

## EROSIVIDADE DA CHUVA NA REGIÃO DO MÉDIO SOLIMÕES, AMAZONAS, BRASIL

João Cândido André da Silva Neto

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil  
[joaocandido@ufam.edu.br](mailto:joaocandido@ufam.edu.br)

Natacha Cíntia Regina Aleixo

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil  
[natachaaleixo@ufam.edu.br](mailto:natachaaleixo@ufam.edu.br)

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar a erosividade da chuva na região do Médio Solimões no estado do Amazonas, Brasil, a partir uma série histórica de dados de 1992 a 2012, retirados de trinta e duas (32) estações meteorológicas distribuídas na região. O valor médio do índice de erosividade foi determinado conforme a proposta de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), implementado no software de geoprocessamento Quantum GIS (QGIS) 2.18. Os índices de erosividade mensal na região apresentaram uma sazonalidade em que predomina índices de erosividade superiores a  $700 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ , o que corresponde às classes Muito Alta e Alta, os índices foram observados entre os meses de dezembro e maio. Do mês de junho até o mês de setembro, observou-se a diminuição dos índices mensais de erosividade, predominando valores inferiores a  $500 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ . Nos meses de outubro e novembro, os índices de erosividade voltam a aumentar, caracterizando-se como uma transição entre período seco e chuvoso na região do Médio Solimões. Os índices de erosividade anual predominantes na região foram valores superiores a  $7000 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo às classes Muito Alta e Alta.

**Palavras-chave:** Erosão. Precipitação pluviométrica. Amazônia.

### RAINFALL EROSIVITY IN REGION OF MIDDLE SOLIMÕES, AMAZONAS STATE, BRAZIL

#### ABSTRACT

The goal of this survey was to analyze the rainfall erosivity in region of Médio Solimões, Amazonas state, Brazil, from a historical data series from 1992 to 2012, using data from thirty-two (32) meteorological stations distributed in the region. The determination of the mean value of the erosivity index was as proposed by Lombardi Neto and Moldenhauer (1992), implemented in Quantum GIS geoprocessing software (QGIS) 2.18. Monthly erosivity indexes in the region present a seasonality in which erosivity indexes higher than  $700 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ month}^{-1}$  correspond to the Very High and High classes, observed between the months of December and May. From June to September, the monthly erosivity indexes decrease, with values lower than  $500 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ month}^{-1}$ . In the months of October and November the rates of erosivity increase again, characterizing as a transition between dry and rainy season in the region of Middle Solimões. The annual erosivity indexes prevailing in the region were values higher than  $7000 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ year}^{-1}$ , corresponding to the Very High and High classes.

**Keywords:** Erosion. Rainfall. Amazon.

### INTRODUÇÃO

Erosão pode ser entendida como um processo complexo influenciado por vários fatores, de forma e magnitude variável, de acordo com as características de cada localidade onde o processo se manifesta (SILVA, et al. 2007).

Silva, et al. (2007), consideraram ainda que os processos erosivos estão diretamente associados aos cinco fatores principais, são eles: tipos de solos, embasamento geológico, clima, relevo, uso da terra, coberturas vegetais e tipos de manejos.

Para Wischmeier e Smith (1978), a relação dos fatores que influenciam os processos erosivos em um local é determinada pela maneira particular em que as diferentes variáveis físicas relacionam-se e são combinadas em um determinado local.

Os processos erosivos, são processos naturais que podem ser intensificados pelas intervenções humanas na natureza. Essas alterações nas dinâmicas da natureza, quando não respeitados seus limites físicos-naturais, tendem a gerar impactos diretos que influenciam e são influenciados pelo uso e ocupação da terra, devido à perda de terras produtivas ocasionadas por esses processos.

Para Pruski (2006), a erosão origina-se no rompimento do equilíbrio natural no solo, em decorrência da ação de forças advindas de fatores climáticos como chuva e vento, que se associado a outros fatores, acabam por determinar a intensidade do processo erosivo, como os diferentes tipos e intensidades de usos da terra.

Assim, a erosão pode ser entendida como um problema de ordem socioambiental, por extrapolar os limites físicos-naturais das paisagens, influenciando diretamente nas dinâmicas natureza e sociedade.

Wischmeier e Smith (1978), no guia "*Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*", estabeleceu uma equação a USLE (*Universal Soil Loss Equation*) que visava integrar os fatores determinantes para o desencadeamento dos processos erosivos, como a erodibilidade dos solos (fator K), relevo (fator topográfico LS), cobertura vegetal, manejo e práticas conservacionistas (CV) bem como a erosividade da chuva (fator R), a fim de se estabelecer estimativas de perda de solos, medidas conservacionistas e planos de manejos.

O fator erosividade da chuva (R) é definido como o índice de erosão da chuva de um local, que visa uma avaliação numérica do valor médio anual da chuva de um local, expressando a capacidade daquela chuva de erodir o solo de um terreno desprotegido de vegetação (LOMBARDI NETO e MOLDENHAUER,1992).

O valor numérico utilizado para o fator erosividade (R) na equação de perda de solo deve quantificar o efeito de impacto da chuva e também deve fornecer informações relativas à quantidade e a taxa de escoamento provavelmente associados à chuva. (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Silva (2004), definiu a erosividade das chuvas como a potencial capacidade de chuva para causar perda de solo.

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo foi analisar a erosividade das chuvas na região do Médio Solimões no estado do Amazonas, Brasil. Considerando uma série histórica de dados de 1992 a 2012, em que foram utilizados os dados de trinta e duas (32) estações meteorológicas distribuídas na região.

Enfatiza-se que os outros fatores da USLE (*Universal Soil Loss Equation*), não foram abordados nesse momento, porque o foco do trabalho foi estabelecer uma caracterização da erosividade das chuvas na região abordada.

O presente estudo justifica-se pelo entendimento da erosividade como o potencial das chuvas em desencadear os processos erosivos, considerado como um fator primordial para se analisar e estimar perda de solos, podendo ainda auxiliar as diretrizes para implementação de medidas de manejo na região do Médio Solimões na Amazônia brasileira.

Guerra (2005), considerou que os processos de desgastes dos solos desencadeados pela precipitação pluviométrica compreendem quase toda superfície terrestre, recebendo destaque as áreas localizadas na zona intertropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta, observando, em contrapartida, que em áreas onde há concentração de chuvas durante algumas estações do ano, os processos erosivos são mais intensos.

Silva (2004), corroborando com Guerra (2005), afirma que a região Amazônica se caracteriza por apresentar os maiores índices de erosividade no Brasil.

Outro ponto que deve ser considerado, segundo Trindade et al. (2016), é que a Bacia Amazônica apresenta a maior área territorial, no contexto nacional, porém, apresenta a menor série histórica de dados e de densidade de estações meteorológicas, em relação à área, o que contribui para ausência de estudos nessa temática na região.

Assim, o presente estudo justifica-se ainda pela ausência de pesquisas desse tipo para região do Médio Solimões, que poderiam auxiliar nos planos de manejo para conservação dos solos na região.

## METODOLOGIA

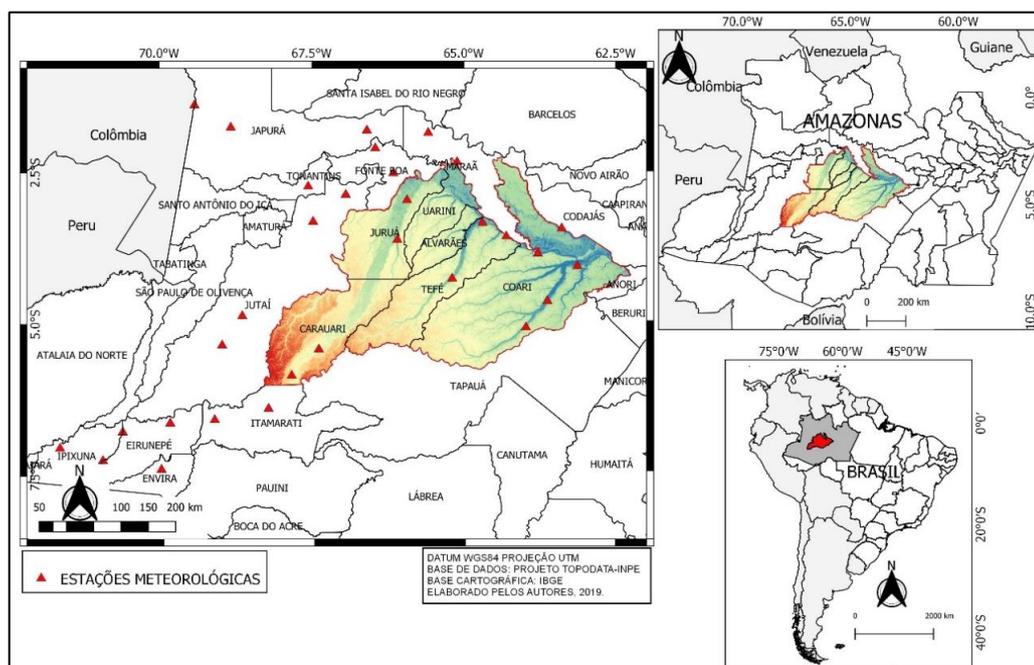
### Área de estudo

A área abordada para estudo compreende os municípios de Coari, Tefé, Alvarães, Uarini, Carauari e Juruá, localizados na Região do Médio Solimões no estado do Amazonas, Brasil. Segundo Ross (2006) a região do Médio Solimões é caracterizada como sistemas ambientais naturais pouco transformados, apresenta características marcantes do ponto de vista de sua compartimentação geomorfológica definida como bacias e coberturas sedimentares Fanerozóicas e Depósitos Sedimentares Quaternários, em que predominam baixas altitudes que oscilam entre 20 metros e no máximo 140 metros aproximadamente (IBGE, 2018).

