

EROSIVIDADE DA CHUVA: ESTUDO DE CASO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SUBMÉDIO RIO SÃO FRANCISCO

*Antônia Silânia de Andrade*¹
*Welinagila Grangeiro de Sousa*¹
*Marina da Silva Siqueira*¹
*Santana Livia de Lima*¹
*Madson Tavares Silva*²

¹ Bolsistas de Mestrado em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Campina Grande. E-mails: silaniaandrade21@gmail.com; welinagilagrangoeiro@gmail.com; livialima24s@gmail.com;

² Professor Doutor da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Campina Grande. E-mail: madson.geotech@gmail.com

RESUMO

Em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro caracterizadas pela variabilidade pluviométrica espacial e temporal, a ocorrência de chuvas intensas e de curta duração influencia diretamente nos processos erosivos. O objetivo deste trabalho é avaliar a susceptibilidade do processo de erosão da Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco por meio da determinação do potencial erosivo da chuva para cada sub-bacia. A variabilidade mensal da erosividade para as estações meteorológicas da BHSRSF está diretamente relacionada à irregularidade da distribuição da precipitação pluvial, nos níveis acumulados. A variação dos valores de R determinados para as sub-bacias permitem classificar o potencial erosivo da bacia como de moderado a forte. Os valores de erosividade representam o potencial de degradação do impacto da gota de chuva sobre o solo, remetendo assim a importância da manutenção da cobertura natural dos solos da região.

Palavras-Chave: Semiárido; precipitação e erosão.

ABSTRACT

In semi-arid regions of the Brazilian Northeast characterized by the temporal and temporal pluviometric variability, the occurrence of intense and short duration rains directly influences the erosive processes. The objective of this work is to evaluate the susceptibility of the erosion process of the São Francisco River Basin by determining the erosive potential of rainfall for each sub-basin. The monthly variability of erosivity for the BHSRSF meteorological stations is directly related to the irregular distribution of rainfall at accumulated levels. The variation of the values of R determined for the sub-basins allows to classify the erosive potential of the basin as moderate to strong. The erosivity values represent the potential for the degradation of rainfall impact on the soil, thus remitting the importance of maintaining the natural cover of the soils of the region.

Key words: Semi-arid; precipitation and erosion.

1. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é uma região seca que envolve oito Estados Nordestinos (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e o Norte do Estado de Minas Gerais, possuindo uma área total de 980.133,079 km² onde vivem 22.5 milhões de pessoas, e é avaliada como a região árida mais habitada do mundo (INSA, 2014; FRANÇA, 2015).

As regiões semiáridas compreendem áreas muito sensíveis às alterações de uso e ocupação do solo, possuindo solos jovens, sendo bastante susceptíveis a processos erosivos (SANTOS et al., 2012). A erosão do solo está diretamente relacionada a diversas causas, desde a própria natureza até as ações do

homem, acelerando os processos erosivos (MENDONÇA; GUERRA, 2004). As práticas conservacionistas de caráter vegetativo se valem da própria vegetação para defender o solo contra a erosão (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005), baseando-se, portanto, na busca de manutenção da superfície do solo coberta (PRUSKI, 2009).

Problemas relacionados à erosão têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente em regiões semiáridas de países como o Brasil, onde grande parte da população depende de atividades econômicas ligadas à agricultura e pecuária (SANTOS et al., 2007). A erosão do solo pela água tem sido intensamente estudada no mundo todo ao longo das últimas décadas e é considerada como uma das principais ameaças à qualidade do solo e redução na produtividade agrícola (BOARDMAN; POESEN, 2006). O trabalho dará enfoque na erosão hídrica.

No Brasil, um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a improdutividade do solo é, sem dúvida, a erosão hídrica, facilitada e acelerada pelo homem devido ao uso inadequado do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010).

Essa forma de erosão é analisada mediante a determinação da erosividade da chuva, que representa o potencial erosivo médio das chuvas de uma região, tomados como base, períodos de 20 a 30 anos de dados pluviométricos (WISCHMEIER, 1959). Ao identificar o potencial erosivo médio das chuvas e correlacioná-lo espacialmente, podem-se identificar áreas mais ou menos susceptíveis à erosão.

