Silva Lusitana ***14****(2): 219 - 226, 2006*
© EFN, Lisboa. Portugal

Estudo Laboratorial do Deslocamento de Sementes de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* e *Grevillea* sp. sob Acção de Chuva Simulada

João Pedroso de Lima*, Nuno Simões, Javier Redondo*** e Isabel Pedroso de Lima******
*Professor Catedrático
Instituto do Mar – Centro Interdisciplinar de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC)
Laboratório de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, FCTUC
**Assistente Estagiário
Laboratório de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, FCTUC
***Aluno do Programa Erasmus
FCTUC/Escola Superior Agrária de Coimbra
****Professora Adjunta
Instituto do Mar – Centro Interdisciplinar de Coimbra,
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra

Sumário. Uma das soluções para combater a erosão do solo é a reflorestação. No entanto, as sementeiras efectuadas em terrenos com declives elevados podem deparar-se com o problema de arrastamento das sementes pelo escoamento superficial. Neste trabalho apresentam-se resultados laboratoriais relativos ao estudo do movimento de sementes de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* e *Grevillea* sp., sobre solo nu, utilizando um simulador de chuva e um canal de terra. Para uma dada chuvada, com intensidade constante no tempo, mediram-se os deslocamentos das sementes para declives do canal de 10, 20 e 30%. Os resultados mostram uma estreita relação entre a distância percorrida pelas sementes e características físicas das sementes estudadas (e.g. peso da semente), bem como entre essa distância e o declive do solo.
Palavras-chave: sementes; reflorestação; escoamento superficial; simulador de chuva

Laboratorial Study of the Displacement of Seeds of *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* and *Grevillea* sp. under Simulated Rain

Abstract. Reforestation plays an important role against soil erosion. However, seeds on sloping terrains can be displaced downslope by overland flow. This work presents a laboratory study on the movement of seeds of *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* and *Grevillea* sp. over bare soil, caused by the combined action of simulated rainfall and drainage channel. The laboratory set-up used a rectangular soil flume and a rainfall simulator. The slope of the flume was set at 10, 20 and 30%. The rainfall events had a constant intensity and a fixed duration. Results show a relation

1º Autor E-mail: plima@dec.uc.pt

between the seeds displacement distance and the physical characteristics of the seeds (e.g. weight of the seeds) and between that displacement and the slope.
Key words: seeds; reforestation; overland flow; rainfall simulator

Étude en Laboratoire du Déplacement de Semences de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* et *Grevillea* sp. sous l'Action de Pluie Simulée

Résumé. Le reboisement joue un rôle important de protection du sol contre l'érosion. Toutefois, les semences situées en terrain accidenté peuvent être transportées par les eaux de ruissellement de surface. Cet article scientifique présente des résultats expérimentaux sur le déplacement des semences de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* et *Grevillea* sp. sur un sol nu sous l'action combiné de la pluie et du ruissellement. Le montage expérimental est formé d'un plan rectangulaire recouvert de sol et d'un simulateur de pluie. Des pentes de terrain de 10, 20 et 30% ont été étudiées pour des épisodes de pluie d'intensité constante et de durée fixe. Les résultats montrent une dépendance de la distance de déplacement des semences à leurs caractéristiques physiques (ex. poids) et une autre à la pente.
Mots clés: semences; reboisement; ruissellement de surface; simulateur de pluie

Introdução

Acelerada pela acção do Homem, a erosão hídrica dos solos conduz por vezes a elevados valores de perda de solo. Essa erosão é particularmente importante sempre que o solo é deixado exposto directamente à acção erosiva da chuva como, por exemplo, em encostas e taludes resultantes de trabalhos de terraplenagem, em zonas de construção, solos de cultivo abandonados e zonas atingidas por incêndios florestais.

