

POTENCIAL EROSIVO DA CHUVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BAGUAÇU NO ESTADO DE SÃO PAULO

Laís Coêlho do Nascimento Silva¹
Ailton Luchiar²
Morel de Passos e Carvalho³

Resumo: O presente estudo tem como objetivo determinar o índice de erosividade da chuva na bacia do Córrego Bagaçu, localizada no Planalto Ocidental do estado de São Paulo, região que apresenta problemas relacionados à erosão dos solos, constituídos por fatores antrópicos, como ausência ou uso incorreto de manejo, mas também por fatores intrínsecos, como a ocorrência de solos mais propensos a erosão. Utilizando dados de chuva, foi obtida uma estimativa do valor de EI30 para a bacia, permitindo futuros estudos de elaboração para planos de controle na minimização das perdas de solos e possibilitando o planejamento dos ciclos de cultivo das culturas agrícolas presentes.

Palavras-chave: Índice de Erosividade; Bacia Hidrográfica; Fator R

RAINFALL EROSIVE POTENTIAL IN BAGUAÇU STREAM HYDROGRAPHIC BASIN, LOCATED IN THE STATE OF SÃO PAULO

Abstract: This study aims to determine the rainfall erosivity index in Bagaçu Stream Basin, situated in the West Plateau of the State of São Paulo, region that presents soil erosion problems. These problems are related to anthropic factors, such as the lack or incorrect use of the management, as well as to intrinsic factors, like the occurrence of soils more prone to erosion. Using data on the rainfall, an estimated EI30 value has been obtained for the basin, allowing future preparation studies for control plans aiming at the minimization of the soil losses, and enabling the planning of the cultivation cycles for the existing agricultural farming.

Keywords: Erosivity Index; Hydrographic Basin; R Factor

POTENCIAL EROSIVO DE LA LLUVIA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL ARROYO BAGUAÇU EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

Resumen: El presente estudio tiene por objetivo determinar el índice de erosividad de la lluvia en la cuenca del arroyo Bagaçu, localizado en el Altiplano Occidental del estado de São Paulo, región que presenta problemas relacionados a la erosión, causados por factores antrópicos, como la ausencia de manejo o manejo incorrecto, pero también por factores intrínsecos, como la ocurrencia de suelos propensos a la erosión. Utilizando datos de lluvias,

¹Pós-doutoranda em Geografia (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS). Doutora em Ciências (Geografia Física) na FFLCH- USP. Mestre e bacharel em Geografia na UFMS. (lais_cns@yahoo.com.br).

²Geógrafo formado pela IGCE- UNESP campus de Rio Claro. Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e doutor em Geografia Física pela FFCH-USP.

³Professor Doutor Adjunto da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP (morel@agr.feis.unesp.br).

se obtuvo el valor estimado de EI30 para la cuenca, lo que permitirá la realización de estudios futuros para la elaboración de planes de control para minimizar las pérdidas de suelo y posibilitará el planeamiento de los ciclos de cultivo de las culturas agrícolas presentes.

Palabras clave: Índice de Erosividad; Cuenca Hidrográfica; Factor R

INTRODUÇÃO

Os processos erosivos de origem antrópica causam sérios problemas de ordem econômica e ambiental, induzindo à perda de toneladas de solos agricultáveis todos os anos, sendo o uso e a ocupação desordenada um dos principais fatores de causa, e que seriam evitados com algumas práticas de manejo conservacionistas.

Oliveira (2004) assegura que a erosão traz prejuízos, pois, quando é retirada a camada produtiva do solo, resta o subsolo, e este não possui boas condições para o cultivo, pois, geralmente, o subsolo apresenta baixo teor de matéria orgânica e é pouco permeável, permitindo uma maior velocidade das enxurradas. A baixa aptidão para retenção de água exige um arado em profundidade em um solo que já apresenta estrutura fraca, tornando difícil o preparo com a sementeira e, conseqüentemente, reduzindo a produção. A má estrutura resulta em maior força na tração dos equipamentos agrícolas, causando maiores gastos em combustível.

