



DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE EROSIDADE DAS CHUVAS PARA O MUNICÍPIO DE UMUARAMA - PR

VLADIMIR DE SOUZA ¹
EMERSON GALVANI ²

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo determinar o índice de erosividade mensal e anual das chuvas para o município de Umuarama – PR. Dados diários de precipitação pluviométrica com série histórica de 30 anos obtidos junto à Estação Climatológica Principal de Umuarama e o modelo matemático proposto por Tomaselli *et al.* (1997) foram usados para atingir tais metas. Os resultados demonstram que os dois primeiros meses do ano e os três últimos são responsáveis por mais de 50% do valor total do índice de erosividade, que foi de 7774,4 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹. Agosto e julho foram os meses que demonstram os valores mais reduzidos. Os dados obtidos podem ser usados para compor cálculos de estimativas de perdas de solos por erosão laminar em bacias hidrográficas do município e contribuir para o planejamento agrícola conservacionista da região.

Palavras chave: precipitação pluviométrica, índice de erosividade, modelagem matemática.

Abstract: This paper aimed to determine monthly and annual index of rainfall erosivity in city of the Umuarama, Paraná State south region of Brazil. For reach these objectives were used daily rainfall data with 30 years of historic series obtained from the weather stations at Umuarama and mathematical model proposed by Tomaselli *et al.* (1997). The results show that the first two months of the year and the last three are account for over 50% of value total of erosivity index, estimated at 7774.4 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹. July and August were the months that presented the smallest index. The results can be used to compose estimates models of soil losses by laminar erosion in stream basins of the study area contributing to agricultural conservationist planning of the region.

Key words: rainfall, erosivity index, mathematical model.

1 – Introdução

Na região tropical úmida da Terra os solos são degradados principalmente por processos erosivos de origem pluvial. Basicamente, o fenômeno ocorre com o impacto inicial das gotas das chuvas sobre os terrenos, a desagregação das partículas dos solos e o posterior escoamento de parte desse montante hídrico sobre a superfície.

Para o estudo dessa temática, normalmente são usados modelos ambientais que avaliam os fatores envolvidos no processo. A EUPS (Equação Universal de Perdas de Solo)

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo (USP). vladimirsouza@usp.br

² Professor Doutor - Programa de Pós-graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo (USP). egalvani@usp.br



é um dos modelos mais usados nesses estudos. Fazem parte das variáveis dessa equação os seguintes fatores: (R) erosividade da chuva, (K), erodibilidade do solo, (LS) topografia, (C) uso da terra e as (P) práticas conservacionistas adotadas nas áreas agrícolas (WICSHIMEIER, SMITTH, 1978).

Entre os fatores naturais que afetam a erosão dos solos, a erosividade das chuvas tem uma importância fundamental no evento. Todo o processo de colisão, destacamento e transporte dos solos estão relacionados a esse potencial erosivo das chuvas (Angulo-Martínez *et al.* 2009). Portanto, determinar esse índice e compreender sua dinâmica mensal e anual de distribuição é de suma importância para o entendimento dos processos relacionados à erosão hídrica.

Morgan (1995) define o fator R da EUPS como um índice que contempla a energia cinética e a intensidade das chuvas. Para a mensuração desse fator é necessário o uso de aparelhos específicos que monitorem esses eventos. No Brasil, esses equipamentos são escassos, o que dificulta a determinação precisa do índice. No entanto, alguns autores propuseram estimar o fator R da EUPS tendo como base valores históricos de precipitação pluviométricos.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo determinar o índice de erosividade das chuvas do município de Umuarama-PR por meio de modelo matemático e dados diários de precipitação pluviométrica com série histórica de trinta anos.

1.1 Área de estudo

O município de Umuarama localiza-se no noroeste do Estado do Paraná, região sul do Brasil (Fig. 01).