A ausência do coberto vegetal, aliada a elevados declives do terreno e pouca resistência do solo, conduzem a elevadas taxas de perda de solo. A vegetação, além de contribuir para aumentar a intercepção e diminuir a velocidade do escoamento superficial, favorece a infiltração da água no solo, conduzindo à diminuição do escoamento superficial; consequentemente, diminui a erosão (e.g. CERDÀ *et al.*, 1997; REGÜES, 1997). Assim, a reflorestação aparece naturalmente associada à tentativa de resolver este problema. No entanto, a água das chuvas pode provocar o deslocamento das sementes e diminuir a eficácia de operações de sementeira.

O papel do escoamento superficial na remoção das sementes não se encontra ainda bem estudado, em parte devido à grande diversidade de espécies florestais (e.g. CERDÀ *et al.*, 1997, 2002). Por outro lado, o declive dos terrenos pode ter um efeito importante no controlo das taxas de erosão, influenciando directamente o início e a quantidade do escoamento superficial. Assim, podem ser bastante diversas a consequente perda/arrastamento de sementes e distribuição espacial final da vegetação (CERDÀ *et al.*, 1997). É importante, pois, conhecer a susceptibilidade de vários tipos de sementes a este arrastamento, bem como a sua quantificação, para se poderem prever quais as taxas de sucesso de sementeiras efectuadas em determinadas condições, e para vários tipos de sementes.

Neste artigo apresentam-se resultados de trabalhos laboratoriais relativos ao deslocamento sobre solo nu de sementes de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* e *Grevillea* sp., devido à acção combinada da precipitação e escoamento superficial. Foi utilizado um simulador de chuva e um canal de terra. Para uma dada

chuvada, com intensidade constante no tempo e duração de dois minutos, quantificou-se o deslocamento das sementes para declives do canal de 10, 20 e 30%, em função das suas características (e.g. dimensões, peso).

Metodologia

Neste estudo laboratorial do arrastamento de sementes pelo escoamento superficial, utilizou-se um canal de terra e um simulador de chuva. Com o solo nu e garantindo iguais condições antecedentes de humidade do solo, registaram-se os deslocamentos das sementes da posição inicial (antes da chuvada) à final (depois da chuvada). Estudaram-se 3 espécies de sementes.

Canal e solo

Nas experiências laboratoriais utilizou-se um canal de terra de 3 metros de comprimento e 30 cm de largura (Figura 1); este canal foi anteriormente utilizado em estudos de erosão hídrica (ver e.g. LIMA *et al.*, 2002, 2003, 2005). O suporte do canal permite regular o seu declive; os testes foram efectuados para declives de 10%, 20% e 30%.

Neste canal colocaram-se 10 cm de solo. O solo utilizado pertence à classe textural franco-arenosa (LIMA *et al.*, 2003), e tem a seguinte composição granulométrica: 59,73% de areia grossa, 22,12% de areia fina, 9,2% de limo e 8,95% de argila.

Chuvada

A chuva foi simulada por 3 aspersores (Figura 1 e Figura 2) instalados numa estrutura metálica a cerca de 3 m de altura sobre a superfície do solo, afastados entre si de 1,25 m. O aspersor do meio situava-se centrado relativamente ao canal de terra. Simulou-se uma chuvada de intensidade constante de 3,07 mm/min, com a duração de 2 minutos. Para a zona centro de Portugal, segundo o RGSPPDADAR (1995), estima-se que a esta chuvada corresponda um tempo de recorrência de cerca de 7 anos. A distribuição espacial da precipitação sobre o canal encontra-se representada na Figura 3. Esta distribuição foi determinada a partir de um sistema de medição por amostragem, de acordo com o esquema indicado nesta figura.

