

ESTIMATIVA DA EROSÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUÇUÍ PRETO – PIAUÍ, BRASIL

ESTIMATION OF PLUVIAL EROSION IN THE URUÇUÍ PRETO RIVER HYDROGRAPHIC BOW - PIAUÍ, BRAZIL



**Raimundo Mainar de Medeiros¹,
Marcelo Kozmhinsky², Romildo
Morant de Holanda³, Vicente de
Paulo Silva⁴**

¹Dr. em meteorologia e Pesquisador da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, PE, Brasil, e-mail: mainarmedeiros@gmail.com,

²Mestrando em Engenharia Ambiental, UFRPE, e-mail: marcelok1963@gmail.com,

³Prof. Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, PE, Brasil, e-mail: romildomorant@gmail.com,

⁴Prof. Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, PE, Brasil, e-mail: vicenteufrpe@yahoo.com.br

Contato principal

Raimundo Mainar de Medeiros¹



Palavras chave: Erosividade pluvial, degradação do solo, equação universal de perda de solo.

Keywords: rain erosivity, soil degradation, universal soil loss equation.



Resumo:

A estimativa do potencial de erosão pluvial é uma ferramenta valiosa para orientar as práticas de manejo de solo e contribui com a atividade agropecuária e o gerenciamento dos recursos naturais. O objetivo deste trabalho é estimar a erosividade da chuva na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto (BHRUP). Aqui foi utilizada a Equação Universal de Perdas de Solo em 48 localidades no período crítico de ocorrência de chuvas intensas na BHRUP. Nesse período crítico, de outubro a março, choveu 90,74% do total anual. Com base nos resultados verificou-se que em quatro localidades há estágios avançados de erosividade: Fazenda Cachoeira, no município de Santa Filomena com 51.955,2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Santa Filomena com 41.244,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Fazenda Paus, em Monte Alegre do Piauí com 37.322,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e Fazenda Melancia, em Gilbués com 34.923,4 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Já o município de Colônia do Gurgúieia com 19.608,5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ é o local com menor risco de erosividade. Nos outros 43 municípios os índices de erosividade são de moderados a fortes.

Abstract:

Estimation of rainfall potential is a valuable tool for guiding soil management practices and contributes to agricultural activity and management of natural resources. The objective of this work is to estimate the rainfall erosivity of the Uruçuí Preto river (BHRUP). Here the Universal Soil Loss Equation was used in 48 localities during the critical period of intense rainfall in the BHRUP. In this critical period, from October to March, it rains 90.74% of the annual total. Based on the results it was verified that in four localities there are advanced stages of erosivity: Fazenda Cachoeira, in the municipality of Santa Filomena with 51,955.2 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Santa Filomena with 41,244.6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Fazenda Paus, in Monte Alegre do Piauí with 37,322.6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ and Fazenda Melancia, in Gilbués with 34,923.4 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. On the other hand, the municipality of Colônia do Gurgúieia with 19,608.5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ is the place with the lowest risk of erosivity. In the other 43 municipalities the rates of erosivity are moderate to strong.

INTRODUÇÃO

Em várias regiões do Brasil tem ocorridos sérios problemas de degradação ambiental, ocasionados tanto por alterações antrópicas quanto por processos naturais. Dentre os processos naturais pode-se destacar a erosão hídrica como uma das mais importantes formas de erosão do solo, principalmente quando não há planejamento e desrespeito à capacidade de uso dos recursos naturais (Bazzano et al., 2010). Nesse contexto a erosão hídrica causa sérios problemas ambientais quando as chuvas intensas colidem com o solo.

No estado do Piauí os trabalhos relacionados à estimativa de erosão do solo são escassos, mesmo com os diferentes regimes de precipitação que ocorrem no Estado.

A erosividade pluvial é definida como o potencial que tem a chuva em causar erosão no solo. Esse potencial é função exclusivamente das características físicas da própria chuva, dentre elas a duração, intensidade, diâmetro das gotas, velocidade terminal e energia cinética. Na expectativa de detalhar os estudos desse agente erosivo, pesquisas demonstram que as características da chuva que proporcionam elevadas correlações com a perda de solo são a intensidade e a energia cinética (Moreti et al., 2003). O fator de erosividade pluvial (R) permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo (Barbosa et al. 2000).

A erosividade pluvial consiste no potencial da chuva em causar erosão e é representada pelo produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 min (Wischmeier et al. 1978).

A determinação dos valores da erosão permite identificar os graus dos riscos da erosão de acordo com Wischmeier et al (1978); Bertoni et al. (1990); Hudson (1995).

Cassol et al. (2008) aconselha utilizar séries de registros pluviométricos de no mínimo 20 anos para determinar os índices de erosão. Quando todos os fatores que influem na erosão, exceto a chuva, são mantidas constantes, as perdas de solo em áreas cultivadas são diretamente proporcionais ao índice EI_{30} (Wischmeier, 1962). Tal índice tem embasado vários estudos sobre erosividade podendo-se destacar Bazzano et al., (2010), Carvalho et al., (2009) e Cassol et al., (2008).

