

Análise espaço-temporal da precipitação pluviométrica e de índices de erosividade no município de Alegre, ES

Spatio-temporal analysis of rainfall and erosivity indices in the municipality of Alegre, ES

Patricia Alvarez Cabanez⁽¹⁾, Jéferson Luiz Ferrari⁽²⁾ e Paula Alvarez Cabanez⁽³⁾

Resumo: Este trabalho teve como objetivo a análise espaço-temporal da precipitação e de índices de erosividade no município de Alegre, ES, Brasil. Séries históricas diárias de precipitação pluviométrica de quatro estações pluviométricas (Rive, Guaçuí, Itaici e Burarama) foram levantadas, no período de 1964 a 2010, no Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional das Águas (ANA). Foram calculados os índices médios mensal e anual da precipitação pluviométrica, de Fournier (Rc) e da erosividade da chuva (EI₃₀). Os valores encontrados foram submetidos, inicialmente, a estatística descritiva e exploratória e, em seguida, espacializados no programa computacional ArcGIS 9.3®, por meio do uso do interpolador Inverso do Quadrado da Distância. Conclui-se que o município estudado apresenta dois períodos bem definidos de precipitação pluviométrica: o chuvoso (outubro a abril) e o seco (maio a setembro). As precipitações médias anuais acumuladas variam de 1.300 a 1.800 mm. Já as estimativas dos índices de EI₃₀ revelam valores médios anuais acumulados de 7.000 a 11.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, com maiores riscos de ocorrência de perdas de solo por erosão hídrica no mês de dezembro, principalmente na região nordeste do município. Tais resultados reforçam a necessidade de adoção local de práticas conservacionistas de solo e da água.

Palavras-chave: padrão de precipitação, erosão hídrica, equação de perdas de solo, fator R

Abstract: The objective of this study was to analyze the temporal and spatial distribution of precipitation and erosivity indices in the municipality of Alegre, ES, Brazil. Daily time series of the rainfall of four weather stations (Rive, Guaçuí, Itaici and Burarama) were raised from 1964 to 2010, in the Hydrological Information System (Hidroweb) of the National Water Agency (ANA). Were calculated monthly and annual average precipitation index precipitation, Fournier index (Rc) and rainfall erosivity index (EI₃₀). The results were, initially, submitted the descriptive statistics and, then, spatialized in ArcGIS 9.3 ® computer program, by using the Inverse Distance Weighted as interpolator. It is concluded that the municipality has two well-defined periods of rainfall: the rainy season (October to April) and the dry (May to September). Accumulated average annual rainfall varies from 1,300 mm to 1,800 mm. Since the estimates of rates of EI₃₀ show the average annual earnings from 7,000 to 11,000 MJ mm ha⁻¹ year⁻¹, with higher risks of soil loss by water erosion in the month of December, especially in the Northeast of the municipality. These results reinforce the need for local adoption of the soil and water conservation practices.

Key words: rainfall patter, water erosion, soil loss equation, factor R

INTRODUÇÃO

O desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela água das chuvas tem abrangência em quase todas as regiões do planeta, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados e, muitas vezes, concentrados em determinadas estações do ano (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2008).

Este processo erosivo tende a se acelerar, à medida que o solo fica exposto aos impactos das gotas das chuvas, condição esta que deve ser evitada e, frequentemente, ocasionada por desequilíbrios do sistema agroambiental água, solo, cobertura vegetal, relevo e práticas agropecuárias (LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER, 1992; SILVA et al., 1997; ROQUE et al., 2001; ALBUQUERQUE et al., 2002; BERTOL et al., 2004;

1) Eng Agrônoma e funcionária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8924661816025303>

2) Prof. D. Sc. da Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil <http://lattes.cnpq.br/0514228518147484>

3) Grad. em Ciências Biológicas e M. Sc. funcionária da Secretaria Municipal de Saúde de Alegre, ES. <http://lattes.cnpq.br/5661560064935415>

EVANGELISTA et al., 2006; MELLO et al., 2007; PRUSKI, 2008).

O conhecimento das características da chuva que ocorrem numa região bem como da sua capacidade de provocar erosão constitui-se assim num dos objetos fundamentais de estudo para o bom planejamento conservacionista.

O potencial das chuvas em provocar erosão pode ser quantificado e expresso por meio do índice de erosividade das chuvas, conhecido como EI_{30} . Este índice baseia-se no produto da energia cinética total das gotas de chuva, em uma área sem proteção, e sua intensidade máxima em trinta minutos (WISCHMEIER & SMITH, 1978), sendo considerado um importante fator para a quantificação da erosão hídrica na Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2008; PRUSKI, 2008). Oliveira & Cecílio (2011) através de estudos na microbacia do córrego Jaqueira, em Alegre-ES, obtiveram uma taxa de perda de solo de $17,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sob condição de precipitação média anual de 1.410,00 mm.

Para o sucesso na determinação do EI_{30} é necessário a utilização de dados pluviográficos de uma longa série histórica (DAMÉ et al., 2012), condição nem sempre comum devido a carência de estações pluviográficas. Muitos pesquisadores, para contornar tal situação, tem recorrido ao uso de equações empíricas para a estimativa da erosividade baseadas em dados pluviométricos, correlacionando o EI_{30} com o coeficiente da chuva (R_c), conhecido como índice de Fournier, o qual é facilmente obtido a partir de dados diários das precipitações pluviométricas (VAL et al., 1986; MORAIS et al., 1991;

LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992; RUFINO et al., 1993; GONÇALVES et al., 2006; MELLO et al., 2007).

O município estudado além de ser carente de informações sobre a capacidade da chuva de provocar erosão apresenta topografia acidentada e altos índices pluviométricos, fatores que, sem o caráter excludente, exercem influência no processo de erosão hídrica. Este trabalho teve como objetivo a análise espaço-temporal da precipitação e de índices de erosividade, determinados em função do índice de Fournier, no município de Alegre, ES.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Alegre apresenta uma área de 773 km² (IBGE, 2012) e está localizado ao Sul do estado do Espírito Santo, Brasil, nas coordenadas centrais de 20° 44' 49" de latitude S e 41° 27' 58" de longitude W. Sua divisão política e administrativa envolve 63 Comunidades organizadas em sete (07) distritos: Alegre (sede), Anutiba, Araraí, Café, Celina, Rive, Santa Angélica e São João do Norte.