O principal agente erosivo é a água, que gera desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo a partir do aumento das precipitações totais anuais (TAVARES, 1986) e, dependendo dos picos de intensidade da chuva, haverá maior escoamento superficial e, conseqüentemente, deposição de sedimentos (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Analisando as características das chuvas, deve-se levar em consideração a intensidade da chuva e a energia cinética que o impacto da gota da chuva produz no solo em determinado tempo, levando a conhecer o potencial erosivo da chuva, potencial esse dado pela relação do valor EI30 (índice de erosão), conforme Bertoni e Lombardi Neto (2012).

De acordo com Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), o índice de erosividade é uma avaliação numérica de um valor médio anual de chuva de um determinado local, o qual vai prever a capacidade que essa chuva terá de erodir o solo.

O presente estudo tem como objetivo determinar o índice de erosividade da chuva na bacia do Córrego Baguaçu, permitindo a elaboração de planos de controle na minimização das perdas de solos e possibilitando o planejamento dos ciclos de cultivo das culturas agrícolas presentes.

Área de estudo

A Bacia do Córrego Baguaçu possui aproximadamente 614 km² de área, e extensão de 55 km, desde a sua nascente até a foz, no Rio Tietê, no município de Araçatuba/SP.

Está localizada na porção oeste do estado de São Paulo, região que apresenta problemas com processos erosivos inerentes às características naturais dos solos locais, mas também pelo histórico de transformação antropogênica acelerada e desordenada ali registrada (TAVARES, 1986). De acordo com Tavares (1986), os problemas pelos quais o Planalto Ocidental tem passado, associados à erosão, causam perda de fertilidade natural dos solos, assoreamento dos canais fluviais, destruição de estradas e geração de voçorocas, sendo tudo resultado do arraste de toneladas de terras das camadas superficiais dos solos.

A Bacia do Córrego Baguaçu também é responsável, em grande parte, pelo abastecimento de água da população de Araçatuba, uma das maiores cidades do oeste paulista. Assim, essa bacia hidrográfica, sendo ocupada predominantemente por uso agropecuário, gera a necessidade conhecimento da área para a avaliação dos impactos gerados por esse uso a fim de se propor projetos de planejamento para qualificadas práticas conservacionistas de preservação e de recuperação do solo (Figura 1).