Medeiros et al. (2013) estimaram-se a erosividade das chuvas no município de São João do Cariri, (PB) objetivando o desenvolvimento de manejos apropriados para um melhor aproveitamento do solo da região. A estimativa do índice da erosividade das chuvas (RIBEIRO et al., 2011) define qual a melhor época para o planejamento das práticas de manejo e conservação do solo e principalmente das culturas agrônomicas, a sustentabilidade da região, o planejamento e reestruturação dos solos e manejo das culturas. O fator erosividade (R) encontrado foi $14261,3 \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}$. Os maiores índices de erosividade foram decorridos nos meses de janeiro a julho que coincidem com o início do

período chuvoso e a capacidade de campo em valores máximos e para os meses de agosto a dezembro ocorreram os menores índices de erosividade que corresponde ao período seco.

A degradação do solo, principalmente em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, é um processo ocasionado por vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas que podem desencadear processos de desertificação (Brasil, 1998). O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos (Lopes-Bermudez, 1990; Soriano, 1997). Parr et al. (1990) afirmam que a eliminação da vegetação natural e a exploração da vegetação após a colheita, não apenas desprotege a superfície do solo da ação direta da chuva, como também causa a redução de uma componente fundamental do solo que é a matéria orgânica.

No Nordeste brasileiro a maioria das atividades econômicas está baseada na exploração dos recursos naturais, e em especial, no extrativismo da cobertura vegetal, no super pastejo de áreas nativas e na exploração agrícola por meio de práticas de manejo do solo muitas vezes inadequada (Sampaio & Salcedo, 1997). Os índices de erosividade do solo na bacia hidrográfica do rio Gurguéia, por exemplo, podem ser explicados pela intensidade, duração e frequência das chuvas. Campos (2014). Para estimar esses índices (R) utilizou-se da Equação Universal de Perdas de Solo, de acordo com Wischmeier (1971) e Smith (1958, 1978), que permite avaliar o potencial erosivo das chuvas em determinado local. O resultado da avaliação do potencial erosivo das chuvas em Santa Filomena – PI foi de $33.209,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. É um índice de alta erosividade da chuva.

Lima et al. (2014) mapearam a intensidade de exploração do solo entre os anos de 1984 a 2011 na sub-bacia do rio Uruçuí Preto a montante do riacho Corrente no estado do Piauí. Os resultados mostram que em 48,4% da área da bacia não ocorreu exploração, enquanto 35,2% apresentaram exploração média e 16,4% ocorreu exploração mais intensa.

Ferraz et al. (2014) estimou a intensidade de uso e exploração do solo entre os anos de 1984 a 2011, no trecho correspondente à sub-bacia do rio Uruçuí Preto, entre o riacho dos Paulos e riacho da Colher, localizada ao oeste do estado do Piauí. Os resultados obtidos apontaram acentuada exploração do solo na região de estudo. Cerca de 42,4% da área apresentou alguma forma de exploração. A BHRUP está sujeita a chuvas de alta intensidade. Geralmente essas chuvas causam erosão hídrica bastante severa. Portanto, é importante estudar as características das chuvas, seus parâmetros básicos e como eles contribuem para a desagregação, transporte e deposição do solo. Apesar da importância do conhecimento do fator erosividade, pouco se conhece sobre o assunto na BHRUP evidenciando assim a necessidade do desenvolvimento de

trabalhos que visem a estimativas desse índice conforme afirma Azevedo (2012).

Assim, o objetivo deste estudo é estimar o índice de erosividade (EI_{30}) da chuva em 48 localidades no âmbito da BHRUP com base na equação universal de perda do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo França et al. (2014) a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto (BHRUP), encontra-se encravada na bacia sedimentar do rio Parnaíba, constituindo-se como um dos principais tributários pela margem direita. Possui uma

área total de aproximadamente 15.777 km², representando 5% do território piauiense e abrange parte da região sudoeste, projetando-se do sul para o norte em forma de lança, CONDEPI (2002). A área integra total ou parcialmente 6 folhas na escala 1:250.000 e situa-se entre as coordenadas geográficas que determinam o retângulo de 07°18'16" a 09°33'06" S e 44°15'30" a 45°31'11" W de Greenwich.

O rio principal tem extensão de 532 km, sua declividade média é de 2,1 m km⁻¹, com uma área de 48,830 km², abrangendo 49 municípios (Figura 1).

