

**BOLETIM TÉCNICO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO**

**RAINFALLEROSIVITYFACTOR
E SUA APLICAÇÃO**

Boletim Técnico - n.º 125 - p. 1-15 - ano 2023
Lavras/MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

REITOR: João Chrysostomo de Resende Júnior
VICE-REITOR: Valter Carvalho de Andrade Júnior

Conselho editorial:

Flávio Monteiro de Oliveira (Presidente), Patrícia Carvalho de Moraes (Vice-Presidente), Andreia da Silva Coutinho, Camila Souza de Oliveira Guimarães, Dalysse Toledo Castanheira, Eliza Maria Ferreira, Fernanda Gomes e Souza Borges, Giancarla Aparecida Botelho Santos, Giovanna Rodrigues Cabral, Ilsa do Carmo Vieira Goulart, Maria das Graças Cardoso, Michael Silveira Thebaldi, Patrícia Aparecida Ferreira, Robson André Armindo, Roney Alves da Rocha, Rony Antônio Ferreira, Suely de Fátima Costa, Zuy Maria Magriotis

EXPEDIENTE EDITORA UFLA

Flávio Monteiro de Oliveira (Diretor)	Marco Aurélio Costa Santiago
Patrícia Carvalho de Moraes (Vice-Diretora)	Renata de Lima Rezende
Alice de Fátima Vilela	Vítor Lúcio da Silva Naves
Damiana Joana Geraldo Souza	Walquíria Pinheiro Lima Bello
Késia Portela de Assis	

Referências Bibliográficas: Márcio Barbosa de Assis

Revisão de Texto: Maria Aparecida Possato

Impressão: Gráfica/UFLA



ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Campus Universitário da UFLA

Andar Térreo do Centro de Eventos, Caixa Postal 3037 - CEP 37200-900 - Lavras/MG

Tel: (35) 3829-1532 - E-mail: editora@ufla.br

Homepage: www.editora.ufla.br

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 O PORQUÊ DA CRIAÇÃO DO PACOTE	5
3 O MANUAL DO PACOTE RAINFALLEROSIVITYFACTOR	5
4 APLICAÇÃO	7
5 PÓS-PROCESSAMENTO – RESULTADOS OBTIDOS	12
6 CONCLUSÃO	14
7 AGRADECIMENTOS	14
8 REFERÊNCIA	15

RAINFALL EROSION FACTOR E SUA APLICAÇÃO

Dione Pereira Cardoso¹
Edilson Marcelino Silva²
Daniel Furtado Ferreira³
Marx Leandro Naves Silva⁴
Joel Augusto Muniz⁵
Junior Cesar Avanzi⁶

1 INTRODUÇÃO

Para um planejamento conservacionista, visando à gestão adequada dos recursos solo e água, o processo de erosão hídrica precisa ser reduzido. Nas regiões em que predominam esse tipo de erosão, o processo erosivo se inicia com o impacto da gota d'água sobre a superfície do solo, por isso, é primordial o conhecimento dessa força de impacto, sendo expressa pela energia cinética. Para quantificar as perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, entre outros fatores, é necessário determinar ou estimar a erosividade da chuva, visto que esse é fator ativo.

A erosividade da chuva constitui-se no produto da energia cinética total da chuva pela sua intensidade máxima em um intervalo de 30 minutos (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Desse modo, pode-se dizer que é a força motriz do processo erosivo, já que tem um impacto direto no desprendimento, na desagregação e no transporte das partículas do solo (EUROPEAN SOIL DATA CENTRE - ESDAC, 2023). Para a modelagem da erosão hídrica, é indispensável quantificar a erosividade da chuva, independente da escala a ser estudada, desde pequenas bacias até globalmente.

¹Engenheira Florestal, Bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

²Professor Adjunto do Departamento de Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

³Professor Titular do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Lavras.

⁴Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

⁵Professor Titular do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Lavras.

⁶Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

O ideal seria a determinação, utilizando dados sub-horários, considerados de alta resolução temporal, que, em consequência, é formada por um extenso banco de dados. O problema é que, com a dimensão do banco de dados, quando processados em programas com planilhas de cálculos, os resultados são obtidos de forma trabalhosa e, principalmente, demorada, além dos possíveis erros na manipulação das informações.