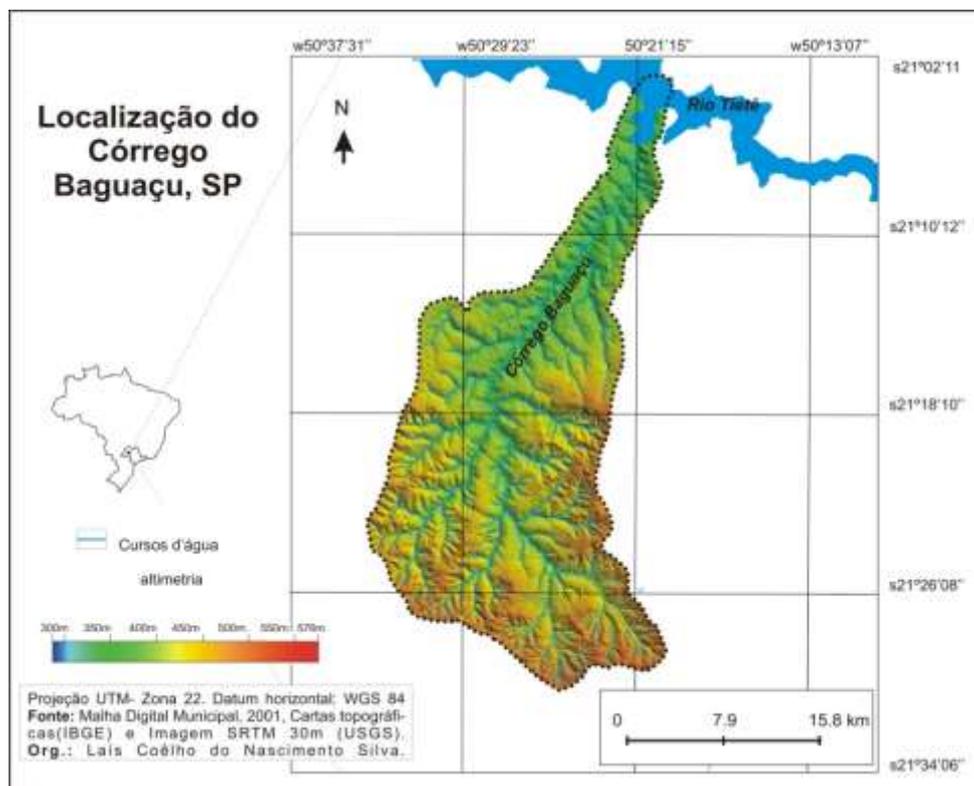


Figura 1: Localização da Bacia do Córrego Baguaçu.

A geomorfologia da área, de maneira geral, constitui relevos de degradação: Colinas Amplas e Médias, com longas encostas e baixas declividades. A Bacia do Córrego Baguaçu possui a cota mais alta das curvas de nível de 470 m, e a mais baixa de 320 m, ou seja, uma amplitude de 150 m e declividades concentradas entre 0% a 12%. Está sob a litologia das formações Serra Geral, Adamantina e Santo Anastácio que compõem o Grupo Bauru na área de estudo.

Segundo Sudo (1981), a litologia da Formação Bauru é coberta por materiais arenosos e/ou arenoso-argilosos de origem coluvial, que são depósitos cenozoicos ou formações superficiais terciárias/quaternárias. Esse material é responsável pela formação dos solos com B textural: Argissolos de Lins (na classificação anterior eram chamados de Solos Podzolizados), variação Lins; e os solos com B latossólico: Latossolos Vermelho-Escuro, na fase arenosa.

Os Argissolos apresentam maior vulnerabilidade à erosão devido o conteúdo de argila do horizonte B textural ser maior que o do horizonte A ou E, e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C (EMBRAPA, 2006), o que o torna mais susceptível à formação de sulcos, pois é criado um gradiente de drenagem entre os horizontes superficial e subsuperficial, que aumenta os processos erosivos na superfície (DEMARCHI, 2012), removendo a camada arável do solo. Esses solos apresentam grande contraste textural entre os horizontes eluviais e o B textural e, sobretudo, elevada saturação por bases no B textural ou mesmo no “solum” (EMBRAPA, 2006). A textura do horizonte A é friável quando úmido com consistência solta ou macia quando seca (BRASIL, 1960).

A Bacia do Córrego Baguaçu encontra-se localizada na região Aw, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média entre 19°C a 28°C e estação seca no inverno. O período de chuvas se concentra, anualmente, nos meses de setembro a abril e o total de precipitação média mensal não ultrapassa os 250 mm, e a precipitação média anual varia entre 1200 a 1500 mm.

Materiais e métodos

Os dados pluviométricos disponibilizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de 1971 a 2000 permitiram a análise de chuvas e erosividade, a partir de um

posto com registros pluviométricos, posto esse localizado no interior da Bacia do Córrego Baguaçu.

As fotografias ortorretificadas em formato GeoTiff, com resolução de 1 metro e escala de 1:25.000 do período de 2010/2011 (EMPLASA, 2010/2011), possibilitaram maior conhecimento dos tipos de uso e ocupação do solo e as práticas conservacionistas existentes no período, facilitando a sua quantificação e a espacialização. As classes de uso e ocupação identificadas e existentes na Bacia do Córrego Baguaçu no ano de 2011 foram: solo exposto, cana-de-açúcar, culturas anuais (soja e milho), eucalipto, florestal, corpos d'água continentais, planícies de inundação, pastagem e áreas urbanizadas.