O objetivo deste trabalho é avaliar a susceptibilidade do processo de erosão da Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco por meio da determinação do potencial erosivo da chuva para cada sub-bacia.

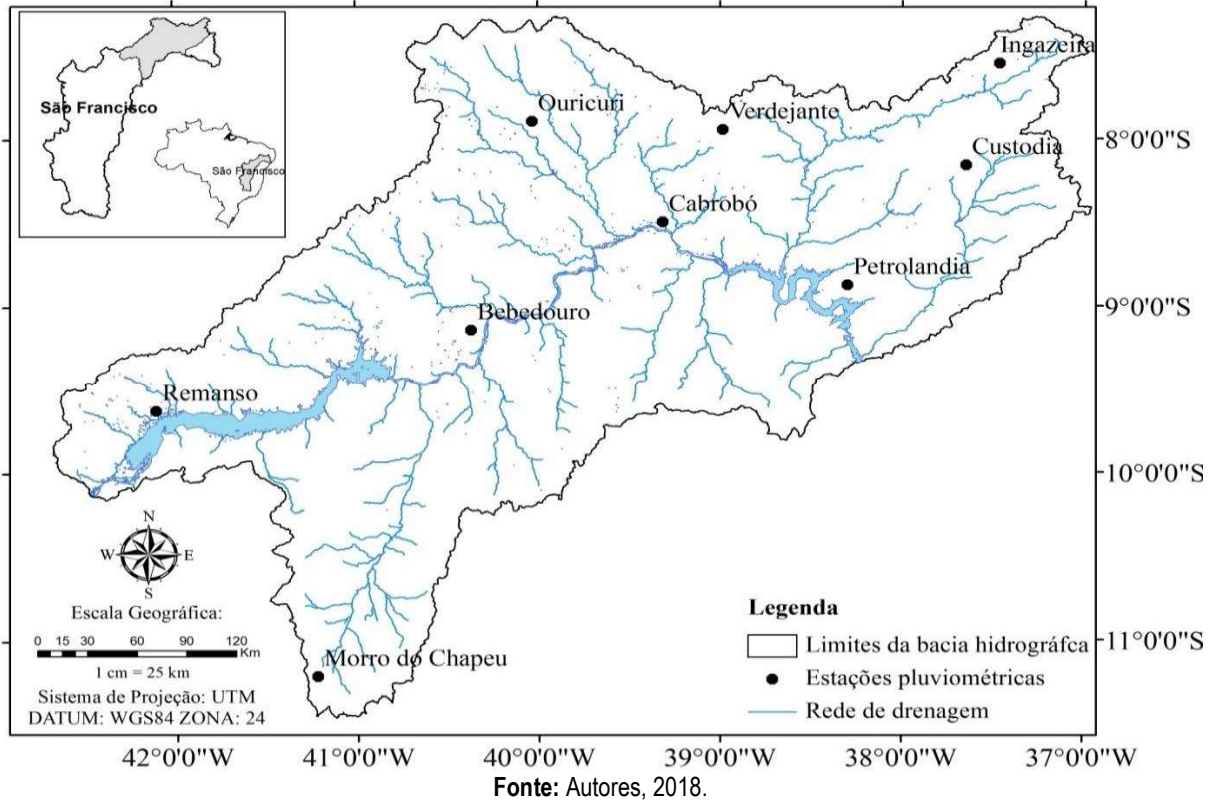
2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

2.1.1 Localização

O estudo foi desenvolvido na região do Submédio do Vale do rio São Francisco, que abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco, estendendo-se da cidade de Remanso até a cidade de Paulo Afonso ambas no Estado da Bahia, com 110.446,00 km² ou 17% da área da Bacia do rio São Francisco. Essa região tem 440 km de extensão e a sua população é de 1,944 milhões de habitantes. Ela é composta pelas sub-bacias dos rios Pontal, Garças, Brígida, Pajeú, Moxotó e Xingó, pela margem esquerda; enquanto na margem direita ficam as sub-bacias de Tourão, Salgado, Vargem, Curaçá, Macuru e Poço Comprido assim como descrito pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF, 1999).

