

# ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA VEGETAÇÃO E COMPRIMENTO DE RAMPA EM SIMULAÇÃO DE ENXURRADA NO BIOMA PAMPA, DOM PEDRITO/RS.

PALMA, V.H.<sup>1</sup>; DEDECEK, R.A.<sup>2</sup>; CURCIO, G.R.<sup>3</sup>; WIGO, M.R.<sup>4</sup>; RAMOS, M.R.<sup>5</sup>; SILVA A.<sup>6</sup>

## RESUMO

Faixas de vegetação ao longo de corpos d'água melhoram a qualidade das águas superficiais, pois, diminuem a energia e velocidade da enxurrada, aumentando a infiltração da água no solo. Nesse sentido, essa pesquisa busca quantificar como o comprimento de rampa e cobertura vegetal atuam na dinâmica de contenção de enxurrada no bioma Pampa. Para tanto, foram instaladas parcelas, no sentido do declive de 50, 30 e 15 m de comprimento por 2 m de largura, sob duas condições: campo nativo e lavoura/pastagem. Ambas sobre Luvisolos com declividade média de 13%. Todas as parcelas receberam enxurradas simuladas de  $120 \text{ l/min}^{-1}$ , durante uma hora. Na rampa de 50 m em campo nativo não houve perda de água, já nas de 30 e 15 m, após homogeneização de umidade do solo, houveram 72,2 e 94,8% de perdas, respectivamente. Em área de lavoura/pastagem, as perdas de água ocorreram em todos os testes na ordem de 71,8%, 87,3% e 90,8%, nas parcelas de 50, 30 e 15m, nesta ordem. Interessante salientar que o volume da enxurrada em campo natural em rampa de 30 m foi muito similar à da rampa de 50 m em lavoura/pastagem, mesmo esta demorando o dobro do tempo para chegar à calha coletora e sendo 40% maior que àquela. Apenas a parcela de 15 m em campo nativo foi pouco menos eficiente que a da lavoura/pasto de mesmo comprimento, indicando que, mesmo sob condições naturais, a funcionalidade de faixas ciliares diminui com menor tamanho da faixa de proteção. Assim, neste trabalho observou-se que o manejo e tipo de cobertura vegetal, associados ao tamanho de rampa são determinantes na diminuição da enxurrada, refletindo diretamente na melhoria da qualidade dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** perdas de água, manejo, campo natural, lavoura, pastagem.

## ABSTRACT

Vegetation tracks over the course of water bodies can improve the quality of surface waters, decreasing the energy and speed of runoff, which increases water infiltration into the soil. In this regard, this research seeks to quantify how is the action of vegetation and the ramp length on flood containment dynamics in Pampa biome. For this purpose, plots of 50, 30 and 15m in length by 2m wide were installed following the slope line, under two conditions: native grasslands and crop/pasture. Both on Luvisols, with 13% medium declivity. All plots received simulated runoff of  $120 \text{ l/min}^{-1}$ , for one hour. At the ramp of 50 m with natural grass there no was loss of water, but in the 30 and 15m ramp, after soil moisture homogenization, there were 72,2 and 94,8% losses, respectively. In the area of crop/pasture, water losses occurred in all the tests, in the order of 71,8%, 87,3% and 90,8% in plots of 50, 30 and 15m, in this order. Interesting to note that the volume of runoff as a natural grass ramp of 30 m was very similar to the ramp 50 m of crop / pasture, even this taking twice as long to reach the gutter and being 40% higher than the former. Just the 15 m plot in native grass was slightly less efficient than the crop/pasture of the same length, indicating that, even under natural conditions, the functionality of ciliary tracks decreases with smaller size of the protective tracks. Thereby, in this work it was observed that the work it was observed that the

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia Florestal- Universidade Federal do Paraná, Brasil; vivihpalma@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Agronomy - Purdue University, Estados Unidos; dedeck@terra.com.br

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia Florestal- Universidade Federal do Paraná, Brasil; gustavo.curcio@embrapa.br

<sup>4</sup>Técnico Florestal- Centro Estadual Florestal de Educação Profissional Presidente Costa e Silva, Brasil; tec.florestal.wigo@gmail.com

<sup>5</sup>Doutora em Engenharia Florestal- Universidade Federal do Paraná, Brasil; micheleribeiroramos@gmail.com

<sup>6</sup>Técnico agrícola- Instituto Federal Farroupilha; pampa.biomass@gmail.com

management and type of vegetation associated with the ramp size are crucial in reducing runoff, reflecting directly in improving the quality of water resources.