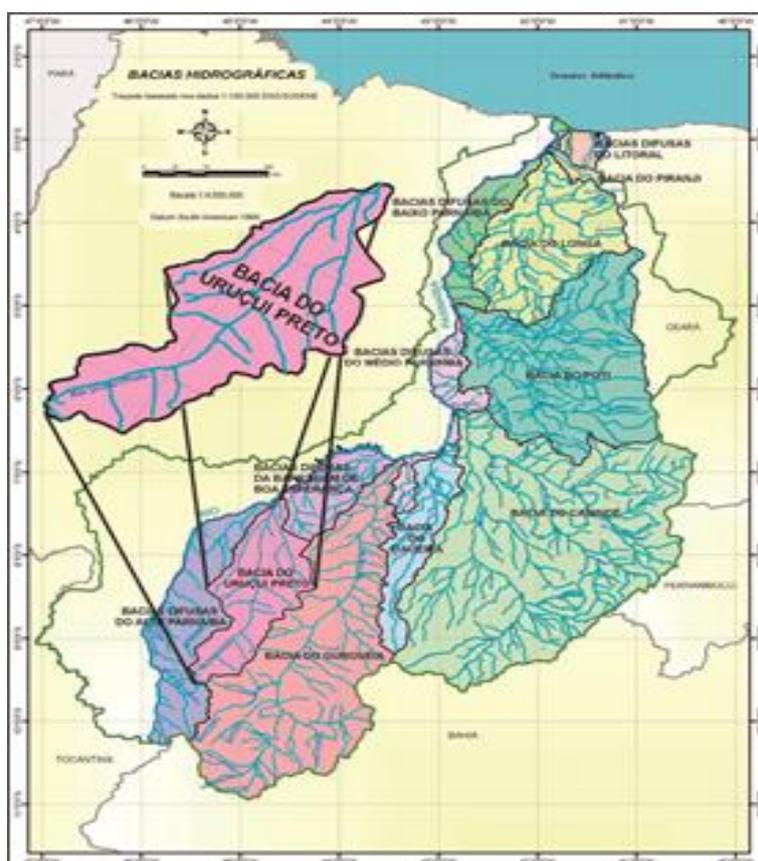


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto. Fonte: Adaptado por Medeiros (2013).

Para analisar o comportamento climático e estimar a erosividade do solo pela chuva em 49 localidades na BHRUP, foram utilizados dados de precipitação média mensal, cedidos pela

Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 1990 (SUDENE) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí (EMATERPI) no período de 1960 a 1990.

De acordo com EMBRAPA (1986) as ocorrências mais frequentes de solos na BHRUP são Latossolos Amarelos, predominantes na bacia, Neossolos e Neossolos Quartzarêncios e Hidromórficos.

De acordo com a COMDEPI (2002) na identificação e

descrição da vegetação na BHRUP encontram-se: vegetação típica das savanas constituída de um estrato descontínuo composto de elementos arbustivos e arbóreos caracterizados por troncos tortuosos, casca espessa, folhas coriáceas e dossel quase sempre assimétrico. Entre as espécies mais frequentes estão o barbatimão, o pau terra de folha larga e a simbaíba, com a superfície do solo recoberta por um estrato gramíneo de capim agreste. Na vertente do rio Uruçuí Preto o cerrado se desenvolve de forma fechada, composto por espécies de maior porte, entre as quais o Pau D'arco e o Gonçalves Alves.

Para estimar o índice de erosividade pluvial, foi utilizada a metodologia proposta por Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978) e fazendo uso da

equação simplificada por Bertoni & Lombardi Neto (1999), assim a erosividade da chuva é dada como:

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

Em que:

EI_{30} - é a média mensal do índice de erosão, em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹;

r^2 - é a precipitação média mensal, em mm;

P - é a precipitação média anual, em mm.

Segundo Barbosa et al., 2000) o fator R permite avaliar o potencial erosivo das chuvas de determinado local, dado por:

$$R = \sum_{1}^{12} EI_{30} \quad (2)$$

Sendo:

R - fator de erosividade pluvial

EI_{30} - é a média mensal do índice de erosão, em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹;

A Equação (3) calcula o período de retorno (T, em anos) para os índices de erosividade EI_{30} e para as chuvas máximas diárias e anuais, T é dado por:

$$T = \frac{(N+1)}{m} \quad (3)$$

Em que N é o tamanho da amostra (em anos) e m é o número de ordem dos eventos relacionados em ordem decrescente de magnitude. Desta forma, a probabilidade (P) inversa do período de retorno (T) pode ser calculada pela Equação (4):

$$P = \frac{100}{T} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação de Köppen (1928) se distinguem dois tipos climáticos na BHRUP, o Tropical Quente e Úmido (Aw), com chuvas no verão e seca no inverno e o Semiárido Quente (BSh), com chuvas no verão e inverno seco (Medeiros, 2013).

A Tabela 1 apresenta os nomes das localidades, as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) os cálculos da erosividade da chuva mensal e anual para a área da BHRUP entre o período de 1960 a 1990.

Nestes cálculos foram utilizados os totais mensais e anuais de precipitação para o período de trinta anos do período de 1960 a 1990, observa-se grande flutuabilidade dos índices erosivos mensais, anuais e intermunicipais da área em estudo.

A Tabela 2 exhibe os valores da precipitação pluvial mensal e anual, os índices de erosividade da chuva e seus respectivos desvios percentuais em relação à média DP (%) para toda a BHRUP. Os meses de máximos índices pluviométricos, de novembro a abril, são correlacionados aos altos índices de erosividade. Pode ser notado na Tabela 2 que a quase totalidade dos desvios percentuais da erosividade das chuvas são superiores aos desvios da precipitação pluvial, no período chuvoso.

Na Figura 4E observa-se uma mudança de padrão nos índices de erosividade, o mês de maio apresenta uma área maior de erosividade no setor sudoeste e leste. A erosividade atinge metade da BHRUP, os maiores valores ocorrem de oeste para leste. Na Figura 4F, mês de junho, a área central e norte apresentam moderada erosividade, fraca erosividade na região sul e extrema erosividade no setor sudoeste. O mês de julho, Figura 4G, apresenta moderada erosividade no norte. No sudoeste e sudeste

estão as maiores taxa de erosão. No restante da BHRUP ocorrem os menores índices de erosividade. Na Figura 4H, mês de agosto, observa-se moderada erosividade no centro e setor norte. No sul da bacia ocorrem de moderada a forte erosividade, com destaque para a região sudeste da bacia. Essa ocorrência no sudeste está associada aos efeitos do vento predominantes e a baixa umidade de solo.