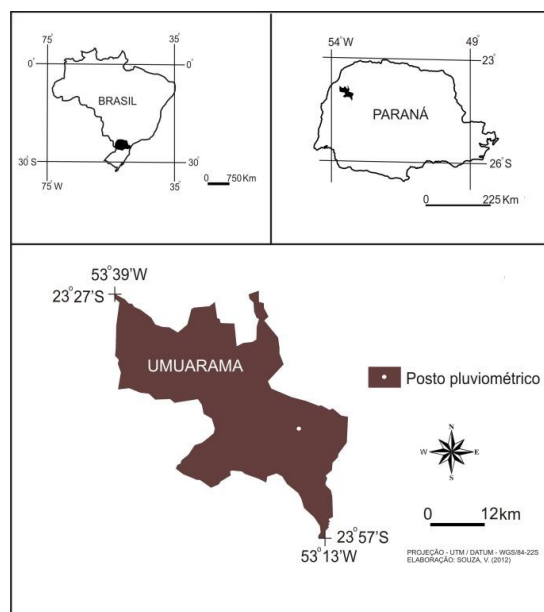


Figura 01 - Localização da área de estudo e do posto pluviométrico no município de Umuarama – PR.
Elaboração – Souza (2014)



O município está inserido na da Bacia Sedimentar Fanerozóica do Paraná, no compartimento denominado Terceiro Planalto Paranaense, subunidade Planalto de Umuarama (MAACK, 1968; SANTOS *et al.*, 2006). Apresenta substrato geológico constituído, em sua maior parte, por arenitos da Formação Caiuá (K). Rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e depósitos quaternários de cascalho, areia, silte e argila aparecem próximos às rede de drenagem da área de estudo (MINEROPAR, 1989).

O clima do noroeste do Paraná é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com chuvas concentradas no verão sem estação seca definida (KÖPPEN, 1978). De acordo com Sant'Anna Neto (2001) o noroeste do estado do Paraná está sujeito tanto aos sistemas atmosféricos tropicais, quanto às invasões do ar polar e a influencia das frentes frias oriundas do Atlântico Sul. Tais fatores caracterizam a região como uma área de transição climática.

Os solos do noroeste do Paraná são profundos, bem drenados e por derivarem dos arenitos da Formação Caiuá apresentam elevada concentração da fração de areia em sua composição física (NAKASHIMA, 1999). Devido às esses aspectos, são materiais altamente suscetíveis à erosão pluvial.

A Formação Vegetal característica dessa região é a Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 1992) que foi substituída parcialmente em meados do século passado por cultura de café e pastagens. Atualmente, além dessas formas de uso e ocupação, o município apresenta locais destinados às culturas agrícolas temporárias, anuais, áreas de preservação permanente (APP) e pequenas indústrias alimentícias situadas próximas à área urbana.

Devido à diversidade de uso e ocupação das terras e das características físicas do solo, faz se necessário entender o comportamento e o potencial erosivo das chuvas no município de Umuarama - PR. Esses dados, associados a outros atributos conservacionistas, podem auxiliar no combate á erosão hídrica, sobretudo em áreas destinadas ao cultivo agrícola temporário no referido município e região.

2 – Métodos e técnicas

A relação entre intensidade e energia cinética é considerada a melhor maneira para se medir o potencial erosivo das chuvas. No Brasil, aparelhos que registrem valores relacionados a essas variáveis são raros ou inexistentes em algumas regiões. Com isso, Lombardi Neto, Moldenhauer (1980), por meio de análise estatística de dados de coeficiente de chuvas e índice médio mensal de erosão do município de Campinas – SP propuseram



calcular o índice de erosividade tendo como base valores médios de precipitação pluviométrica, conforme descrito na equação 1:

$$EI_{30} = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (1)$$

Onde:

EI_{30} = média mensal do índice de erosão expressa em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹

r = precipitação média mensal em milímetros (mm);

P = precipitação média anual em milímetros (mm).

Tomaselli *et al.* (1997) fizeram um ajuste matemático na equação descrita anteriormente e adequaram o modelo para os padrões climáticos do oeste do Estado de São Paulo, conforme descrito a seguir na equação 2:

$$EI_{30} = 111,6 (r^2/P)^{0,714} \quad (2)$$

Onde:

EI_{30} = média mensal do índice de erosão expressa em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹

r = precipitação média mensal em milímetros (mm);

P = precipitação média anual em milímetros (mm).

Para a determinação do valor anual do índice de erosividade nos dois modelos apresentados, basta somar os resultados dos valores mensais, conforme indicado na equação 3:

$$R = \sum_{j=1}^{12} EI_{30j} \quad (3)$$

Neste trabalho, decidiu-se por utilizar a proposta desenvolvida na equação 2, uma vez que a área de estudo apresenta características climáticas semelhante a do oeste paulista, quando comparada à região central do Estado de São Paulo que foi a base para o desenvolvimento do modelo da equação 1.

