



COMBINAÇÕES DOS FATORES LS E P DA EUPS NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA REGIÃO DE PEDRINHAS PAULISTA – SP

Epitácio Jose de Souza ⁽¹⁾; **Pedro Luiz Nagel** ⁽¹⁾; **Glauber Stefan Barbosa** ⁽¹⁾; **Gustavo Antonio Xavier Gerlach** ⁽¹⁾, **Morel de Passos e Carvalho** ⁽²⁾

⁽¹⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Sistemas de Produção; Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista - FE/UNESP. Av. Brasil, 56, Centro. CEP 15385-000 Ilha Solteira (SP). E-mail: nagelpedro@yahoo.com.br, epitacio_jose@hotmail.com, polar_sb@hotmail.com, g.gerlach@hotmail.com.

⁽²⁾ Professor, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, UNESP, campus de Ilha Solteira. Bolsistas CNPq. E-mail: morel@agr.feis.unesp.br.

RESUMO: Atualmente, com o aumento da utilização desenfreada dos recursos naturais, vários problemas têm tomado destaque no que se diz respeito da má utilização do solo. Modelos de estimativas de erosão são propostos para análises quantitativas de perdas de solo por erosão, sendo que o modelo utilizado para a realização desse trabalho baseou-se no proposto por Wischmeier & Smith intitulado como EUPS ou USLE, (Equação Universal de Perdas de Solo), levando em consideração a rotação e sucessão de culturas em sistema de integração lavoura-pecuária (soja/milho/soja/milho/pastagem bianual), com o objetivo de estimar perdas de solo pelo modelo proposto, simulando diferentes combinações dos fatores “LS” e “P” na região do município de Pedrinhas Paulista - SP. O valor médio do fator C encontrado na rotação do sistema de integração lavoura-pecuária é de 0,0336 Mg.ha.Mg⁻¹.ha⁻¹, enquanto que o comprimento máximo admissível de 120 m foi o espaçamento horizontal admitido para as declividades de 2, 5, 7, 10, 12 e 15%, tanto para a prática conservacionista de plantio em nível, como para cordão vegetativo permanente, no sistema proposto.

Termos de indexação: comprimento de rampa, fator C, práticas conservacionistas.

INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de produção conservacionistas, se destacam os que promovem adequada proteção superficial do solo, com aumento da matéria orgânica. Nestes sistemas, busca-se uma melhoria dos atributos físicos do solo aumentando a infiltração da água e diminuindo o escoamento superficial (PRUSKI, 2009).

Dentre os modelos mais utilizados para estimar as perdas de solo, encontra-se a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Esta relaciona de forma diretamente proporcional todos os fatores que influenciam a erosão acelerada do solo, que são: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento e grau de declive (L e S), uso e manejo da cobertura do solo com determinada cultura (C) e práticas

conservacionistas (P). Desta forma, sua utilização é de fundamental importância para o estabelecimento do correto uso e manejo do solo e, consequentemente, para relacionar as práticas conservacionistas de maior eficiência (WISCHMEIER & SMITH, 1978).

Este trabalho teve como objetivo, avaliar as predições de perda de solo para região de Pedrinhas Paulista (SP), baseado em diferentes declividades e práticas conservacionista, para um sistema de integração lavoura pecuária (ILP).

MATERIAL E MÉTODOS

Bertoni e Lombardi Neto (2014) apresentam a equação de perda de solo (Equação 1), a qual exprime a ação dos principais fatores que influenciam a erosão hídrica.

$PS = R * K * L * S * C * P$ (1)

Os valores de distribuição mensal e anual dos índices de Erosividade EI30 foram obtidos em trabalho desenvolvido por Moreti et al. (2003).

O tipo de solo estudado é o LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013), solo de maior predominância na região.

A tolerância de perdas (T), erodibilidade (K) e constante de erodibilidade encontradas para o tipo de solo estudado segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014) foram respectivamente de 12,0 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹; 0,012 Mg.ha.ano.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹ e 1,157.