Figura 5I corresponde a erosividade do mês de setembro onde se destacam a área central, o leste, o norte e o extremo sul, nessas regiões ocorrem as maiores taxas de erosividade. O leste e nordeste ocorrem moderadas taxas de erosividade. Com o início das chuvas de pré-estação (mês de outubro) nota-se ao sul da BHRUP a ocorrência de altas taxas de erosividade (Figura 5J). A Figura 5K corresponde ao mês de novembro, nota-se o aumento da erosividade da chuva no setor sul da BHRUP, com intensificações nos municípios de Gilbués e Santa Filomena. Na região central e norte a erosividade é de moderada a fraca, haja vista que a intensidade das chuvas é fraca e as durações são inferiores há cinco horas. Na Figura 5L pode ser visto que as regiões oeste e sudoeste apresentam erosividade mais intensa, já no centro-leste da bacia ocorrem os menores índices de erosividade.

A Figura 6M apresenta o comportamento anual da erosividade na BHRUP. Os índices de erosividade decrescem de oeste para leste. Há uma área de máxima erosividade no extremo sudoeste, próximo à Santa Filomena, ao norte encontram-se os menores índices de erosividade.

ESTIMATIVA DA EROSIÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUÇUÍ PRETO – PIAUÍ, BRASIL

Tabela 1. Estimativa da erosividade pluvial mensal e anual dos locais situados na BHRUP no período de 1960 a 1990.

MUNICÍPIO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Alv.Gurguéia	3955,3	2991,1	2105,0	1454,6	178,9	0,0	0,0	0,0	15,5	355,4	1716,0	1205,4	13977,0
Alto Parnaíba	4192,7	2887,1	2138,8	1321,8	95,9	3,0	0,5	0,3	26,7	476,6	2123,4	2781,6	16048,4
Avelino Lopes	2641,8	2143,6	2212,0	832,7	39,7	3,4	0,6	0,0	15,7	242,1	1655,4	2190,6	11977,5
Fazenda V. da Mata	3568,0	2662,4	2151,7	1189,7	98,0	1,6	0,3	0,1	19,0	352,6	1826,9	2013,1	13883,5
Fazenda Viração	2786,6	2947,4	1814,7	843,5	26,8	10,2	0,1	1,0	20,7	667,9	2104,8	2597,6	13821,1
Barreiras do Piauí	4706,4	3564,1	3360,1	1243,2	51,8	1,8	0,2	1,8	34,3	803,5	2576,2	2957,9	19301,2
Bom Jesus	4085,4	2631,4	3321,9	2024,5	98,0	6,6	2,4	1,3	26,3	591,7	2019,0	2942,7	17751,1
Fazenda B. Verde	2179,6	2523,7	2883,9	940,5	30,8	2,5	2,6	0,5	15,9	606,0	2036,6	2589,0	13811,6
Colônia do Gurguéia	4217,4	2783,4	2308,3	798,8	46,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	436,3	883,5	11473,9
Corrente	4323,1	3368,0	4432,7	1425,2	199,4	0,4	0,1	0,4	53,1	743,3	3691,2	4065,6	22302,7
Fazenda Barras	2911,9	1908,2	2160,7	678,6	10,1	1,0	0,0	0,0	8,4	379,7	2653,0	2674,9	13386,5
Fazenda Caxingó	4727,7	3222,7	3453,5	2214,0	64,7	0,4	0,8	0,0	56,0	977,4	3055,9	3090,6	20863,8
Fazenda Jenipapeiro	3835,4	4034,0	3441,9	1398,8	31,9	4,7	0,1	5,8	23,6	1328,6	3523,5	3813,7	21441,8
Cristalândia do Piauí	3914,4	3472,2	2982,5	1471,0	64,5	0,8	0,5	0,5	40,6	821,8	3222,5	3951,8	19943,0
Cristino Castro	4146,0	2901,4	3255,3	1968,5	141,4	13,3	0,0	0,0	34,7	415,7	1426,0	2570,0	16872,3
Fazenda L. Grande	2616,4	2650,1	3207,4	1537,1	174,7	4,5	0,8	1,1	60,9	447,2	1657,7	2115,9	14473,6
Fazenda Jappeganga	2689,7	2810,6	3094,8	1174,9	35,8	3,0	3,3	0,0	28,3	549,0	1597,3	1621,0	13607,7
Faz. Malhadinha	2893,6	4384,4	6555,7	4049,8	506,9	0,0	0,2	0,0	3,6	457,2	2385,8	3494,6	24731,8
Curimatá	2863,4	2769,4	2689,3	1581,7	70,1	4,2	0,0	1,2	29,5	513,2	2080,3	2896,3	15498,6
Faz. S. Francisco	3453,5	3015,6	3172,3	1471,2	86,0	3,0	0,5	0,7	26,2	588,7	2185,7	2746,6	16750,1
Currais	4037,4	3004,2	3082,2	1392,7	100,6	2,7	0,1	0,4	30,4	452,3	2077,9	2828,2	17009,2
Eliseu Martins	3117,8	1977,1	3138,4	1060,2	139,1	13,7	5,9	0,4	15,2	351,3	1364,2	1935,1	13118,4
Fazenda Puca	2603,9	3243,7	2063,0	1153,5	129,0	6,2	8,6	1,9	45,4	458,1	2326,2	1852,8	13892,3
Fazenda Chupeiro	2786,6	3068,9	3832,9	2408,2	201,1	17,4	6,0	2,0	102,1	461,7	2309,6	2965,2	18161,8
Gilbués	4455,2	3182,5	3026,6	925,3	67,2	0,8	0,0	0,3	36,4	638,5	2930,8	2533,3	17796,8
Fazenda Melância	4976,1	6680,9	2875,6	3400,1	171,9	0,0	0,0	2,1	9,9	475,9	3716,3	5987,1	28295,8
Fazenda Sta. Maria	3319,7	3661,6	3208,2	2237,0	319,3	9,4	0,0	0,0	9,8	807,6	2217,4	2913,6	18703,6
Faz B. dos Felipes	4994,4	4304,1	3159,0	1405,7	31,2	0,5	0,1	0,1	39,2	1264,4	2458,6	3316,9	20974,2
Fazenda Bela Vista	4760,3	3792,5	3549,4	1138,6	39,7	3,3	0,5	1,3	71,3	1075,8	3308,2	4481,0	22222,0
Fazenda Galheiro	5228,0	4645,9	3516,5	2530,7	34,4	9,2	0,0	0,2	129,2	932,9	3719,3	4020,9	24767,3
Júlio Borges	4653,1	3338,8	3549,5	1516,6	102,5	4,2	0,6	0,6	33,9	564,9	2500,9	3170,7	19436,2
Manoel Emídio	2795,8	2304,5	2784,5	1144,5	142,9	11,4	3,3	0,0	6,7	192,4	1086,2	2464,4	12936,7
Monte Alegre	3979,6	2783,9	3074,9	1191,1	65,3	0,8	0,6	2,1	40,9	794,7	2718,8	3126,8	17779,4
Fazenda Paus	5881,7	5023,8	6301,3	3233,9	457,4	23,8	1,6	3,1	35,7	970,1	3756,3	4072,1	29760,9
Faz. V. da Glória	2919,7	3638,1	3742,0	1540,2	61,2	5,6	0,0	1,7	41,8	913,4	2633,1	3392,2	18889,1
Fazenda Regalo	4183,4	2666,7	2846,7	866,9	18,4	0,7	0,0	3,1	34,0	814,0	2576,0	3249,5	17259,4
Morro C. no Tempo	3998,8	2871,9	3082,3	1173,1	87,1	3,5	0,8	0,6	28,9	534,0	2316,7	2794,4	16891,9

