

Hirotaoka OCHIAI¹
Satoshi NAKAMURA²

RESUMO

A influência da serapilheira no controle da erosão foi avaliada quantitativamente por meio de ensaios em campo e simulação em laboratório. Para tanto, três métodos foram utilizados: 1. coleta de sedimentos em armadilhas instaladas *in loco* para avaliar a relação entre o montante de sedimento coletado e a quantidade de serapilheira na suposta área de influência da armadilha; 2. microparcelas móveis para ensaios hidráulicos *in loco*, para avaliar a relação entre a quantidade de serapilheira e o coeficiente de rugosidade de Manning, o volume e a velocidade de escoamento superficial, transporte de sedimentos em suspensão e velocidade de infiltração; 3. ensaios em laboratório com simulação de escoamento superficial sob quantidade variada de serapilheira. Foram observados os seguintes resultados: a) correlação negativa entre o peso da serapilheira na superfície do solo e a quantidade de solo erodido, em função exponencial; b) correlação positiva entre o peso da serapilheira acumulada e o coeficiente de rugosidade da superfície do solo e a velocidade de infiltração da água; c) diminuição da velocidade e quantidade do escoamento superficial em função do aumento de quantidade de serapilheira, com influência mais acentuada da serapilheira de espécie latifoliada.

Palavras-chave: coeficiente de rugosidade de Manning, controle de erosão, escoamento superficial, infiltração, serapilheira.

ABSTRACT

The impact of litter cover on soil erosion was quantitatively assessed in field experiments and laboratory simulations. Three methods were used: (1) sediment collection in the field to evaluate the relationship between the quantity

¹ Forestry and Forest Products Research Institute, 305, Ibaraki, Japão.

² 2209-203, Tomita Keshinden, Ryuou, Nakakoma, Yamanashi, 400-0113, Japão.

of litter accumulated upslope the traps and the amount of sediment carried by rainwater; (2) mobile micro-plots for field experiments to evaluate the relationships among litter quantity, surface runoff volume and velocity, infiltration, Manning coefficient of roughness and sediments carried by rainwater; (3) laboratory simulations to correlate runoff and litter quantity. The main results were: a) negative correlation between litter mass and amount of soil eroded (exponential function); b) positive correlations among litter weight, surface roughness and water infiltration velocity; and c) reductions on runoff velocity and quantity with an increase in litter cover (more evident with broadleaf litter).

Key-words: erosion control, infiltration, litter, roughness coefficient, surface runoff.

INTRODUÇÃO

A erosão do solo causada pelas chuvas é considerada um grave problema, devido ao amplo espectro de conseqüências negativas que influenciam fortemente a conservação de recursos naturais, como a disponibilidade de água em quantidade e qualidade necessárias e a fertilidade do solo, com reflexos na capacidade produtiva agrícola e florestal.

Várias pesquisas já investigaram detalhadamente os mecanismos de geração da erosão do solo. Mihara (1951), evidenciou a geração de escoamento superficial em solos sujeitos aos impactos das gotas de chuva, que desagregam as partículas do solo e formam uma camada com baixa capacidade de infiltração, após o endurecimento. Fukada (1998), demonstrou que a queda de gotas de chuva sobre a fina camada de água do escoamento superficial formada sobre o solo aumenta a eficiência de transporte das partículas desagregadas de solo. À luz destes conhecimentos, para conter a erosão, é essencial atenuar o impacto das gotas de chuva e reduzir o escoamento superficial da água, funções estas comprovadamente exercidas pelas florestas.

Entretanto, as influências da floresta sobre a erosão superficial são reconhecidas de modo qualitativo, havendo necessidade de pesquisas visando à sua quantificação. Kawaguchi (1951) demonstrou conceitualmente a relação, avaliando o volume de sedimentos transportados em função da cobertura do solo, a partir de resultados constantes na bibliografia. Tomando como base o volume de sedimentos provenientes de áreas florestadas, o volume de sedimentos provenientes de áreas recobertas por gramíneas é da ordem de 10 a 100 vezes maior e, para sedimentos provenientes de terras descobertas, como áreas recém preparadas para plantio ou com solos degradados, esse volume é de 100 a

1.000 vezes maior. Estes indicadores relativos confirmam a função protetora das florestas contra a erosão do solo, mas não estimam de modo absoluto o volume de solo erodido. Para fazer essa estimativa, é necessário desenvolver uma ferramenta que permita avaliar quantitativamente a capacidade das florestas em controlar a erosão.

