redução corresponde a 5,4% e 14,9%, respectivamente. Assim, em termos globais, para todo o sulco o uso de poliacrilamidas parece ter reduzido o SAR, com um decréscimo de 4,54% no nível do índice.

É de salientar contudo que os valores obtidos encontram-se sempre abaixo do valor 3 e, como tal, os riscos de salinidade e de diminuição da permeabilidade do solo são baixos. Este

índice apresenta ainda valores sempre abaixo dos permitidos por lei, e regulamentados no Dec-lei 74/90, onde o Valor Máximo Recomendado (VMR) é de 8.



A)



B)

Figura 4- Variação do índice SAR na água de drenagem superficial. A) Sulcos tratados com PAM; B) Sulcos testemunha.

Em relação à taxa de adsorção de sódio, registou-se um aumento de 9,4% no início dos sulcos tratados com PAM, quando comparados com os de controle. No entanto, a meio e no final dos sulcos, constata-se que a utilização de PAM provoca uma redução deste índice. Em termos médios essa redução corresponde a 5,4% e 14,9%, respectivamente. Assim, globalmente e para todo o sulco, o uso de poliacrilamidas parece ter reduzido o SAR, com um decréscimo de 4,54% no nível do índice.

É de salientar que os valores obtidos encontram-se sempre abaixo do valor 3 e, como tal, os riscos de salinidade e de diminuição da permeabilidade do solo são baixos. Este índice apresenta ainda valores sempre abaixo dos permitidos por lei, e regulamentados no Dec-lei 74/90, onde o Valor Máximo Recomendado (VMR) é de 8.

Para valores de pH e de condutividade eléctrica em termos médios não há variação de pH nos sulcos tratados com PAM, quando comparados com os sulcos de controle. A aplicação de poliacrilamidas aniónicas parece produzir, em média, um aumento de 2,8% da condutividade eléctrica da água de rega.

Quanto ao oxigénio dissolvido, a aplicação do condicionador do solo produz uma diminuição média de OD de 6%, mantendo-se no entanto os valores do oxigénio dissolvido

sempre acima do valor mínimo de 5 mg/L. Os valores analisados encontram-se, em geral, abaixo dos valores médios permitidos por lei. (Dec-lei 74/90, de 7 de Março).

3.2- Determinação da quantidade e qualidade dos sedimentos erodidos

A determinação da quantidade de sedimentos arrastados durante a rega de superfície, foi realizada através do procedimento descrito anteriormente. A partir desse procedimento, e para um tempo de sedimentação das amostras nos cones de Imhoff de 30 minutos, obtiveram-se os seguintes resultados para os blocos com sulcos abertos em contorno:

Quadro 1
Erosão por unidade de área para os blocos com sulcos em contorno.

Número do Sulco	Local de amostragem	Regas				
		1ª rega	2ª rega	3ª rega	4ª rega	5ª rega
		Sedimentos arrastados (Kg/ha)				
Sulco 24	Final	132.68	91.36	65.43	14.35	1.62
Sulco 26	Final	17.12	49.76	0.54	0.45	14.79

Número do Sulco	Local de amostragem	Regas			
		4ª rega	5ª rega	6ª rega	7ª rega
		Sedimentos arrastados (Kg/ha)			
Sulco 27	Final	470.84	336.31	216.21	288.27

Número do Sulco	Local de amostragem	Regas			
		2ª rega	3ª rega	4ª rega	5ª rega
		Sedimentos arrastados (Kg/ha)			
Sulco 44	Final	283.99	121.71	106.76	156.94
Sulco 46	Final	47.82	43.83	43.24	17.93

Número do Sulco	Local de amostragem	Regas		
		2ª rega	3ª rega	5ª rega
		Sedimentos arrastados (Kg/ha)		
Sulco 48	Final	1.27	2.23	14.95

Quanto aos blocos com sulcos retilíneos, não abertos em contorno, mas seguindo o declive do terreno, obtiveram-se os seguintes resultados, apresentados no quadro 2 que segue.

Quadro 2
Erosão por unidade de área para os sulcos retilíneos ensaiados.

Número do Sulco	Local de amostragem	Regas		
		2ª rega	3ª rega	4ª rega
		Sedimentos arrastados (Kg/ha)		
Sulco 3	Final	15931.72	8196.40	2458.92
Sulco 6	Final	457.20	185.69	29.72
Sulco 7	Final	609.60	11.48	37.65
Sulco 10	Final	932.13	223.22	94.36

Pela análise dos quadros anteriores verifica-se que a aplicação de PAM reduz a erosão em 96.8% nos sulcos declivosos, enquanto que nos blocos de contorno esta redução é de apenas 88.7%. Esta diferença deve-se ao facto dos blocos de contorno já exercerem influência na redução do arrastamento de sedimentos, pois a abertura dos sulcos em contorno é já uma técnica de controlo da erosão na rega. Assim, por comparação (ainda que qualitativa, devido às diferenças nos caudais de entrada) entre os valores obtidos para os sulcos nos blocos de contorno e nos sulcos declivosos, constata-se que a organização do campo em blocos de contorno diminui o arrastamento de material sólido em 8.6 ton/ha, sem tratamentos com o PAM.