Por meio de consultas ao Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional das Águas (ANA), foram levantadas séries históricas de precipitações pluviométricas, no período de 1964 a 2010, de quatro estações pluviométricas: Rive, Guaçuí, Itaiçi e Burarama (Tabela 1). Utilizou-se essas 4 estações pluviométricas por estarem as mesmas localizadas em pontos estratégicos para a elaboração do estudo, seguindo o critério de maior proximidade com o município estudado.

Tabela 1. Descrição das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação pluviométrica	Município	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)	Operadora
02041003	Rive	Alegre	-20,75	-41,47	127	
02041001	Guaçuí	Guaçuí	-20,77	-41,68	576	
02041019	Itaiçi	Muniz Freire	-20,53	-41,51	380	CPRM
02041021	Burarama	Cach.Itapemirim	-20,68	-41,35	180	

Fonte: Adaptado de ANA (2009)

Ressalta-se que foi adotado um período-base de 46 anos coincidentes para todas as estações pluviométricas.

Na Figura 1 são ilustradas as localizações da área de estudo bem como a localização das estações pluviométricas utilizadas em relação ao estado do Espírito Santo.

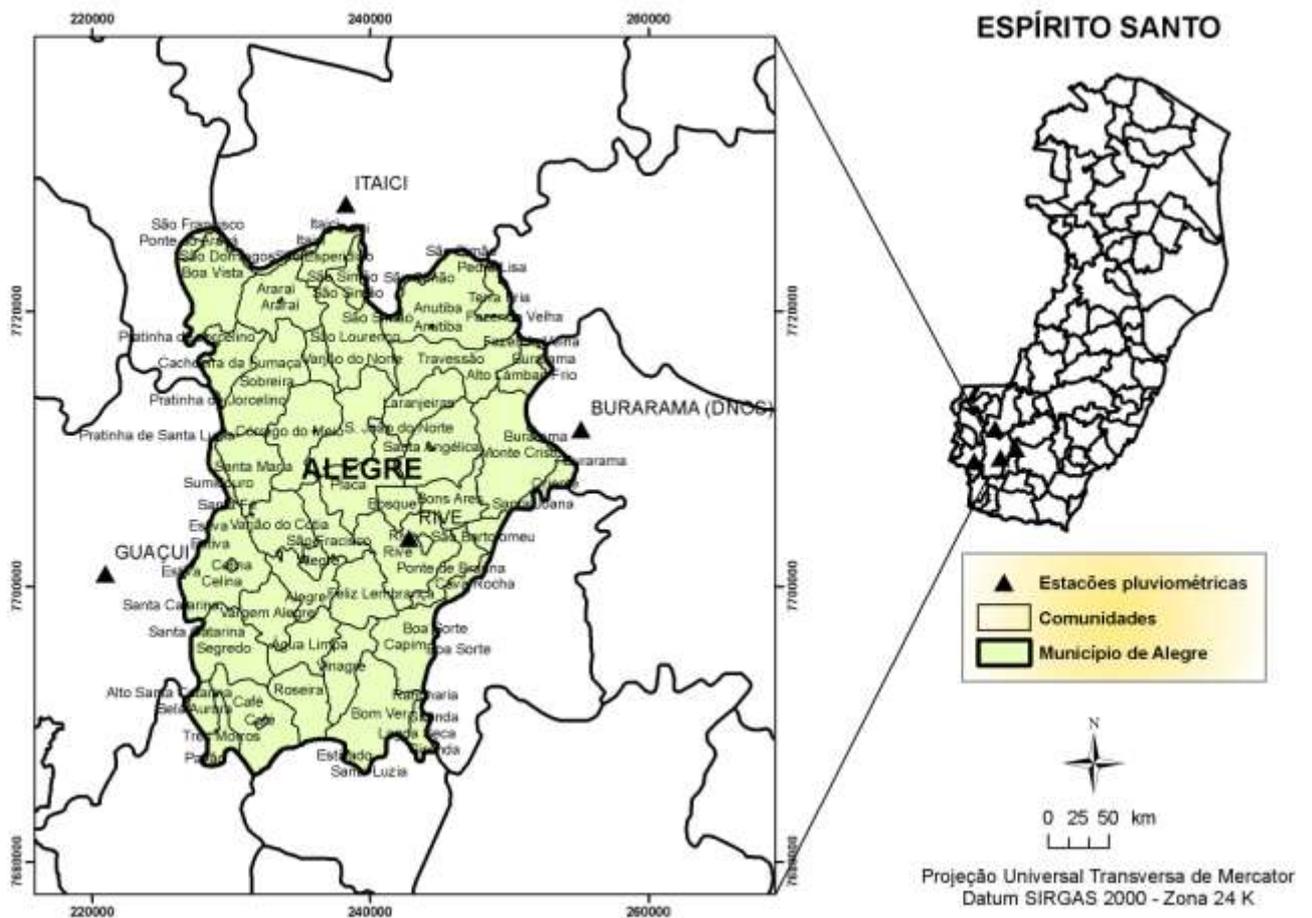


Figura 1. Localização do município de Alegre e das estações pluviométricas utilizadas em relação ao estado do Espírito Santo

As séries históricas de precipitação pluviométrica foram utilizadas sem o preenchimento de falhas. Com seus dados foram calculados os índices médios mensal e anual da precipitação pluviométrica, de Fournier e da erosividade da chuva.

O índice de Fournier (R_c) foi calculado de acordo com Lombardi Neto (1977), conforme a Eq. 1.

$$R_c = \frac{p^2}{P} \quad (1)$$

p -precipitação média mensal (mm)
 P -precipitação média anual (mm)

A erosividade da chuva (EI_{30}) foi estimada por meio de quatro equações em função do índice de Fournier: Silva (2004) (Eq. 2), Oliveira (2006) (Eq. 3) e Carvalho et al. (2005) (Eq. 4 e Eq. 5). O uso de equações como estas constituem uma alternativa para regiões, como a área de estudo, onde os dados pluviográficos são escassos e de difícil obtenção.

$$EI_{30} = 42,307 R_c + 69,763 \quad (2)$$

$$EI_{30} = 121,385 R_c^{0,7982} \quad (3)$$

$$EI_{30} = 33,856 R_c + 67,991 \quad (4)$$

$$EI_{30} = 38,138 R_c + 64,866 \quad (5)$$

Os índices encontrados de precipitação pluviométrica e de erosividade foram submetidos, inicialmente, a estatística descritiva e exploratória e, em seguida, espacializados no programa computacional ArcGIS 9.3® (ESRI, 2008), por meio do uso do interpolador Inverso do Quadrado da Distância (IQD), determinado pela Eq. 6.