Diante desse problema, desenvolveu-se o pacote RainfallErosivityFactor para a determinação rápida e eficaz da erosividade da chuva, visto que alguns sites disponibilizam dados de precipitação, em plataforma aberta, ou seja, dados acessíveis e gratuitos que poderão alimentar o pacote desenvolvido. A difusão do pacote é de suma importância, que permite aos pesquisadores, extensionistas, técnicos, bem como a outros usuários, que tenham em mãos uma ferramenta que irá auxiliar na tomada de decisão no tocante ao potencial erosivo da chuva.

Portanto objetivou-se, com a elaboração desse boletim técnico, apresentar o pacote RainfallErosivityFactor (CARDOSO *et al.*, 2020), disponível no CRAN do ambiente R, para a determinação da erosividade da chuva dos municípios (Assis Brasil-Acre, Coxim – Mato Grosso do Sul e Peixe – Tocantins), propiciando uma divulgação em linguagem muito utilizada na atualidade.

Espera-se que este pacote contribua para as tomadas de decisões mais assertivas, além de auxiliar nas pesquisas relacionadas à erosividade da chuva, consequentemente, na modelagem da erosão hídrica.

2 O PORQUÊ DA CRIAÇÃO DO PACOTE

O pacote RainfallErosivityFactor, disponível para download no CRAN do ambiente R, determina a erosividade da chuva (Fator R), tendo como base a equação desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978). O cálculo moroso do fator R foi o ponto fundamental, para a criação desse pacote, visando à maior agilidade e confiança na obtenção dos resultados da erosividade da chuva, pois, com o pacote, podem ser obtidos em segundos.

3 O MANUAL DO PACOTE RAINFALLEROSIVITYFACTOR

1º Passo - Dados organizados: Os dados são organizados da seguinte maneira: primeiramente, por data (dd/mm/aaaa); em seguida, a hora (hh:mm); e finalmente, a precipitação (mm). Os dados seguem a ordem crescente dos anos, para isso, o

banco de dados é elaborado em um único arquivo. Esses dados devem utilizar, como separador decimal, o ponto.

2º Passo - Chuvas individuais: A individualização das chuvas. Nesse caso, considerou-se que um evento de chuva é aquele em que, por período de 6 horas, a precipitação que ocorre seja igual ou menor que 1 mm.

Obs.: A partir do 3º Passo, os cálculos são realizados para cada evento de chuva individualizado.

3º Passo - I_{30} : I_{30} é a intensidade da chuva em um intervalo de 30 minutos. Considerando o intervalo de tempo de 10 em 10 minutos, para os registros dos valores de precipitação, o I_{30} trata-se de três seguimentos sequentes de registros de dados. Posteriormente, esse valor foi multiplicado por dois (2), obtendo a intensidade da chuva, uma vez que ela deve ser expressa em mm/hora. Se o intervalo de registro for de 15 em 15 minutos, devem-se somar apenas dois seguimentos da chuva para haver a precipitação, em 30 minutos; logo após, multiplicar por dois (2), para obter a intensidade de chuva em mm/hora.

4º Passo - I_{10} : I_{10} é a intensidade da chuva em um intervalo de 10 minutos. Nesse caso, o valor da precipitação, no intervalo de 10 minutos, foi multiplicado por seis (6), para obter a intensidade da chuva em mm/hora. Se o intervalo de registro for de 15 em 15 minutos, deve-se multiplicar por quatro (4), para se obter a intensidade de chuva em mm/hora, sendo o índice chamado de I_{15} em vez de I_{10} .

5º Passo - E-unitária: A energia cinética unitária foi calculada, conforme a equação desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978), sendo $E = 0.119 + 0.0873 * \text{Log } I_{10}$ ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$). Nessa equação, usa-se o I_{10} ou I_{15} , dependendo da forma de registro dos dados.