A camada que recobre a superfície do solo, como a camada de serapilheira e vegetação rasteira e arbustiva, exercem influência direta no controle de erosão. O presente trabalho pretende avaliar quantitativamente a influência da camada de serapilheira sobre a atenuação da erosão do solo e do escoamento superficial da água por meio da medição do volume de solo erodido *in loco* e de ensaios simulados em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Quantificação de solo erodido e transportado em função da camada de serapilheira *in loco*, em área submetida a corte raso

A relação entre a quantidade de serapilheira na superfície do solo e a quantidade de sedimentos transportados foi avaliada *in loco* em área submetida a corte raso, em Hitachi Ohta, província de Ibaragi, Japão. Para tanto, foi utilizada caixa coletora de sedimentos concebida pelo Forestry and Forest Products Research Institute (Figura 1). Foram colocadas 34 caixas em espaçamento de 1m, ao longo da curva de nível, na parte inferior de uma vertente homogênea, por um intervalo de três meses, entre 25/12/2001 e 02/04/2002. Ao fim deste período, a camada de serapilheira a montante da caixa coletora, dentro do limite de 50cm x 50cm, assim como o solo interceptado pela caixa coletora, foram recolhidos para quantificação através do método gravimétrico e para assim analisar a relação existente.

Avaliação da influência da camada de serapilheira nas características do escoamento superficial e quantidade de solo erodido, *in loco*, mediante parcelas móveis

A técnica da microparcela móvel, empregada por Kitahara *et al.* (1993), possibilitou a obtenção de grande número de dados de maneira prática e expedita. Consistiu na instalação de duas placas distanciadas 10cm entre si, resultando em parcelas com 10cm de largura e 40cm de comprimento no sentido do maior declive. Um tanque tranquilizador e um direcionador de fluxo foram instalados, respectivamente, a montante e a jusante dessa parcela. Este conjunto foi abastecido com água em volume conhecido, gerando escoamento superficial, recolhido a jusante e quantificado (Figura 2). A concentração de sedimentos em suspensão foi obtida por meio de

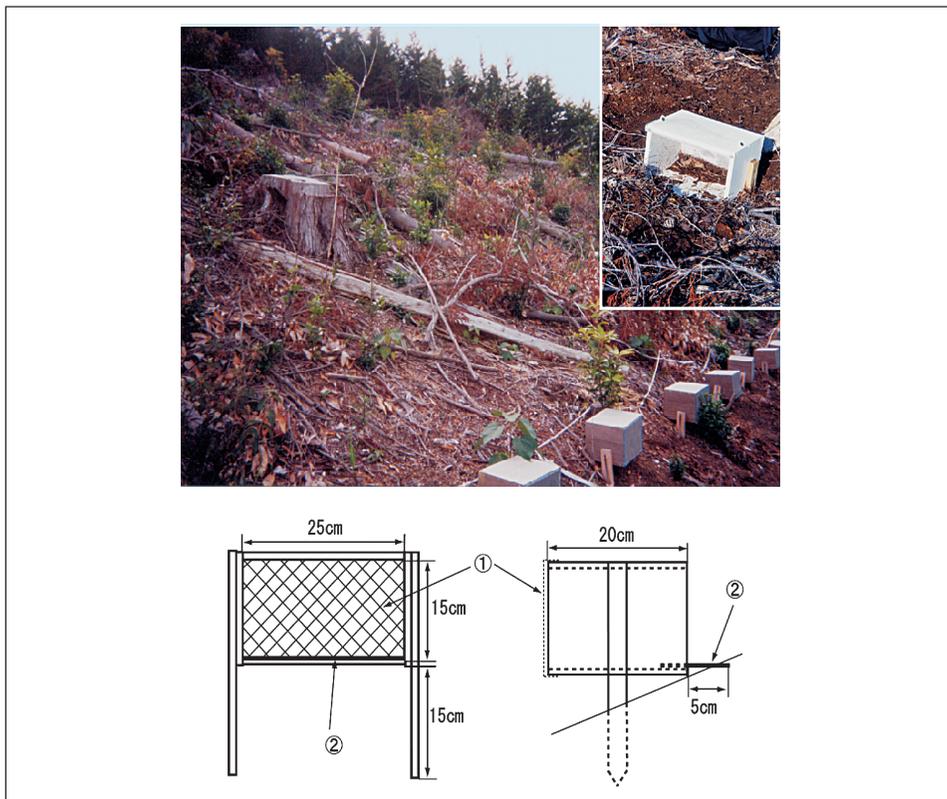


Figura 1. Desenho esquemático da caixa coletora de sedimentos e vista da área com as caixas coletoras instaladas.