$$Z^* = \frac{\sum (1/d_i^2 * Z)}{\sum (1/d_i^2)} \quad (6)$$

Z^* -atributo interpolado
 Z -valor do atributo medido

di-distância euclidiana entre o *i*-ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado

Foram geradas zonas de precipitação e erosividade, por intermédio do comando *reclassify*, disponível no *Spatial Analyst*, do aplicativo computacional ArcGIS 9.3® (ESRI, 2008). As zonas de precipitação consideraram cinco classes: 1.300 a 1.400; 1.400 a 1.500; 1.500 a 1.600; 1.600 a 1.700; 1.700 a 1.800 mm. Já as zonas de erosividade, de duas a quatro classes, conforme a

equação utilizada, com intervalos de 1.000 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹.

Mapeamentos de elevação e de declividade do município foram também realizados. Ambos derivados de dados altimétricos extraídos das cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na escala de 1:50.000 e no formato digital (*shapefile*), com equidistância vertical de 20 m entre as curvas de nível (IBGE, 1978).

A seqüência dos procedimentos realizados é mostrada na Figura 2.

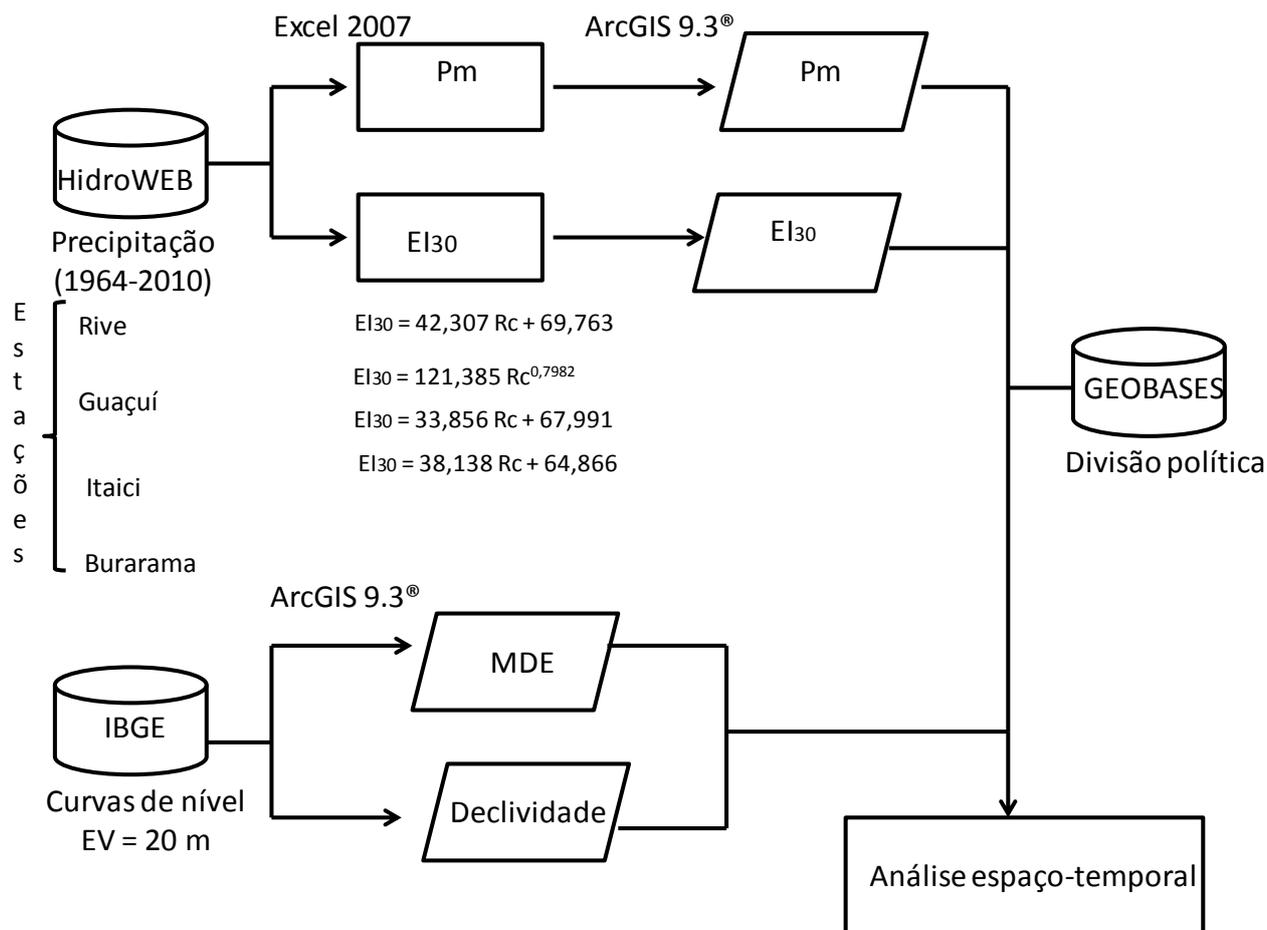


Figura 2. Sequência metodológica utilizada para a análise espaço-temporal da precipitação e de índices de erosividade no município de Alegre, ES

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 apresentam-se as distribuições das precipitações médias mensais nas quatro estações

pluviométricas (Rive, Guaçuí, Itaiçi e Burarama), referente ao período de 1964 a 2010.