Raimundo Mainar de Medeiros, Marcelo Kozmhinsky, Romildo Morant de Holanda, Vicente de Paulo Silva

Palmeira do Piauí	4212,1	2204,8	2327,3	1233,0	164,1	2,3	0,0	0,0	6,2	61,9	1269,6	2367,1	13848,4
Parnaíba	3156,8	3040,4	3691,3	1254,5	68,9	5,7	0,2	1,4	29,2	682,1	2528,7	3480,7	17940,0
Fazenda Barreiro	2794,2	2721,1	2209,8	1221,5	25,5	0,7	0,2	1,0	15,3	465,3	2151,3	2955,1	14560,9
Fazenda Mocambo	3783,4	3348,7	3313,0	1630,9	115,8	4,4	0,7	0,8	31,5	599,8	2419,6	3132,6	18381,2
Red. do Gurgueia	4397,1	2032,0	3221,7	1642,5	117,5	0,0	0,0	0,0	9,5	405,6	1741,9	1753,4	15321,3
Riacho Frio	3675,4	3085,3	3129,2	1559,2	158,4	26,9	20,1	28,0	98,9	731,5	2352,0	2883,8	17748,8
S.G. do Gurgueia	3834,5	2747,9	3384,0	1337,6	97,4	2,9	0,2	0,5	50,4	674,5	2422,2	2744,3	17296,4
Santa Filomena	7337,1	8967,5	7100,9	4759,4	444,2	13,4	0,5	0,1	37,2	866,1	2454,4	5311,0	37291,8
Fazenda Cachoeira	10763,0	18492,3	9823,6	8805,3	962,8	47,3	9,5	0,4	33,0	1585,9	3998,2	7056,1	61577,2
Santa Luz	4224,3	2430,8	3046,6	1091,9	185,9	0,5	0,0	0,0	11,3	148,4	1543,3	2556,2	15239,1
Sebastião Barros	5076,5	4386,4	4442,0	2210,4	223,0	5,1	0,2	0,1	34,4	539,6	2163,5	3550,0	22631,1

Tabela 2 - Valores médios mensais e anuais da precipitação pluvial e da erosividade e seus respectivos desvios percentuais (DES) em relação à média para a área da BHRUP, entre 1960 e 1990.

Mês	Precipitação (1)		Erosividade (1)	
	(mm)	DP (%)	(MJ.mm ha ⁻¹ ano ⁻¹)	DP (%)
Janeiro	175,9	19,2	3914,4	21,4
Fevereiro	162,4	17,7	3416,3	18,7
Março	159,1	17,3	3299,9	18,1
Abril	105,4	11,5	1637,7	9,0
Mai	22,4	2,4	117,9	0,6
Junho	3,2	0,4	4,4	0,0
Julho	1,2	0,1	0,8	0,0
Agosto	1,2	0,1	0,8	0,0
Setembro	10,0	1,1	30,0	0,2
Outubro	57,6	6,3	586,7	3,2
Novembro	128,3	14,0	2288,4	12,5
Dezembro	149,3	16,3	2960,7	16,2
Total	917,6	100,0	18257,9	100,0

(1) Média de 30 anos. DP - desvio percentual

A Figura 3 mostra a erosividade média dos primeiros quatro meses do ano com base na precipitação pluviométrica média para os 49 locais da área da BHRUP.