**Keywords:** water losses, management, natural grass, crop, pasture.

## INTRODUÇÃO

Faixas de vegetação ao longo de rios e lagos podem melhorar a qualidade das águas superficiais, pois diminuem a energia e velocidade da enxurrada, o que aumenta a infiltração da água no solo. A enxurrada é um dos fatores-cause da erosão hídrica, que, por sua vez gera perdas solo, água e nutrientes (Bertol, 2011) e poluição de corpos d'água à jusante (Spadotto et al, 2004; Costa Filho, 2014). Os efeitos da erosão podem ser tanto maiores quanto mais descoberto (Dias, 2012), compactado e úmido estiver o solo (Dedecek et al, 1986), fatores que se relacionam diretamente com a classe de solo e manejo empregado.

Ademais estes fatores, a declividade atua aumentando ou diminuindo a energia hídrica. Segundo Bertol (2011), o declive superior a 10% aumenta a capacidade de transporte, intensificando efeitos da enxurrada frente à do salpico da gota de chuva. Em experimento de escoamento superficial para avaliar a eficiência de zonas ripárias em diferentes declividades, Matos (2008), concluiu que declividades de 20% foram responsáveis por aumentar em média, três vezes a velocidade do fluxo de superfície, frente às parcelas com inclinação entre 2 e 15%.

No que tange ao manejo e conseqüente cobertura do solo, Pan et al (2006) avaliaram impacto da gramíneas em processo de erosão. Os autores verificaram que a produção de sedimentos de parcelas com gramíneas foram reduzidas em 45 a 85%, em comparação às parcelas sem vegetação e, ainda que parcelas mais declivosas produziram quantidade de sedimentos significativamente mais elevadas. Segundo Bortolozzo (2010), o adensamento da vegetação pela presença de gramíneas e plantas herbáceas permite que o escoamento diminua sua velocidade, permitindo que haja mais tempo para a infiltração da água no solo, potencializando assim o poder tampão da faixa vegetada.

No Brasil, o Bioma Pampa está presente apenas no Rio Grande do Sul, ocupando 63% do território estadual (MMA, 2015). Sua cobertura vegetal característica é composta por herbáceas, além de algumas árvores (esparças ou em capões). Segundo Nabinger et al (2000); Pillar et al (2009), o pastejo contínuo e extensivo sobre campos naturais é a base da produção pecuária, que é uma das principais atividades econômicas da região, mas a baixa produtividade das pastagens no sul do Brasil reflete manejo insustentável. Tanto é que, segundo os autores Pillar et al (2009), nos últimos 30 anos houve decréscimo de 25% da área total dos campos naturais, devido à forte expansão das atividades agrícolas.

Nos campos naturais sulinos é comum se encontrar Luvisolos, que são solos minerais, apresentando horizonte B textural com argila de atividade alta (Ta) e saturação por bases também alta na maior parte dos primeiros 100 cm (Santos et al, 2013). Essas características pedológicas influenciam em potencialidades e fragilidades, no tipo e intensidade de manejo. Para Panachuki (2011), o solo cultivado tende, com o tempo, a ter a estrutura original alterada pelo fracionamento dos agregados em unidades menores, com conseqüente redução no volume de macroporos e aumentos no volume de microporos e na densidade do solo. Este fato interfere na infiltração, que segundo Brady e Weil (2002) e Costa Filho (2013), é um caso especial e transitório de movimento da água que ocorre na superfície do solo, sendo um processo que influencia severamente a disponibilidade de água para as plantas, o escoamento superficial, a erosão e o assoreamento dos corpos. Nesse sentido, solos mais porosos, profundos (Matos, 2008), sem gradiente textural, em relevos menos declivosos, possibilitam maior infiltração e, conseqüente, menores perdas superficiais de água.

