

AVALIAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR EMPRÉSTIMO DE SOLO COM A INTRODUÇÃO DE *Paspalum notatum*

Paulo César Licks¹

Antonio Thomé¹

Pedro Domingos Marques Prietto¹

Eduardo Pavan Korf¹

Viviane Rocha Dos Santos¹

RESUMO

A construção de empreendimentos de grande porte necessita, na maioria das vezes, do empréstimo de solo de outras regiões. As áreas de empréstimo sofrem problemas de degradação, devido à remoção da cobertura vegetal e extração do solo, podendo causar fenômenos erosivos. O trabalho avaliou os efeitos da introdução de cobertura vegetal na redução do processo erosivo em um Nitossolo Háplico de uma área degradada. O estudo aconteceu no canteiro de obras do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande, localizado no município de Anita Garibaldi (SC), no rio Pelotas. Foram escolhidas duas áreas de estudo. Na primeira (A1) foram realizados dois testes e na segunda (A2) apenas um teste. Cada teste foi realizado em um espaço isolado de 2 x 3 metros e em cada um deles foram adotados dois tratamentos com a introdução da espécie *Paspalum notatum* em 0 % (T1) e 100 % (T2) da área. Em cada parcela, após as precipitações, o material carreado foi enviado para laboratório para análise granulométrica e quantificação de massa perdida. A perda de solo para o tratamento 2 (T2) foi 23 vezes menor que o tratamento 1 (T1). O coeficiente de erodibilidade médio foi de 0,23. O estudo permitiu concluir que a introdução da espécie *Paspalum notatum* reduziu consideravelmente o potencial erosivo do solo.

Palavras-chave: áreas de empréstimo de solo, degradação, recuperação ambiental, construção de barragem

ABSTRACT

Evaluation of the erosive process in a degraded area by soil extraction with the *Paspalum notatum* introduction. Large-scale construction usually needs the loan of soil from different deposits. The loan areas suffer problems of degradation due to the removal of vegetable cover and soil extraction that can cause erosive phenomena.

¹ Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. E-mail: thome@upf.br

This work evaluated the effects of the vegetable cover introduction on the erosive phenomena reduction in a degraded area with Nitosoil. The study was developed in the construction place of the Barra Grande Dam, located in south Brazil at the Pelotas River. Two degraded areas were used in this research. In the first one (A1), two tests were carried out and in the second one (A2) only one test was carried out. Each test was carried out in an isolated space with 2 x 3 m. In each area two treatments had been adopted, one with *Paspalum notatum* introduction in 100% of the area and the other one without vegetable cover. After each rain period the soil carried by water was collected and taken to the laboratory for grain size analyses and mass quantification. The soil loss in the area with *Paspalum notatum* cover was 23 times lower than in the area without vegetable cover. The mean erodibility index for the studied soil was 0.23. The study permitted to conclude that the *Paspalum notatum* introduction reduced considerably the erosive potential in nitosoil.

Key words: soil deposit areas, degradation, environmental impact, dam construction

INTRODUÇÃO

A construção de grandes empreendimentos necessita, na maioria das vezes, do empréstimo de solo de outras regiões. Nesses locais, denominados de áreas de empréstimo, o ambiente é modificado pela remoção da cobertura vegetal e do solo, e em muitos casos do subsolo, reduzindo a espessura da camada entre a superfície do solo e a rocha matriz. Essas condições propiciam fenômenos erosivos, principalmente de forma hídrica, e grandes impactos ambientais, fazendo com que a biota tenha dificuldades para sobreviver em decorrência da modificação de seu habitat desencadeando, assim, desequilíbrios ambientais. Desse modo, surge a necessidade de intervenções para recuperação desses locais, inserindo condições que auxiliem na restauração natural, através da sucessão ecológica.

A perda de solo, por erosão hídrica, está intimamente ligada à precipitação, devido à sua capacidade de desagregação dos solos. A erosão hídrica dos solos e a produção de sedimentos têm sido objetos de preocupação na gestão do uso do solo e água. A erosão dos solos é, na maioria dos casos, o processo de perda de nutrientes do solo de maior importância quantitativa. Essa perda dificulta o desenvolvimento da vegetação, retardando a formação da cobertura protetora do solo e diminuindo gradativamente a resiliência desse novo sistema (Tomé Junior, 1997; Lima e Zakia, 2001; Ponce Álvares e Pimenta, 2005).