Segundo Maia e Marmos (2010), quanto às unidades litológicas da área, verifica-se formações recentes do Cenozóico, Terraços Fluviais do pleistoceno, sedimento fluvial arenoso, siltoso e cascalheira, geralmente inconsolidados.

Os terraços fluviais correspondem a amplos depósitos sedimentares constituídos por argila, areia e cascalho, via-de-regra, inconsolidados a semi-consolidados e com dezenas de metros de espessura.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte - IBGE, 2018; TOPODATA-INPE, 2011. Org: Autores, 2019.

Os depósitos aluvionares do holoceno caracterizam-se pelos sedimentos de canal fluvial e da planície de inundação, arenoso, siltoso e argiloso, com níveis de cascalho. Depósito lacustre argiloso, arenoso fino com matéria orgânica, revela uma morfologia característica de planície sedimentar onde é comum o padrão de canais fluviais meandantes, lagos de variada conformação e meandros abandonados que registram a migração lateral do curso dos rios. A planície encontra-se representada por sedimentos arenosos a argilosos inconsolidados a semiconsolidados, associando-lhes níveis de cascalho e matéria orgânica (MAIA e MARMOS, 2010).

A Formação Içá é caracterizada por arenitos ferruginosos, siltitos, argilitos e subordinadas lentes turfáceas. Reúne ainda arenitos amarelo-avermelhados, finos a conglomeráticos, friáveis, com siltitos subordinados e argilitos de características eminentemente continentais e depositados sob condições fluviais de elevada energia e clima árido (IBGE, 2018; MAIA e MARMOS, 2010). Os solos predominantes na região são os Argissolos Vermelho-amarelo, Gleissolos, Plintossolos, Neossolos Quartzarênicos, verificando-se ainda pequenas áreas de Latossolos e Espodossolos (IBGE, 2018; EMBRAPA, 2006).

### Procedimentos metodológicos

Foram consultados trabalhos que abordassem a Erosividade na região Amazônica, região Norte do Brasil e Erosividade em um contexto geral, assim, foram selecionados os trabalhos que contemplavam a temática da pesquisa, como de Silva (2004), intitulado “*Rainfall erosivity map for Brazil*”; e Costa et al. (2013), que abordou o potencial erosivo e índice de anomalias de chuvas no polo de produção de grãos de Paragominas, Pará. A consulta abrangeu os trabalhos de Lima et al. (2014), que faz uma análise do fator de erosividade da chuva para uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia; Trindade et al. (2016), que abordaram a variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil; Souza e Galvani (2014), que analisaram a determinação do índice de erosividade das chuvas para o município de Umuarama – PR; e Pereira e Rodrigues (2018), que analisou a erosividade das chuvas na área de influência da UHE Aguiar I, na bacia do rio Araguaí – MG.

Foram consultados ainda trabalhos relevantes sobre equação universal de perda de solos e índice de erosividade, a saber: Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992), Wischmeier e Smith (1978), Bertoni e Lombardi Neto (1999).

Foram coletados dados de precipitação pluvial (mensais e anuais), na Agência Nacional de Águas (ANA) pela plataforma Hidroweb. Em decorrência da qualidade e disponibilidade dos dados, foi escolhido o período de 1992 a 2012 para análise. Também foram utilizados dados das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na região.

Para as estações que apresentaram dados mensais faltantes, foram utilizados dados das estações mais próximas e aplicadas técnicas de preenchimento de falhas, como a regressão linear e, no caso da estação se situar em área distante de outro posto meteorológico, utilizou-se também da média estatística dos dados da própria estação pelo maior período de tempo disponível.

Verificou-se que, na região do Médio Solimões, a presença de estações meteorológicas é escassa, ou seja, boa parte apresentou falhas nos dados, sendo necessário utilizar-se de estações fora do limite da região para realização da interpolação dos dados em perspectiva regional. Foram selecionadas 32 estações meteorológicas para compor a análise regional da precipitação pluvial na região, conforme a Figura 1.

A determinação do valor médio do índice de erosividade por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação foi realizada conforme a equação (1) proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992):

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

Onde:

$EI$  = média mensal do índice de erosividade, em MJ/ha.mm;

$r$  = média mensal de precipitação, em mm ;

$P$  = média anual de precipitação, em mm

Para a determinação de erosividade anual ( $R$ ) somou-se os valores mensais do índice de erosividade para toda a série histórica (2).

$$R = \sum EI \quad (2)$$

Onde:

$R$  = erosividade da chuva (MJ/ha.mm/ano)

$EI$  = média mensal do índice de erosividade

Após o tratamento estatístico dos dados de precipitação e erosividade, realizou-se a interpolação dos dados utilizando-se o método Ponderação do Inverso das Distâncias (*Inverse Distance Weighting*), o qual estima medidas desconhecidas de um campo contínuo para locais onde não há medidas disponíveis (LONGLEY, et al. 2013).

Para Camargo et al. (2004) a formulação geral para este tipo de interpolação obedece a equação (3):

$$\hat{Z}_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}Z_j}{\sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (3)$$

Onde:

$Z_i$  é o valor de cota de um ponto  $i$  qualquer da grade;  $Z_j$  é a cota de uma amostra  $j$  vizinha do ponto  $i$  da grade e  $W_{ij}$  é um fator de ponderação.

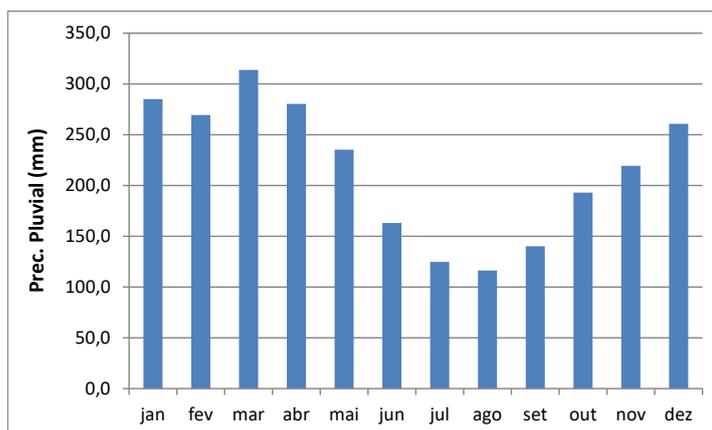
A implementação do tratamento geostatístico foi realizado no software gratuito de geoprocessamento Quantum GIS (QGIS) 2.18.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 1992 a 2012, verificou-se que as médias mensais de chuvas apontam para a sazonalidade distinta na região. O período mais chuvoso concentrou-se entre os meses de dezembro e maio. Em junho, ocorre a diminuição das médias mensais de precipitação pluvial abaixo de 200 mm. Neste cenário, o mês de agosto apresenta a menor média; 116mm. Dessa maneira, os meses de junho a outubro são considerados representativos do período mais seco. A partir de outubro, o total de chuvas aumenta, porém, apenas durante o mês de novembro, com valor médio mensal superior a 200 mm, sendo este considerado um mês transicional.

Na região, consideram-se os meses de dezembro a maio como representativos do período chuvoso e de junho a outubro como representativos do período seco, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Chuvas médias mensais na região do Médio Solimões (1992-2012).



Fonte - ANA e INMET. Org.: Autores, 2019.