Diante do exposto e da inexistência de trabalhos que relacionem os fatores da cobertura e manejo, tamanho de rampa e tipo de solo para o bioma Pampa, esta pesquisa busca caracterizar e quantificar a influência do comprimento de rampa e da cobertura vegetal na dinâmica de contenção de enxurrada no município de Dom Pedrito/RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no município de Dom Pedrito/RS em abril de 2015. O clima é subtropical com verão quente (Cfa), segundo Köppen (1948). O clima Cfa é caracterizado por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e temperaturas superiores a 22° e 3°C, nos meses mais quentes e frios, respectivamente.

As parcelas foram alocadas em campo nativo e lavoura/pastagem, sobre solos classificados de acordo com Santos et al (2013), Luvisolo Háptico Órtico cambissólico A proeminente (Figura 1), textura argilosa, em declive de 13%, com variações mínimas, não excedentes a 1%. Em área próxima às parcelas foi descrito, amostrado e classificado um perfil de solo, por meio de análises granulométricas e químicas, além de amostras indeformadas (anéis volumétricos para análises físico-hídricas) por horizonte do solo. As análises granulométricas, químicas e físico hídricas foram realizadas segundo Embrapa (1997), cujos resultados seguem apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de granulometria, química e de atributos físico-hídricos do Luvisolo Háptico-campo nativo.

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	C	CTC	Condutividade hidráulica	Porosidade (m <sup>3</sup> . m <sup>-3</sup> )	
Simb.	Prof. (cm)	(g.kg <sup>-1</sup> )				g.dm <sup>-3</sup>	cmol.kg <sup>-1</sup>	cm.h <sup>-1</sup>	Total	Macro
Ap	0-18	338	375	14	288	14,2	23,78	12,4	0,49	0,07
Bt1	18-54	353	360	9	275	12,4	34,1	140	0,45	0,07
Bt2	54-61	350	363	17	288	6	42,5	16,7	0,5	0,02

Simb.= símbolo; Prof.= profundidade; C= carbono; CTC= capacidade de troca de cátions.

Foram realizados seis tratamentos, sendo três em área de campo nativo e três em área de lavoura/pastagem. Nesses locais, as variáveis foram, além do manejo empregado, os comprimentos de rampa de 50, 30 e 15m por 2 m de largura (Figura 2).

As parcelas foram alocadas no sentido do declive, sendo que na extremidade inferior, o último metro construído em “V”, como metodologia de Bortolozo (2010). O escoamento foi então canalizado para uma calha coletora acoplada a um tubo de PVC de 100 mm de diâmetro. Na extremidade superior instalou-se calha distribuidora, formada por duas placas de metal de 100 x 75cm cada, ambas dobradas a 15 cm de largura, sob estrutura de dois canos PVC de 100 cm de comprimento e ¾ de polegada de diâmetro, com furos de 3,3 mm a cada 1 cm. Essas parcelas foram delimitadas por chapas de metal galvanizado de 120 x 15 x 0,95cm, sendo que cinco centímetros foram enterrados no solo, para impedir a perda de água.

A vazão foi calibrada por meio de hidrômetro instalado entre a mangueira ligada ao reservatório de tanque pipa e a estrutura distribuidora, de maneira que se mantivesse constante a 120 litros por minuto. Essa vazão foi aferida três vezes antes do início do experimento e também quatro vezes durante o mesmo.

No primeiro momento foi aplicada enxurrada nas parcelas até que houvesse alguma perda de água, para homogeneização da umidade do solo. Na sequência foram aplicadas quatro séries ininterruptas de enxurradas com 15 minutos de duração cada.



Figura 1: Luvissoilo Háplico Órtico Ta cambissólico A proeminente. (Autor: Curcio, G.R.)