O índice de erosividade médio mensal foi obtido por meio dos dados de 1971 a 2000, contando-se com os totais anuais e os valores médios mensais de precipitação local. Em alguns meses houve falhas nos valores mensais das chuvas, sendo as lacunas preenchidas com a média aritmética dos 30 anos do mês respectivo com falha.

A falta de registro de dados gerados por pluviógrafos foi suprida com os dados de precipitação média mensal e média anual do município de Araçatuba/SP, utilizando a fórmula de Ei_{30} do município de Votuporanga (COELHO, 2001).

A dificuldade de se obter valores de Ei_{30} para o índice de fator R foi suprida pela metodologia já utilizada por Colodro et al. (2002), Roque et al. (2001), Kuritani (2001), Coelho (2001) e Moreti et al. (2003), que permite utilizar a fórmula do índice de erosividade médio mensal de uma localidade próxima no caso da ausência de dados locais.

Para verificar a eficiência da equação, calcularam-se os intervalos de confiança entre as médias mensais de Araçatuba e Votuporanga nos anos de 1975 a 1996 (COELHO, 2001), e também entre Araçatuba e Teodoro Sampaio para o período de 1976 a 1994 (COLODRO, 1999), visando comparar a distribuição de chuva entre os locais. e determinar qual das equações seria mais compatível aos dados de precipitação de Araçatuba.

A equação utilizada para a área de estudo foi a equação proposta por Coelho (2001) para Votuporanga:

$$EI_{30} = -0,8804 \cdot R_c^2 + 65,4290 \cdot R_c + 62,9790 \quad r=0,9915; (p<0,01)$$

Onde: Ei_{30} = índice de erosividade médio mensal; R_c = coeficiente de chuva (produto do quociente entre o quadrado da precipitação média mensal pela precipitação média anual); p = grau de liberdade.

Para a obtenção dos índices de erosividade mensal, os cálculos foram realizados com a fórmula:

$$E_i = (PM \cdot IE) / PA$$

Onde: E_i = valor de índice de erosividade EI30 de um mês; PM = total precipitado do mês; IE = valor de erosividade EI30 médio mensal; PA = precipitação média mensal.

O índice de erosividade anual foi calculado por meio da soma dos valores mensais do índice de erosão (LOMBARDI NETO, MOLDENHAUER, 1992) e o gráfico de erosividade relativa acumulada foi feito a partir das médias mensais de EI30.

Para determinar o número de anos aceitáveis para a série climatológica, foi utilizada a expressão (SCHWAB et al., 1966):

$$Y = (4,30 \cdot t \cdot \log \Theta)^2 + 6$$

Onde: Y = Número aceitável de anos de registro da série parcial de ventos climatológicos; t = Valor estatístico de Student, para o nível de significância de 10%, com (y=6) graus de liberdade; Θ = Relação de magnitude entre o evento climatológico com período de retorno de 100 e 2 anos.

Resultados e discussão

A distribuição mensal e anual da precipitação pluviométrica foi representada por uma série de 30 anos (1971 a 2000) utilizada para calcular o fator R, sendo que a precipitação média anual observada em Araçatuba é de 1238,1 mm, com desvio padrão de 207,7 mm e erro padrão de 37,9 mm de média. O coeficiente de variação foi de 16,7%.

A adequação do número de anos de registros de dados de erosividade ao nível de 1% revelou ser de 11,6 anos; ao nível de 5% de 9,0 anos, e ao nível de 10%, 8,1 anos. O tempo mínimo aceitável de dados para a obtenção do fator R de Araçatuba (SP), ou seja, a série de 30 anos utilizada para determinar o fator R da Bacia do Córrego Baguaçu, é suficiente para determinar tal fator.

O coeficiente de correlação (r) obtido para a regressão linear entre os dados médios anuais de precipitação de Araçatuba e Votuporanga foi de 0,9988 e para Araçatuba e Teodoro

Sampaio o coeficiente foi de 0,9937, apresentando alta correlação para os dois locais. Porém, optou-se pela utilização da equação proposta por Coelho (2001) para Votuporanga para Araçatuba, pela maior correlação dos dados e também pela proximidade entre as duas localidades.