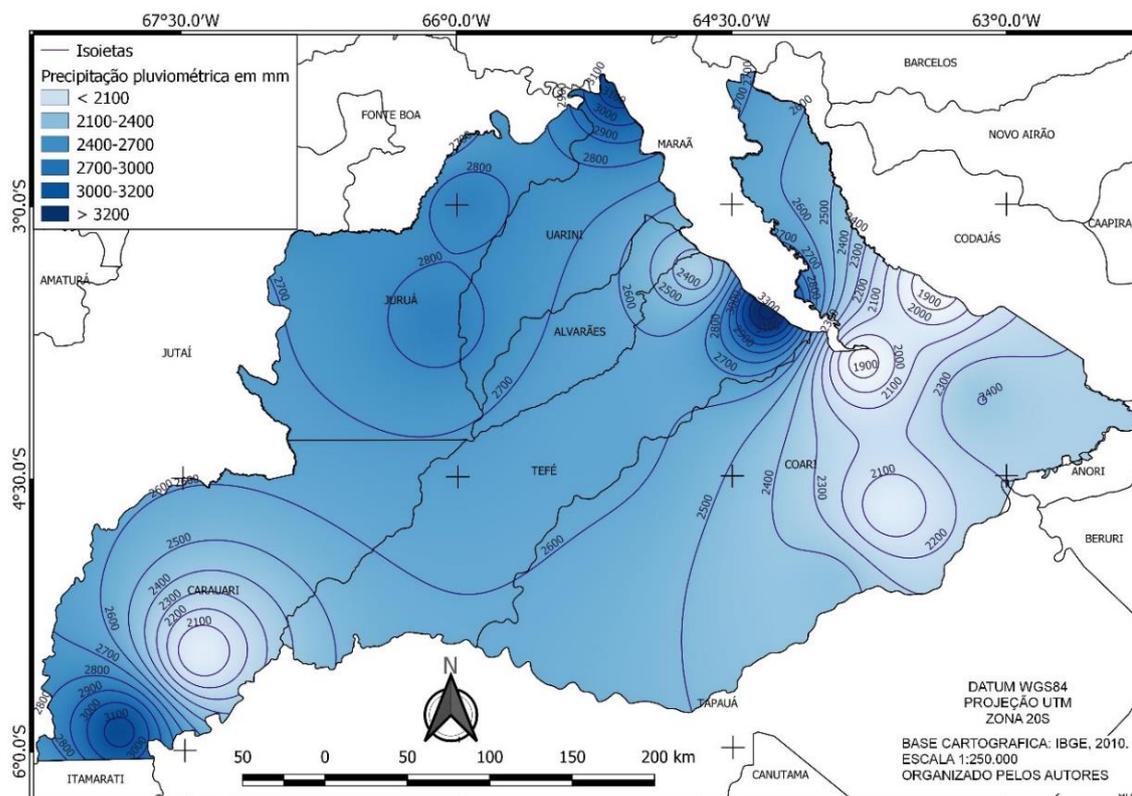
Na região Amazônica a precipitação pluvial é o elemento climático que demonstra a sazonalidade, pois, por localizar-se em área equatorial a insolação é elevada e a amplitude térmica mensal baixa de 1 a 2°C. Os totais de chuvas analisados demonstraram que o período mais chuvoso concentrou-se nos meses de dezembro a maio e contribuiu com 63% do volume total da região; os meses de junho a agosto contribuíram apenas com 16% e os meses de setembro a novembro com 21% do total.

Com relação aos mecanismos de precipitação, diferentes autores têm afirmado que os sistemas de grande escala, escala sinótica, mesoescala e local, influenciam na frequência e espacialidade da chuva na região Amazônica. Sistemas como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a circulação de Walker e Hadley, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta da Bolívia, Linhas de Instabilidade, Frentes e sistemas convectivos locais influenciam na gênese das chuvas e sua distribuição em períodos distintos na região Amazônica. (Molion, 1987; Fisch, et al. 1998; Marengo e Nobre, 2009).

Na região do Médio Solimões, os maiores totais anuais de precipitação pluvial ocorreram na porção norte e sudoeste, nos municípios de Uarini e Juruá em parte de Tefé e Carauari, com totais superiores a 3200 mm anuais nos postos pluviométricos. As isoietas anuais da região do Médio Solimões mostram que a porção norte é a que concentra os volumes anuais de chuvas elevados seguida da parte central, provocadas pela atuação dos diferentes sistemas atmosféricos, em especial a ZCIT no período chuvoso.

Os menores totais pluviométricos da região apresentaram-se com valores inferiores a 2100 mm na porção leste e oeste, compreendendo parte da área do município de Carauari, de acordo com a Figura 3.

Figura 3 - Média do total de chuva anual na região do Médio Solimões.



Fonte - Autores, 2018.

A partir dos dados de precipitação pluviométrica, foi aplicada a equação proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), e estabelecida a classificação anual e mensal da erosividade da chuva na região do Médio Solimões, baseado na proposta de Carvalho (1994) que, com os valores em  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ , estabeleceu as classes: Muito baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta (Quadro 1).

Quadro 1 - Classes de erosividade da chuva média anual e mensal.

Classe de erosividade	Valores de erosividade	
	$\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	$\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$
Muito baixa	$R < 2.500$	$R < 250$
Baixa	$2.500 < R < 5.000$	$250 < R < 500$
Média	$5.000 < R < 7.000$	$500 < R < 700$
Alta	$7.000 < R < 10.000$	$700 < R < 1.000$
Muito alta	$R > 10.000$	$R > 1.000$

Fonte - Adaptado de Carvalho, 1994.

A distribuição sazonal da erosividade na área de estudo conforme Quadro 2, demonstrou que os meses de dezembro a maio apresentaram os maiores índices com valores entre 700 e 1900  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ , sobretudo o mês de março que apresentou erosividade muito alta em todas estações, seguido pelo mês de abril.

Quadro 2 - Classes de erosividade da chuva média mensal de janeiro a junho.

ID	ESTAÇÃO	COORDENADAS		Valores de erosividade (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )					
		W	S	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
1	Barreirinha	66° 27' 46"	02° 06' 59"	1184,88	902,52	1262,37	1321,04	1360,26	859,71
2	Barro Alto	63° 47' 09"	03° 52' 30"	1048,21	745,55	1309,42	806,01	854,96	272,66
3	Coari 3001	63° 08' 00"	04° 05' 00"	1366,42	1353,23	1770,97	1403,72	843,43	338,89
4	Colocação Caxias Novo	68° 59' 54"	05° 22' 51"	1672,75	1293,89	1789,59	1218,03	713,62	451,47
5	Conceição	68° 39' 48"	04° 53' 48"	1510,53	1203,41	1547,48	1538,2	825,2	392,13
6	Eirunepé	69° 52' 00"	06° 40' 00"	1436,15	1420,52	1406,23	1333,92	532,26	207,56
7	Envira	70° 01' 21"	07° 25' 41"	1979,91	1925,52	1623,25	956,81	475,59	125,81
8	Espírito Santo	67° 34' 00"	02° 45' 00"	1381,65	1000,46	1306,49	1164,97	994,62	538,64
9	Estirão da Santa Cruz	65° 12' 06"	04° 17' 32"	1316,93	1249,31	1898,48	1352,06	857,49	406,31
10	Fonte Boa	66° 10' 00"	02° 32' 00"	1001,58	745,45	1127,57	1315,92	1329,19	739,77
11	Forte Das Graças	66° 06' 11"	03° 38' 29"	1237,24	1396,67	2208,11	1234,41	1113,11	585,19
12	Foz Do Gregório	70° 39' 00"	06° 48' 00"	843,08	1180,12	1180,87	759,84	524,81	291,43
13	Ipixuna	71° 41' 03"	07° 03' 03"	1029,48	911,21	1282,49	972,44	542,31	314
14	Japura Acanauí	66° 36' 00"	01° 49' 15"	1147,21	1026,5	1327,57	1630,76	1572,24	1030,4
15	Japura Villa Bittencourt	69° 25' 42"	01° 23' 41"	863,93	1025,33	1172,52	1368,64	1174,14	729,63
16	Jutica	64° 18' 25"	03° 35' 25"	1610,23	1253,81	1701,65	1577,73	1253,41	717,83
17	Liberdade	63° 23' 32"	03° 27' 23"	889,41	755,86	1327,52	816,86	865,84	275,89
18	Mangueira	68° 50' 00"	01° 46' 00"	988,87	1388,86	1874,32	1022,65	1063,4	609,24
19	Maraas	65° 35' 26"	01° 51' 40"	737,06	835,11	1264,41	1081,03	1203,93	961,99
20	Marimari	67° 24' 21"	05° 27' 39"	1074,92	994,3	1201,69	968,84	569,1	253,45
21	Martirio	65° 56' 31"	02° 58' 52"	1326,11	946,5	1463,03	1472,05	1252,59	808,64
22	Porto Antunes	66° 56' 57"	02° 53' 25"	1478	959,23	1462,97	1349,02	1150,31	788,96
23	Porto Seguro	67° 29' 20"	03° 20' 14"	1134,57	851,74	1170,99	1341,88	1101,94	557,95
24	Santos Dumont	68° 14' 38"	06° 26' 30"	1697,99	1578,53	1687,56	1095,81	546,72	231,82
25	São Pedro Maraá	65° 07' 00"	02° 21' 00"	928,82	936,98	1446,73	1479,6	1269,73	915,26
26	Seringal Boa Fé	72° 20' 01"	07° 14' 09"	1268,58	1136,47	1293,05	1273,77	618,92	203,94
27	Seringal Moreira	63° 59' 05"	05° 06' 33"	1270,94	1458,77	1550,77	1511,96	771,7	306,63
28	Seringal St. Amaro	70° 59' 00"	07° 16' 00"	1379,95	1296,9	1790,47	1058,69	729,53	319,28
29	Soledade	69° 08' 00"	06° 37' 00"	1806,83	1649,08	1587,9	1186,77	757,28	400,41
30	Tefé INMET	64° 42' 00"	03° 22' 00"	1333,75	1089,25	1353,6	1362,84	1043,74	448,13
31	Vista Alegre	63° 37' 40"	04° 40' 21"	898,92	1017,33	1158,8	1170,01	583,43	369,15
32	Xibaua	67° 51' 25"	05° 53' 37"	1729,53	1398,18	1986,15	1050,02	832,99	569,59
		<b>CLASSES DE EROSIVIDADE</b>		<b>Muito alta</b>	<b>Alta</b>	<b>Média</b>	<b>Muito baixa</b>	<b>Baixa</b>	