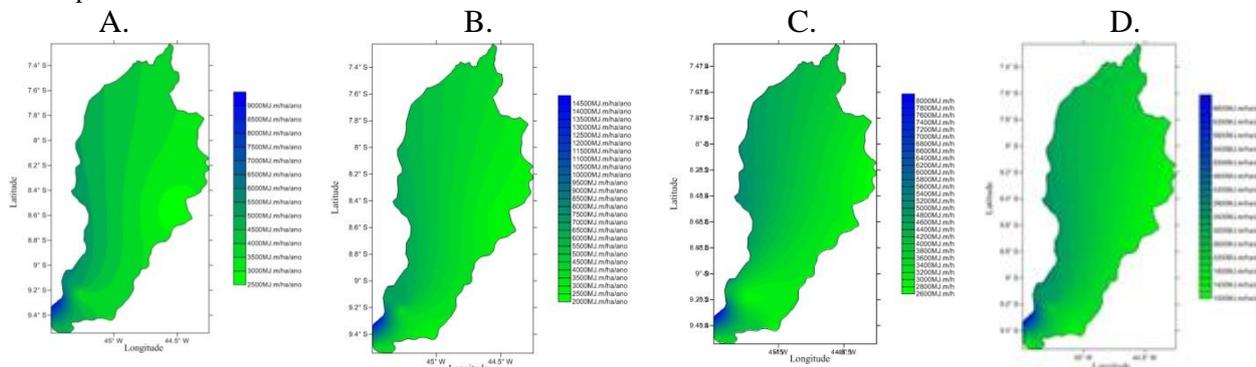


Figura 3 - Erosão da chuva (A) janeiro, (B) fevereiro, (C) março, (D) abril

Nas Figuras 3A, B, C e D a erosividade dos primeiros quatro meses do ano apresentam um acréscimo gradativo de este para oeste, nota-se ainda que os

maiores índices de erosividade se concentram no setor oeste, com picos extremo no sudoeste da BHRUP, próximo dos municípios de Santa Filomena e Gilbuês.

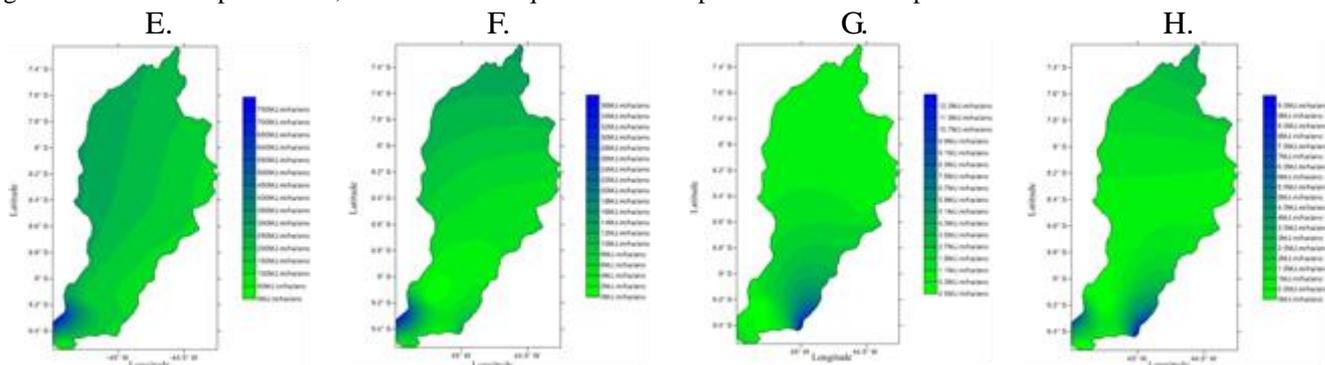


Figura 4. Erosão da chuva (E) maio, (F) junho, (G) julho, (H) agosto.