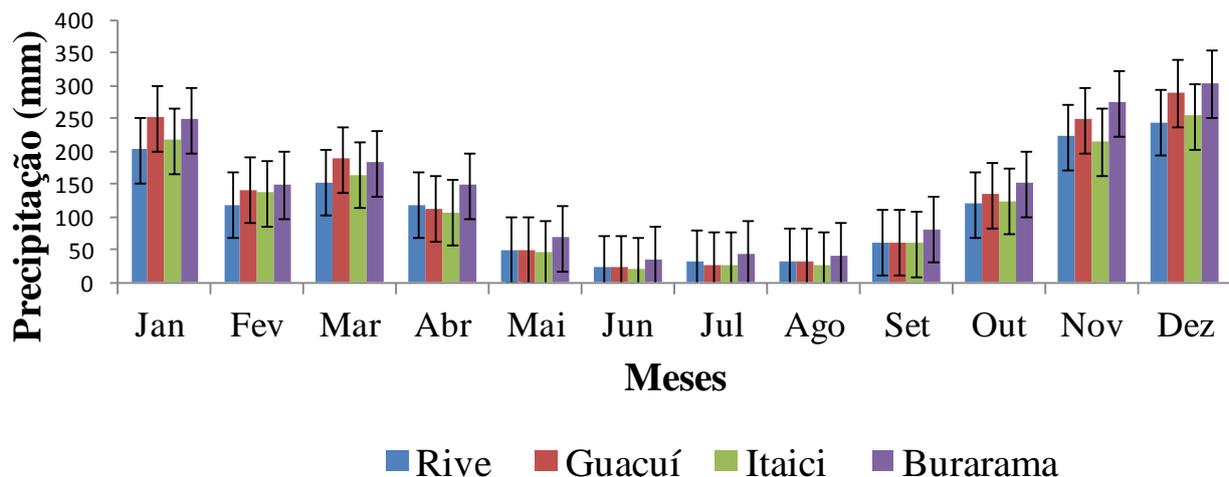


Figura 3. Precipitações pluviométricas médias mensais nas estações pluviométricas de Rive, Guacuí, Itaici e Burarama, no período de 1964 a 2010

Observa-se, a existência de duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa e uma seca. As maiores precipitações ocorreram entre os meses de outubro a abril (estação chuvosa), alcançando valor médio máximo no mês de dezembro (273,35 mm). Já as menores precipitações ocorreram nos meses de maio a setembro (estação seca), com valor médio mínimo observado no mês de junho (25,84 mm). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2008) e Oliveira et al. (2010).

Lima et al. (2008), utilizando dados da estação pluviométrica de Rive, verificaram que os três meses consecutivos mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro, com contribuição de 47,97% para a precipitação anual média acumulada. Os autores observaram que o mês de dezembro apresenta a maior precipitação média (242,2 mm) e o mês de junho, o menor valor médio de precipitação (26,7 mm). Ainda segundo esses autores, no início do período considerado chuvoso é que ocorrem o preparo do solo para os novos plantios e, por isso, deve-se atentar para que essas práticas sejam realizadas de acordo com critérios conservacionistas, visando a redução da perda de solo ocasionada por erosão hídrica.

Oliveira et al. (2010) trabalhando com dados de precipitação do município de Alegre-ES, no período de 1940 a 2007, observaram que o mês de dezembro é considerado um mês de muita chuva com precipitações variando de 110 a 507 mm e o mês de junho é considerado o mês mais seco com as precipitações compreendidas entre 3 a 121 mm.

A análise das médias anuais de precipitações acumuladas revelam os valores de 1.385,16, 1.568,28, 1.406,16 e 1.736,88 mm, respectivamente para as estações de Rive, Guacuí, Itaici e Burarama. Ao longo do período analisado (1964 a 2010) percebeu-se que os anos mais e menos chuvosos em cada estação pluviométrica foram,

respectivamente: 1979 e 1990 (estação pluviométrica de Rive), com precipitações extremas de 1.844,04 mm e 998,52 mm; 2005 e 2001 (estação pluviométrica de Itaici), com valores de 1.919,04 e 923,16 mm; 1985 e 1990 (estação pluviométrica de Guacuí), com valores de 2.271,00 e 975,12 mm; e 2005 e 1993 (estação pluviométrica de Burarama), com precipitações extremas de 2.332,92 e 1.344,24 mm.

Na Figura 4 é apresentada a distribuição espacial da precipitação pluviométrica média anual acumulada da área em estudo, considerando a interpolação dos dados médios encontrados nas quatro estações pluviométricas.

1) Eng Agrônoma e funcionária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8924661816025303>

2) Prof. D. Sc. da Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil <http://lattes.cnpq.br/0514228518147484>

3) Grad. em Ciências Biológicas e M. Sc. funcionária da Secretaria Municipal de Saúde de Alegre, ES. <http://lattes.cnpq.br/5661560064935415>

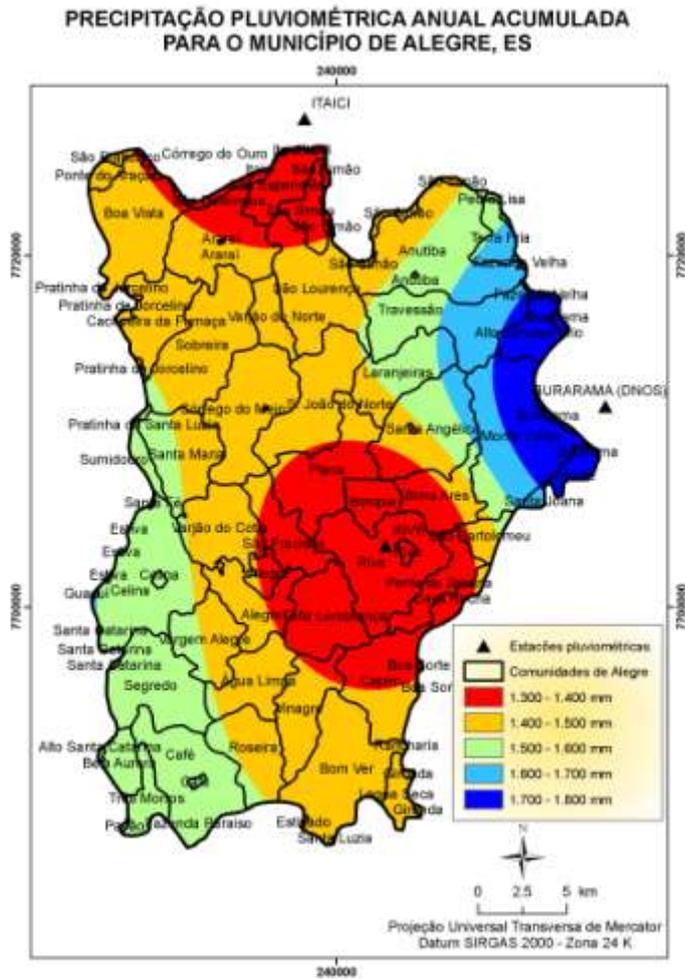


Figura 4. Distribuição espacial da precipitação pluviométrica anual acumulada para o município de Alegre, no período de 1964 a 2010

Nota-se que as técnicas de geoprocessamento, ao permitir o mapeamento da variável no espaço, permitem o conhecimento e o melhor entendimento da forma de distribuição da precipitação na área de estudo. Observa-se que cada cor representa uma zona de precipitação pluviométrica e que o município de Alegre apresenta valores de precipitação pluviométrica média anual acumulada que variam de 1.300 a 1.800 mm. Os menores índices pluviométricos (1.300 a 1.400 mm) ocorrem próximo às estações pluviométricas de Rive e de Itaici (cor vermelha), enquanto que os maiores índices ocorrem

na região que fica à nordeste, próxima à estação pluviométrica de Burarama, alcançando valores compreendidos entre 1.600 e 1.800 mm (tons da cor azul).