Na Figura 2 e 3 são apresentados os intervalos de confiança entre as médias mensais de Araçatuba e Votuporanga nos anos de 1975 a 1996, e Araçatuba e Teodoro Sampaio para os anos de 1977 a 1994, sendo possível observar que há sobreposição das precipitações médias dos intervalos de confiança para as duas localidades para Araçatuba.

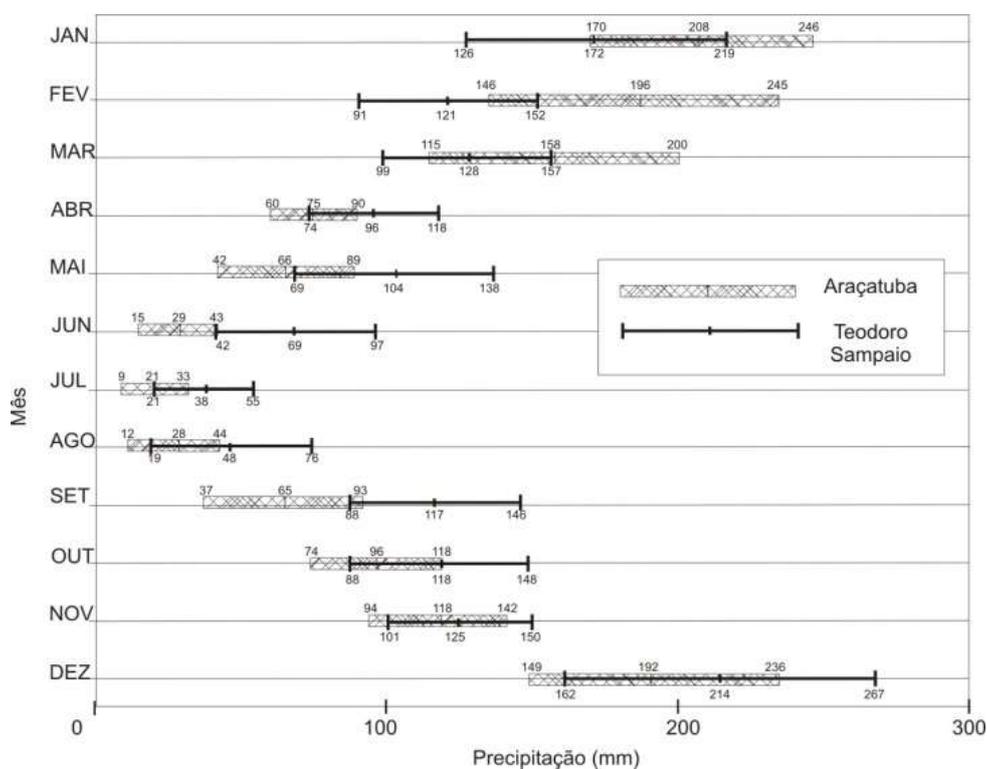


Figura 2: Intervalo de confiança da precipitação média mensal entre Araçatuba (SP) e Teodoro Sampaio (SP).

Com a distribuição de erosividade da chuva nos meses e nos anos para a série de dados de 1971 a 2000 de Araçatuba foi obtido o fator R de Araçatuba de 7099 MJ.mm/ha.h.ano, com desvio padrão e erro padrão da média de 1216 e 222 MJ.mm/ha.h.ano, respectivamente, com coeficiente de variação de 17,1%.