Figura 1 - Instalação experimental: 1- Canal de terra; 2- Estrutura de suporte do canal; 3- Aspersor; 4- Estrutura de suporte do simulador de chuva

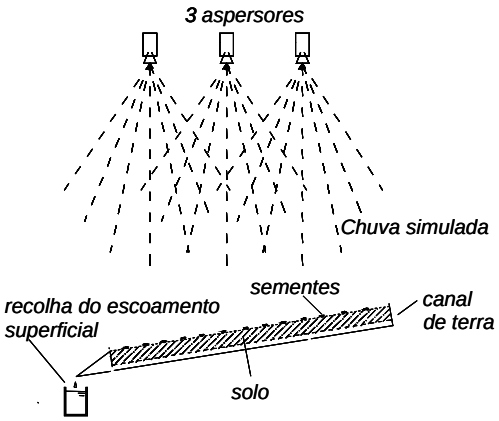

Figura 2 - Esquema da instalação laboratorial

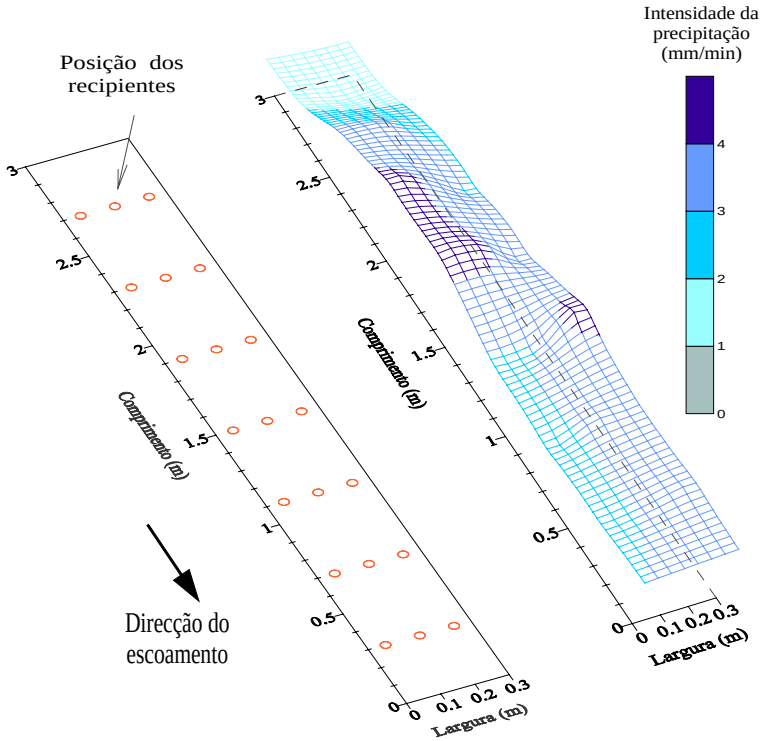

Figura 3 - Representação da distribuição da chuvada sobre o canal (à direita) e do posicionamento das sementes sobre o solo, no canal, antes do início das chuvadas (à esquerda). Este posicionamento coincide com o da recolha das amostras visando o estudo da distribuição espacial da chuva simulada sobre o canal

Sementes

As sementes utilizadas neste estudo foram *Grevillea* sp., *Pinus pinaster* e *Pinus pinea*. As últimas foram colocadas em duas posições: com o eixo maior da semente paralelo à linha de maior declive do canal, e com este eixo perpendicular a essa linha.

As sementes estudadas foram caracterizadas através dos parâmetros utilizados por CERDÀ *et al.* (1997); os valores médios destes parâmetros estão indicados no Quadro 1, para um total de 120 sementes analisadas (40 de cada espécie).

Para cada um dos declives estudados (10, 20 e 30%) realizaram-se três ensaios com 21 sementes de cada espécie, fazendo um total de 36 ensaios. No canal, o posicionamento inicial das sementes sobre o solo obedeceu ao esquema indicado no lado esquerdo da Figura 3. Cada uma das sementes foi devidamente identificada para que se pudesse facilmente determinar a posição que ocupavam após o evento chuvoso. No final de cada chuvada, foi identificada a posição de cada uma das sementes e determinada a distância percorrida.

Escoamento liquido e sólido

A medição do escoamento superficial e dos sedimentos arrastados, recolhidos de acordo com o esquema apresentado na Figura 2, foi feita através da recolha de amostras correspondentes a cada 10 segundos. A medição foi feita durante 3 minutos, a partir do início da chuvada. O transporte sólido foi determinado por secagem e pesagem das amostras. A Figura 4 mostra a variação ao longo do tempo do escoamento superficial e do correspondente transporte sólido, para o declive de 10%.