Fonte - Hidroweb - ANA, 2015. Organizado pelos autores, 2019.

Nos meses de junho a novembro os índices de erosividade, variaram entre 100 e 1300 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, tendo uma relação direta com a precipitação pluviométrica da região, observando-se nos meses de julho e agosto Erosividade Muito Baixa em várias estações.

Quanto a distribuição espacial e temporal da erosividade nos municípios do Médio Solimões, observou-se que no mês de janeiro, os maiores índices de erosividade se concentraram na porção norte do município de Tefé, com valores próximos 1500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>; e porção sul do município de Carauari com valores próximos 1700 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Os menores índices de erosividade em janeiro, a saber, entre 800 e 1100, foram observados na porção norte dos municípios de Juruá e Uarini e grande parte do município de Coari.

Em fevereiro, os maiores índices de erosividade foram observados na porção central de Juruá e sul de Uarini, com valores entre 1200 e 1400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>; leste e sul de Coari, com valores próximos 1400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>; município de Tefé, com valores próximos 1500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>; e porção sul do município de Carauari, com valores próximos 1200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Quadro 3 - Classes de erosividade da chuva média mensal de julho a dezembro.

ID	ESTAÇÃO	COORDENADAS		Valores de erosividade (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup> )					
		W	S	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	Barreirinha	66° 27' 46"	02° 06' 59"	734,44	582,64	533,28	790,19	913,55	1329,42
2	Barro Alto	63° 47' 09"	03° 52' 30"	176,21	108,7	276,38	345,43	686,8	1098,77
3	Coari 3001	63° 08' 00"	04° 05' 00"	151,46	139,85	198,55	465,51	796,28	1051,94
4	Colocação Caxias Novo	68° 59' 54"	05° 22' 51"	242,91	246,02	404,28	727,17	996,32	1332,44
5	Conceição	68° 39' 48"	04° 53' 48"	219,02	188,75	369,79	619,62	919,96	1231,41
6	Eirunepé	69° 52' 00"	06° 40' 00"	108,44	163,22	390,23	709,04	839,03	1361,24
7	Envira	70° 01' 21"	07° 25' 41"	59,33	122,77	264,01	844,32	1000,1	1650,32
8	Espírito Santo	67° 34' 00"	02° 45' 00"	478,58	323,83	438,88	631,35	798,26	944,12
9	Estrão da Santa Cruz	65° 12' 06"	04° 17' 32"	314,17	242,23	377,09	522,91	553,39	1235,9
10	Fonte Boa	66° 10' 00"	02° 32' 00"	575,29	321,55	384,01	490,62	629,64	821,19
11	Forte Das Graças	66° 06' 11"	03° 38' 29"	319,09	394,2	508,16	546,46	703,17	684,43
12	Foz Do Gregório	70° 39' 00"	06° 48' 00"	180,16	224,73	467,1	723,42	799,57	895,84
13	Ipixuna	71° 41' 03"	07° 03' 03"	214,4	235,47	398,04	867,64	984,83	1342,56
14	Japura Acanauí	66° 36' 00"	01° 49' 15"	754,69	493,48	514,71	454,9	623,11	843,07
15	Japura Villa Bittencourt	69° 25' 42"	01° 23' 41"	668,95	712,03	465,09	771,87	583,08	738,22
16	Jutica	64° 18' 25"	03° 35' 25"	389,55	339,6	483,9	833,41	936,32	1133,1
17	Liberdade	63° 23' 32"	03° 27' 23"	177,37	110,2	254,82	350,2	688,49	1104,89
18	Mangueira	68° 50' 00"	01° 46' 00"	572,54	497,97	680,12	949,1	896,78	1287,59
19	Maraas	65° 35' 26"	01° 51' 40"	592,67	403,27	304,19	303,13	435,81	723,91
20	Marimari	67° 24' 21"	05° 27' 39"	122,72	155,11	288,74	596,5	916,77	1117,8
21	Martirio	65° 56' 31"	02° 58' 52"	571,6	464,3	382,46	481,54	651,46	832,9
22	Porto Antunes	66° 56' 57"	02° 53' 25"	490,53	417,25	388,1	556,86	741,78	861,34
23	Porto Seguro	67° 29' 20"	03° 20' 14"	430,63	345,69	394,66	643,36	665,57	854,17
24	Santos Dumont	68° 14' 38"	06° 26' 30"	102,52	139,49	181,08	846,76	820,13	1354,84
25	São Pedro Maraa	65° 07' 00"	02° 21' 00"	662,6	481,84	608,04	819,77	815,18	1031,27
26	Seringal Boa Fé	72° 20' 01"	07° 14' 09"	118,04	117,84	320,38	674,77	1065,53	1096,73
27	Seringal Moreira	63° 59' 05"	05° 06' 33"	227,32	147,41	312,26	489,58	778,38	1041,01
28	Seringal St. Amaro	70° 59' 00"	07° 16' 00"	119,15	143,67	317,61	731,52	793,26	1290,48
29	Soledade	69° 08' 00"	06° 37' 00"	149,77	212,03	341,84	1033,76	1289,62	1441,15
30	Tefé INMET	64° 42' 00"	03° 22' 00"	270,18	196,32	280,33	493,95	603,73	811,8
31	Vista Alegre	63° 37' 40"	04° 40' 21"	235,03	254,86	318,95	425,28	772,5	845,26
32	Xibaua	67° 51' 25"	05° 53' 37"	108,31	168,02	289,3	1193,82	1346,5	1589,1
		CLASSES DE EROSIVIDADE		Muito alta	Alta	Média	Muito baixa	Baixa	

Fonte - Hidroweb - ANA, 2015. Organizado pelos autores, 2019.

Os menores índices de erosividade em fevereiro, próximos a 900 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, foram observados na porção norte dos municípios de Juruá, Uarini e de Coari.