Para Bastos et al. (2002), a erodibilidade dos solos representa os fatores do solo como característica e cobertura e além desses, consideram-se também os fatores climáticos e topográficos. Os autores consideram também a erodibilidade como uma propriedade do solo que representa a facilidade com que as partículas são desagregadas e transportadas por um agente erosivo. Os estudos da erodibilidade dos solos são utilizados para se perceber os níveis de sua degradação física, por meio das características ou mudança dos atributos físicos, como a porosidade, permeabilidade e densidade. Segundo Valente et al. (2001), “a erodibilidade dos solos é função de suas características morfológicas, físicas, químicas, biológicas e mineralógicas como a textura, a estrutura e a permeabilidade dos mesmos, indicando sua maior ou menor suscetibilidade à erosão”.

Gonçalves et al. (2003) afirmam que o solo é o substrato principal dos ecossistemas naturais. Sua preservação e recuperação são imprescindíveis para o equilíbrio ecológico do ecossistema e para se evitar a degradação do mesmo. O solo degradado é aquele que sofreu perda parcial ou total de sua capacidade de sustentar o crescimento de plantas e outros organismos pela alteração dos seus atributos físicos, químicos e biológicos, iniciando-se com a remoção da cobertura vegetal.

A restauração de uma área degradada necessita de ações humanas apenas no início do processo, sendo que a própria natureza se encarregará de sua continuidade por meio do aumento gradual e natural da biodiversidade. Na ausência de intervenção humana, o processo natural de sucessão vegetal pode ocorrer após um distúrbio. O processo de recuperação por sucessão vegetal promove a melhoria gradual das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Silva e Reis, 2000; Reis e Kageyama, 2003).

Para a recuperação de áreas de empréstimo de solo a espécie de grama nativa *Paspalum notatum* é indicada para revestimento vegetal de taludes. A grama-forquilha (*Paspalum notatum*) pertence à família das Poaceae ou gramíneas e se caracteriza por ser uma planta perene, herbácea, prostrada, de caule comprimido e com enraizamento nos nós (Lorenzi, 1991; Ambiente Brasil, 2006).

O objetivo da pesquisa é avaliar os efeitos da introdução de cobertura vegetal na redução do processo erosivo em um Nitossolo Háplico de uma área de jazida de empréstimo de solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi realizado em uma área de empréstimo do canteiro de obras do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande, município de Anita Garibaldi, estado de Santa Catarina. O local está situado nas proximidades do Rio Pelotas. O local caracteriza-

se por apresentar terreno inclinado, variando de ondulado, nas partes mais elevadas a íngreme ou escarpado, nas áreas mais próximas do leito do Rio Pelotas. A altitude varia de 480 m a 900 m. As coordenadas geográficas do local do experimento são 27°46' S e 51°13' W, correspondendo às coordenadas UTM SAD 69: 481724 e 6928466. A altitude aproximada do local de implantação do experimento é de 780 m.

A figura 1 apresenta a localização da usina hidrelétrica de Barra Grande e a figura 2 apresenta o canteiro de obras e a área de empréstimo do aproveitamento hidrelétrico.



Figura 1. Localização da usina hidrelétrica Barra Grande. Fonte: Brasil (2007).



Figura 2. Canteiro de obras do aproveitamento hidrelétrico Barra Grande e local de estudo.

Solo

Amostras deformadas de solo foram coletadas em duas áreas do local de empréstimo. As duas áreas apresentam terreno inclinado de aproximadamente 45°. A figura 3 apresenta uma planta topográfica com a localização das áreas. A figura 4 apresenta a área de empréstimo 1 (A1) e a figura 5 apresenta a área de empréstimo 2 (A2).

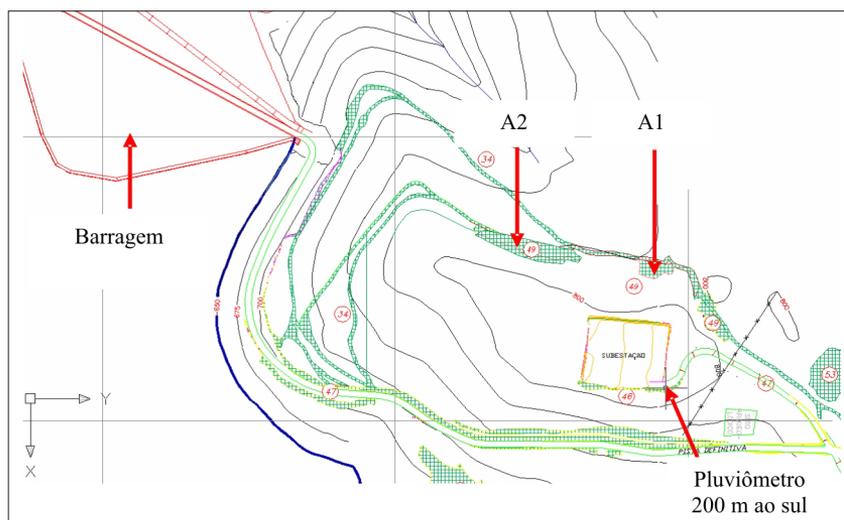


Figura 3. Planta de localização das duas áreas de estudo (sem escala).