Figura 1. Localização da área de estudo e das estações pluviométricas



2.1.2 Caracterização

A área está localizada entre os paralelos 8 e 9°S, cujo clima é caracterizado como tropical semiárido, BSh conforme Köppen, com temperatura média anual em torno dos 26°C e pluviosidade de aproximadamente 500 mm (TEIXEIRA; AZEVEDO, 1996). A geologia da região é de suma importância na formação de seus solos, em virtude da diversidade litológica.

Topograficamente, a região se caracteriza por apresentar relevo plano a ondulado com vales muito abertos. Não são observados grandes inselbergues, sendo as fases mais movimentadas do relevo observadas em encostas onde a formação geológica parece ser mais rica em quartzo e quartzito, mais resistentes à erosão (SILVA et al., 2000).

Os solos predominantes classificam-se como Latossolos e Argissolos, além da ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, Planossolos, Cambissolos, Vertissolos, Luvisolos e, nas áreas mais movimentadas, principalmente, Neossolos e Litossolos (CODEVASF, 1999).

Acaatinga é predominante em quase toda a área da região, constituída principalmente por formações xerófilas, lenhosas, decíduas, normalmente espinhosas, com presença de plantas suculentas, com padrão arbóreo e arbustivo, pouco densa a densa e com estrato herbáceo estacional (ANDRADE LIMA, 1992).

2.1.3 Suscetibilidade ao processo de erosão - Erosividade da chuva

A erosividade da chuva foi estimada por meio das análises de chuvas entre os anos de 1970 e 2010 obtidos pelo INMET e EMBRAPA para 9 estações meteorológicas distribuídas na área de estudo. A precipitação foi dividida por sua duração e se obteve, assim, a intensidade, dada em mm h^{-1} , conforme Foster et al. (1981). Para obter o índice de erosividade (EI_{30}), multiplicou-se dois parâmetros específicos das precipitações erosivas: energia cinética total da chuva (E_c), em $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ e intensidade máxima em 30 min (I_{30}), em mm h^{-1} .

De acordo com Wischmeier e Smith (1978) foi considerada a Equação 1 para estimativa da energia cinética por milímetro de chuva:

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (1)$$

Em que:

E_c = energia cinética em $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$;

I = intensidade de chuva em mm hora^{-1} .

A energia cinética por incremento de chuva foi então determinada com a Equação 2:

$$E_{ci} = E_c \times Vol \quad (2)$$

Em que:

Vol - quantidade de chuva do incremento (lâmina precipitada), mm

E_c - energia cinética por milímetro de chuva, $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$

A energia cinética total foi obtida pelo somatório da energia cinética de cada incremento, segundo a Equação 3:

$$E_{ct} = \sum E_{ci} \quad (3)$$

Logo, o EI_{30} foi calculado pela Equação 4:

$$EI_{30} = E_{ct} \times I_{30} \quad (4)$$

Em que:

EI_{30} - índice de erosão, $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$

E_c - energia cinética por milímetro de chuva, $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$

I_{30} - intensidade máxima da chuva em 30 min, $\text{mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$

O valor limite do campo superior de definição da variável EI_{30} é $76 \text{ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$, a qual gera uma energia cinética igual a $0,283 \text{ MJ mm}^{-1} \text{ hora}^{-1}$. Nas planilhas de chuva, considerou-se todas as chuvas com intensidade superior a 10 mm, calculando-se a energia cinética, duração e intensidade

máxima em trinta minutos dessas chuvas. Desta forma, foi calculado, para cada precipitação, o índice El_{30} em $MJ\ ha^{-1}\ mm^{-1}\ hora^{-1}$.

Somando-se os índices El_{30} de todas as chuvas individuais e erosivas de cada mês, obteve-se a erosividade mensal das chuvas e , somando-se os índices El_{30} mensais, obteve-se então a erosividade anual das chuvas ou parâmetro (R) da EUPS para bacia hidrográfica em estudo. O coeficiente de chuva ou índice médio mensal de erosão (R_c) foi calculado pelo método proposto por Lombardi Neto (1977), dado pela Equação 5:

$$R_c = \frac{Pm^2}{Pa} \quad (5)$$

Em que:

R_c - coeficiente de chuva (mm)

Pm - precipitação média mensal (mm)

Pa - precipitação média anual (mm)

Com o coeficiente de chuva ($R_c = Pm^2/Pa$) e o índice de erosividade (El_{30}) foi possível determinar o potencial erosivo da chuva na Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco – BHSRSF. O potencial erosivo anual da chuva foi classificado a partir da Tabela 1 segundo Carvalho (2008).