Figura 2: Parcelas experimentais em lavoura/pastagem. (Autora: Palma, V.H.)

As coletas de enxurrada foram realizadas em baldes graduados com capacidade de armazenamento de 10 litros, em intervalos de 5 a 7 minutos, totalizando em cada um dos tratamentos, oito coletas. Nestas coletas foram anotados o tempo de coleta e o peso do balde com água para cálculo da vazão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e também ao Teste de Tukey (5%) para localizar as diferenças específicas entre as médias dos tratamentos e testar se as mesmas possuem diferenças significativas ou não .

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na área de campo natural não houve produção de enxurrada de rampa de 50 metros de comprimento, já nas de 30 e 15 m, após homogeneização de umidade do solo, houve 1.300 litros (72,2%) e 1.707 litros (94,8%) de perdas, respectivamente (Figura 3). Atestando que a cobertura, principalmente por conta da descontinuidade entre plantas e comprimento de 50 m associados, foi eficiente na contenção da enxurrada aplicada na experimentação, ao contrário dos demais comprimentos de rampa testados. Os resultados mostram a necessidade de maiores comprimentos para áreas com menor cobertura vegetal, que neste caso equivaleria a um aumento de 40 % em comprimento para compensar o grau de conservação da vegetação. Bortolozzo (2010) identificou em pesquisa sobre vegetação de campo nativo no estado do Paraná, retenção hídrica de 66% em parcela de 30 m e de 50% em parcela de 10 m de vegetação, quando submetida à enxurrada simulada de 60 mm.h<sup>-1</sup>. O autor demonstrou que a redução da parcela para 10 m não resultou em diminuição drástica da infiltração, assim para as condições testadas por esse autor (parcelas em Cambissolo, 10% de declive), uma faixa de 10 m de cobertura natural apresentou eficiência similar à outra com o triplo de tamanho.

Em área de lavoura/pastagem, as perdas de água ocorreram em todos os testes na ordem de 1.292 litros para comprimento de 50 m, 1.571 litros para 30 m e 1.635 litros para 15m (Figura 4). O que indica que nesses tratamentos, a eficiência na retenção do volume hídrico aplicado foi tanto menor quanto menor o comprimento da parcela testada.

Interessante salientar que o volume da enxurrada em campo nativo em rampa de 30 m foi muito similar à da rampa de 50 m em lavoura/pastagem, mesmo esta demorando o dobro do tempo para chegar à calha coletora (Tabela 2). Outro fator de destaque é a relação não proporcional entre as perdas de água e o comprimento das faixas sob mesma cobertura. Enquanto que em campo

natural 50 m retiveram 100% do volume hídrico aplicado em 60 minutos, 30m de cobertura retiveram 27,8% e 15m foram capazes de reter apenas 5,2% da água aplicada por meio da simulação.