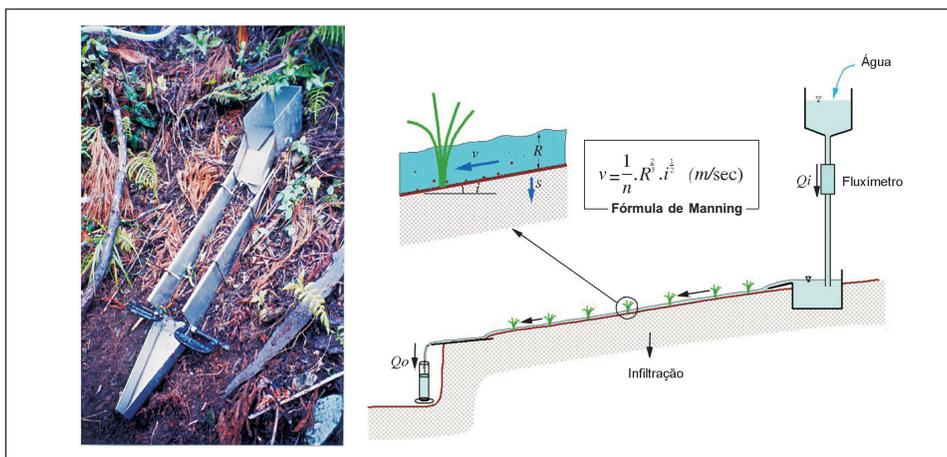


Figura 2. Esquema ilustrativo da microparcela móvel, com a equação utilizada para obtenção do índice de rugosidade (à direita) e microparcela após montagem (à esquerda).

filtragem a vácuo da água do escoamento superficial coletada, que foi seca em estufa a $102 \pm 3^\circ\text{C}$ e quantificada gravimetricamente. A velocidade do fluxo também foi medida, por meio de adição de tinta na saída do reservatório a montante e cronometragem do tempo necessário para a água percorrer a parcela, com constatação visual. A diferença entre a água fornecida e aquela que foi recolhida forneceu o volume de água infiltrada e o índice de rugosidade, calculado através da equação de Manning, mostrada na Figura 2. Para o presente trabalho, foram instaladas 16 microparcels, em área submetida a corte raso, em Hitachi Ohta, província de Ibaragi, Japão. Após a execução dos ensaios, a serapilheira acumulada na superfície das parcelas foi recolhida, para quantificação através de gravimetria. Foi analisada a relação existente entre os resultados dos ensaios e a quantidade de serapilheira que recobria o solo.

Avaliação da influência da camada de serapilheira nas características do escoamento superficial e quantidade de solo erodido em laboratório, mediante uso de simulador

Foi instalado, em laboratório, um canal de 30cm de largura por 90cm de comprimento e 10 graus de inclinação (Figura 3). O canal foi revestido de material arenoso e a sua superfície recoberta com serapilheira seca. As espécies que forneceram a serapilheira foram *Cryptomeria japonica* e *Alnus firma*. A serapilheira, devidamente pesada, foi solta a uma altura aproximada de 30cm do canal, sendo aí depositada em queda livre e posteriormente pressionada com as mãos para uma leve compactação.



Figura 3. Ensaio laboratorial de curso de água empregando a serapilheira de *Cryptomeria*.

Ao canal assim recoberto, foi fornecida água e a velocidade do fluxo foi medida em 12 pontos, por meio de molinetes com 5 mm de diâmetro. A velocidade média obtida nestes 12 pontos foi utilizada para análise da sua relação com o peso da serapilheira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantidade de solo erodido e transportado em função da camada de serapilheira *in loco*, em área submetida a corte raso

Foi observada correlação negativa ao nível de significância de 0,1% entre o peso da serapilheira acumulada, a montante da caixa coletora, e a quantidade de solo erodido ao longo de três meses de coleta (Figura 4). Esta relação apresentou função exponencial, donde se conclui que, com a diminuição da quantidade de serapilheira, há aumento acentuado da erosão do solo.

Influência da camada de serapilheira nas características do escoamento superficial e quantidade de solo erodido, *in loco*, com uso de parcelas móveis

Os ensaios com microparcelas demonstraram correlação positiva entre o peso da serapilheira acumulada e o coeficiente de rugosidade e a velocidade de infiltração, ao nível de significância de 0,1% (Figuras 5 e 6). A camada de serapilheira presente atua como barreira física, oferecendo resistência ao escoamento superficial da água, conseqüentemente reduzindo a sua velocidade. Por outro lado, foi observada correlação negativa entre o peso da serapilheira e a concentração de sedimentos transportados pela água, ao nível de significância de 0,1% (Figura 7), reflexo da diminuição da velocidade do fluxo, o que reduz a sua energia de cisalhamento.