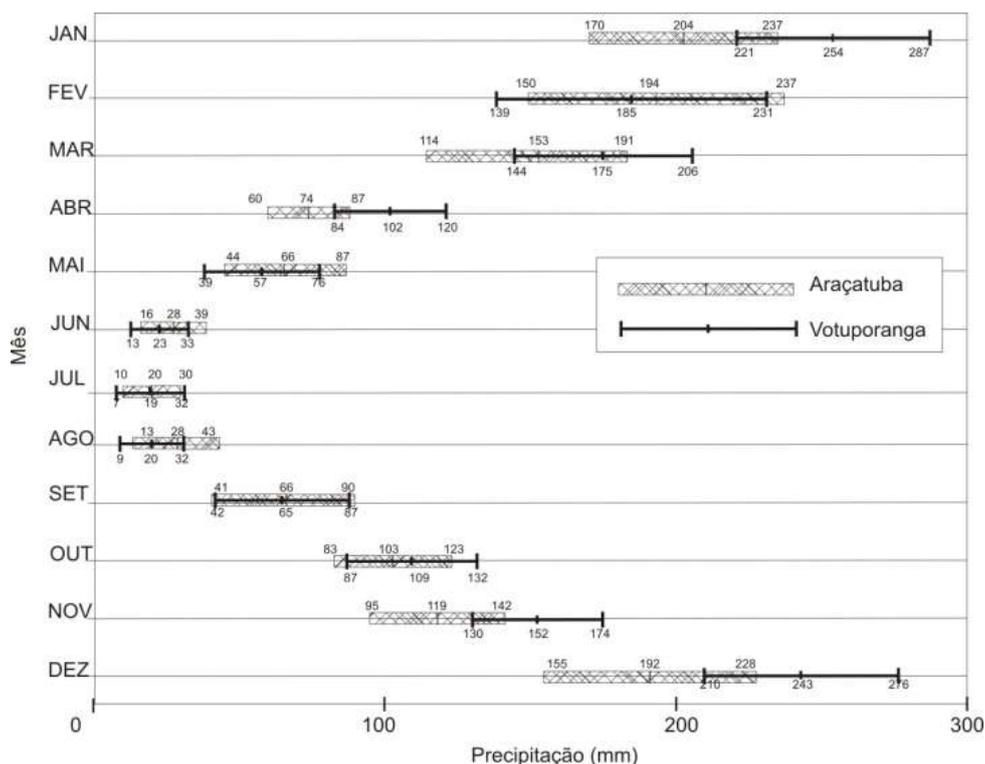


Figura 3: Intervalo de confiança da precipitação média mensal entre Araçatuba (SP) e Votuporanga (SP).

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios mensais e anuais de precipitação pluviométrica, coeficientes de chuva e índices de erosividade médios mensais de Araçatuba entre o período de 1971 a 2000.

Os valores extremos médios anuais de erosividade no período de 1971 a 2000 para Araçatuba variaram de 4150 a 9632 MJ.mm/ha.h.ano e os índices de erosividade extremos mensais ocorreram nos meses julho e janeiro, com valores de 94 a 1271 MJ.mm/ha.h.ano, respectivamente.

Tabela 1: Valores médios mensais e médios anuais de precipitação pluviométrica, coeficientes de chuva e índices de erosividade médios mensais de Araçatuba (SP) entre o período de 1971 a 2000.

Mês	Precipitação Média	Coefficiente de Chuva	EI 30 médio Mensal
-----	--------------------	-----------------------	--------------------

	Mensal	(Rc)	calculado
	mm		MJ.mm/ha.h.ano
Jan.	205,6	34,15	1271
Fev.	184,4	27,47	1196
Mar.	150,6	18,32	966
Abr.	73,1	4,32	329
Mai	66,2	3,54	284
Jun.	35,1	1,00	127
Jul.	24,3	0,48	94
Ago.	28,0	0,63	104
Set.	65,8	3,50	281
Out.	102,7	8,53	557
Nov.	120,6	11,74	710
Dez.	181,6	26,64	1181
Total	1238,1	-	7099

O valor médio anual de erosividade apresentado para Araçatuba difere do apresentado por Bertoni e Lombardi Neto (2012) no mapa de isoerosividade do estado de São Paulo, que estão entre 6000 a 6250 MJ.mm/ha.h.ano. O fator R de Araçatuba de 7099 MJ.mm/ha.h.ano foi maior que o de Mirandópolis trabalhados por Kuratani (2001) de 6962 MJ.mm/ha.h.ano e Piraju (7074 MJ.mm/ha.h.ano) (ROQUE et al.,2001), mas inferior ao de São Manuel (7487 MJ.mm/ha.h.ano), Pedrinhas Paulista (7670 MJ.mm/ha.h.ano), e Teodoro Sampaio (7172 MJ.mm/ha.h.ano) calculados por Moreti et al. (2003), Moreti et al. (2003) e Colodro et al. (2002), respectivamente.