Os dados diários de precipitação pluviométrica, com série histórica de trinta anos (1977 a 2007) usados no trabalho foram coletados juntos à Estação Climatológica Principal de Umuarama (EPCU), conforme indicado na figura 1. A EPCU é uma das 22 estações meteorológicas convencionais gerenciadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Os pluviômetros da EPCU, assim como os demais equipamentos apresentam acionamento mecânico e a leitura dos dados é realizada diariamente às 09, 15 e 21h. Os dados obtidos para a pesquisa não apresentaram falhas, como o de ausência de valores.



3 – Resultados e Discussão

O resultado obtido referente à precipitação pluviométrica média mensal da área de estudo demonstra que os maiores valores de pluviosidade concentram-se entre os meses de outubro a janeiro. No período compreendido entre junho e agosto ocorre uma diminuição na quantidade de chuva, quando comparado aos demais meses (Fig. 02).

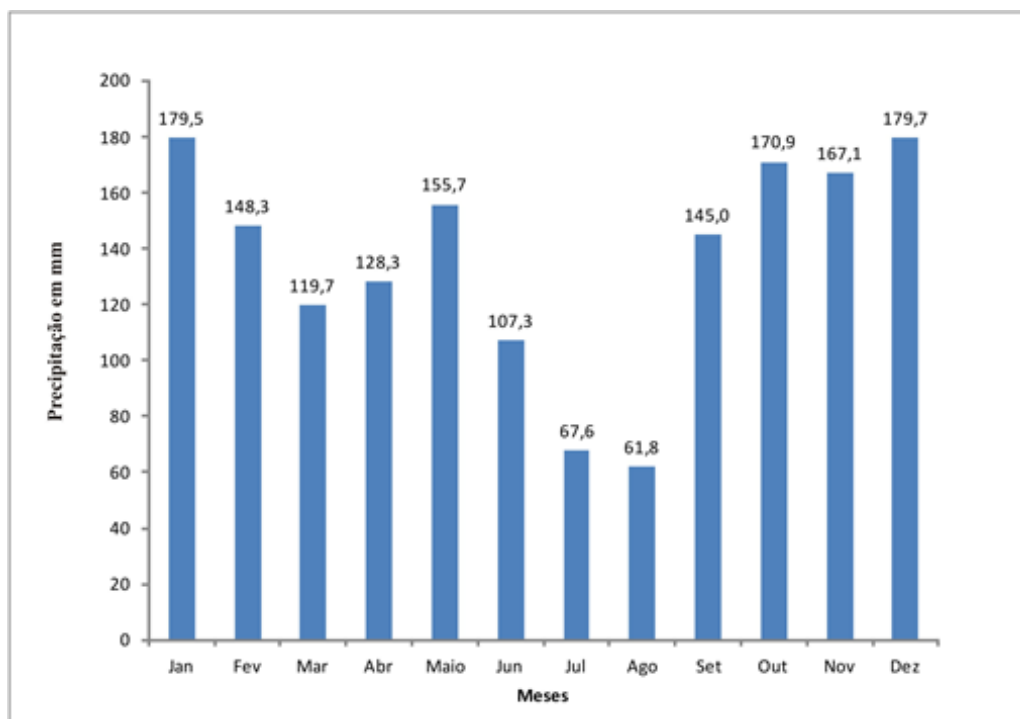


Figura 02 – Distribuição da precipitação média mensal da área de estudo (1977 – 2007).
Fonte dos dados: Estação Climatológica Principal de Umuarama (ECPU) - Acesso em maio de 2008
Organização – Souza (2014)

A Tabela 01 exibe os valores mensais médios e o percentil normal de precipitação pluviométrica da área de estudo. Os três primeiros meses do ano e os três últimos são responsáveis por mais de 60% do valor total da precipitação pluviométrica.

Mês	mm	%
Janeiro	179,5	11,0
Fevereiro	148,3	9,1
Março	119,7	7,3
Abril	128,3	7,9
Maio	155,7	9,5
Junho	107,3	6,6
Julho	67,6	4,1



Agosto	61,8	3,8
Setembro	145,0	8,9
Outubro	170,9	10,5
Novembro	167,1	10,2
Dezembro	179,7	11
Total	1630,9	100

Tabela 01 – Precipitação pluviométrica média mensal, anual e sua porcentagem de distribuição.