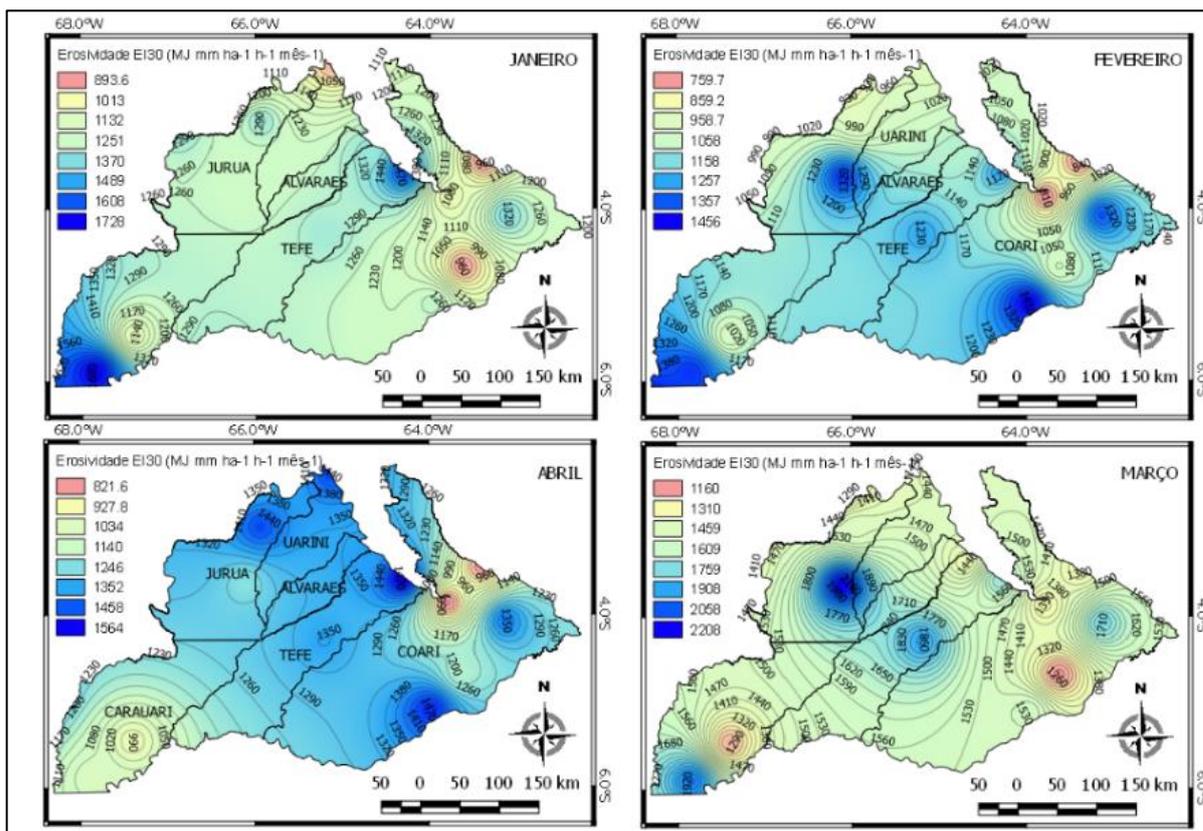
No mês de março, verificou-se o aumento dos índices de erosividade, com valores próximos a 2200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, observados na porção central de Juruá e sul de Uarini; valores próximos 1900 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> na porção central do município de Tefé; e na porção sul do município de Carauari, valores próximos 2000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>.

Em março, os menores índices de erosividade, associados a 1200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, foram observados na porção leste dos municípios de Carauari e em grande parte do município de Coari, além da porção norte do recorte espacial analisado.

No mês de abril, verificaram-se índices de erosividade com valores próximos a 1500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> observados na porção sudeste de Coari e nas porções norte de Juruá, Uarini e Tefé.

Os menores índices de erosividade, com valores inferiores a 1000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, foram observados na porção sul do município de Carauari e norte do município de Coari (Figura 4).

Figura 4 - Erosividade mensal das chuvas na região do Médio Solimões de janeiro a abril.



Fonte - Elaborado pelos autores, 2019.

Em maio, os maiores índices de erosividade, definidos como Muito Alta Erosividade, com valores próximos a 1300 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, foram observados na porção norte dos municípios de Uarini, Alvarães, Tefé e Coari.

Por sua vez, os menores índices de erosividade, entre 500 e 700 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como Média Erosividade, foram observados na porção sudeste de Coari e sul de Carauari.

A partir do mês de junho, observa-se a diminuição dos índices de erosividade na região do Médio Solimões, onde os maiores índices foram de aproximadamente 900 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como Alta Erosividade, verificados nas porções norte dos municípios de Juruá e Uarini.

Verificou-se que os menores índices de erosividade, entre 250 e 350 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como Baixa Erosividade, foram observados na maior porção o município de Coari e sul de Carauari.

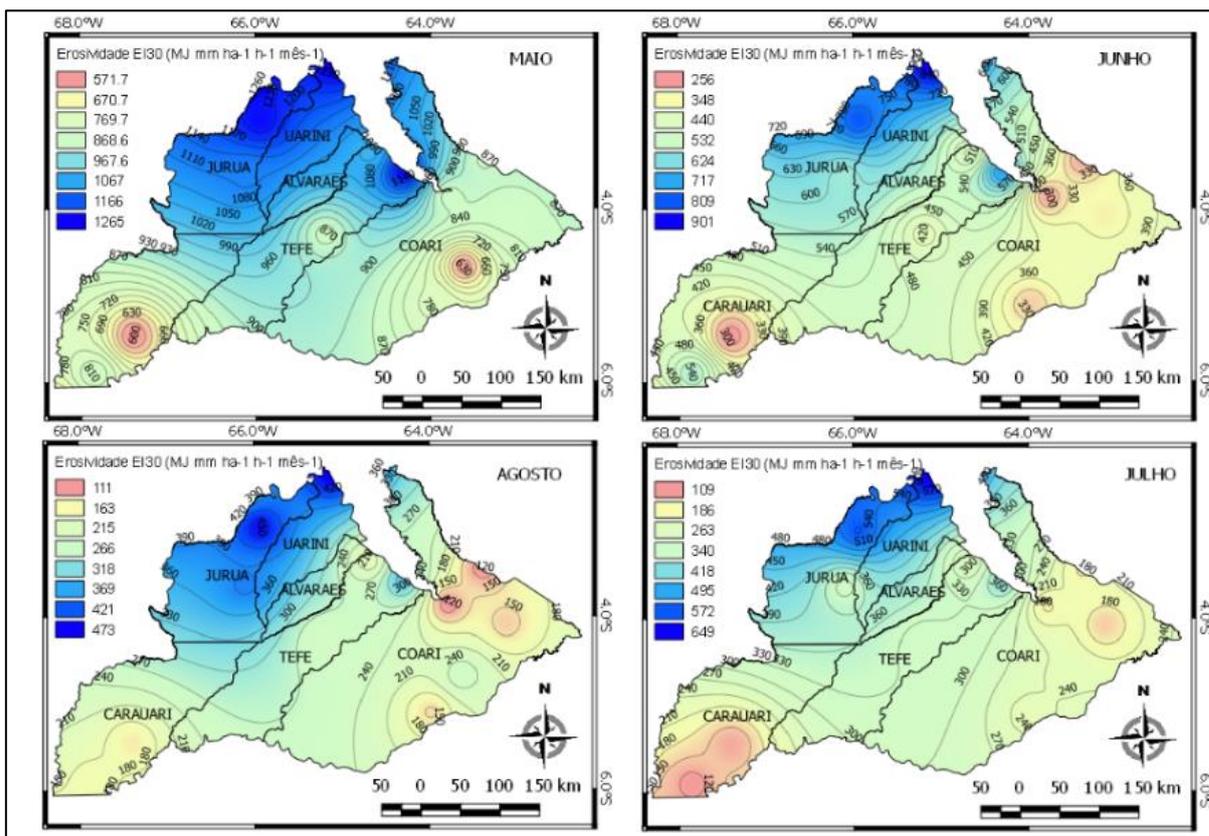
No mês de julho, foi observado o menor índice de erosividade na região do Médio Solimões, de aproximadamente 100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definido como Muito Baixa Erosividade, obedecendo a uma configuração de distribuição muito semelhante ao mês de junho, sobretudo, os menores índices são observados na porção sul do município de Carauari.

Os maiores índices verificados foram de aproximadamente 650 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como Média Erosividade, verificados nas porções norte dos municípios de Juruá e Uarini.

No mês de agosto, são verificados os menores índices máximos de erosividade na região do Médio Solimões, de aproximadamente 470 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>. Agosto é o único mês em que os índices máximos são definidos como Baixa Erosividade. Esses valores são verificados nas porções norte dos municípios de Juruá e Uarini.

Os menores índices de erosividade são verificados na porção nordeste do município de Coari, de aproximadamente 110 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, classificado como erosividade Muito Baixa (Figura 5).

Figura 5 - Erosividade mensal das chuvas na região do Médio Solimões de maio a agosto.



Fonte - Autores, 2019.

A partir do mês de setembro, verifica-se que os índices de erosividade na região do Médio Solimões voltam a aumentar gradativamente, apresentando os menores índices, com valores próximos a 200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, classificado como erosividade Muito Baixa, observado na porção leste do município de Coari.

Quanto aos índices máximos, são verificados valores próximos a 600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como Média Erosividade, esses valores são verificados nas porções norte do município de Uarini.