Figura 4. Área de empréstimo 1 (A1).



Figura 5. Área de empréstimo 2 (A2).

A distribuição granulométrica do solo, de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 1984), apresenta uma alta concentração de argila, de 62,89 % para A1 e 50,25 % para A2. O solo apresentou índice de plasticidade (IP) de 24,6 % para A1 e 31,5 % para A2, o que o considera como plástico.

Os limites de Atterberg, segundo NBR 6459 e NBR 7180 (ABNT, 1984), indicam um solo altamente plástico. O índice de plasticidade (IP) é de 24,6 % para A1 e 31,5 % para a área A2.

O peso específico real dos grãos, segundo a NBR 6508 (ABNT, 1984), é de 26 kN/m³ para A1 e 27 kN/m³ para A2, valores característicos de solos residuais.

A classificação geotécnica do solo, segundo o sistema unificado – SUCS (ASTM, 1993), indica MH, um solo siltoso e de alta compressibilidade.

O solo apresenta baixa concentração de matéria-orgânica, menor que 0,8 %, e pH de 4,3 para A1 e 4,8 para A2. O solo apresenta alta capacidade de troca catiônica (CTC), com 53,3 cmol_c.dm⁻³ para A1 e 39,3 cmol_c.dm⁻³ para a A2.

A classificação pedológica, de acordo com o mapa de solos do Brasil, segundo IBGE (2007), revela um Nitossolo Háplico. Esse solo, segundo Zimback (2007), apresenta as seguintes características: é um solo mineral, seu horizonte B é nítico (de textura argilosa ou muito argilosa) e que exige a presença do horizonte nítico, dentro dos primeiros cinquenta centímetros do horizonte B.

As tabelas 1 e 2 apresentam a caracterização física e química do solo, respectivamente.

Tabela 1. Caracterização física.

	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Límite de Liquidez (%)	Límite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Peso Específico Real (kN.m ⁻³)
A1	62,89	16,81	17,946	2,75	66	41,4	24,6	26,0
A2	50,25	23,03	17,63	9,10	66	34,5	31,5	27,0

Tabela 2. Caracterização química.

	pH H ₂ O	Ind. SMP *	Matéria Orgânica (%)	P (mg.dm ⁻³)	K (mg.dm ⁻³)	S (mg.dm ⁻³)	Ca (mg.dm ⁻³)	Mg (mg.dm ⁻³)	Al (mg.dm ⁻³)	H+ Al	CTC **	Mn (mg.dm ⁻³)	Zn (mg.dm ⁻³)	Cu (mg.dm ⁻³)	B (mg.dm ⁻³)	Saturação bases (%)		
																Al	K	
A1	4,3	3,9	<0,8	6	71	11	2	2,5	11,7	48,6	53,30	31	1,7	6,4	0,1	9	71	0,3
A2	4,8	4,2	<0,8	7	71	11	2,6	2	6,2	34,4	39,3	36	1,4	8,8	<0,1	12	56	0,5

*Índice SMP. **Capacidade de troca catiônica.

Experimento de perda de solo

A figura 6 apresenta um fluxograma dos experimentos.

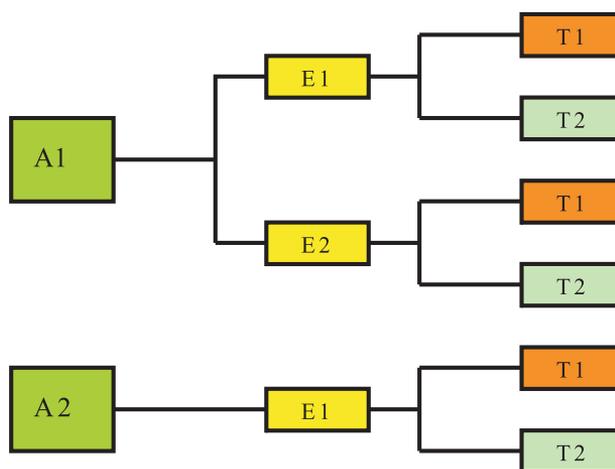


Figura 6. Fluxograma dos experimentos.