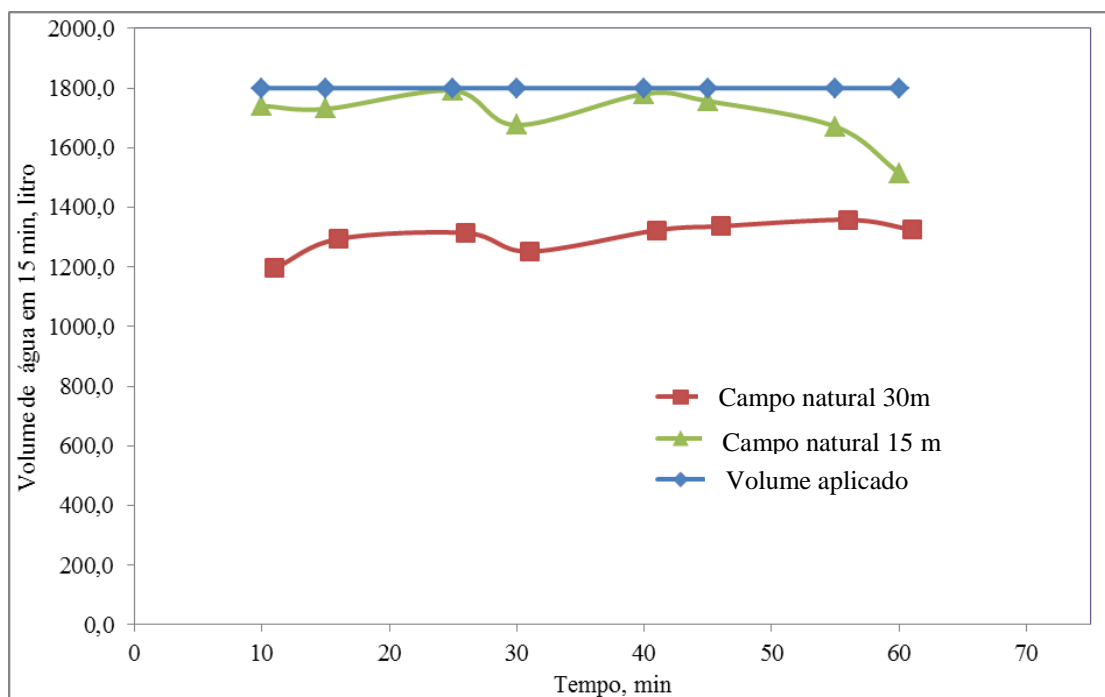


Figura 3: Volume de água perdido na enxurrada em campo natural nas rampas de 30 e 15 m e o volume de água aplicado.

Já na área de lavoura/pastagem os resultados apontaram que 30 m de cobertura vegetal retiveram apenas 3,5% mais que a parcela de 15m, mesmo esta última tendo a metade do comprimento. Diferentemente, em pesquisa de Schmitt (1999) utilizando metodologia semelhante à aplicada neste trabalho, o dobro da largura da faixa vegetada (7,5 para 15 m), faz aumentar substancialmente a infiltração e diluição de escoamento (36-82%), em parcela de declive de 6 a 7%. No trabalho aqui apresentado, as características do solo como os elevados teores de silte influenciam diretamente na velocidade da percolação de água em profundidade, além do gradiente textural e da atividade alta da fração argila, que determina alguma capacidade de contração/expansão, de acordo com o teor de umidade do solo. As amplitudes de variações nas perdas de água podem ser explicadas por estas características intrínsecas.

Tabela 2. Tempo para início de coleta de enxurrada, pós homogeneização, no final das parcelas de acordo com comprimento das mesmas.

Comprimento de rampa (m)	Campo nativo			Lavoura/pastagem		
	50	30	15	50	30	15
Tempo para início de coleta de enxurrada (min)	-	8'	3'05''	15'	4'02	1'