6º Passo - E-intervalo: Multiplicou-se a energia cinética unitária ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) pela sua respectiva precipitação (mm) do intervalo (10 ou 15 minutos). Com isso, determinou-se a energia cinética do intervalo (MJ ha^{-1}).

7º Passo - Σ E-intervalo: Realizou-se o somatório dessa energia cinética de todos os intervalos, ou seja, todo o evento de precipitação.

8º Passo - I_{30} máximo: Entre os diversos I_{30} do evento de chuva (3º passo), selecionou-se o I_{30} de máximo valor.

9º Passo - EI_{30} : A determinação do EI_{30} , para o evento de chuva, foi mediante o produto do 7º e 8º passos.

10º Passo - Chuvas erosivas: Para ser considerada uma chuva erosiva, deve atender pelo menos uma das três condições: 1ª: precipitação total igual ou maior que 10 mm; 2ª: a intensidade deve ser maior que 24 mm/h em um intervalo de 15 minutos; e 3ª: energia cinética total igual ou maior que 3,6 MJ.

11º Passo - Condição selecionada: Nesse pacote, considerou-se como chuva erosiva a primeira condição do 10º passo.

12º Passo - EI_{30} de chuvas erosivas: Nesse caso, somaram-se apenas os EI_{30} das chuvas consideradas erosivas.

13º Passo - Erosividade mensal da chuva: No caso do mês, obteve-se a erosividade mensal da chuva, somando esse EI_{30} de cada evento de precipitação dentro do mês.

14º Passo - Erosividade anual da chuva: Para o ano, obteve-se a erosividade anual da chuva, somando esse EI_{30} dos 12 meses do ano.

15º Passo - Erosividade média da chuva: Finalmente, obteve-se a erosividade média da chuva, para o período avaliado, mediante o somatório da erosividade anual da chuva dividida pela duração do período.

Obs.: O somatório dos valores de EI_{30} corresponde à erosividade da chuva, também denominado fator R da Equação Universal de Perda de Solo (Universal Soil Loss Equation-USLE).

4 APLICAÇÃO

Para a aplicação do pacote RainfallErosivityFactor, utilizaram-se dados Telemétricos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (Tabela 1, Figura 1) registrados de 15 em 15 minutos, obtidos para os municípios de Assis Brasil – Acre (Tabela 3), Coxim – Mato Grosso do Sul (Tabela 4) e Peixe – Tocantins (Tabela 5). Nesse boletim, disponibilizou-se apenas uma parte do banco de dados, referente aos meses de janeiro a dezembro de 2021, para a estação de Peixe – TO (Tabela 1). Para as demais estações, o procedimento foi idêntico.

Para o acesso ao banco de dados completo acesse: https://drive.google.com/drive/folders/1QQwxglt5tFLJ-Yoekv2qgDoNtG9kqhwm?usp=share_link.

Tabela 1: Parte do banco de dados do município de Peixe – TO, organizada na extensão.xlsx, para determinar a erosividade da chuva, utilizando o package RainfallErosivityFactor do ambiente R.

Date	Hora	Rainfall	Date	Hora	Rainfall
01/01/2021	00:00	0	01/01/2021	07:45	0
01/01/2021	00:15	0	01/01/2021	08:00	0
01/01/2021	00:30	0	01/01/2021	08:15	0
01/01/2021	00:45	0	01/01/2021	08:30	0
01/01/2021	01:00	0	01/01/2021	08:45	0
01/01/2021	01:15	0	01/01/2021	09:00	0
01/01/2021	01:30	0	01/01/2021	09:15	0
01/01/2021	01:45	0	01/01/2021	09:30	0
01/01/2021	02:00	0	01/01/2021	09:45	0
01/01/2021	02:15	0	01/01/2021	10:00	0
01/01/2021	02:30	0	01/01/2021	10:15	0
01/01/2021	02:45	0	01/01/2021	10:30	0
01/01/2021	03:00	0	01/01/2021	10:45	0
01/01/2021	03:15	0	01/01/2021	11:00	0
01/01/2021	03:30	0	01/01/2021	11:15	0
01/01/2021	03:45	0	01/01/2021	11:30	0
01/01/2021	04:00	0	01/01/2021	11:45	0
01/01/2021	04:15	0	01/01/2021	12:00	0
01/01/2021	04:30	0	01/01/2021	12:15	0
01/01/2021	04:45	0	01/01/2021	12:30	0
01/01/2021	05:00	0	01/01/2021	12:45	0
01/01/2021	05:15	0	01/01/2021	13:00	0
01/01/2021	05:30	0	01/01/2021	13:15	0
01/01/2021	05:45	0	01/01/2021	13:30	0
01/01/2021	06:00	0	01/01/2021	13:45	0
01/01/2021	06:15	0	01/01/2021	14:00	0
01/01/2021	06:30	0	01/01/2021	14:15	0
01/01/2021	06:45	0	01/01/2021	14:30	0
01/01/2021	07:00	0	01/01/2021	14:45	0
01/01/2021	07:15	0	01/01/2021	15:00	0
01/01/2021	07:30	0	01/01/2021	15:15	0