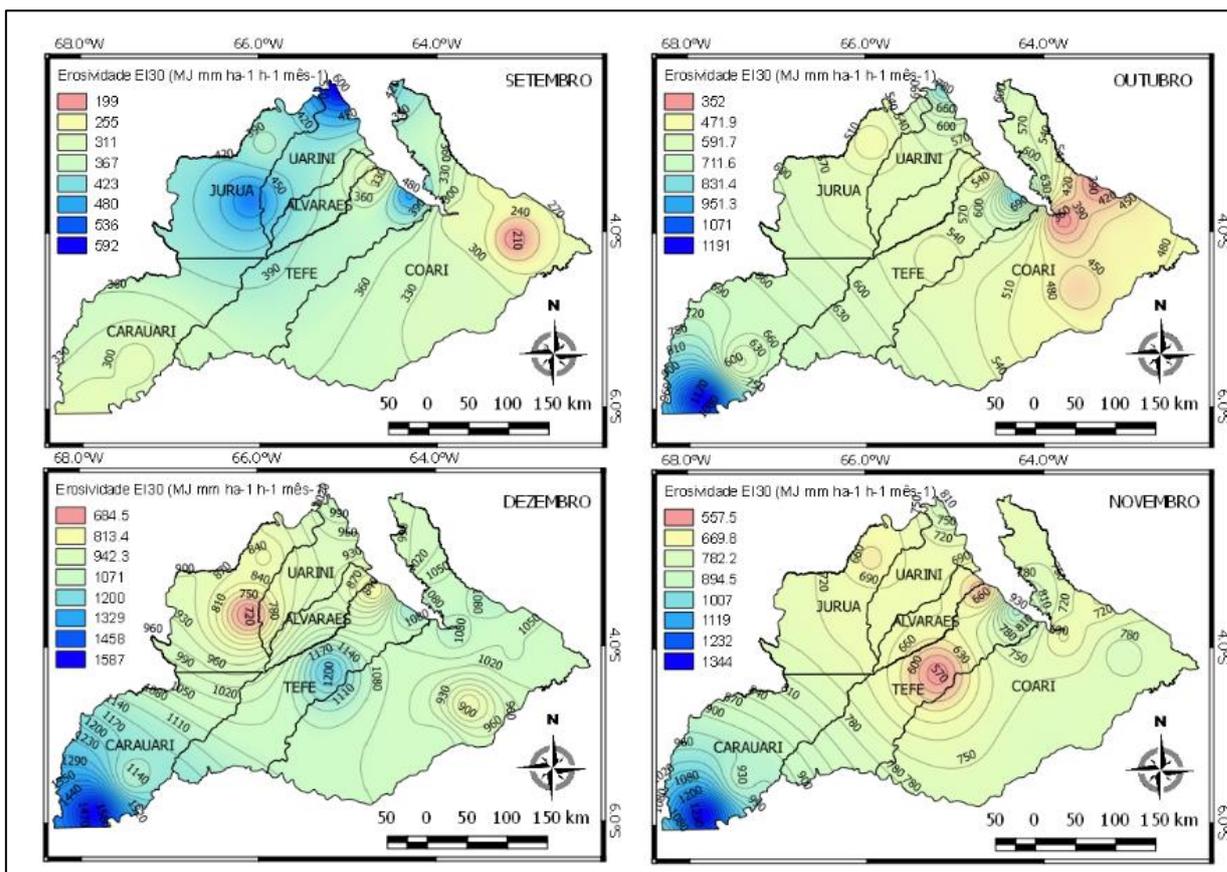
O mês de outubro pode ser definido como o que precede o período chuvoso na região do Médio Solimões, observando-se índices de erosividade com valores próximos a 350 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>. Há uma transição da erosividade Muito Baixa para Baixa, observado na porção leste do município de Coari.

No mês de outubro, há um aumento significativo dos índices máximos, comparado com mês anterior, pois são verificados valores próximos a 1200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como erosividade Muito Alta, esses valores são verificados nas porções sul do município de Carauari.

No mês de novembro, observou-se os índices máximos próximos a 1400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como erosividade Muito Alta, esses valores são verificados nas porções sul do município de Carauari.

Os menores índices de erosividade em novembro, chegaram a valores próximos a 550 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definido como erosividade média, observado na porção central do município de Tefe (Figura 6).

Figura 6 - Erosividade mensal das chuvas na região do Médio Solimões de setembro a dezembro.



Fontes - autores, 2019.

Dezembro é considerado o início do período chuvoso na região, apresentando índices máximos próximos a 1600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definidos como erosividade Muito Alta, esses valores são verificados nas porções sul do município de Carauari.

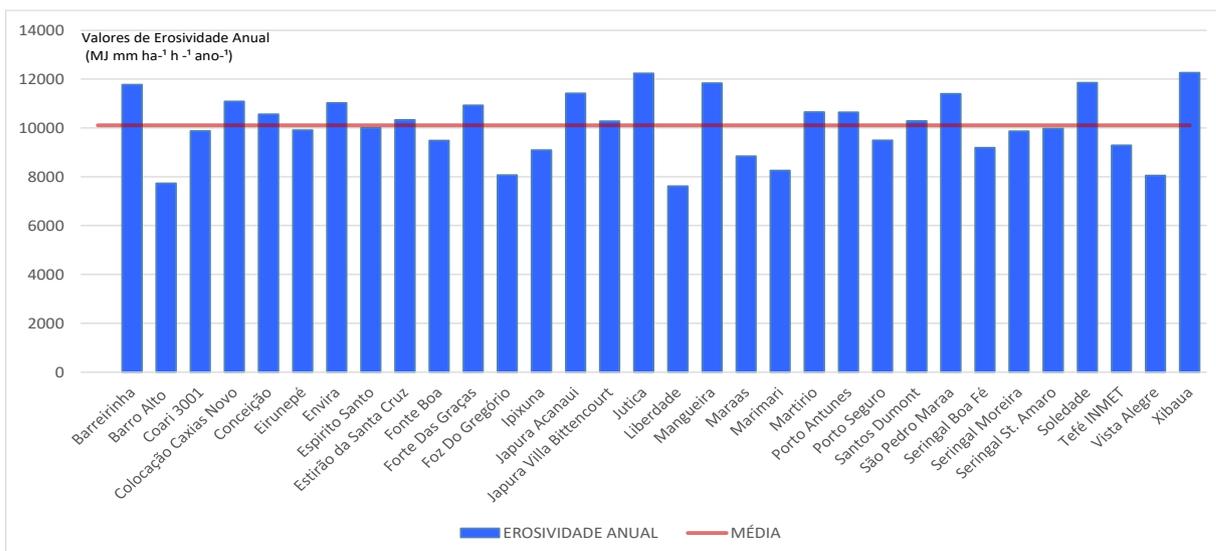
Observa-se também o aumento dos menores índices de erosividade em dezembro, que apresentou valores próximos a 690 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, definido como erosividade Média, observado na porção leste do município de Juruá e sul de Uarini.

A média da Erosividade anual, das estações analisadas correspondeu a 10.103,34 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, classificada segundo Carvalho (1994), como Erosividade Muito Alta, R>10.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Assim, 16 estações, ou seja, 50% das estações analisadas, apresentaram índices de erosividade acima da média (Figura 7).

Quanto à distribuição espacial da Erosividade Anual na Região do Médio Solimões, os menores índices < 7.200 a 8.200 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, foram observados a leste e a sudoeste da área de estudo, nas porções nordeste-sudeste do município de Coari e centro-sul de Carauari.

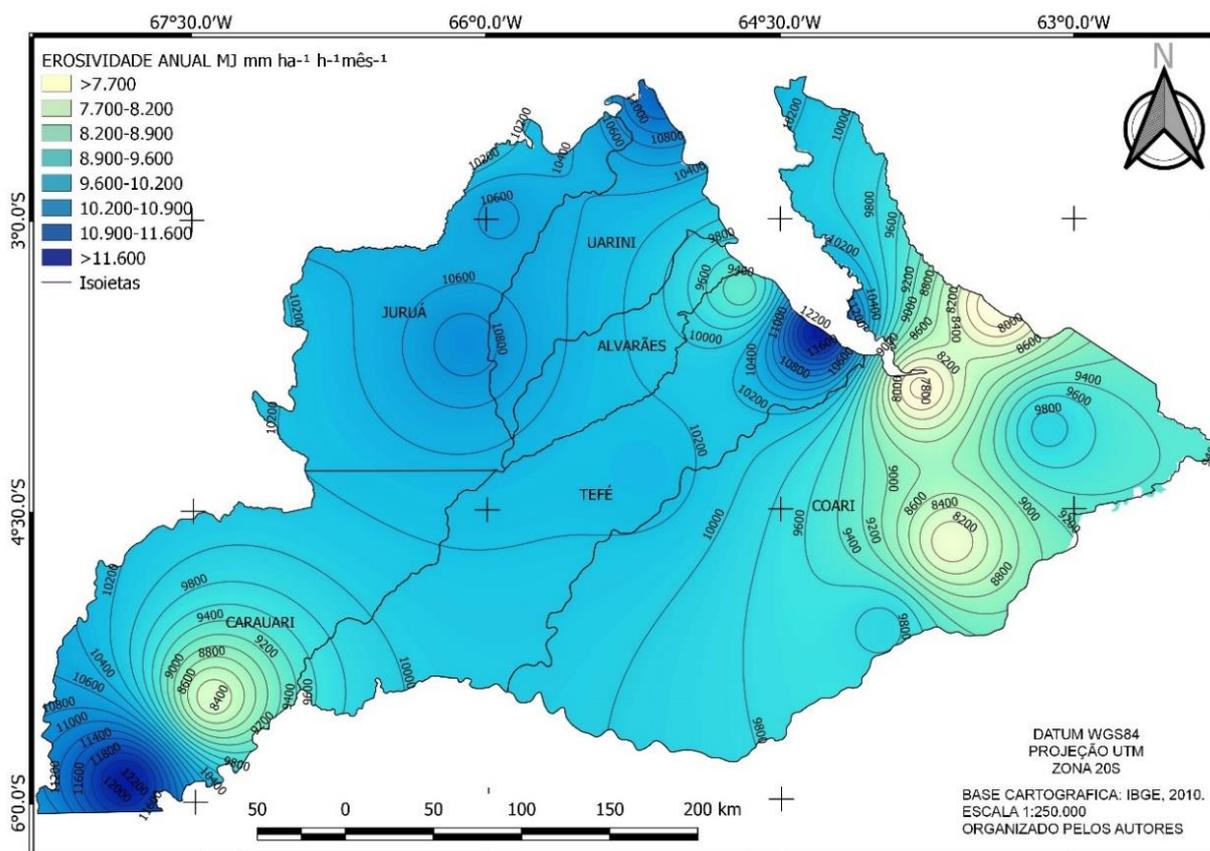
Os maiores índices de erosividade foram observados na porção norte do município de Tefe e porção sul do município de Carauari, com valores próximos superiores a 12.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Na maior parte, verificou-se o predomínio de valores próximos da Média da erosividade anual, com valores próximos a 10.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Figura 8).