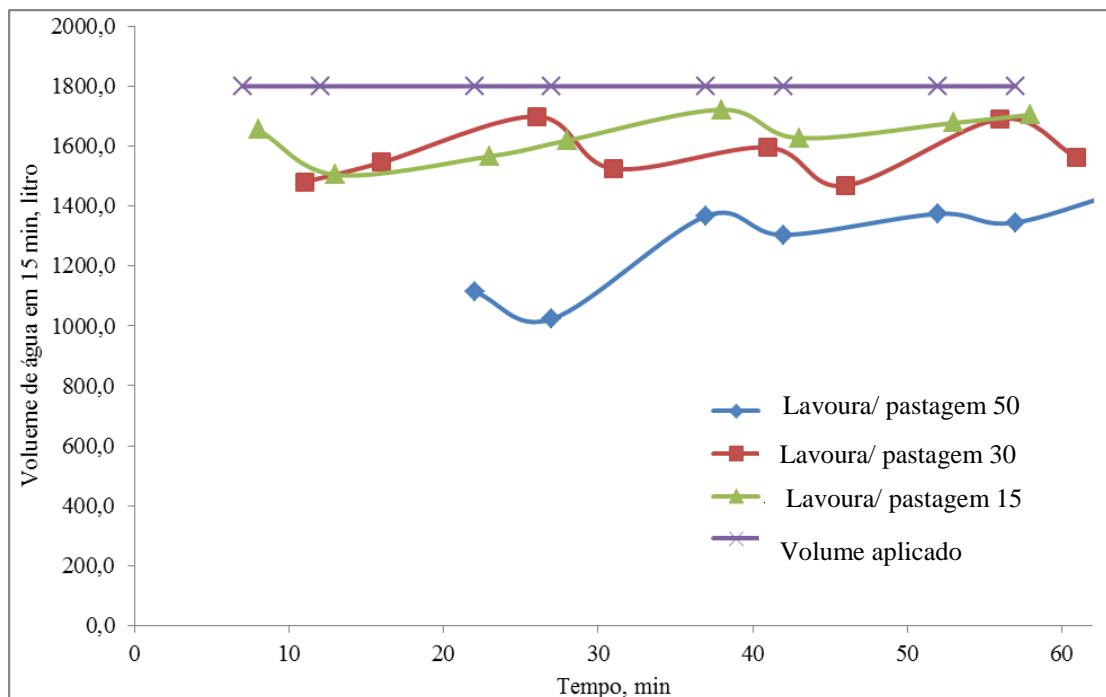


Figura 4: Volume de água perdido na enxurrada em lavoura/pastagem nas rampas de 50, 30 e 15m e volume de água aplicado.

Outro fator preponderante na análise são as pequenas variações de relevo no interior das parcelas, que direcionavam mudanças constantes na enxurrada determinando alterações nas vazões. Essa variação foi anulada logo que o fluxo hídrico saturou o solo e ganhou certa altura, capaz de vencer a resistência a qual estava submetido. Nas parcelas da área lavoura/pastagem houve a formação de pequenos represamentos de água por resíduos de vegetação, que eram arrastados e depositados em pequenos diques, que quando rompidos permitiam a aumento da velocidade da enxurrada.

A presença de inúmeras voçorocas nas partes mais baixas da paisagem deflagram os processos erosivos instalados, decorrentes dos manejos impróprios atuais. Por intermédio da tabela 3, é possível identificar as elevadas perdas de água para as condições estudadas.

Tabela 3. Percentuais de perdas hídricas por comprimento de rampa e tipo de manejo.

Comprimento de rampa (m)	Campo nativo			Lavoura/pastagem		
	50	30	15	50	30	15
Perda hídrica (%)	0	72,2	94,8	71,8	87,3	90,8

A análise para comparação das médias (Tabela 4) relacionando as perdas hídricas com o tamanho das rampas nos dois tipos de manejo evidenciou que é possível separar os tratamentos em dois grupos. Os tratamentos seguidos pela mesma letra mostram que não houve diferenças significativas entre eles ao nível de 5% de probabilidade. Ressalta-se que há um terceiro grupo, formado apenas pela parcela de 50m em campo natural, onde não houveram perdas hídricas, sendo ele o tratamento mais eficiente na contenção da enxurrada. Já os tratamentos seguidos pela letra “a” tiveram eficiência intermediária, enquanto que os seguidos pela letra “b”, foram os que mais apresentaram perdas hídricas.

Tabela 4: Resultados obtidos na aplicação do teste de Tukey para a comparação das médias entre tipo de manejo, tamanho de rampa e perdas hídricas em l.min.<sup>-1</sup>.

Tratamento	Média de perdas hídricas (l/min)
Lavoura/pastagem 50m	86,2 a
Campo natural 30m	86,7 a
Lavoura/pastagem 30	104,8 b
Lavoura/pastagem 15	109,0 b
Campo natural 15	113,8 b
CV (%)	6,4

Apenas a rampa de 15 m em campo nativo foi menos eficiente que a rampa com lavoura/pecuária. A entre as médias de perdas hídricas foi tão pequena que, estatisticamente, não foi representativa, porém indica que, mesmo sob condições naturais, a funcionalidade desse tipo de faixa ciliar diminui de acordo com a diminuição do comprimento da faixa de proteção. Tem-se como evidência de que o sistema de manejo aplicado na área de pastagem/lavoura é insustentável, pois, e foi identificada a jusante das parcelas, a presença de Vertissolo com grande soterramento por sedimentos (Figura 5), onde, o Horizonte A, que outrora estava em superfície e possui coloração mais escura, atualmente encontra-se há 85 cm de profundidade.