As chuvadas com a duração de dois minutos produzem aproximadamente 5.5 litros de água. O transporte sólido associado a essa chuvada depende, entre outros factores, do declive; em termos médios, o transporte sólido foi de 330 gramas para o declive de 10%, 577 gramas para o declive de 20% e 1224 gramas para o declive de 30%.

Quadro 1 - Caracterização física das sementes utilizadas

	Pinus pinaster	***Pinus pinea***	***Grevillea* sp.**
Peso (g)	0,068	0,985	0,093
Comprimento (cm)	0,856	1,97	1,074
Largura (cm)	0,488	0,995	0,728
Altura (cm)	0,327	0,857	0,254
Superfície (cm^2)	0,418	1,96	0,782
Volume (cm^3)	0,137	1,679	0,198
Densidade (g/cm^3)	0,495	0,587	0,468
Superficie / Peso	6,182	1,989	8,428
Índice de aplanamento[1]	0,22	1,27	0,229
Índice de circularidade[2]	2,616	2,299	4,233

1. Índice de aplanamento = Altura x(Comprimento + Largura) / 2
2. Índice de circularidade = Comprimento / Altura

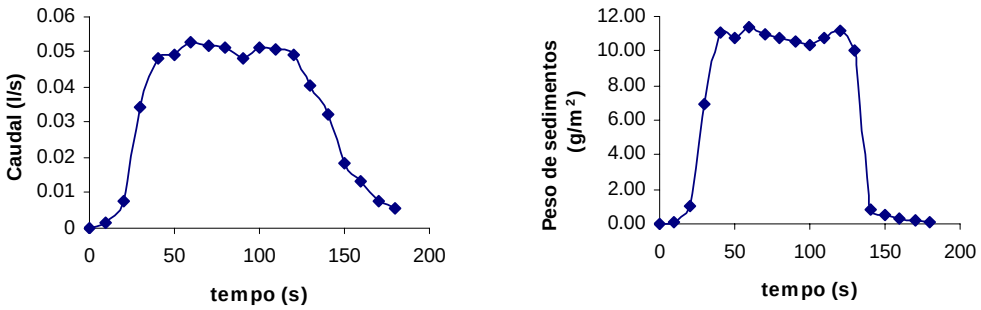

Figura 4 - Hidrograma de escoamento superficial e correspondente transporte sólido, medidos para o declive de 10%

Resultados

Na Figura 5 apresentam-se os deslocamentos de algumas das sementes, para diferentes declives. Nesta figura, a origem dos eixos representa a localização inicial das sementes, para um dado ensaio. O símbolo ♦ representa a localização final (relativamente à posição inicial) de todas as 21 sementes. O símbolo ■ representa o deslocamento médio dessas sementes. A dispersão dos resultados é devida à natureza dos processos envolvidos (e.g. impacto das gotas de chuva e capacidade de transporte do escoamento superficial) e às características das sementes.

Na Figura 6 apresentam-se as distâncias médias percorridas pelas sementes nos vários ensaios, identificadas na Figura 5, em função do declive do canal. Os deslocamentos das sementes maiores e mais pesadas (*Pinus pinea*) foram inferiores aos das sementes mais pequenas e leves (ver Quadro 1).

O deslocamento das sementes aumentou com o declive (ver Figura 6), do mesmo modo que o observado para o transporte de sedimentos. O posicionamento das sementes também é importante: as sementes de *Pinus pinea* posicionadas com o eixo maior paralelo ao declive registaram deslocamentos mais pequenos do que as posicionadas com o eixo maior perpendicular ao declive (ver Figura 6).