Em relação à pluviosidade anual, verifica-se na figura 03 a distribuição anual da média para o período compreendido entre 1977 e 2007 da área de estudo. Os anos de 1983 e 1998 correspondem aos mais chuvosos enquanto que em 1991 e 1999 apresentaram os menores valores pluviométricos. A média anual de todo período analisado, cujo valor foi usado para compor o cálculo e determinar o índice de erosividade foi de 1630,9 mm.

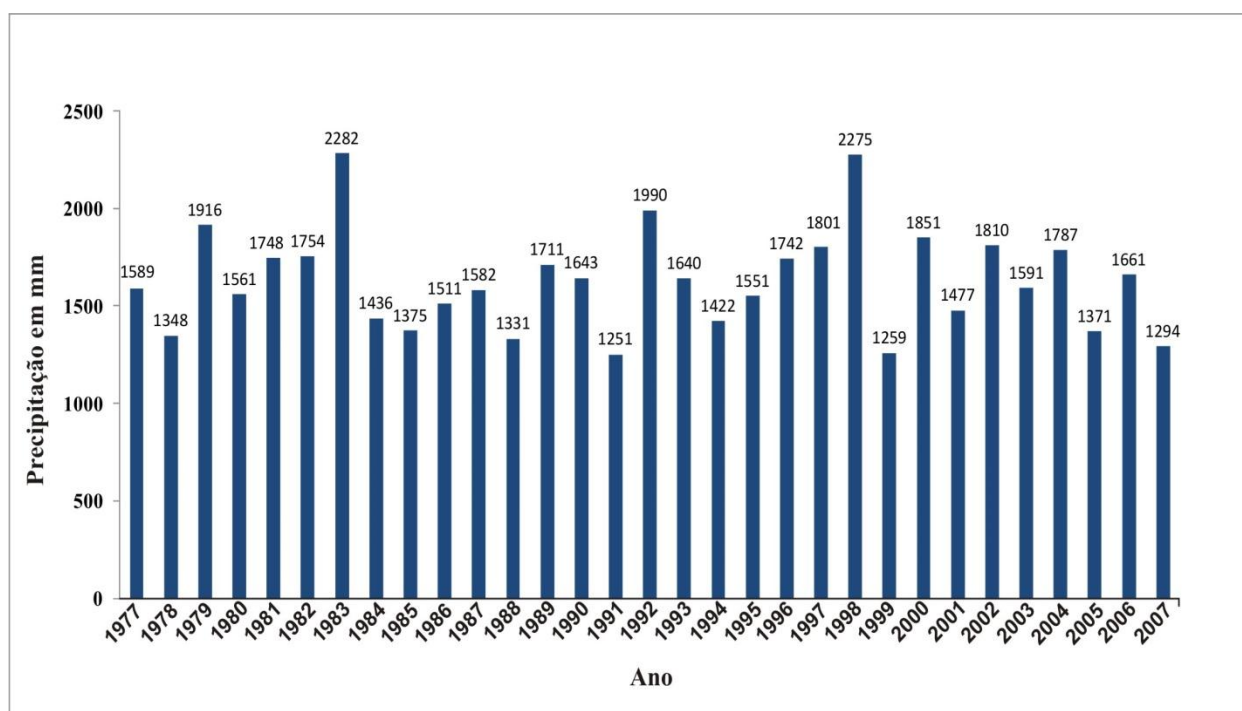


Figura 03 – Distribuição da precipitação média anual da área de estudo (1977 – 2007).

Fonte dos dados: Estação Climatológica Principal de Umuarama (ECPU) - Acesso em maio de 2008
 Organização – Souza (2014)

A figura 04 exibe a distribuição média mensal do índice de erosividade da área de estudo. Os maiores valores ocorrem em dezembro e janeiro enquanto que os menores índices aparecem em agosto e julho.