A Tabela 2 apresenta a distribuição da erosividade acumulada de Araçatuba/SP. De acordo com Kuratani (2001), a curva de distribuição da erosividade fornece informações para a determinação do fator cobertura e manejo (C) da EUPS, pois mostra em qual época o maior potencial das chuvas pode causar erosão.

Tabela 2: Distribuição mensal relativa do índice de erosividade EI_{30} de Araçatuba/SP durante o período de 1971 a 2000.

Fração do fator R

Mês	EI ₃₀	EI ₃₀ Acumulado
	(%)	
JUL.	1,3	1,3
AGO.	1,5	2,8
SET.	4,0	6,7
OUT.	7,8	14,6
NOV.	10,0	24,6
DEZ.	16,6	41,2
JAN.	17,9	59,1
FEV.	16,8	76,0
MAR.	13,6	89,6
ABR.	4,6	94,2
MAIO	4,0	98,2
JUN.	1,8	100,00

Por meio dos dados de erosividade mensal é possível identificar que há maior perda de solo por erosão entre os meses de outubro e março, pois 82,8% do índice de erosividade ocorreram nessa época, e menor perda de solos no semestre complementar, de 17,2% (abril a setembro), assim como no trimestre de junho a agosto o valor foi de apenas 4,6%. As culturas cultivadas na bacia (cana de ano, milho e soja) são plantadas em setembro, ou seja, no início do período chuvoso, porém é necessária atenção quanto ao manejo nesse período, pois os preparos de solos, como o cultivo convencional, mobilizam a terra, deixando-a exposta a chuvas e a enxurradas no período inicial em que a cultura não oferece proteção ao solo. As culturas de ano e meio, como a cana, é plantada no início de março, ou seja, quando o período de chuvas está terminando. Nesse período até a retomada das chuvas, deve-se oferecer proteção ao solo devido à erosão eólica, principalmente em solos arenosos, como é o caso do Argissolo.

O Gráfico 1 mostra a curva de distribuição da erosividade acumulada:

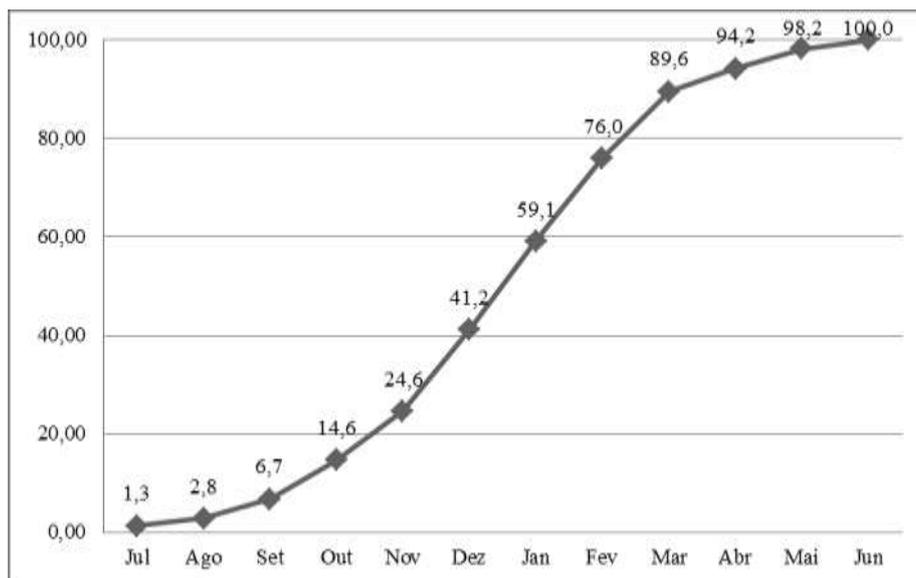


Gráfico 1: Distribuição relativa acumulada do índice de erosividade EI_{30} médio mensal (%) de Araçatuba/SP durante o período de 1971 a 2000.