A distribuição mensal da erosividade da chuva obtida pelas equações $EI_{30} = 42,307 Rc + 69,763$ (SILVA, 2004), $EI_{30} = 121,385 Rc^{0,7982}$ (OLIVEIRA, 2006), $EI_{30} = 33,856 Rc + 67,991$ (CARVALHO et al., 2005), e $EI_{30} = 38,138 Rc + 64,866$ (CARVALHO et al., 2005), nas quatro estações pluviométricas, durante o período de observação, é mostrada na Figura 5.

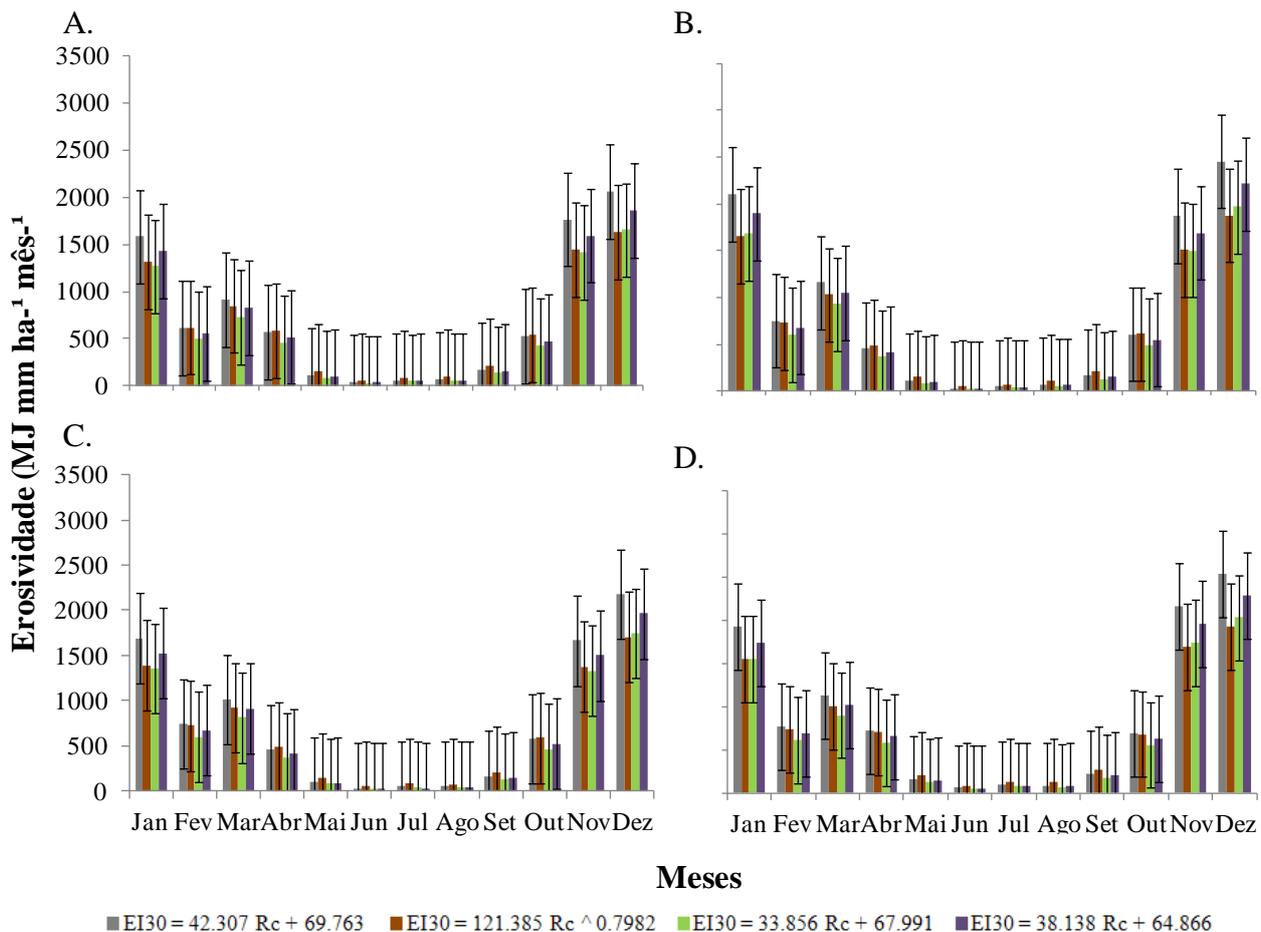


Figura 5. Distribuição mensal da erosividade da chuva obtida pelas equações $EI_{30} = 42,307 Rc + 69,763$ (SILVA, 2004), $EI_{30} = 121,385 Rc^{0,7982}$ (OLIVEIRA, 2006), $EI_{30} = 33,856 Rc + 67,991$ (CARVALHO et al., 2005), e $EI_{30} = 38,138 Rc + 64,866$ (CARVALHO et al., 2005), nas estações pluviométricas de: A. Rive; B. Guaçuí; C. Itaiç; D. Burarama

Verifica-se que os valores de EI_{30} são altamente dependentes do total mensal precipitado. Este fato destaca, uma vez mais, o efeito preponderante da intensidade da chuva em caracterizar seu potencial erosivo. Nas quatro estações pluviométricas, os maiores valores de erosividade ocorreram no mês de dezembro, alcançando valor médio máximo de 2.000,65 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹. Esse valor é considerável, principalmente quando se compara com o menor valor médio de erosividade (42,18 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹), obtido entre as estações para o mês de junho.