Para os fatores variáveis topográficas (LS), foram estudados o espaçamento vertical, horizontal (EH) e fator LS nas declividades de 2, 5, 7, 10, 12 e 15% (BERTONI, 1959).

O fator C foi calculado para a rotação do sistema de ILP. Os dados de razão de perdas de solo (RPS) foram segundo Carvalho (2012) e os mesmo são multiplicados por um fator de correção para o cultivo de milho após soja (rotação com leguminosa= 0,75) e soja, pastagem após milho (rotação com gramínea= 0,65):

O fator P foi consultado segundo Bertoni e Lombardi Neto (2014).

Após o levantamento de todos os fatores, foram



determinadas as perdas de solo para as composições dos fatores LS e P, e levando em conta a tolerância de perda de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do fator variáveis fisiográficas (LS) encontrados para as declividades 2, 5, 7, 10, 12 e 15% são apresentados na tabela 1, reduzindo a erosão para valores menores que 1 e implementando para valores maiores que 1. Os espaçamentos horizontais estão de acordo com mínimo recomendado, citando 12 metros, pois dificulta a operacionalidade das máquinas (BERTONI, 1959).

O fator C variou consideravelmente ao longo das fases, em virtude do desenvolvimento da cultura e da erosividade (Tabela 2). No início do ciclo, a cultura apresentou uma fase de desenvolvimento mais lenta (menor cobertura do solo). Para as culturas conduzidas na safrinha, o período correspondente à primeira fase do ciclo da cultura, o solo está recém-preparado e ainda praticamente exposto. Em seguida, a cultura estabiliza seu crescimento, promovendo a interceptação da chuva. Já nas culturas de safra, este período não condiz com as maiores erosividades, que se intercalam durante os anos estudados, nos meses de novembro, dezembro e janeiro.

O valor médio do fator C na rotação do sistema de integração lavoura-pecuária varia amplamente de acordo com a variação da erosividade e erodibilidade para cada cultura e tipo de manejo e cultivo do solo (BERTOL et al., 2001). No presente trabalho, os valores médios do fator C obtidos para a cultura do milho foram bem menores que os valores encontrados por Bertol et al. (2002).

Na cultura da soja, os valores médios do fator C foram maiores em todas as operações, diferentemente do trabalho de Bertol et al. (2001) onde os valores médios do fator C foram maiores na cultura de trigo do que de soja, em todos os sistemas de preparo do solo, sendo a soja a cobertura vegetal que proporcionou a menor proteção contra a erosão.

A prática conservacionista cordão de vegetação permanente diminui as perdas estimadas em relação ao plantio em nível, nas declividades de 2, 5, 7, 10, 12 e 15%, em 30, 30, 30, 25, 21 e 21% (Tabela 3).

Nas combinações que estão inseridas as declividades de 12 e 15% são os que apresentam os maiores LS, refletindo em maiores perdas, porém estes valores não ultrapassam a tolerância, permitindo aumentar o espaçamento entre terraços.

Os espaçamentos horizontais correspondentes à

máxima perda de solo admissível diminuem com o aumento da declividade, e variam entre 145 e 19.093 metros (Tabela 6). Porém, Bertoni (1959) recomenda que o comprimento do lançante não ultrapasse 120 metros, pois, acima deste, pode favorecer a evolução do regime laminar ao início do escoamento superficial da chuva, passando para a forma turbulenta.

CONCLUSÕES

1. O valor médio do fator C na rotação do sistema de integração lavoura-pecuária é de 0,0336 Mg.ha.Mg⁻¹.ha⁻¹.

2. O espaçamento horizontal de 120 m é admitido para as declividades de 2, 5, 7, 10, 12 e 15%, tanto para a prática conservacionista plantio em nível, como para cordão vegetativo permanente, no sistema de rotação integração lavoura-pecuária (soja/ milho/soja/milho/pastagem bianual) em Pedrinhas Paulista-SP.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 9.ed. São Paulo: Ícone, 355p, 2014.