Tabela 1. Classificação do potencial erosivo anual da chuva

Erosividade ($MJ\ mm\ (ha\ h)^{-1}$)	Classe de erosividade
$R \leq 2452$	Erosividade fraca
$2452 < R \leq 4905$	Erosividade moderada
$4905 < R \leq 7357$	Erosividade moderada a forte
$7357 < R \leq 9810$	Erosividade forte
$R > 9810$	Erosividade muito forte

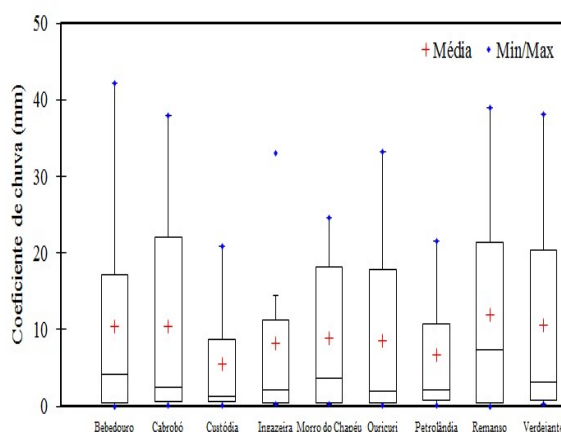
Fonte: Autores, 2018

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice de erosão da chuva

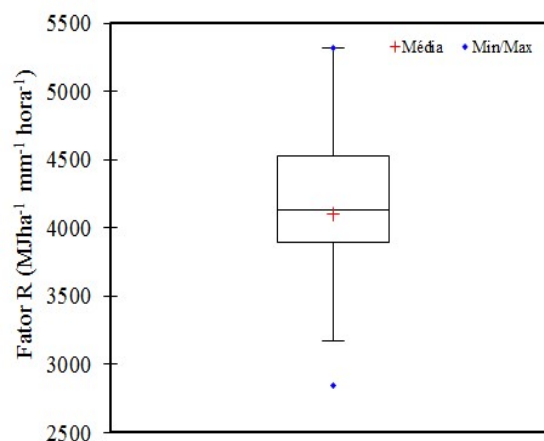
A instabilidade da média mensal do coeficiente de chuva (RC) (Figura 2) caracteriza-se pela sazonalidade da precipitação, esperasse assim que os maiores valores do RC sejam encontrados no período de maior intensidade da precipitação, ou seja, de acordo a distribuição da média mensal da precipitação foi observado que o valor médio mínimo de RC foi de 0,3 mm, nos meses de agosto e setembro, enquanto o valor máximo para o mês de março em torno de 32 mm.

Figura 2 - Variabilidade média mensal do coeficiente de chuva para as estações meteorológicas inseridas na Bacia Hidrográfica do Submédio Rio São Francisco.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 3 - Variabilidade média mensal do coeficiente de chuva e Erosividade média anual para as estações meteorológicas inseridas na BHSRSF.



Fonte: Autores, 2018.

Na Figura 3 podem ser avaliados os valores anuais da erosividade máxima, média e mínima para as estações meteorológicas inseridas na BHSRSF, conforme pode ser verificado na Tabela 1, o valor da erosividade caracteriza o parâmetro R da USLE, de acordo com a classificação proposta por Carvalho (2008), considerando o valor da erosividade média que foi de 4.100 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹ para a área, o potencial erosivo anual da chuva é considerado como erosividade moderada.