Figura 7 - Erosividade anual das chuvas na região do Médio Solimões de 1992-2012.



Fonte - Hidroweb - ANA, 2015. Organizado pelos autores, 2019.

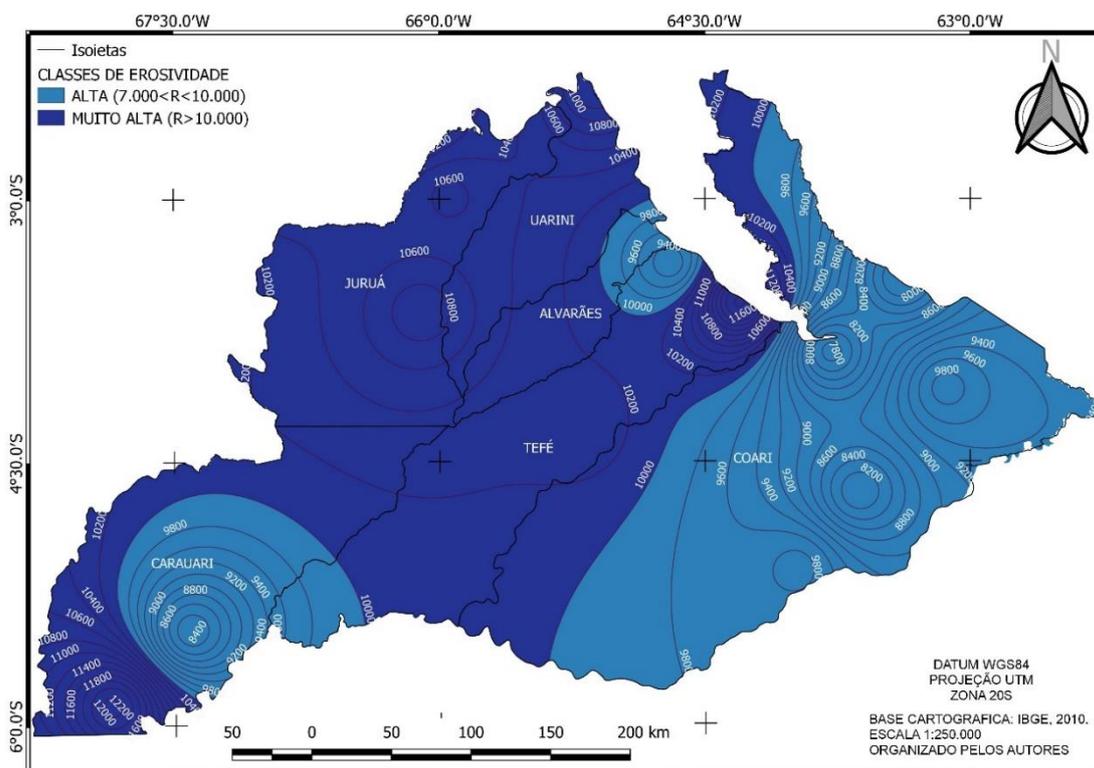
Figura 8 - Erosividade anual das chuvas na região do Médio Solimões.



Fonte - Hidroweb - ANA, 2015. Organizado pelos autores, 2019.

A distribuição das classes de erosividade Alta foi verificada em aproximadamente 80% do município de Coari, nas porções norte de Tefé e Alvarães e centro-sul do Carauari e sul de Tefé (Figura 9).

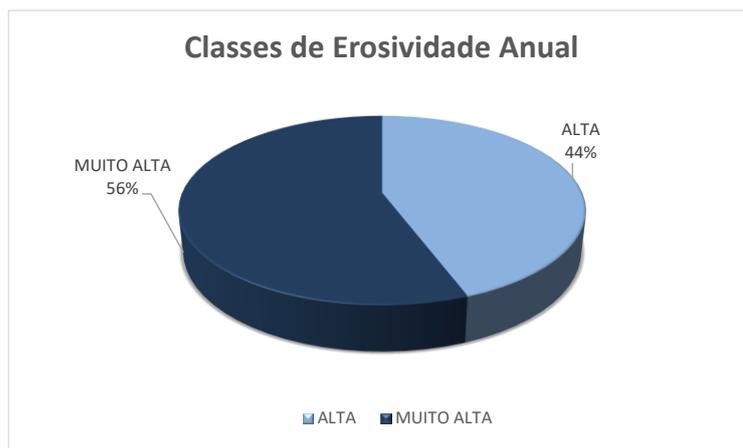
Figura 9 - Erosividade anual das chuvas na região do Médio Solimões.



Fonte - Hidroweb - ANA, 2015. Organizado pelos autores, 2019.

A classe de erosividade Muito Alta compreendeu 56% da área de estudo, abrangendo porções significativas do município de Tefé e Alvarães, a totalidade dos municípios de Uarini e Juruá, além das porções ao norte e sul de Carauari (Figura 10).

Figura 10 - Classes de Erosividade anual das chuvas na região do Médio Solimões.



Fonte - Organizado pelos autores, 2019.

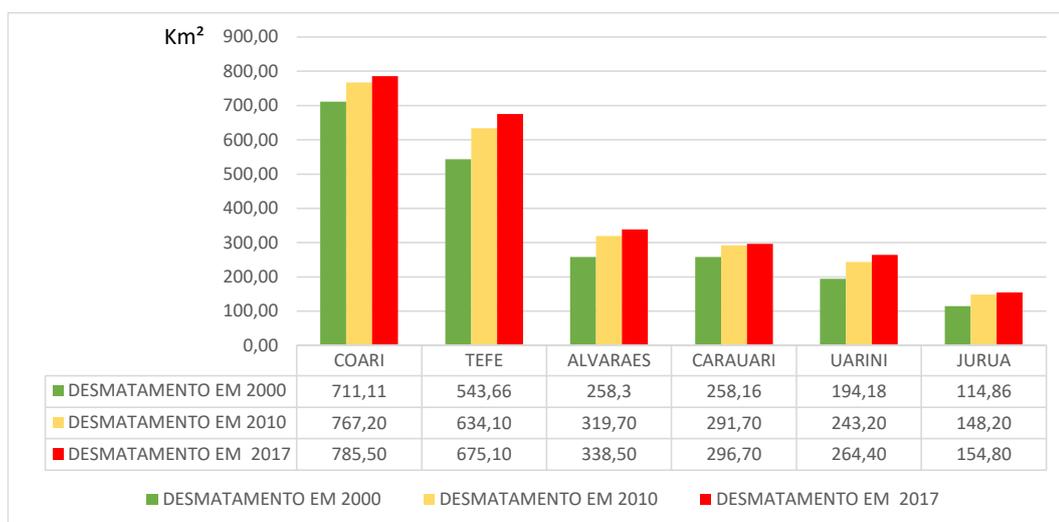
A partir dos resultados apresentados, é possível considerar que a erosividade é uma variável importante quando analisada de modo integrado aos condicionantes físicos-naturais, como solos que predominam na região do Médio Solimões. Destaca-se que o cálculo utilizado para se definir as classes de erosividade considera-se apenas a variável de precipitação pluviométrica, aplicada às equações para estimar seu papel no desencadeamento dos processos erosivos.