BERTONI, J. O espaçamento dos terraços em culturas anuais determinado em função das perdas por erosão. *Bragantia*, Campinas, v.18, n. 10, 113-140. 1959.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para as culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um Cambissolo Húmico aluminico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.2, 2001.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, n.2, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

MORETI, D.; MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v.25, n.1, 2003.

PRUSKI, F. F. Processo físico de ocorrência da erosão hídrica. In: PRUSKI, F. F., ed. Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2.ed. Viçosa: UFV, p.24-39, 2009.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 58p, 1978. (*Agriculture handbook*, 537)



Tabela 1. Declividade do terreno (d%) espaçamento vertical (EV), espaçamento horizontal entre terraços (EH) e Fator variáveis topográficas do terreno (LS).

N°	d%	EV (m)	EH (m)	LS
LS ₁	2	0,78	39,07	0,2244
LS ₂	5	1,33	26,59	0,5192
LS ₃	7	1,62	23,09	0,7065
LS ₄	10	1,99	19,87	0,9793
LS ₅	12	2,21	18,41	1,1572
LS ₆	15	2,51	16,76	1,4194

*Número referente ao LS obtido de acordo com as variáveis d% e EH

Tabela 2. Fator uso e manejo da cultura (C) quadrienal para o sistema de integração lavoura-pecuária na região de Pedrinhas Paulista - SP.

Cultura	Data	EI ₃₀ acum. (%)	Período da RPS	Erosividade no período		RPS absoluta -	Fator C	
				Relativa (%)	Absoluta -		Período	Cultura
Soja	01/out	8,5	D	6,5	0,0645	0,1000	0,0065	0,0441
	01/nov	15	1	12,3	0,1231	0,0800	0,0098	
	01/dez	27,3	2	17,0	0,1696	0,1000	0,0170	
	01/jan	44,3	3	16,9	0,1686	0,0400	0,0067	
	01/fev	61,1	4	13,8	0,1381	0,0300	0,0041	
Milho	01/mar	74,9	D	10,7	0,1072	0,0750	0,0080	0,0184
	01/abr	85,6	1	4,9	0,0486	0,0600	0,0029	
	01/mai	90,5	2	5,8	0,0581	0,0750	0,0044	
	01/jun	96,3	3	4,7	0,0471	0,0300	0,0014	
	01/set	101	4	7,5	0,0751	0,0225	0,0017	
Soja	01/out	108,5	D	6,5	0,0645	0,0650	0,0042	0,0287
	01/nov	115	1	12,3	0,1231	0,0520	0,0064	
	01/dez	127,3	2	17,0	0,1696	0,0650	0,0110	
	01/jan	144,3	3	16,9	0,1686	0,0260	0,0044	
	01/fev	161,1	4	13,8	0,1381	0,0195	0,0027	
Milho + forrageira	01/mar	174,9	D	10,7	0,1072	0,0750	0,0080	0,0184
	01/abr	185,6	1	4,9	0,0486	0,0600	0,0029	
	01/mai	190,5	2	5,8	0,0581	0,0750	0,0044	
	01/jun	196,3	3	4,7	0,0471	0,0300	0,0014	
	01/set	201	4	7,5	0,0751	0,0225	0,0017	
Pastagem ano 1	01/out	208,5	D	12,3	0,1231	0,1430	0,0092	0,0787
	01/nov	215	1	17,0	0,1696	0,1170	0,0144	
	01/dez	227,3	2	16,9	0,1686	0,0065	0,0011	
	01/jan	244,3	3	113,8	1,1381	0,0130	0,0022	
	01/set	261,1	4	10,7	0,1072	0,0455	0,0518	
Pastagem ano 2	01/out	374,9	D	4,9	0,0486	0,0040	0,0004	0,0007
	01/nov	385,6	1	5,8	0,0581	0,0030	0,0001	
	01/dez	390,5	2	4,7	0,0471	0,0020	0,0001	
	01/jan	396,3	3	7,5	0,0751	0,0010	0,0000	
	01/jul	401	4	6,5	0,0645	0,0010	0,0001	
Rotação	-	-	-	400	4	-	-	0,0336

D: preparo do solo; 1: Semeadura; 2: um mês após semeadura; 3: dois meses após semeadura; e 4: Colheita



Tabela 3. Cálculo da estimativa e comparação à tolerância de perda de solo nas diferentes combinações dos fatores LS e P para a rotação ILP (soja/ milho/soja/milho/pastagem bianual) na região de Pedrinhas Paulista - SP.