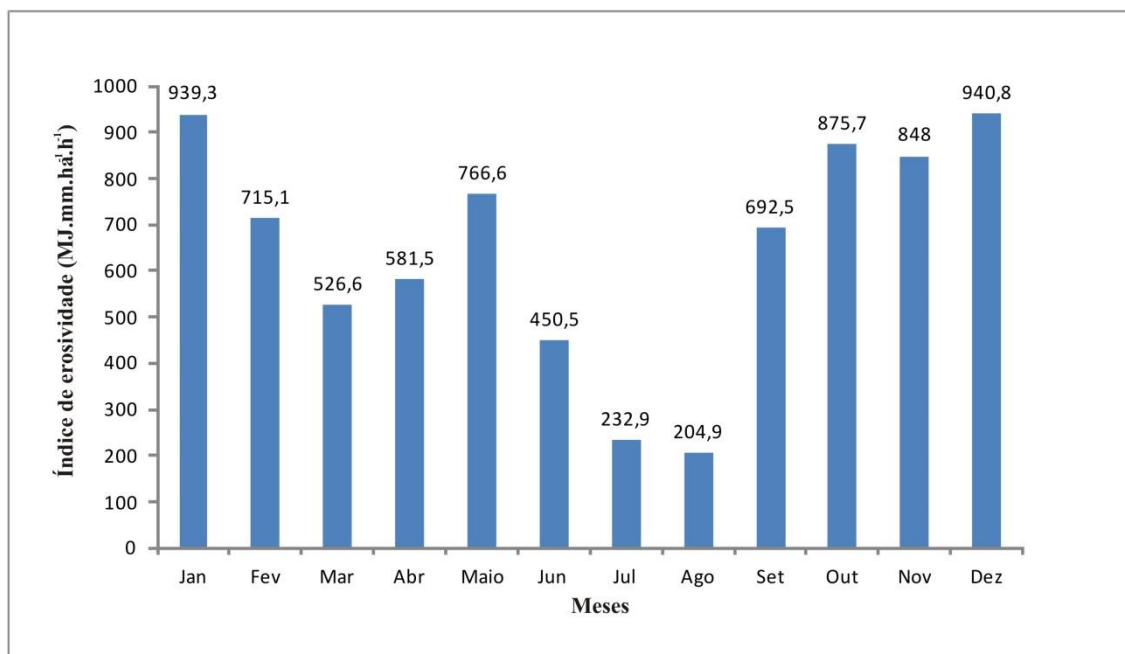


Figura 04 – Distribuição mensal do índice de erosividade da área de estudo.
 Fonte dos dados: Estação Climatológica Principal de Umuarama (ECPU) - Acesso em maio de 2008
 Organização – Souza (2014)

Na tabela 02 pode-se observar o valor mensal e total do índice de erosividade, bem como o percentil normal.

Mês	MJ.mm.ha ⁻¹ .h ⁻¹	%
Janeiro	939,3	12,1
Fevereiro	715,1	9,2
Março	526,6	6,8
Abril	581,5	7,5
Maio	766,6	9,8
Junho	450,5	5,8
Julho	232,9	3,0
Agosto	204,9	2,6
Setembro	692,5	8,9
Outubro	875,7	11,3
Novembro	848,0	10,9
Dezembro	940,8	12,1
Total	7774,4	100

Tabela 02 – Índice de erosividade mensal, total e sua porcentagem de distribuição.

Observa-se que os valores situados acima de 900 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹ ocorrem em dezembro e janeiro e entre 800 e 900 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹ aparecem os meses de outubro e novembro. Entre o intervalo de 600 a 800 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹ aparecem os meses de fevereiro, maio e setembro. Março, abril, e junho apresentam índice de erosividade abrangido entre



400 e 600 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹. Os meses de julho e agosto apresentaram índice entre 200 e 240 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.

Prado e Nóbrega (2005) utilizaram a mesma metodologia para determinação da erosividade das chuvas no município de Cidade Gaúcha no noroeste do Paraná. O valor anual do fator R da EUPS determinado pelos autores foi de 7768,1 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹. Esse valor é semelhante ao estimado neste trabalho. No entanto, há uma diferença nos meses que apresentaram os valores mais elevados. Para os autores citados, os maiores índices ocorrem em janeiro, dezembro e março respectivamente enquanto que nesta pesquisa, dezembro, janeiro e outubro foram que apresentaram os valores mais elevados. Os meses que apresentaram os valores mais reduzidos são correspondentes, ou seja, agosto, julho e junho.