Durante os meses de menor precipitação pluviométrica, que se estenderam entre os meses de maio a setembro (Figura 2), a erosividade da chuva não alcançou 150 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹. A análise da distribuição temporal do índice de erosividade ao longo dos anos permite perceber que nas estações pluviométricas de Rive, Guaçuí, Itaiç e Burarama, considerando todas as equações utilizadas, os valores médios de EI_{30} variaram de 32,07 a 2.067,29; de 26,87 a 2.456,93; de 25,26 a 2.177,62; e de 46,27 a 2536,24 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente.

Na Figura 6 são exibidas as distribuições espaciais dos índices de erosividade acumulada para o município de Alegre, mediante o uso de cada equação empírica.

De modo geral, os valores de erosividade variaram de 7.000 a 11.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. A equação $EI_{30} = 121,385 Rc^{0,7982}$ (OLIVEIRA, 2006) e a equação $EI_{30} = 38,138 Rc + 64,866$ (CARVALHO et al., 2005) demonstraram comportamento similar quanto ao número e ao intervalo de classes. Ambas apresentaram três classes de EI_{30} : 7.000 a 8.000, 8.000 a 9.000 e 9.000 a 10.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. As equações que conferiram o maior e o menor número de classes foram, respectivamente, a equação $EI_{30} = 42,307 Rc + 69,763$ (SILVA, 2004) e a equação $EI_{30} = 33,856 Rc + 67,991$ (CARVALHO et al., 2005).

Machado et al. (2010) utilizando dados de 79 estações pluviométricas da região hidrológica sul do estado do Espírito Santo e a equação empírica de Carvalho et al. (2005) obtiveram um valor médio de erosividade anual

1) Eng Agrônoma e funcionária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8924661816025303>

2) Prof. D. Sc. da Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Brasil <http://lattes.cnpq.br/0514228518147484>

3) Grad. em Ciências Biológicas e M. Sc. funcionária da Secretaria Municipal de Saúde de Alegre, ES. <http://lattes.cnpq.br/5661560064935415>

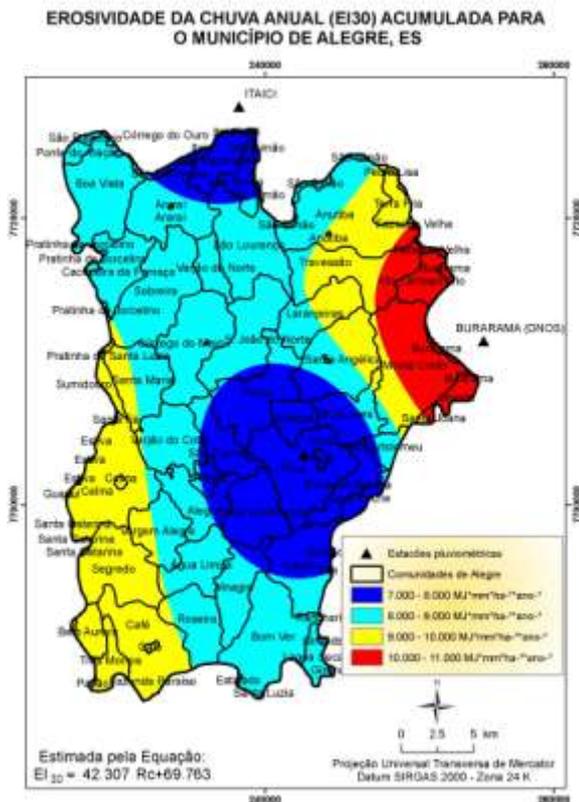
para o sul do estado compreendido entre 4.141 e 10.436 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹.

Saito et al. (2009), ao utilizar a equação empírica $EI_{30} = 67,355 R_c^{0,85}$ (LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992) para estimar a erosividade das chuvas para todo o estado do Espírito Santo, encontraram valor médio anual de 6.104 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, com amplitude entre 4.700 e 8.050 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹.

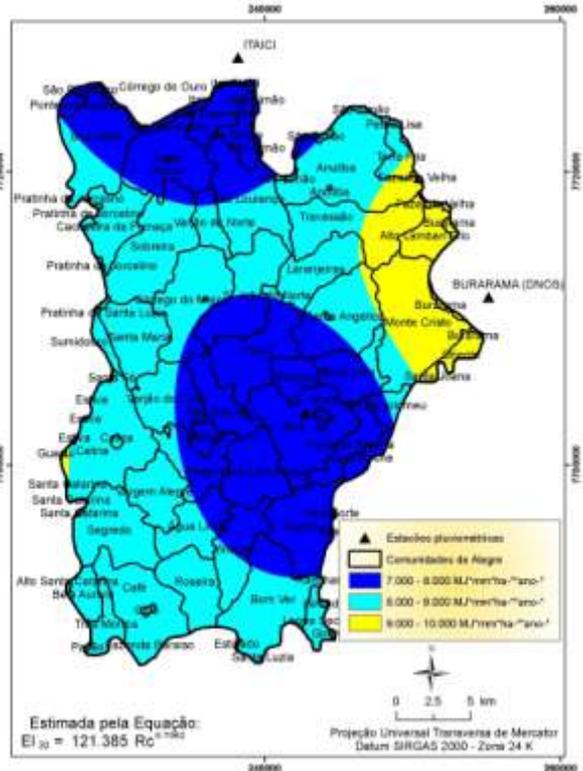
Independente dos modelos, os maiores valores de erosividade da chuva ocorreram na região nordeste alcançando valores de até 11.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. A região sudeste e a norte apresentaram os menores valores de erosividade, com valores máximos de 8.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, para todas as equações utilizadas.

A.

B.



EROSIVIDADE DA CHUVA ANUAL (EI30) ACUMULADA PARA O MUNICÍPIO DE ALEGRE, ES



C.

D.