Os experimentos foram compostos de um espaço retangular, de dois metros de largura por três metros de comprimento. Em cada uma das áreas (A1 e A2), foram implantados dois níveis de tratamentos. O primeiro foi sem considerar introdução de leivas (T1) e o segundo com o plantio de leivas da espécie *Paspalum notatum* (popular grama forquilha) em 100 % (T2) do espaço retangular. Na A1 foram realizadas duas repetições (E1 e E2) e na A2 foi realizado apenas um teste (sem repetição – E3).

A figura 7 apresenta os detalhes dos experimentos e a figura 8 a espécie utilizada em T2.



Figura 7. Experimento em A1 com plantio de gramínea à esquerda (T2) e à direita sem plantio (T1).



Figura 8. Espécie *Paspalum notatum* utilizada em T2.

A parcela da área considerada para a pesquisa foi isolada das áreas externas por uma lona de 70 cm de altura fixada por estacas. A água e as partículas provenientes do escoamento em decorrência das precipitações na área foram canalizadas por um sistema de tubo de PVC com 75 mm de diâmetro até um recipiente coletor que armazena a água (figura 7). De forma mensal e quinzenal, foram coletadas as partículas carregadas durante o processo de escoamento. A massa das partículas foi quantificada em laboratório. Os experimentos duraram sete meses e foram realizados de junho de 2006 a janeiro de 2007.

De forma mensal foram medidas as precipitações pluviométricas, através de um pluviômetro instalado a 200 metros da área experimental (figura 3). A precipitação pluvial histórica regional foi obtida com base nos dados da estação climatológica de Campos Novos – Santa Catarina, no período entre os anos de 2002 e 2005.

A massa de partículas resultantes da perda por erosão foi correlacionada com a análise das precipitações pluviométricas.

A taxa de erodibilidade do solo foi determinada a partir das características do solo e do experimento de perda de solo. A taxa ou fator de erodibilidade foi obtido a partir do Nomograma de Wischmeier et al. (1971).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3, estão apresentadas as precipitações registradas para cada período analisado e precipitação média diária.

Nas tabelas 4, 5, 6 e 7 estão apresentados os resultados de perda de massa de solo em E1 e E2, realizados em A1 com os dois tratamentos (T1 e T2) após cada período de precipitações.

Nas tabelas 8 e 9 estão apresentados os resultados de perda de massa de solo média em E1 e E2, realizados em A1 com os dois tratamentos (T1 e T2), respectivamente.

Tabela 3. Precipitações registradas para cada período analisado.

Período	Precipitação (mm)	Dias de chuva	Precipitação média diária (mm.d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	113,00	5	22,60
22/07-3/8/2006	49,00	4	12,25
04/08-24/08/2006	130,00	3	43,33
25/08-14/9/2006	84,50	4	21,13
15/09-28/9/2006	40,00	2	20,00
29/09-25/10/2006	12,00	2	6,00
26/10-7/11/2006	33,00	1	33,00
08/11-22/11/2006	117,00	2	58,50
23/11-30/11/2006	41,00	2	20,50
01/12-10/1/2007	300,50	9	33,39
Soma	920,00	34	270,70
Média	92,00	3,40	27,07

Tabela 4. Perda de solo em E1 com T1.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	2178,48	19,28	435,70	3,86
22/07-3/8/2006	178,97	3,65	44,74	0,91
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	346,02	4,09	86,51	1,02
15/09-28/9/2006	277,08	6,93	138,54	3,46
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	112,84	3,42	112,84	3,42
08/11-22/11/2006	4925,93	42,10	2462,97	21,05
23/11-30/11/2006	131,79	3,21	65,90	1,61
01/12-10/1/2007	6745,31	22,45	749,48	2,49
Soma	14896,42	105,14	4096,66	37,83
Média	1862,05	13,14	512,08	4,73

** amostra danificada no processo de análise.

Tabela 5. Perda de solo em E1 com T2.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	**	**	**	**
22/07-3/8/2006	**	**	**	**
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	70,40	0,83	17,60	0,21
15/09-28/9/2006	27,46	0,69	13,73	0,34
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	21,78	0,66	21,78	0,66
08/11-22/11/2006	11,70	0,10	5,85	0,05
23/11-30/11/2006	6,07	0,15	3,03	0,07
01/12-10/1/2007	178,73	0,59	19,86	0,07
Soma	316,15	3,02	81,86	1,40
Média	52,69	0,50	13,64	0,23