Figura 5: Soterramento de Vertissolo (Autor: Curcio, G.R.).

Assim como Bortolozzo (2010), constatou-se nesta pesquisa que quanto maior o comprimento da parcela, maior a capacidade de armazenamento de água, aumentando assim a capacidade de retenção, já que as áreas experimentais usadas não apresentaram diferenças quanto à classe de solo, textura e declividade. Somado ao comprimento da parcela, foi verificado que o tipo de manejo tem expressiva influência sobre as perdas hídricas,

## **CONCLUSÕES**

- Não houve produção de enxurrada em campo com vegetação original em rampa de 50m de comprimento;
- Rampas de 50 m de comprimento com as características intrínsecas e extrínsecas estudadas são eficientes para promover a recarga hidrológica, evitando a perda de água;
- As maiores perdas hídricas ocorreram nas parcelas de menores comprimentos (15 m), independente do tipo de cobertura;
- Para as condições de relevo estudadas, combinados aos atributos identificados na classe dos Luvisolos Háplicos, foi verificado que estes se mostram altamente sensíveis aos processos erosivos;
- O manejo e tipo de cobertura vegetal, associados ao tamanho de rampa são determinantes na diminuição da enxurrada, refletindo diretamente na melhoria da qualidade dos recursos hídricos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BERTOL, I.; GOBBI, E.; BARBOSA, F. T.; PAZ-FERREIRO, J.; GEBLER, L.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. DE S. Erosão hídrica em campo nativo sob diversos manejos: perdas de água e solo e de fósforo, potássio e amônio na água de enxurrada. *Revista Brasileira de Ciências Solo*, v.35, p.1421-1430, 2011.

BORTOLOZO, Fernando Rodrigo. Retenção de água, sedimento e nutrientes em faixas vegetadas de campo nativo na Região dos Campos Gerais do Paraná. 2010. 61f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. Defesa: Curitiba, 23/08/2010.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *The nature and properties of soils*. 13.ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc., 2002.

COSTA FILHO, L.V. Análise do comportamento hidrológico em distintos usos da terra na região noroeste do Paraná. 2014. 165f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 2014.

DEDECEK, R. A.; RESK, DVS; FREITAS, J. E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, n. 3, p. 265-272, 1986.

DIAS, A.C. Plantas de cobertura do solo na atenuação da erosão hídrica no sul do Estado de Minas Gerais. 2012. 111 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. 215 p.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.



MATOS, A. T.; PINHO, A. P.; COSTA, L. M.; MORRIS, L. A. Streamside management zone (SMZ) efficiency in herbicide retention from simulated surface flow. *Planta Daninha*, v. 26, n 1, p. 131-142, 2008.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em 06 de agosto de 2015.

NABINGER C., MORAES, A.; MARASCHIN G.E. Campos in Southern Brazil. In: *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (eds. Lemaire G.; Hodgson, J.G.; Moraes, A.; Maraschin, G.E). CABI Publishing Wallingford, p. 355-376, 2000.

PAN, C.; SHANGGUAN, Z.; LEI, T. Influences of grass and moss on runoff and sediment yield on sloped loess surfaces under simulated rainfall. *Hydrological Processes*, v. 20, n. 18, p. 3815-3824, 2006.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. D.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 35, n. 5, p. 1777-1785, 2011.

PILLAR, V.D.; MULLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S; JACQUES, A.V.A. Campos Sulinos- conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. 403 p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.Á.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013. 353 p.

SCHMITT, T. J.; DOSSKEY, M. G.; HOAGLAND, K. D. Filter strip performance and processes for different vegetation, widths and contaminants. *Journal Environment Quality*, v. 28, p. 1479-1489, 1999.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: princípios e recomendações. Documento Técnico, 42, Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Jaguariúna, SP, Brasil. 29 f, 2004.