Os trabalhos de Colodroet al. (2002) para Teodoro Sampaio/SP, Roque et al. (2001) para Piraju/SP, Kuratani (2001) para Mirandópolis/SP, Coelho (2001) para Votuporanga/SP e Moreti et al. (2003) para São Manuel/SP apresentam resultados similares de distribuição da erosividade para a mesma época.

Considerações Finais

De acordo com os resultados, entre outubro a março são ocorridos os maiores valores de erosividade das chuvas na bacia, sendo necessária maior atenção quanto ao uso de práticas conservacionistas, pois é o período em que as principais culturas cultivadas na bacia (cana de ano, milho e soja) são plantadas, e os solos encontram-se expostos a chuvas e a enxurradas.

Já as culturas de ano e meio, como a cana, que é plantada no início de março, ou seja, quando o período de chuvas está terminando, deve-se oferecer proteção ao solo devido à erosão eólica, principalmente em solos arenosos, como é o caso do Argissolo.

Apesar das dificuldades de se obter o fator de erosividade da chuva, isso devido à escassa fonte de dados alcançada por pluviógrafos em determinadas localidades, há possibilidades da utilização de dados de pluviosidade mensal e anual, e adequar as equações desenvolvidas em locais próximos à área de estudo, como mostrado no presente artigo. O resultado mostrou-se satisfatório, com resultados compatíveis para a região, mostrando ser uma alternativa para a obtenção do índice.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor, durante o doutorado.

Referências Bibliográficas

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012.
- BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, n. 12, 1960. Boletim.
- COELHO, A. P. **Fator erosividade da chuva de Votuporanga (SP)**. Ilha Solteira, 2001, 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- COLODRO, G. **Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP)**. Ilha Solteira, 1999, 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista – UNESP.
- DEMARCHI, J. C. **Geotecnologias aplicadas à estimativa de perdas de solo por erosão hídrica na Sub-Bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. 2012.167 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu. Botucatu, SP.
- EMPLASA, Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. **Imagens ortorretificadas**, Resolução 1 m. zona 22 e 23. 2010/2011.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2006.
- KURATANI, M. C. B. **Erosividade da chuva de Mirandópolis (SP): distribuição, período de retorno e probabilidade de ocorrência**. 2001. 56 f. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, v. 51, p. 189-196, 1992.
- MORETI, D. et al. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 27, p. 713-725, 2003.
- MORETI, D. et al. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 137-145, 2003.
- OLIVEIRA, A. C. M. **Aplicação de geotecnologias e do modelo EUPS como subsídio ao planejamento do uso da terra: estudo de caso no alto curso da microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha, Iracemápolis, S.P.** 2004. 119 f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ROQUE, C. G.; CARVALHO, M. P.; PRADO, R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. **RBCiS**, v. 25, p. 147-154, 2001.
- SCHWAB, G. O.; et al. **Soil and Water Conservation Engineering**. 2 ed. New York: John Wiley. 683 p. (The Ferguson Foundation Agricultural Engineering Series).

SUDO, H. A problemática da erosão em solos derivados do arenito Bauru na região extremo oeste do estado de São Paulo. **Anais Simpósio sobre controle de erosão**, São Paulo, v. 2, p. 185-194, 1981.

TAVARES, A. C. **A erosão dos solos no contexto da análise ambiental: o exemplo do alto curso do Rio São José dos Dourados**. 1986. 254 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo.

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

Recebido em novembro de 2016.

Aceito em maio de 2017.