Crepani et al (2008) e Ross (2008), consideram a erodibilidade de solos argissolos amarelo-vermelhos (classificados anteriormente como podzólicos amarelo-vermelhos) como Moderado e, os plintossolos, neossolos flúvicos, e gleissolos como Muito Alta.

Assim, os altos valores de erosividade e erodibilidade associados aos processos de apropriação da natureza, os quais substituem áreas de florestas primárias por usos da terra (como pecuária e agricultura), têm um impacto negativo, pois essa ação pode potencializar os processos de degradação ambiental com a intensificação de processos erosivos na região.

Segundo o PRODES - Projeto de Monitoramento por Satélites do Desmatamento na Amazônia Legal (2018), os municípios do Médio Solimões investigados na presente pesquisa, mostraram aumento gradativo do desmatamento a partir dos anos 2000, 2010 e 2017 (Figura 11).

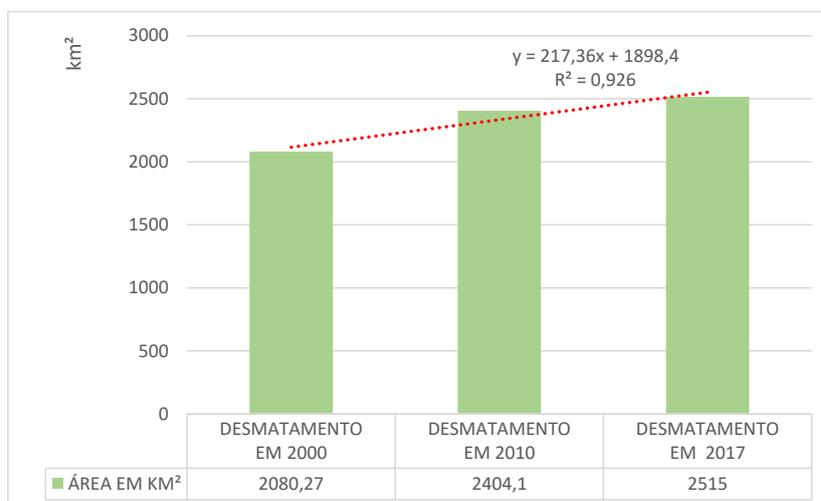
Figura 11 - Desmatamento em municípios da região do Médio Solimões.



Fonte - PRODES, 2018. Organizado pelos autores, 2019.

Analisando os totais das áreas desmatadas entre 2000 a 2017 por município, verificou-se uma tendência crescente do aumento do desmatamento na região, observando-se um acréscimo de 434,73 km², ou seja, mais de 20% da área foi desmatada no período (Figura 12).

Figura 12 - Desmatamento em municípios da região do Médio Solimões.



Fonte - PRODES, 2018. Organizado pelos autores, 2019.

Desse modo, a Figura 13 ilustra a intensificação de processo erosivos lineares na área estudada, resultados da associação das classes de erosividade anual alta e muito alta, em decorrência dos fatores naturais e do uso da terra com predomínio de queimadas e desmatamento.

Figura 13 - Áreas de desmatamento no município de Tefé, Médio Solimões.



Fonte - Autores, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de erosividade mensal na região do Médio Solimões apresentam uma sazonalidade que acompanha os valores da precipitação pluviométrica na região, em que o predomínio dos maiores índices de erosividade, superiores a  $700 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$  correspondem às classes Muito Alta e Alta, observados entre os meses de dezembro a maio.

A partir do mês de junho ao mês de setembro, observa-se a diminuição dos índices mensais de erosividade, predominando as classes Baixa e Muito baixa, com valores inferiores a  $500 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ .

Nos meses de outubro e novembro os índices de erosividade voltam a aumentar, caracterizando-se como uma transição entre período seco e chuvoso na região do Médio Solimões.

No tocante dos índices de erosividade anual, predomina na região do Médio Solimões valores superiores a  $7000 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo às classes Muito Alta e Alta.

A partir de uma perspectiva de análise integrada das variáveis, os resultados alcançados sobre a erosividade na região do Médio Solimões apontam para importância da manutenção das áreas de florestas, visto que sua associação com as classes de erosividade e com os tipos de solos podem potencializar o desencadeamento de processos erosivos intensos como erosão em sulcos e voçorocamento.

Enfatiza-se que o auxílio de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica como técnicas geoestatísticas pode contribuir nas estimativas dos dados de erosividade para região analisada, visto suas particularidades, conforme destacou Silva (2004), uma vez que a região Amazônica apresenta uma escassa cobertura de estações meteorológica, refletindo em poucos estudos na região do Médio Solimões.

Ressalta-se a importância de pesquisas voltadas para o monitoramento e à análise climática na Amazônia brasileira, tendo em vista sua abrangência territorial, bem como a produção de dados confiáveis, que possibilitem diagnósticos seguros para se propor diretrizes que possam direcionar tomadas de decisão e políticas públicas voltadas às questões socioambientais na região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro disponibilizado para pesquisa por meio do edital Universal 014/2013. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), pelo apoio financeiro disponibilizado para pesquisa por meio do edital nº 004/2017 PPP-FAPEAM. Ao Laboratório HIDROGEO – UFAM (Hidrogeografia, Climatologia e Análise Ambiental da Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

## REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2015). **HIDROWEB - Sistema de Informações Hidrológicas**. Série histórica de dados de pluviométricos (on-line). Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br> Acesso em: 12 de janeiro de 2015.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4ª Ed. São Paulo: Ícone, 1999.
- CAMARGO, E. C. G. et al. Análise Espacial de Superfícies. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (Eds.) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA. 2004. p. 45-60.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM—Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. 1994.
- COSTA, D. C. et al. **Potencial erosivo e índice de anomalias de chuvas no polo de produção de grãos de Paragominas, Pará**. In: XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belém, p.1-4, 2013.
- CREPANI, E. et al. Zoneamento Ecológico-econômico. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 285 – 318.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 2006.
- FISCH, G. et al. Uma revisão geral do clima da Amazônia. **Acta Amazônica**. v.28, n. 2, p. 101-126, 1998. <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M; (Orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio Janeiro Editora Bertrand Brasil, 2005. 17-55 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diretoria de Geociências: coordenação de recursos naturais e estudos ambientais mapeamento de recurso naturais do Brasil**. Escala 1:250.000. Documentação técnica geral. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geologia/levantamento\\_geologico/vetores/escala\\_250\\_mil/DOCUMENTACAO\\_TECNICA\\_MRN.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/DOCUMENTACAO_TECNICA_MRN.pdf)> Acesso em 02/09/2018.
- \_\_\_\_\_. **Base pedológica da Amazônia Legal**: Base em formato digital referente a levantamento em escala de detalhe compatível com a escala de 1:250.000. Manaus: IBGE/SIPAM, 2001. <[https://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm#](https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm#)> Acesso em 02/09/2018.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PRODES - Projeto de Monitoramento por Satélites do Desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2018. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em 19 de outubro de 2018.
- \_\_\_\_\_. **Projeto Topodata**: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. 2011. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>> acesso em 04 de novembro de 2017.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológico para Ensino e Pesquisa**. Brasília. 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 30 de março de 2017.
- LIMA, S. R. M. et al. Análise do fator de erosividade da chuva para uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 6, n 2, p.184-191, 2014.
- LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da Informação geográfica**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p. 189-196, 1992. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000200009>
- MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. (Orgs.) **Geodiversidade do estado do Amazonas**: Programa geologia do Brasil levantamento da geodiversidade. Manaus: CPRM - Serviço geológico do Brasil 2010.
- MARENCO, J. A.; NOBRE, C. Clima da região Amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 197-207.

- MOLION, L.C.B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, n. 1, p.107 – 117, 1987.
- PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. A erosividade das chuvas na área de influência da UHE Amador Aguiar I, bacia do rio Araguari – MG. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia. v. 19, n. 68 p. 186–199, 2018. <https://doi.org/10.14393/RCG196813>
- QGIS Development Team. **QGIS User Guide**, Release 2.18: QGIS Project, 2016. Disponível em: <https://www.qgis.org/en/site/> acesso em 02/03/2017.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos. 2006.
- SILVA, A.M. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, Amsterdam, v. 57, n. 3, p. 251-259, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2003.11.006>
- SILVA, A. M. et al. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: Editora RiMa. 2009.
- SOUZA, V.; GALVANI, E. **Determinação do índice de erosividade das chuvas para o município de Umuarama – PR**. In: X Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica. Curitiba. p. 1944 – 1953, 2014.
- TRINDADE, A. L. F. et al. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.51, n.12, p.1918-1928, 2016. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016001200002>
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning. **Agricultural Handbook**, Washington, n. 537, 1978, 58p.

---

Recebido em: 26/02/2019

Aceito para publicação em: 26/08/2020