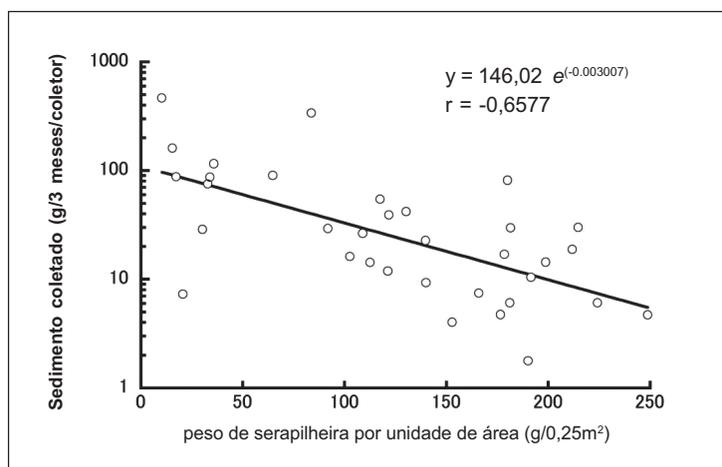


Figura 4. Relação entre o peso da serapilheira e o volume de solo erodido.

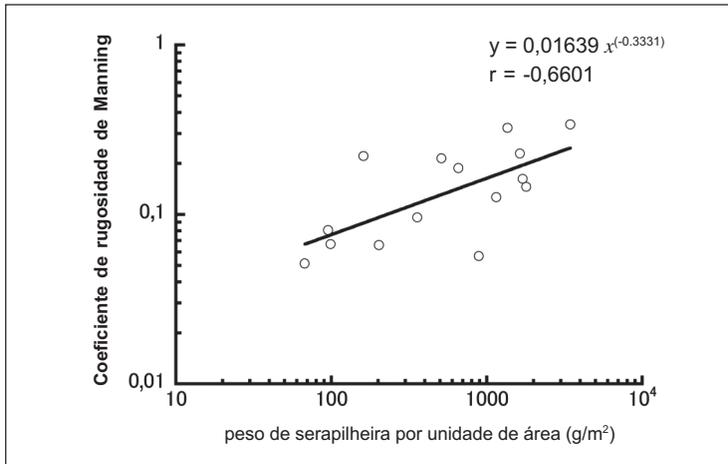


Figura 5. Relação entre o peso da serapilheira e o coeficiente de rugosidade.

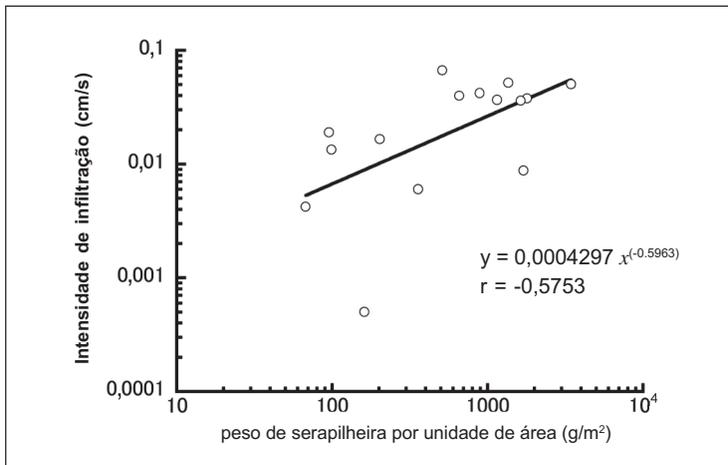


Figura 6. Relação entre o peso da serapilheira e a velocidade de infiltração da água.

Influência da camada de serapilheira nas características do escoamento superficial e quantidade de solo erodido em laboratório, com uso de simulador

O ensaio em laboratório demonstrou que à medida que há aumento do peso de serapilheira há redução da velocidade do escoamento superficial e acréscimo de infiltração. A diminuição da velocidade foi inicialmente acentuada, tanto na serapilheira de *Cryptomeria* como na serapilheira de *Alnus firma*, com estabilização posterior dos valores. O efeito redutor da velocidade de escoamento foi maior em *Alnus firma*, que é uma espécie latifoliada, do que em *Cryptomeria*, espécie conífera com folhas aciculiformes (Figura 8).