Oliveira *et al.* (2012) fizeram uma revisão referente às pesquisas sobre erosividade desenvolvidas no Brasil com base em diversos artigos publicados sobre o tema. Dentre outros resultados, os autores propuseram uma classificação qualitativa da erosividade anual das chuvas no Brasil com base nos dados quantitativos. Para eles, os valores do fator R compreendidos entre 7357 e 9810 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹ são considerados com forte erosividade para o padrão brasileiro. No presente trabalho, o índice anual determinado está compreendido entre esses valores, ou seja, a área de estudo abrange uma região com grande risco de ocorrência da erosão hídrica pluvial.

4 – Conclusões

Foi possível determinar neste trabalho, por meio de registros pluviométricos e modelo matemático, o índice anual e mensal da erosividade das chuvas para o município de Umuarama - PR.

Esses dados podem auxiliar no planejamento do calendário agrícola da região, sobretudo em locais voltados para agricultura temporária, onde o solo fica descoberto por certos períodos existentes entre o plantio das novas safras. Os agricultores junto com os técnicos responsáveis pelo planejamento agrícola da região devem se atentar para os períodos que pretendem deixar o solo exposto, uma vez que as maiores perdas de solos ocorrem nos meses com maior índice de erosividade.

Além disso, o índice anual de erosividade determinado pode ser usado para compor a variável R da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS). Esse índice (fator R) irá influenciar diretamente nos valores estimados de solo perdido durante o processo de erosão laminar em bacias hidrográficas da área de estudo.



Nos locais do município destinados a outras formas de uso da terra, a identificação dos meses com maior potencial erosivo das chuvas pode ajudar no planejamento da implantação de práticas conservacionistas dos solos como plantio em contorno e plantio direto. Nos meses com maior índice de erosividade, a atenção dos agricultores sobre a manutenção desses atributos de conservação dos solos deve ser redobrada.

Por fim, recomenda-se ainda, o investimento por parte dos órgãos responsáveis pela organização agrícola da região em equipamentos que registrem a intensidade e energia cinética das chuvas de forma direta como os pluviógrafos. Esses aparelhos tendem a oferecer dados mais fidedignos ao potencial erosivo das chuvas que ocorrem na área estudada.

5 – Referências Bibliográficas

ANGULO-MARTÍNES, M.; LÓPES-VICENTE, M. VICENTE-SERRANO, S.M.; BEGUÉRIA, S. Mapping rainfall erosivity at regional scale: a comparison of interpolation methods in the Ebron Basin (NE Spain). **Hidrology and Earth Sciences**, 2009, v.13, n.1, p.1907-1920.

BERTONI, J.e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ª Ed. São Paulo: Ícone, 1999. 480p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, no 1. Rio de Janeiro, 1992.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fondo de Cultura Economica. Mexico, 1978. 478p

LOMBARDI NETO, F. e MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 1980, Recife, 1980. **Anais...**p1- 13.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 1ª Ed. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1968. 450p.

MINEROPAR. **Mapas Geológicos do estado do Paraná**. Escala 1: 650.000, 1989.

MORGAN, R.P.C. **Soil erosion and Conservation**. Longman Group Limited, 2ª edição, 1995.

NAKASHIMA, P. **Sistemas pedológicos da região noroeste do Paraná: Distribuição e subsídios para o controle da erosão**. Volume I. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia. FFLCH-USP, 1999.

OLIVEIRA, P.T.S.; WENDLAND, E.; NEARING, M.A. Rainfall erosivity in Brazil: a review. **Catena**, 2012, v.100, n.1, p.139-147.

PRADO, J.P.B. e NÓBREGA, M.T. Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação



Universal de Perdas de Solo (EUPS). **Acta Scientiarum Technology**, 2005, v.27, n.1, p.33-42.

SANTOS, L.J.C.; CHISATO, O.F.; CANALI, E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2006, v.7 n.2, p.3-12.

SANT'ANNA NETO, J.L. O tempo e o clima na vida da roça. In: Villalobos, J.G.U (Org.). **Ambiente, Geografia e natureza**. 1ª ed. Maringá (PR): Programa de Pós Graduação em Geografia (UEM), 2001, v. p. 67-96.

TOMASELLI, J.T.G; FREIRE, O; CARVALHO, W. Erosividade da chuva da região oeste do estado de São Paulo: sua distribuição e relação com a precipitação. **Boletim Climatológico**, FCT/UNESP, Presidente Prudente, n. 3, p. 131-135, 1997.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington: United States Department of Agriculture, 1978. 58p.