Tabela 6. Perda de solo em E2 com T1.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	2004,15	17,74	400,83	3,55
22/07-3/8/2006	208,93	4,26	52,23	1,07
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	256,20	3,03	64,05	0,76
15/09-28/9/2006	57,49	1,44	28,75	0,72
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	100,03	3,03	100,03	3,03
08/11-22/11/2006	2950,22	25,22	1475,11	12,61
23/11-30/11/2006	58,77	1,43	29,39	0,72
01/12-10/1/2007	3354,57	11,16	372,73	1,24
Soma	8990,36	67,31	2523,11	23,69
Média	1123,80	8,41	315,39	2,96

Tabela 7. Perda de solo em E2 com T2.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	72,90	0,65	14,58	0,13
22/07-3/8/2006	61,94	1,26	15,49	0,32
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	35,32	0,42	8,83	0,10
15/09-28/9/2006	6,55	0,16	3,28	0,08
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	15,60	0,47	15,60	0,47
08/11-22/11/2006	18,06	0,15	9,03	0,08
23/11-30/11/2006	3,29	0,08	1,65	0,04
01/12-10/1/2007	378,53	1,26	42,06	0,14
Soma	592,19	2,55	80,44	1,36
Média	74,02	0,42	13,41	0,17

Tabela 8. Perda de solo média em E1 e E2 com T1.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	2091,315	18,51	418,265	3,705
22/07-3/8/2006	193,95	3,955	48,485	0,99
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	301,11	3,56	75,28	0,89
15/09-28/9/2006	167,285	4,185	83,645	2,09
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	106,435	3,225	106,435	3,225
08/11-22/11/2006	3938,075	33,66	1969,04	16,83
23/11-30/11/2006	95,28	2,32	47,645	1,165
01/12-10/1/2007	5049,94	16,805	561,105	1,865
Soma	11943,39	86,225	3309,885	30,76
Média	1492,925	10,775	413,735	3,845

Tabela 9. Perda de solo média em E1 e E2 com T2.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	72,9	0,65	14,58	0,13
22/07-3/8/2006	61,94	1,26	15,49	0,32
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	52,86	0,62	13,21	0,15
15/09-28/9/2006	17,00	0,42	8,50	0,21
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	18,69	0,56	18,69	0,56
08/11-22/11/2006	14,88	0,12	7,44	0,06
23/11-30/11/2006	4,68	0,11	2,34	0,05
01/12-10/1/2007	278,63	0,92	30,96	0,10
Soma	454,17	2,78	81,15	1,38
Média	63,36	0,46	13,52	0,2

** amostra danificada no processo de análise.

As tabelas 4, 6 e 8 apresentam que para T1 a perda de solo média se aproximou a 12 kg, em todo período estudado. Para T2, as tabelas 5, 7 e 9 apresentam que a perda de solo média não chegou a 0,5 kg.

Nas Tabelas 4, 6 e 8 pode ser observado que as chuvas torrenciais, como esperado, tendem a agir com maior intensidade na desagregação e carregamento de solo comparado com as chuvas mais amenas. É o caso do período entre o dia 8 e 22 de novembro, cuja precipitação média diária quase chegou a 60 mm. Nesse período a perda de solo média foi 36,7 g.mm⁻¹. Nos outros períodos a perda de solo média não ultrapassou a 18,5 g.mm⁻¹ de chuva.

As tabelas 8 e 9 destacam, ainda, a diferença da quantidade de solo perdido pela erosão superficial por unidade de precipitação pluviométrica nos dois tratamentos. Para T1 a perda de solo média chegou a 33,6 g de solo por mm de chuva, no período de 8 a 22 de novembro de 2006. Para T2 a perda de solo média não chegou a 1,3 g de solo por mm de chuva. Isso comprovou a retenção das partículas pela cobertura vegetal e a dificuldade de desagregação do solo, pelo impacto da gota da chuva, devido à cobertura do mesmo com vegetação.

Na tabela 10 e na tabela 11 estão apresentados os resultados de perda de massa de solo no E3 realizado na A2 com os dois tratamentos de cobertura de solo utilizados (T1 e T2) após cada período de precipitações.