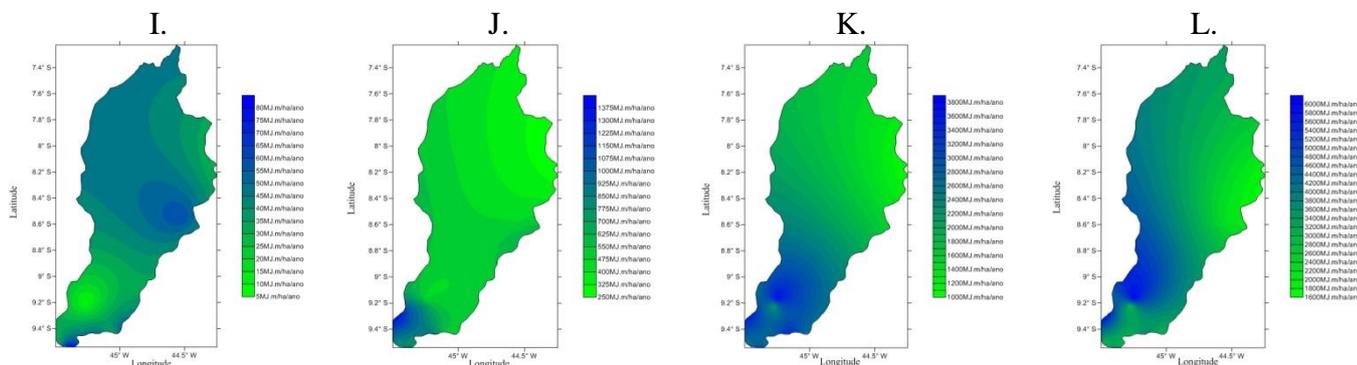


Figura 5. Erosão da chuva (I) setembro, (J) outubro, (K) novembro, (L) dezembro

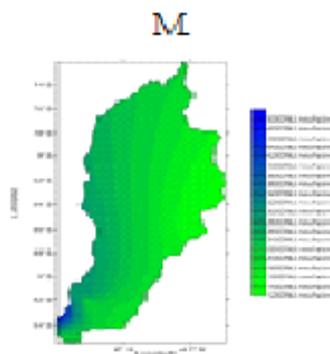


Figura 6. Erosão da chuva (M) anual

A Tabela 3 mostra o período de retorno de ocorrência dos índices de erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$) para a BHRUP no período de 1960 a 1990. Observa-se que os valores do período de retorno de ocorrência determinada para o maior índice de erosividade anual igual a $51.955,2 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$ foram, respectivamente, 31 anos e 3,23%. Da mesma forma, os valores para a menor erosividade igual a $19.608,5 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$ foram de 0,63 anos e de 158,06 %.

Os trabalhos como os dos autores Lima et al. (2014), Ferraz et al. (2014) vem a corroborar com este estudo mostrando erosividades semelhantes ao valores encontrados, Medeiros et al. (2013) encontrou valores de erosividades para o município de São João do Cariri localizado no semiárido paraibano com valores similares.

Tabela 3. Período de retorno de ocorrência dos índices de erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$) na BHRUP no período de 1960 a 1990.

Municípios	Total	Número ordem	Período de retorno
Fazenda Cachoeira	51955,2	1	31,00
Santa Filomena	41244,6	2	15,50
Fazenda Paus	37322,6	3	10,35
Fazenda Melancia	34923,4	4	7,75
Fazenda Galheiro	33616,7	5	6,20
Fazenda Malhaadinha	32992,1	6	5,17
Fazenda Bela Vista	32076,1	7	4,43
Corrente	31937,7	8	3,88
Fazenda Jenipapeiro	31373,2	9	3,88
Sebastião Barros	31184,2	10	3,10
Fazenda Boqueirão Felipe	31019,2	11	2,82
Fazenda Caxingó	31006,7	12	2,38
Cristalândia do Piauí	30028,0	13	2,38
Barreiras do Piauí	29769,8	14	2,21
Fazenda Santa Maria	29503,8	15	2,07
Fazenda Vereda da Gloria	29417,6	16	1,94
Fazenda Chupeiro	29280,8	17	1,82
Julio Borges	28948,6	18	1,72
Riacho Frio	28448,6	19	1,63
Parnaíba	28081,1	20	1,55
Fazenda Regalo	28064,2	21	1,48
Gilbués	28036,2	22	1,41
Monte Alegre do Piauí	27626,0	23	1,29
São Gonçalo do Gurguéia	24099,6	24	1,24
Bom Jesus	28025,6	25	1,35
Morro Cabeça no tempo	26963,0	26	1,19
Currais	26833,4	27	1,15
Cristino Castro	26619,3	28	1,11
Alto Parnaíba	26596,3	29	1,07
Fazenda Conceição	26304,2	30	1,03
Fazenda São Francisco	26226,1	31	1,00
Fazenda Barreiros	25802,7	32	0,94
Fazenda Lagoa Grande	26080,1	33	0,97
Curimatá	25631,2	34	0,91

Fazenda Puca	25413,3	35	0,89
Fazenda Mocambo	25344,6	36	0,86
Fazenda Barra Verde	25227,4	37	0,84
Fazenda Viração	25066,9	38	0,82
Redenção Gurguéia	25004,3	39	0,79
Santa Luz	25002,2	40	0,78
Fazenda Barros	24522,9	41	0,76
Fazenda Japeganga	24872,7	42	0,74
Eliseu Martins	24246,9	43	0,72
Fazenda Vereda da Mata	24010,3	44	0,70
Palmeira do Piauí	23339,4	45	0,69
Manoel Emídio	23197,5	46	0,67
Avelino Lopes	22976,3	47	0,66
Alvorada do Gurguéia	22665,2	48	0,65
Colônia do Gurguéia	19608,5	49	0,63

CONCLUSÕES

A precipitação pluvial entre os meses de outubro a março correspondeu a 90,74% do total anual, e a erosividade para o mesmo período foi de 90,2 % do total anual (Tabela 2). Obviamente, esse é o período de maior risco à erosão hídrica.

Quatro localidades da BHRUP apresentam erosividade em estágio avançado: Fazenda Cachoeira, em Santa Filomena, com 51.955,2 (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹); Santa Filomena, com 41.244,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹; Fazenda Paus, em Monte Alegre do Piauí, com 37.322,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ e Fazenda Melancia, em Gilbués, com 34.923,4 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹.