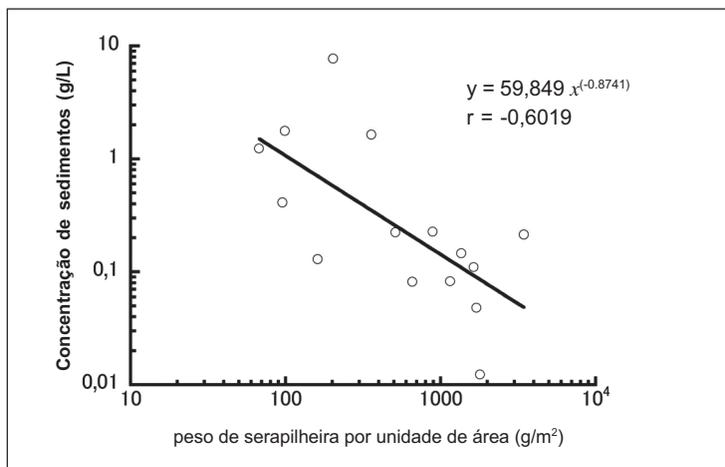


Figura 7. Relação entre o peso da serapilheira e a concentração do total de sedimentos em suspensão na água do escoamento superficial.

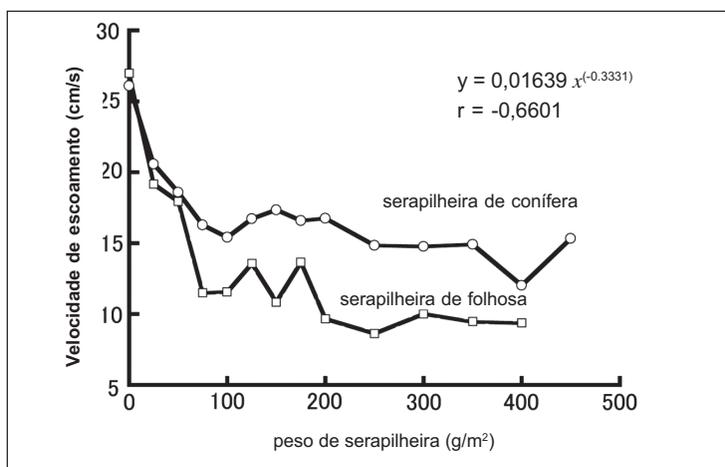


Figura 8. Relação entre o peso da serapilheira e a velocidade da água do escoamento superficial.

Para explicar a diferença na redução da velocidade da água entre espécies, considerou-se que, sendo a serapilheira de *Alnus firma* (espécie latifoliada) mais macia se em comparação com folhas de *Cryptomeria* (conífera), pode ter ocorrido maior adensamento daquela quando da ocasião da sua compactação, o que possibilitou maior área de contato desse material com a água do escoamento superficial, em comparação ao da serapilheira de *Cryptomeria*, o que pode ter aumentado a maior eficácia da serapilheira de *Alnus* na diminuição da velocidade do fluxo de água e aporte de sedimentos, e aumento de infiltração.

CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou, quantitativamente, a eficácia da camada de serapilheira em conter a erosão do solo. A camada de serapilheira cria uma barreira física que fornece resistência mecânica ao escoamento superficial gerado, reduzindo assim a velocidade do fluxo. Conseqüentemente, favorece a infiltração da água no solo. Paralelamente, quando há ocorrência do escoamento superficial da água, a barreira física formada pela camada de serapilheira reduz o volume de solo erodido.

O efeito redutor de velocidade da água, em condições de laboratório, foi maior na serapilheira formada por folhas de *Alnus firma*, em comparação com a serapilheira formada por folhas de *Cryptomeria*, possivelmente devido às características das folhas, inerentes a cada espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fukada, M. 1998. **The mechanism of soil erosion by surface flow affected by the impact forces of raindrops**. Fukuoka, 1998. Universidade de Kyushu. (Dissertação de graduação).

Kawaguchi, T. 1951. Studies of soil erosion on mountain area (1):Statistical studies by the former data. **Reports from Experimental Forests**. 61:1-44.

Kitahara, H.; Zhang, H. & Endo, T. 1993. Hydraulic experiments on erosion control function of forest in Huangtu Plateau, China. **Revista da Sociedade Japonesa de Estudos Florestais**, 104:747-750.

Mihara, Y. 1951. **Rainsplash and soil erosion**. Relatório do Instituto de Pesquisa de Tecnologia Agrícola, 59p.