O risco de erosão hídrica apresenta grande variabilidade espaço-temporal, devido à grande variação nos regimes de precipitação registrados na BHSRSF e variando também o RC. O fator R encontrado para estação meteorológica de Bebedouro (Figura 4g) inserida na região semiárida do nordeste do Brasil apresentou valor médio (4.527 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹) sendo inferior aos valores encontrados por Dias e Silva (2003) para localidade de Fortaleza, CE (6.774 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹), e em estudo realizado para o Estado da Paraíba por Maia Neto e Chaves (1997), encontraram valores de

erosividade variando entre 2.000 a 8.000 MJ mm ha⁻¹ hora⁻¹. Os extremos dos valores médios anuais do fator R foram de 5315 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹, para a estação meteorológica de Remanso (Figura 4h) e o de 2843 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹, para a estação de Custódia (Figura 4e).

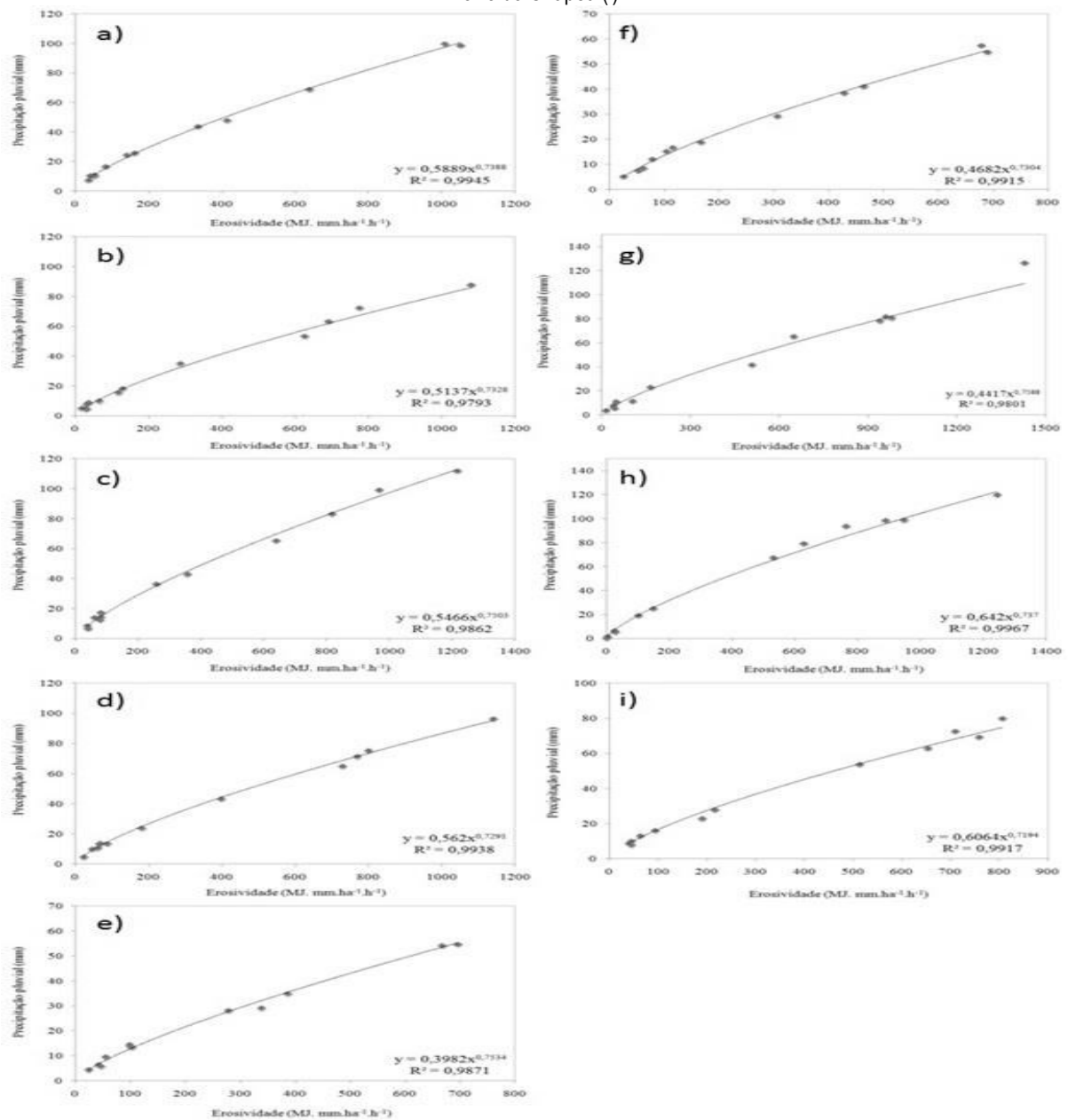
Em estudos realizados para localidade de Caruaru-PE, agreste Pernambucano (ALBUQUERQUE et al., 1994) encontrou valores do índice de erosão próximos a 2.100 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹ e (MARGOLIS et al., 1985) verificou valores em torno de 2.060 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹. Os resultados de Silva et al. (1985) para o Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco verificaram valores médios anuais de 2.780 e de 3.700 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹, respectivamente.