Algumas das sementes que estavam posicionadas na parte superior do canal movimentaram-se no sentido contrário ao do declive. Isso ocorreu devido ao impacto directo das gotas de chuva nas sementes e porque, nesta zona do canal, não havia escoamento superficial com capacidade de transporte suficiente para fazer com que as sementes se movessem para baixo.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que o deslocamento das sementes é função do seu peso próprio. Comparativamente às outras sementes estudadas (*Grevillea* sp. e *Pinus pinaster*), a semente de *Pinus pinea* é a mais pesada e sofre deslocamentos mais pequenos, qualquer que seja a inclinação da superfície ou a sua posição relativamente ao declive. O declive do solo mostrou também afectar directamente o deslocamento sofrido pelas

sementes.

São claramente necessários mais ensaios para se poder estabelecer relações entre as características físicas das sementes e a sua susceptibilidade ao arrastamento hídrico. Sugere-se um estudo mais alargado, com outras variedades de sementes, nomeadamente sementes com elementos para dispersão pelo vento e que libertem secreções. É necessário igualmente atender às características quer da pluviosidade (intensidade, duração, diâmetro das gotas, velocidade de impacto das gotas), quer às características hidráulicas do escoamento laminar e por sulcos (altura da lâmina líquida, velocidade, rugosidade hidráulica) que poderão coexistir em taludes e encostas.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo projecto POCTI/AGG/38957/2001 da Fundação para a Ciência e a Tecnologia do Ministério da Ciência e do Ensino Superior (Portugal).

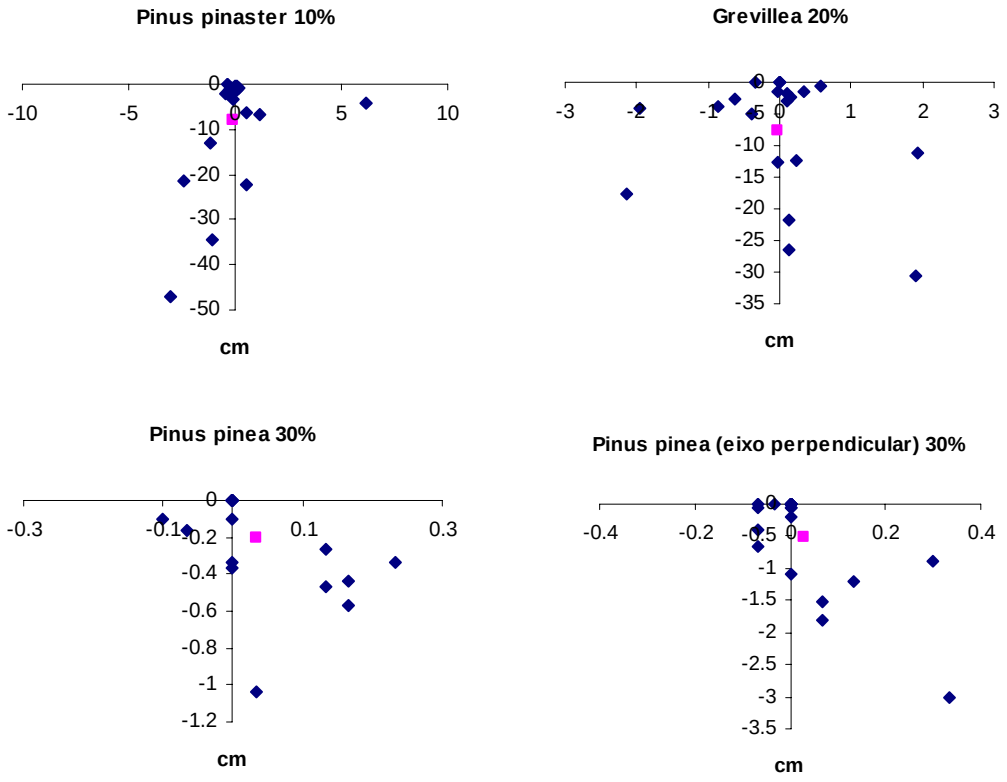

Figura 5 - Exemplos de deslocamentos das sementes de *Grevillea* sp., *Pinus pinaster* e *Pinus pinea* (duas posições, eixo paralelo e perpendicular ao declive do canal), para alguns declives do canal. As escalas dos deslocamentos não são idênticas