Tabela 10. Perda de solo em E3 com T1.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ .d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	**	**	**	**
22/07-3/8/2006	116,94	2,39	29,24	0,60
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	258,70	3,06	64,68	0,77
15/09-28/9/2006	161,11	4,03	80,56	2,01
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	65,96	2,00	65,96	2,00
08/11-22/11/2006	**	**	**	**
23/11-30/11/2006	35,17	0,86	17,59	0,43
01/12-10/1/2007	1214,15	4,04	134,91	0,45
Soma	1852,03	16,37	392,92	6,25
Média	308,67	2,73	65,49	0,89

** amostra danificada no processo de análise.

Tabela 11. Perda de solo em E3 com T2.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ .d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	**	**	**	**
22/07-3/8/2006	**	**	**	**
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	22,29	0,26	5,57	0,07
15/09-28/9/2006	52,91	1,32	26,46	0,66
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	21,55	0,65	21,55	0,65
08/11-22/11/2006	28,72	0,25	14,36	0,12
23/11-30/11/2006	9,15	0,22	4,58	0,11
01/12-10/1/2007	96,67	0,32	10,74	0,04
Soma	231,30	3,03	83,26	1,65
Média	38,55	0,51	13,88	0,28

As tabelas 10 e 11 salientam a diferença de solo perdido por erosão. Para T1 a perda chegou a quase 1,8 kg de solo em todo período estudado, enquanto que para T2 esta perda não chegou a 0,25 kg, para o mesmo período de coleta de solo.

Nas tabelas 10 e 11 pode se destacar, também, a diferença da quantidade de solo perdido pela erosão superficial por unidade de precipitação pluviométrica nos dois tratamentos. Para T1 a perda chegou a 4 g de solo por mm de chuva em um dos períodos, enquanto que para T2 (com *Paspalum notatum*) essa perda não chegou a 1,4 g por mm de chuva, para o mesmo período, comprovando a retenção das partículas pela cobertura vegetal e a dificuldade de desagregação do solo, pelo impacto da gota da chuva, devido à cobertura do mesmo com vegetação.

Na tabela 12 estão apresentados os resultados médios de perda de massa de solo para o experimento, considerando a média dos três testes, com T1, após cada período de precipitações.

Na tabela 13 estão apresentados os resultados médios de perda mássica de solo para o experimento, considerando a média dos três testes, com T2, após cada período de precipitações.

Tabela 12. Perda de solo média para T1.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	2091,32	18,51	418,26	3,70
22/07-3/8/2006	168,28	3,43	42,07	0,86
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	286,97	3,40	71,74	0,85
15/09-28/9/2006	165,23	4,13	82,61	2,07
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	92,94	2,82	92,94	2,82
08/11-22/11/2006	3938,08	33,66	1969,04	16,83
23/11-30/11/2006	75,24	1,84	37,62	0,92
01/12-10/1/2007	3771,34	12,55	419,04	1,39
Soma	10589,40	80,33	3133,33	29,43
Média	1323,68	10,04	391,67	3,68

** amostra danificada no processo de análise.

Tabela 13. Perda de solo média para T2.

Período	Perda de solo Seco (g)	Perda de solo por precipitação (g.mm ⁻¹)	Perda de solo por dia (g.d ⁻¹)	Fator correlação (g.mm ⁻¹ d ⁻¹)
01/06-21/7/2006	72,90	0,65	14,58	0,13
22/07-3/8/2006	61,94	1,26	15,49	0,32
04/08-24/08/2006	**	**	**	**
25/08-14/9/2006	42,67	0,50	10,67	0,13
15/09-28/9/2006	28,98	0,72	14,49	0,36
29/09-25/10/2006	**	**	**	**
26/10-7/11/2006	19,64	0,60	19,64	0,60
08/11-22/11/2006	19,49	0,17	9,75	0,08
23/11-30/11/2006	6,17	0,15	3,08	0,08
01/12-10/1/2007	217,98	0,73	24,22	0,08
Soma	469,77	4,78	111,92	1,77
Média	58,72	0,60	13,99	0,22

** amostra danificada no processo de análise.

Na figura 9 está apresentado o comportamento médio da perda de solo, considerando a média dos três testes, para T1 e T2 com o comportamento da precipitação ao longo de oito coletas realizadas no período de sete meses.