Observa-se ainda que a quantidade de material erodido vai diminuindo com o aumento do nº de regas efectuado. Verificou-se que, em valores médios, a redução da erosão entre a 2ª e 3ª regas é de 78.9% quando se aplica PAM na água de rega, enquanto que quando este tratamento não é efectuado esta redução é de apenas 43,5%. Entre a 3ª e a 4ª rega esta redução passa a ser de 60.8% quando se aplica o condicionador, enquanto que no sulco testemunha é de 70.0%. Esta diferença dever-se-á provavelmente à completa desagregação dos agregados do solo quando não tratados, ocorrendo a erosão total dos sedimentos durante as primeiras regas. É de salientar que há arrastamento e deposição de sedimentos no interior de cada sulco (locais de amostragem de início e meio), havendo apenas saída de sedimentos para o exterior do campo regado no fim do sulco (local de amostragem denominado fim). Todavia ao comparar os valores da erosão por unidade de área obtidos para a 2ª e 4ª rega, observa-se que nos sulcos tratados com PAM a redução de erosão é de 91.76% enquanto que nos sulcos testemunha este valor é de apenas 84.6%. Estes valores indicam a necessidade de utilizar este condicionador aniónico nas primeiras regas, de modo a se poder exercer um maior controlo sobre a erosão.

3.3. Análise textural dos sedimentos

De modo a determinar a variação percentual de cada fracção granulométrica nos sulcos tratados com poliacrilamida e nos sulcos testemunha, calculou-se a média aritmética entre as três repetições efectuadas em cada local de amostragem. Estes valores encontram-se representados no quadro 3.

Quadro 3
Percentagens médias de cada fracção granulométrica em cada local de amostragem

Textura	Local de Amostragem	Sulcos			
		PAM		Testemunha	
		Sulco 26	Sulco 48	Sulco 27	Sulco 44
Areia (%)	Início	77.70	77.50	85.80	84.60
	Meio	76.10	70.40	81.70	81.60
	Fim	67.70	65.70	81.80	82.30
Limo (%)	Início	7.47	7.87	4.87	6.73
	Meio	12.37	12.10	7.29	5.60
	Fim	14.43	14.20	7.09	5.60
Argila (%)	Início	16.40	15.30	9.70	8.00
	Meio	14.10	17.60	11.40	11.20
	Fim	23.80	19.80	12.34	10.15

Relativamente à argila, verifica-se que, em média, os sulcos tratados com poliacrilamida apresentam um acréscimo de 44,16%, 28,7% e 48,44% desta fracção

granulométrica respectivamente no início, meio e final do sulco, comparativamente aos sulcos testemunha. Se se considerar a totalidade dos sulcos, constata-se que os sulcos onde se aplicou PAM apresentam mais 41,32% de partículas com diâmetro inferior a 0,002 mm nos sedimentos depositados no sulco, o que faz supor que essas partículas foram arrastadas para o exterior do campo, através dos sulcos testemunha (não tratados com o PAM).

Em relação às partículas com diâmetro compreendido entre 0,2 e 0,02 mm, as quais constituem a classe granulométrica dos limos, verifica-se que a utilização de poliacrilamida provoca um aumento médio de 45,76% de limos relativamente aos sulcos testemunha nos sedimentos depositados nos sulcos. Este acréscimo encontra-se distribuído ao longo dos sulcos da seguinte forma: há um aumento de 45,76%, 47,81% e 55,73% respectivamente no início, meio e final dos sulcos tratados com PAM. Estes resultados deixam antever que a poliacrilamida evita o arrastamento dos limos para o exterior do campo de rega, protegendo as linhas de água e as albufeiras.

A utilização de poliacrilamidas aniónicas na água de rega provoca, no entanto, uma diminuição da percentagem de areia nos sedimentos. Esta diminuição é de 12,59% se se considerar os sulcos como um todo, distribuindo-se de diferentes formas ao longo destes. Assim, no início dos sulcos testemunha o acréscimo de areia é de 8,92%, no meio destes sulcos é de 10,29%, e no final apresenta um acréscimo de 18,71%.

Em resumo, verifica-se que a utilização de poliacrilamidas aniónicas provoca, em média, uma retenção acentuada de argilas e limos nos sulcos de rega, impedindo-se o arrastamento desses sedimentos, mantendo-se a agregação e a forma dos sulcos, e a infiltração. Quanto aos elementos finos arrastados nos sulcos não tratados com PAM, (tanto a argila como o limo) depositar-se-ão, eventualmente, nas linhas de água e albufeiras, com prejuízos graves para essas obras-de-arte. Os resultados mostram que a fracção arenosa é igualmente arrastada nos casos analisados.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Departamento de Engenharia Rural que tornou possível a realização deste trabalho. À Eng^a Florbela Melhorado e à estagiária Anabela Mariz também se agradece a ajuda e a colaboração prestadas na realização do trabalho de campo

BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, J. V. J. C. - Os solos de Portugal; sua caracterização e génese; I- A sul do rio Tejo. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, 1965

COSTA, BOTELHO - Caracterização e constituição do solo. Fundação Calouste Gulbenkian. 4^a edição. Lisboa, 1991

LENTZ, R.D.; SHAINBERG, I.; SOJKA, R. E.; CARTER D. L. - Preventing irrigation furrow erosion with small applications of polymers. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1926-1932, 1992

MARTINS, OLGA - Avaliação da qualidade da água de drenagem e da perda de sedimentos na rega de superfície. Trabalho de Fim de Curso da licenciatura em Engenharia dos Recursos Hídricos. Universidade de Évora, 1997

PIMENTA, M. T.; COUTINHO, M.; ÁLVARES, M. - Erosão hídrica em sub-bacias do rio Guadiana. Debate Rio Guadiana: Passado, Presente e Futuro. Évora, 1994

SHAHIDIAN, S. - Desenvolvimento, por automatização, de um sistema de cabo-rega. Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Mestre. Évora, 1996.

SOJKA, R.E.; CARTER, D. L.; BROWN, M. J. - Imhoff cone determination of sediment in irrigation runoff, 1992, Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 884-890.