Os valores do fator de erosividade encontrados em estudos realizados na região semiárida do Nordeste, são classificados em grande maioria como de erosividade moderada a moderada-forte, são os casos de Lopes e Brito (1993) para região de Petrolina, PE - Juazeiro, BA (erosividade moderada), Albuquerque et al. (2001), para localidade de Sumé, PB erosividade (moderada).

Em outras pesquisas que objetivaram a determinação da correlação entre (Precipitação pluvial) x (Rc) pode-se citar (ALMEIDA et al., 2011) para localidade de Cuiabá, MT, com R² = 0,91, (CASSOL et al., 2008) para São Borja, RS, com R² = 0,84 e Colodro et al. (2002), para Teodoro Sampaio, SP encontraram R² = 0,96. A relação entre o coeficiente de chuva mensal e a precipitação (Figura 4) para as estações meteorológicas utilizadas neste estudo apresentaram ajustes tipo potência com R² variando de 0,9793 a 0,9945. Tais valores do coeficiente de determinação foram encontrados para as estações de Ouricuri (Figura 4b) e Ingazeira (Figura 4a), respectivamente. Almeida et al. (2011) encontraram R² de 0,91 para essas duas variáveis.

Como pode ser observado na Figura 5, a variabilidade mensal da erosividade para as estações meteorológicas da BHSRSF está diretamente relacionada à irregularidade da distribuição da precipitação pluvial, nos níveis acumulados. As médias mensais do índice de erosividade e da precipitação pluvial para as estações meteorológicas de Ingazeira (a), Ouricuri (b), Verdejante (c), Cabrobó (d), Custódia (e) e Petrolândia (f) são maiores entre os meses de janeiro a abril, enquanto para as estações de Bebedouro (g), Remanso (h) e Morro do Chapéu (i) os índices mais elevados foram identificados entre os meses de novembro a abril. Os valores de erosividade representam o potencial de degradação do impacto da gota de chuva sobre o solo, remetendo assim a importância da manutenção da cobertura natural dos solos da região.