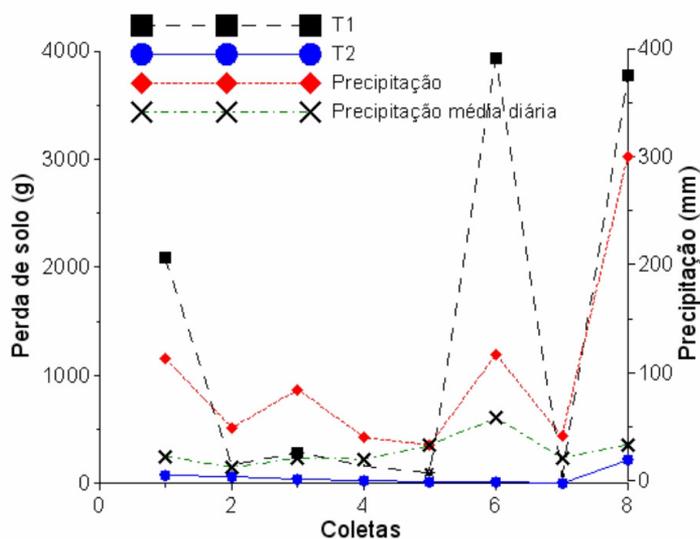


Figura 9. Comportamento da perda de solo média para T1 e T2 e precipitação no período analisado.

Nas Tabelas 4 e 12 e na figura 9 percebe-se, de maneira geral, que a perda média de solo ($\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$) para T1 está diretamente relacionada com a precipitação média diária (mm). Ou seja, quanto maior a precipitação média diária, maior é a perda de solo por unidade de precipitação (mm). Uma exceção ocorreu no período de 26 de outubro a 7 de novembro, quando ocorreu chuva de 33 mm em um único dia, mas a perda de solo não foi tão elevada quanto se esperava. É provável que essa chuva tenha ocorrido de forma homogênea durante as vinte e quatro horas do dia em que houve precipitação. Essa correlação, poderia ser melhor representada se o intervalo de medição equivalesse a uma hora e as chuvas torrenciais seriam melhor representadas (milímetro por hora, ao invés de milímetros por dia).

A tabela 13 permite verificar que para T2 não existe o efeito das chuvas torrenciais, provavelmente, amenizado pelo efeito de cobertura de solo. As maiores precipitações médias diárias, segundo a figura 9, não representaram as maiores perdas de solo (gramas por milímetro de chuva). De maneira geral, as perdas de solo (grama por milímetro) foram se reduzindo à medida que a grama foi se fixando e se estabilizando do talude, com exceção do último período avaliado de 01 de dezembro de 2006 a 10 de janeiro de 2007.

A análise das tabelas 12 e 13 e da figura 9 salienta a significativa diferença de solo perdido por erosão. Para T1, a perda chegou a 11 kg em sete meses, enquanto que para T2 esta perda não chegou a 0,5 kg em sete meses.

A precipitação pluvial histórica regional monitorada na estação climatológica de Campos Novos – Santa Catarina, no período entre os anos de 2002 e 2005, apresenta que as médias mensais dos meses fevereiro a maio representam 32 % de toda a precipitação anual, enquanto que os meses de junho a janeiro representam 68 % da precipitação média anual. Esses valores garantem que é possível estimar a perda de solo para o período de um ano.

Os valores de perda de solo, em sete meses de coleta de solo erodido, extrapolados por hectare, foram 17,15 t.ha⁻¹ e 0,72 t.ha⁻¹, para T1 e T2, respectivamente. Esses valores extrapolados para o período de um ano foram a 25,22 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para T1, sem a espécie *Paspalum notatum* e 1,06 t.ha⁻¹.ano⁻¹ com a introdução da espécie *Paspalum notatum* (T2).

Valores semelhantes para perda de solo sem cobertura vegetal foram encontrados por Joly et al. (2001). Os autores estudaram a erosão e perda de solo na Bacia Hidrográfica do rio Jacaré-Pepira, tributário do rio Tietê, no estado de São Paulo, e estimaram a perda de sedimentos por erosão superficial. Os autores obtiveram 0,89 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, 245,57 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e 15.900,03 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente para mata ciliar, pastagem e solo nu. A precipitação média anual desse local oscilou entre 1300 e 1500 mm, com estação seca se estendendo de maio a setembro.

Paiva et al. (2003), em estudo realizado no rio Uma, no interior do estado de São Paulo, classificaram o potencial de perda de solo em área agrícola nos seguintes valores médios de perda de solo na área estudada, medidos em tonelada por hectare por ano (t.ha⁻¹.ano⁻¹): “muito baixo” – de 0 a 1; “baixo” – de 1 a 5; “médio” – de 5 a 10; “alto” – de 10 a 20 e “muito alto” – mais que 20. Utilizando-se como referência essa classificação, o potencial de perda de solo para T1 pode ser considerado “muito alto”, enquanto que o potencial de perda de solo para T2 pode ser considerado “baixo”.