No município de Colônia do Gurguéia a erosão foi de 19.608,5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ é considerado o de menor risco à erosão. As localidades restantes da BHRUP apresentam índices de erosividade de moderados a fortes. Em média a erosão do solo pela água da chuva é responsável em cerca de 56% da degradação do solos no mundo. Portanto, faz-se necessário o planejamento agrícola para o uso adequado do solo. A erosão na BHRUP é resultado da combinação de um rápido processo de ocupação do solo, tecnificação, solos frágeis, queimadas e chuvas intensas no período chuvoso.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Pós-doc e a Coordenação do centro de Engenharia Ambiental pela pesquisa em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R.F.; Análise de Áreas Susceptíveis à Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. 2012. 112f. **Dissertação** (Mestrado em Sensoriamento) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- Rs, 2012.

BARBOSA, G.S.; Iost, C.; Schiessl, M.A.; Maciel, G.F. Estimativa da erosividade da chuva (R) na Bacia Hidrográfica do rio Manoel Alves Grande localizado no cerrado tocantinense. **In: Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 16. Belém. 2000.

BAZZANO, M.G.P.; Eltz, F.L.F.; Cassol, E.A. Erosividade e Características Hidrológicas das Chuvas de Rio Grande. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p. 235-244, 2010.

BERTONI, J; Lombardi Neto, F. Conservação do Solo. 5 ed. São Paulo: **Ícone**, 360p. 1999.

BERTONI, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. Piracicaba, **Ícone**, 355p. 1990

BRASIL. ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). Convenção das Nações Unidas de combate a desertificação: Nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. 2. ed. Brasília, DF: MMA: Plano Nacional de Combate a Desertificação, 95 p. 1998.

CAMPOS, A.B. Equações de Intensidade-Duração-Frequência de Chuvas Para o Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 45, n. 3, p. 488-498, jul-set, 2014.

CARVALHO, D.F.; Cruz, E.S.; Marinaldo, F.P.; Silva, L.D.B.; Guerra, J.G.M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.3-9,2009.

CASSOL, E.A.; eltz, F.L.F.; Martins, D.; Lemos, A.M.; Lima, V.S.; Bueno, A.C. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32,p.1239-1251, 2008.

- COMDEPI. (2002). Companhia de desenvolvimento do Piauí. Estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto. Teresina, 2002.
- EMATER-PI, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí.
- EMBRAPA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. **Vol. SNLCS**. Rio de Janeiro. 1986.
- FERRAZ, F.T.; Lima, T.P.; França, L.C.J.; Cogo, F.B.; Silva, J.B.L. Intensidade de uso e exploração do solo em trecho do rio Uruçuí-Preto, Piauí. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2014**, 12 a 15 de agosto de 2014 - Teresina-PI, Brasil.
- FRANÇA, L.C.J.; Ferraz, F.T.; Lima, T.P.; Silva, J. B.L. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento das áreas com intensidade de uso do solo em sub-bacia do rio Uruçuí-Preto, Piauí. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2014, 12 a 15 de agosto de 2014 - Teresina-PI, Brasil.
- HUDSON, N. Soil conservation. 3.ed. **Ames, Iowa State University Press**, 391p. 1995.
- KÖPPEN, W.; Geiger, R. “Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes”. Wall-map 150cmx200cm. 1928.
- LIMA, T.P.; França, L.C.J.; ferraz, FT.; Silva, J.B L.; Barbosa, M.F. Intensidade de exploração do solo em uma sub-bacia do rio Uruçuí-Preto, Piauí **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2014** 12 a 15 de agosto de 2014 - Teresina-PI, Brasil.
- LOPEZ-BERMUDEZ, F. Génesis y consecuencia de los procesos erosivos de condiciones ambientales mediterráneas. Seminário “Erosión del suelo em condiciones ambientales mediterráneas”. **Universidad Internacional Menéndez Pelayo, alencia**. 108 pp. 1990.
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. 119p. Reedição. Divulgação Avulsa, 2013.
- MEDEIROS, R.M.; santos, D.C.; santos, D.C.; Rafael, R.A. estimativa da erosividade da chuva em São João do Cariri – PB. **4º encontro Internacional da governancia da água. Inovação na governancia da água e variação climáticas no contexto Ibero-americano**. 2013.
- MORETI, D.; Mannigel, A.R.; Carvalho, M.P. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.25, p.137-145, 2003.
- PARR, J.F.; Stewart, B.A.; Ornick, S.B.; Singh, R.P. Improving the sustainability of dryland farming system: a global perspective. In, **Adv. Soil Science**, v.13, p.1-7. 1990.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; Salcedo, I. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semiárida. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro. CD-ROOM. 1997.
- SORIANO, B.M.A. Caracterização climática de Corumbá - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, EMBRAPA-CPAP. **Boletim de Pesquisa**, p.25, 1997.
- SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí. Recife, 1990, Série Pluviometria, 2.
- WISCHMEIER, W.H.; Smith, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, **Washington**, v.39, n.2, p.285-291, 1958.
- WISCHMEIER, W.H. Storms and soil conservation. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.17, p.55-59, 1962.
- WISCHMEIER, W.H.; Johnson, C.B.; Cross, B.V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, n.26, p.189-193, 1971.
- WISCHMEIER, W.H.; Smith, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guid Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: **USDA**. 58p. 1978.