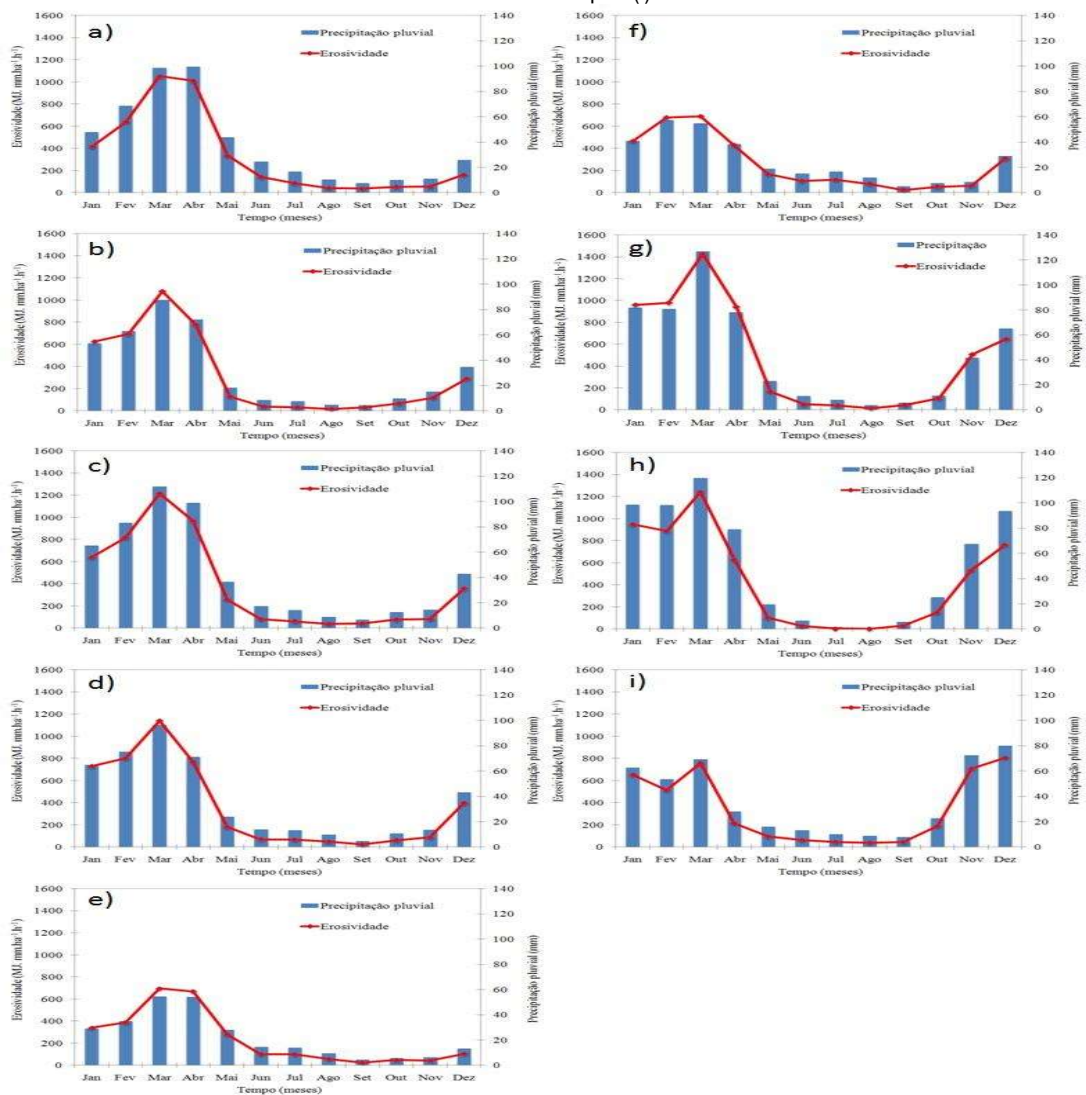
Figura 4. Relação entre a precipitação e o índice de erosividade médio mensal para estação meteorológica da Ingazeira (a), de Ouricuri (b), de Verdejante (c) de Cabrobó (d) de Custódia (e) de Petrolândia (f) de Bebedouro (g) de Remanso (h) e do Morro do Chapéu (i).



Fonte: Autores, 2018

É possível notar ainda que os índices de erosividade sejam quase nulos nos meses que equivalem a primavera (setembro a novembro), devido à baixa quantidade de chuva registrada nesse período. Diferentemente das características das precipitações ocorrentes de fevereiro a maio, que são intensas e torrenciais. As Figuras (5g e 5h) caracterizam os maiores valores do índice de erosividade apontados em ambos os casos para o mês de março nas estações de Bebedouro e Remanso, verificando valores da ordem de 1400 MJ ha⁻¹ mm⁻¹ hora⁻¹. Em contrapartida os menores índices de erosividade foram observados em Custódia e Petrolândia (Figuras 5e e 5f).

Figura 5. Médias mensais do índice de erosividade e da precipitação pluvial para estação meteorológica da Ingazeira (a), de Ouricuri (b), de verdejante (c), de Cabrobó (d), de Custódia (e), de Petrolândia (f), de Bebedouro (g), de Remanso (h) e do Morro do Chapéu (i).



Fonte: Autores, 2018

4. CONCLUSÃO

A erosividade tem forte dependência da frequência e da quantidade de precipitações, sendo assim, a variação da precipitação parece ser o principal fator para as mudanças mensais nos valores de erosividade, destacando que a precipitação além de responsável pelo potencial erosivo pelo impacto da gota da chuva, atua também na condição de umidade antecedente do solo o que pode favorecer o desprendimento.