O quantitativo estimado de perda de solo para os dois tratamentos pode ser classificado como “fraco”, para ambos os casos, pela interpretação do parâmetro “potencial natural de erosão”, segundo conceito de tolerância de perda de solo em solo agrícola de Valério Filho (1994) apud Silva et al. (2003).

Carvalho (1994) apud Silva et al. (2003) elaboraram classificação quanto à perda de solo em áreas agrícolas, denominada “expectativa de perda de solo”. Nessa classificação, a perda de solo estimada para T1 é interpretada como “média”, enquanto que a perda de solo estimada para T2 é interpretada como “nula a pequena”.

O valor do coeficiente de erodibilidade para o solo da área de estudo, obtido a partir do nomograma de Wischmeier et al. (1971), apresentou valores de 0,20 a 0,26. O intervalo do fator ou taxa de erodibilidade obtido é muito comum nas seguintes

classes de solo: podzólicos argilosos e latossolo vermelho-amarelo textura argilosa. Essa taxa de erodibilidade também pode ser encontrada nos latossolos de textura média, nos latossolos roxos e nas terras roxas estruturadas, a qual se encontra na classificação atual ao Nitossolo Háplico.

CONCLUSÕES

O trabalho avaliou a perda de solo em área de empréstimo de solo, com diferentes condições de cobertura vegetal. A partir dos resultados, foi possível chegar às seguintes conclusões:

- ocorreu uma expressiva redução do potencial erosivo do solo foi constatada com a introdução da espécie de gramínea *Paspalum notatum*.

- a perda de solo foi cerca de 23 vezes menor com a introdução da cobertura vegetal, em relação ao experimento sem a introdução da espécie. A redução do processo erosivo permite afirmar que este método pode ser utilizado para recuperação desta área degradada.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. Recuperação de áreas degradadas. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.htmleconteudo=./gestao/areas>> Acesso em: 26 jan. 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. 1993. **Standard classification of soils for engineering purposes: D2487**. Philadelphia. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1984. **NBR 6459: Solo - determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1984. **NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira 4.8mm – determinação de massa específica**. Rio de Janeiro. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1984. **NBR 7180: Solo - determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1984. **NBR 7181: Solo - análise granulométrica**. Rio de Janeiro. 13 p.

BASTOS, C. A. B.; GEHLING, W.; MILITITSKY, J. 2002. Methodological proposal of geotechnical approach to the study of erodability of residual soils. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 2002, São Paulo: ABMS. p. 1193-1203.

BRASIL. Mapa rodoviário de Santa Catarina – Ministério dos Transportes. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>> Acesso em: 24 mai. 2007.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA Jr., L. R.; DUCATTI, F. 2003. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 111-163.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de solos do Brasil. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/solos/>>. Acesso em: 06 mar. 2007.

JOLY, C. A. et al. 2001. Projeto Jacaré-Pepira – O desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Orgs.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, p. 271-287.

LIMA, W. de P; ZAKIA, M. J. B. 2001. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. et al. (Orgs.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, p. 33-44.

LORENZI, H. 1991. **Plantas daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 440 p.

PAIVA, C. F. E. et al. Estimativa das perdas de solo por erosão hídrica na bacia do rio Una Taubaté – SP com o emprego de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte: SBSR. p. 1407-1414.

PONCE ALVARES, M. T.; PIMENTA, M. T. Erosão hídrica e transporte sólido em pequenas bacias hidrográficas. Disponível em: <http://snirh.inag.pt/snirh/estudos_proj> Acesso em: 07 jul. 2005.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Orgs.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 91-110.

SILVA, G. R.; REIS, A. 2000. Recuperação da resiliência ambiental em áreas degradadas: a relevância do hábito, floração e frutificação no processo. **Revista Saúde e Ambiente**, 1(1):68-72.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. 2003. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 140 p.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. 1997. **Manual para a interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 247 p.

VALENTE, A. L. S. et al. 2001. Estimativa da suscetibilidade potencial à erosão laminar devido a fatores naturais: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Porto Alegre (RS). **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, (2):85-92.

WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B., CROSS, B. V. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, 26:189-193.

ZIMBACK, C. R. L. Classificação de Solos. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/intranet/arquivos/Apost.Classif-solos.pdf>> Acesso em: 06 mar. 2007.