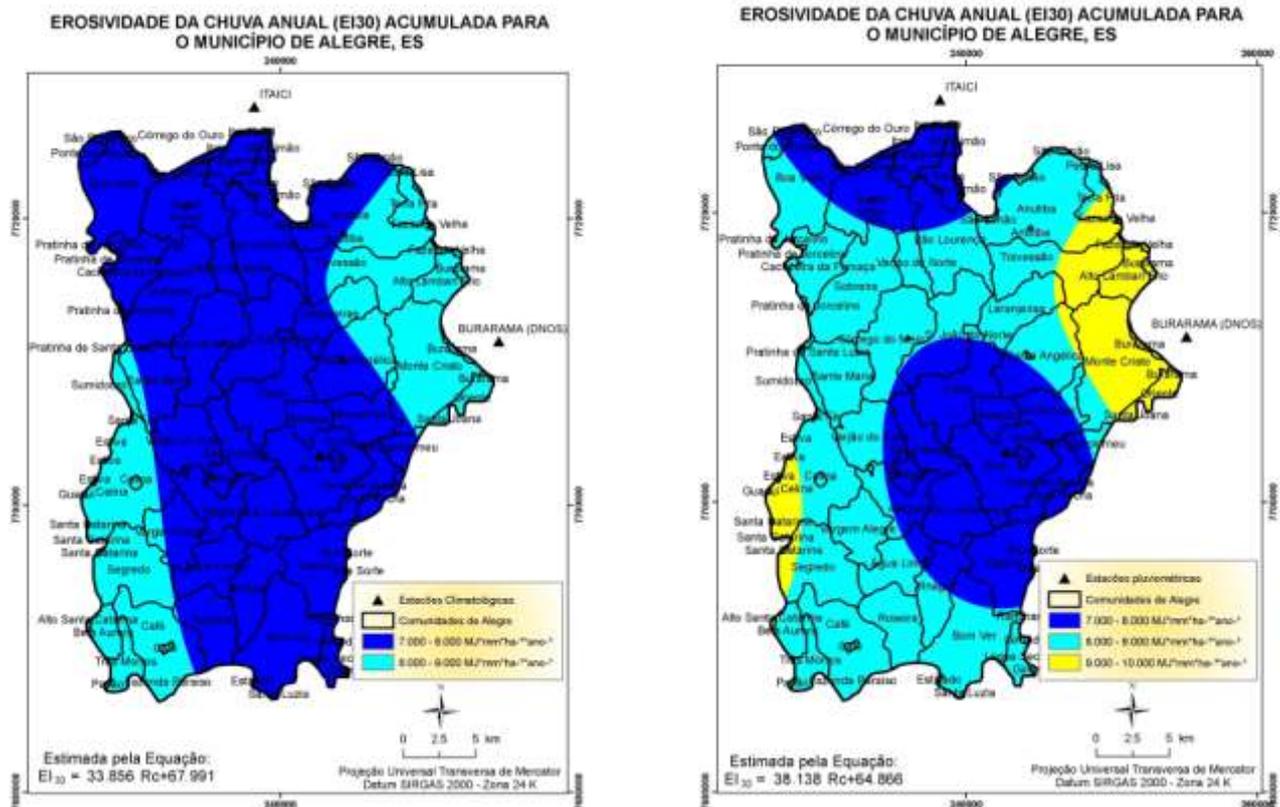


Figura 6. Distribuição espacial da erosividade da chuva obtidas pelas equações: A. Equação $EI_{30} = 42,307 Rc + 69,763$ (SILVA, 2004); B. Equação $EI_{30} = 121,385 Rc^{0,7982}$ (OLIVEIRA, 2006); C. Equação $EI_{30} = 33,856 Rc + 67,991$ (CARVALHO et al., 2005); e D. Equação $EI_{30} = 38,138 Rc + 64,866$ (CARVALHO et al., 2005)

Ao analisar a distribuição relativa dos índices de erosividade por área do município de Alegre, percebe-se que, para todas as equações utilizadas, as maiores porcentagens da área ocupada (48 a 56%) encontra-se nos

valores compreendidos entre 8.000 e 9.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹. Apenas a equação $EI_{30} = 33,856 Rc + 67,991$ (CARVALHO et al., 2005) apresenta 72% da área ocupada com valores de 7.000 a 8.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹.

De forma complementar são apresentadas na Figura 7 as variações de elevação e de declividade do relevo do município.

A.

B.