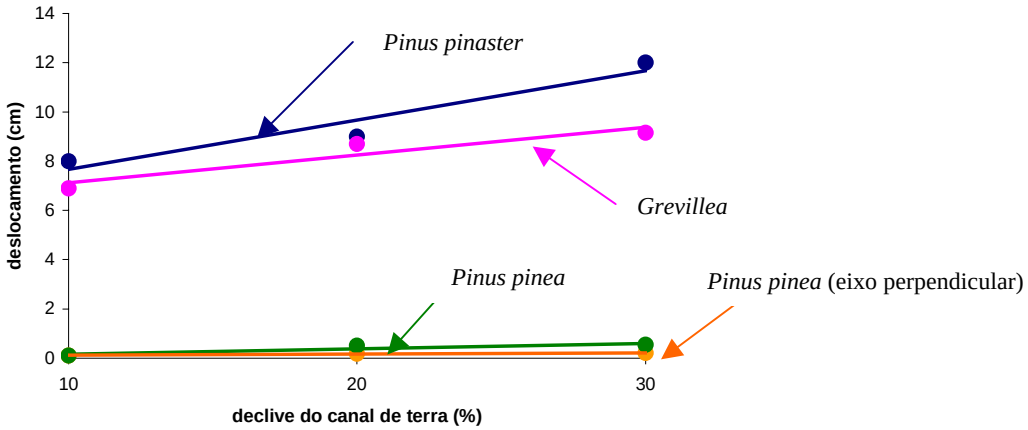

Figura 6 - Deslocamentos médios das sementes de *Grevillea* sp., *Pinus pinaster* e *Pinus pinea* (duas posições, eixo paralelo e perpendicular ao declive do canal), para os declives de 10, 20 e 30%

Bibliografia

CERDÀ, A., 1997. Soil erosion after land abandonment in a semiarid environment of Southeastern Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation* **11** : 163-176.

CERDÀ, A., GARCIA-FAYOS, P., 1997. Seed losses by surface wash in degraded Mediterranean environments. *Catena* **29** : 73-83.

CERDÀ, A., GARCIA-FAYOS, P., 1997. The influence of a slope angle on sediment, water and seed losses on badland landscapes. *Geomorphology* **18** : 77-90.

CERDÀ, A., GARCIA-FAYOS, P., 2002. The influence of size and shape on their removal by water erosion. *Catena* **48** : 293-301.

RGSPPDADAR, 1995. Decreto de Lei nº23/95 de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais de Portugal.

LIMA, J.L.M.P. DE, LIMA, M.I.P. DE, SINGH, V.P., 2005. The importance of the direction, speed, intensity and length of moving storms on water erosion. In: Advances in GeoEcology 36 – Sustainable Use and Management of soils – Arid and semiarid regions (Editors: A. Faz Cano, R. Ortiz Silla and A.R. Mermut), CATENA VERLAG, Reiskirchen, 163-176.

LIMA, J.L.M.P. DE, SINGH, V.P., LIMA, M.I.P. DE, 2003. The influence of storm movement on water erosion: Storm direction and velocity effects. *Catena* **52** : 39-56.

LIMA, J.L.M.P. DE, SINGH, V.P., BARREIRA, I.M., M.I.P. DE LIMA, 2002. Laboratory Experiments on the Influence of Storm Direction on Soil Loss from Sloping Areas. In: V.P. Singh, M. Al-Rashid and M.M. Sherif (Eds.), *Surface Water Hydrology*, A. A. Balkema Publishers, Swets & Zeitlinger B.V., Lisse, The Netherlands, 405-416.

REGÜES, D., TORRI, D., 2002. Efecto de la energía cinética de la lluvia sobre la dinámica de las propiedades físicas y el encostramiento en un suelo arcilloso sin vegetación. *C. & G.* **16**(1-4) : 57-71.

Entregue para publicação em Dezembro de 2004
Aceite para publicação em Outubro de 2005