5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.W.; CHAVES, I. B.; VASQUES FILHO, J. **Distribuição e relações com a precipitação pluviométrica de Caruaru-PE.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, v.14, p.83-90. 1994.
- ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. **Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB).**Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, p. 121-128, 2001.
- ALMEIDA, C. O. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; ELTZ, F. L. F.; BORGES, L. E. C. **Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p.178-184, 2011.
- ANDRADE-LIMA, D. de. **O domínio das caatingas.** Recife: UFRPE: IPA,1992. 48p.
- BERTONI, J. E LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 7 ed. São Paulo: Ícone, 2010.
- BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. **Conservação do solo.**5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.
- BOARDMAN, J.; POESEN, J. Soil Erosion in Europe: Major Processes, Causes and Consequences. In: **J. Boardman and J. Poesen (Eds.), Soil Erosion in Europe.** Chichester: John Wileyand Sons Ltd. 2006. p. 479 - 487.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 600p.
- CASSOL, E. S.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; LIMA, V.S.; BUENOS, A. C. **Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993.**Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.15, p.220-231, 2007.
- COLODRO, G.; CARVALHO, M. P.; ROQUE, C. G.; PRADO, R. M. **Erosividade da chuva: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP).**Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.809-818, 2002.
- CIRILO, J. A.; CAMPELLO NETTO, M. S. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ASFORA, M. C. Caracterização do Semi-Árido Brasileiro. In: CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; OLIVEIRA, M. J. P. M.; LEITÃO, T. E.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; GÓES, V. C. **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2007. p. 33-60.
- CODEVASF** - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. Inventário de projetos. Brasília: rev. atual. 3. ed. 1999. 223p.
- DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. **A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1a. Aproximação.** Revista Brasileira deCiência do Solo, v.27, p.335-345, 2003.
- FRANÇA, R. F. **Estrutura anatômica da madeira e do carvão de espécies da caatinga.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2015. 100 p.
- FOSTER, G. R.; MC COOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil Water Conservation**, v.36, p.355-359, 1981.
- LOMBARDI NETO, E. **Rainfall erosivity distribution and relationship with soil loss in Campinas, Brasil.** West Lafayette: PurdueUniversity, 1977. 53p. Master 's Dissertation.

LOPES, P. C. R.; BRITO, L. T. L. **Erosividade da chuva no Médio São Francisco**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.17, p.129-133. 1993.

INSA- INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Website. 2014. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br>>. Acesso em: 19 julho. 2018.

MAIA NETO, F. F.; CHAVES, I. B. **Mapeamento da erosividade das chuvas da Paraíba**.In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro:SBCS, 1997. CD-Rom.

MENDONÇA, J. K. S.; GUERRA, A. J. T. **Erosão dos solos e a questão ambiental**.In: **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Guerra, A. J. T. e Vitte, C. A. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004. p. 225-251.

MESSIAS, C. G. **Análise da Degradação Ambiental da Micro Bacia do Rio do Antônio em Brumado-BA: Contribuições para o Desenvolvimento de Programas de Educação Ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Brasília, Departamento de Geografia, Brasília, 2010.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 54p.

SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.1, n.1, p. 1-152, 2007.

SANTOS, L. L.; SRINIVASAN, V. S.; ARAGÃO, R. Modelagem Hidrossedimentológica no Semi-Árido Paraibano Utilizando o Modelo Wepp e o Efeito de Escala Sobre os seus Parâmetros.**RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**,v. 17, n.1 - 2012, p. 53-63.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. DE; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. DA; SILVA, A. B. DA; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; LEITE, A. P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. Documentos, 14.

SILVA, M.T. **Mudança no uso de solo e no aporte de sedimentos na bacia hidrográfica do submédio rio São Francisco**. Tese (Doutorado), Campina Grande: UFCG, 2014. 122p.

TEIXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V. Zoneamento agroclimático para a videira européia no estado de Pernambuco, brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v. 4, n. 1, p. 139-145, 1996.

WISCHMEIER, W. H. **A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation**. Soil Science Society of America Proceedings, v.23, p.246-249, 1959.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. Washington: USDA, Agriculture Research Service, 1978. 58p. Agriculture Handbook, 735.