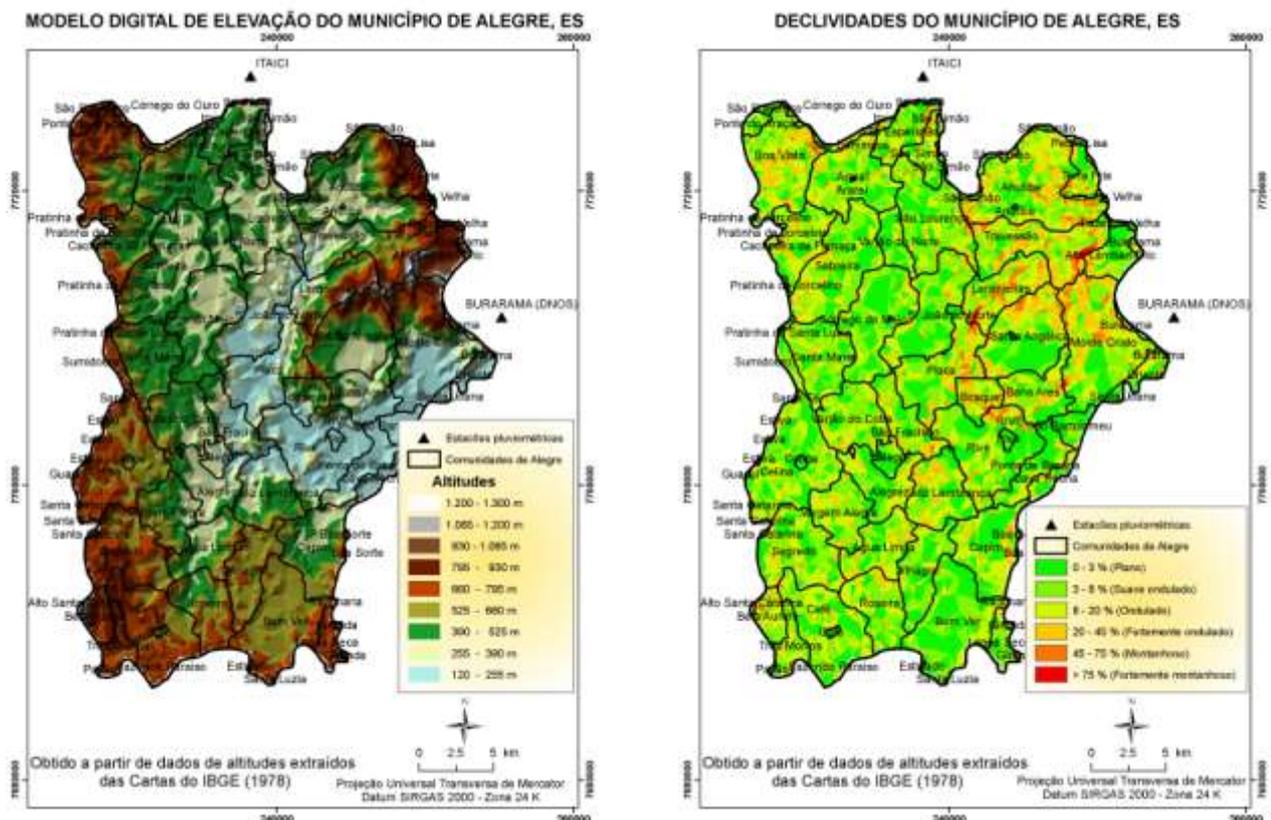


Figura 7. Características do relevo do município de Alegre: A. Modelo digital de elevação; B. Distribuição das declividades

Como pode ser observado na Figura 7 o município apresenta o relevo marcado por altitudes que variam de 120 a 1.300 m e declividades que podem ultrapassar a 75% de inclinação.

Se considerarmos o poder erosivo das chuvas e correlacionarmos apenas com esses dois fatores, fica evidente o papel relevante da cobertura do solo no planejamento de práticas conservacionistas, principalmente nas épocas críticas de maior capacidade erosiva das chuvas. Sem o caráter excludente, observa-se que a região nordeste do município (comunidades rurais de Monte Cristo e Alto Lambari) é a que necessita de cuidados especiais quanto ao manejo do solo, pois além de apresentar altitude e declividade elevadas (Figura 7), apresentam as maiores precipitações (Figura 4) e os maiores índices de erosividade (Figura 6), fatores que favorecem a erosão hídrica.

A metodologia empregada permite estimar valores de precipitação pluviométrica e índices de erosividade para lugares do município onde há carência de dados climatológicos.

CONCLUSÕES

1. O município apresenta dois períodos bem definidos de precipitação pluviométrica: o chuvoso, que ocorre de outubro a abril, com média máxima de 273,35 mm em dezembro; e o seco, que acontece de maio a setembro, com média mínima de 25,84 mm em junho. As precipitações médias anuais acumuladas variam de 1.300 a 1.800 mm.

2. As estimativas dos índices de EI_{30} revelam valores médios anuais acumulados de 7.000 a 11.000 MJ mm ha⁻¹ ano⁻¹, com maiores riscos de ocorrência de perdas de solo por erosão hídrica no mês de dezembro (média de 2.000,65 MJ mm ha⁻¹ mês⁻¹), principalmente na região nordeste do município (comunidades rurais de Monte Cristo e Alto Lambari).

3. Os dados gerados no estudo permitem inferências para outros trabalhos.

LITERATURA CITADA

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA) – **Inventário das estações pluviométricas**. Agência Nacional das Águas. 2 ed. Brasília, ANA, SGH, 2009. 322p.

- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.136-141, 2002.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um nitossolo háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.1045-1054, 2004.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6 ed., São Paulo, SP: Ícone, 2008. 355p.
- CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; FRANCO, E. M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.7-14, 2005.
- DAMÉ, R. DE C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; GONÇALVES, T.; SANTOS, J. P. dos; QUADRO, M. S. Erosividade sob duas durações de intensidade máximas da chuva em Pelotas - RS. **Revista Agro@mbiente**, v.6, n.1, p.01-08, 2012.
- ESRI-Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.3, 2008.
- EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G.; DANTAS, A. A. A.; BERNARDINO, D. T. Potencial erosivo das chuvas em Lavras, MG: Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.1, p.1-11, 2006.
- GONÇALVES, F. A.; SILVA, D. D. DA; PRUSKI, F. F.; CARVALHO, D. F. DE; CRUZ, E. S. da. Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.269-276, 2006.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=320020>. 21 de Mar. 2012.
- LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. **Revista Ciência Agrônômica**, v.39, n.02, p.327-332, 2008.
- LOMBARDI NETO, R. **Rainfall erosivity: its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil**. West Lafayette: Purdue University, 1977. 53p. Dissertação Mestrado.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, p.189-196, 1992.
- Machado, E. F. P.; Pereira, M. C.; Loureiro, G. F.; Mello, C. R.; Viola, M. R. Erosividade anual da chuva na Região Hidrológica Sul do Estado Espírito Santo. IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010 e XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola-CONBEA, Vitória, 2010.
- MELLO, C. R.; SÁ, M. A. C.; CURI, N.; MELLO, J. M.; VIOLA, M. R.; SILVA, A. M. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.537-545, 2007.
- MORAIS, L. F. B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M. C.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E. L.; WEBER, O. L. S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI₃₀ de chuva e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.339-444, 1991.
- OLIVEIRA, F. P. **Erosão hídrica em áreas florestais no Vale do Rio Doce, região Centro-Leste do estado de Minas Gerais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 105p. Dissertação Mestrado.
- OLIVEIRA, J. P. B.; CECÍLIO, R. A. Estimativa das perdas de solo e água na microbacia do córrego Jaqueira, Alegre-Espírito Santo. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.8, n.1, p.212-221, 2011.
- OLIVEIRA, J. P. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; JASPER, A. P. S.; OLIVEIRA, L. B. Precipitação provável para Alegre-ES através da distribuição de probabilidade gama. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.2, p.204-211, 2010.
- PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa, MG: UFV, 1ª reimpressão, 2008. 240p.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.147-156, 2001.
- RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.439-444, 1993.

SAITO, N. S.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, A. R.; GARCIA, G. O. O uso da geotecnologia na estimativa da erosividade das chuvas e sua relação com o uso e ocupação do solo para o Espírito Santo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.2, p.51-63, 2009.

SILVA, A. M. RAINFALL erosivity map for Brazil. **Catena**, v.57, p.251-259, 2004.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUAX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO).

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.21, p.131-137, 1997.

VAL, L. A.; BAHIA, V. G.; FREIRE, J. C.; DIAS JÚNIOR, M. S. Erosividade das chuvas em Lavras, MG. **Ciência e Prática**, p.199-209, 1986.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58p.

Recebido em 29 10 2012

Aceito em 10 12 2012