COM ¹	d%	R	K	T	C	LS	P	A	T - A
		MJ.mm. ha ⁻¹ .h ⁻¹ .ano ⁻¹	Mg.ha ⁻¹ (MJ. ha ⁻¹ .mm.h ⁻¹) ⁻¹	Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	-	-	-	Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹
LS ₁ P ₁	2	7670	0,012	12	0,0336	0,2244	0,50	0,3467	11,6533
LS ₂ P ₁	5	7670	0,012	12	0,0336	0,5192	0,50	0,8022	11,1978
LS ₃ P ₁	7	7670	0,012	12	0,0336	0,7065	0,50	1,0915	10,9085
LS ₄ P ₂	10	7670	0,012	12	0,0336	0,9793	0,60	1,8155	10,1845
LS ₅ P ₃	12	7670	0,012	12	0,0336	1,1572	0,70	2,5028	9,4972
LS ₆ P ₃	15	7670	0,012	12	0,0336	1,4194	0,70	3,0700	8,9300
LS ₁ P ₄	2	7670	0,012	12	0,0336	0,2244	0,35	0,2427	11,7573
LS ₂ P ₄	5	7670	0,012	12	0,0336	0,5192	0,35	0,5615	11,4385
LS ₃ P ₄	7	7670	0,012	12	0,0336	0,7065	0,35	0,7640	11,2360
LS ₄ P ₅	10	7670	0,012	12	0,0336	0,9793	0,45	1,3616	10,6384
LS ₅ P ₆	12	7670	0,012	12	0,0336	1,1572	0,55	1,9665	10,0335
LS ₆ P ₆	15	7670	0,012	12	0,0336	1,4194	0,55	2,4122	9,5878

¹ARR= Arranjos dos fatores LS e P; R = erosividade da chuva; K= erodibilidade do solo; L= comprimento do declive (adimensional); S= grau de declive (adimensional); C= uso e manejo do solo (adimensional); e P = práticas conservacionistas (adimensional). T= Tolerância do perda de solo

Tabela 4. Estimativa do fator LS e comprimento do lançante (L) correspondente as perdas máximas permissíveis de solo, nas diferentes combinações dos fatores LS e P para a rotação ILP (soja/ milho/soja/milho/pastagem bianual) na região de Pedrinhas Paulista - SP.

ARR ¹	d%	P	W	T	LS*	L*	L
			Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	-	m	m
LS ₁ P ₁	2	0,50	1,54	12	7,77	10839	1,54
LS ₂ P ₁	5	0,50	1,54	12	7,77	1948	1,54
LS ₃ P ₁	7	0,50	1,54	12	7,77	1037	1,54
LS ₄ P ₂	10	0,60	1,85	12	6,47	398	1,85
LS ₅ P ₃	12	0,70	2,16	12	5,55	221	2,16
LS ₆ P ₃	15	0,70	2,16	12	5,55	145	2,16
LS ₁ P ₄	2	0,35	1,08	12	11,10	19093	1,08
LS ₂ P ₄	5	0,35	1,08	12	11,10	3432	1,08
LS ₃ P ₄	7	0,35	1,08	12	11,10	1827	1,08
LS ₄ P ₅	10	0,45	1,39	12	8,63	628	1,39
LS ₅ P ₆	12	0,55	1,70	12	7,06	324	1,70
LS ₆ P ₆	15	0,55	1,70	12	7,06	213	1,70

¹ARR= Arranjo entre os fatores LS e P; d= Declividade; P= Fator prática conservacionista; W= R*K*C*P; T= Tolerância a perda de solo; LS*= Fator LS considerando a tolerância de perda de solo; L*= máximo comprimento do lançante, considerando a tolerância de perda de solo; L= Comprimento do lançante considerando a constante de erodibilidade do solo