Continua...

Tabela 1: Continuação.

Date	Hora	Rainfall	Date	Hora	Rainfall
01/01/2021	15:30	0	31/12/2021	00:30	0
01/01/2021	15:45	0	31/12/2021	00:45	0
01/01/2021	16:00	0	31/12/2021	01:00	0
01/01/2021	16:15	0	31/12/2021	01:15	0
01/01/2021	16:30	0	31/12/2021	01:30	0
01/01/2021	16:45	0	31/12/2021	01:45	0
01/01/2021	17:00	0	31/12/2021	02:00	0
01/01/2021	17:15	0	31/12/2021	02:15	0,2
01/01/2021	17:30	0	31/12/2021	02:30	0
01/01/2021	17:45	0	31/12/2021	02:45	0,2
01/01/2021	18:00	0	31/12/2021	03:00	0,2
01/01/2021	18:15	0	31/12/2021	03:15	0,6
01/01/2021	18:30	0	31/12/2021	03:30	0,4
01/01/2021	18:45	0	31/12/2021	03:45	0,2
01/01/2021	19:00	0	31/12/2021	04:00	0
01/01/2021	19:15	0	31/12/2021	04:15	0
01/01/2021	19:30	0	31/12/2021	04:30	0
01/01/2021	19:45	0	31/12/2021	04:45	0
01/01/2021	20:00	0	31/12/2021	05:00	0
01/01/2021	20:15	0	31/12/2021	05:15	0
01/01/2021	20:30	0	31/12/2021	05:30	0
01/01/2021	20:45	0	31/12/2021	05:45	0
01/01/2021	21:00	0	31/12/2021	06:00	0,2
01/01/2021	21:15	0	31/12/2021	06:15	0
01/01/2021	21:30	0	31/12/2021	06:30	0
01/01/2021	21:45	0	31/12/2021	06:45	0
01/01/2021	22:00	0	31/12/2021	07:00	0
01/01/2021	22:15	0	31/12/2021	07:15	0,4
01/01/2021	22:30	0	31/12/2021	07:30	0,2
01/01/2021	22:45	0	31/12/2021	07:45	0,2
01/01/2021	23:00	0	31/12/2021	08:00	0
01/01/2021	23:15	0	31/12/2021	08:15	0,2
01/01/2021	23:30	0	31/12/2021	08:30	0,2
01/01/2021	23:45	0	31/12/2021	08:45	0,2
...	31/12/2021	09:00	0,2
31/12/2021	00:00	0	31/12/2021	09:15	0,2
31/12/2021	00:15	0	31/12/2021	09:30	0

Continua...

Tabela 1: Continuação.

Date	Hora	Rainfall	Date	Hora	Rainfall
31/12/2021	09:45	0	31/12/2021	19:00	0
31/12/2021	10:00	0	31/12/2021	19:15	0
31/12/2021	10:15	0	31/12/2021	19:30	0
31/12/2021	10:30	0	31/12/2021	19:45	0
31/12/2021	10:45	0	31/12/2021	20:00	0
31/12/2021	11:00	0	31/12/2021	20:15	0
31/12/2021	11:15	0	31/12/2021	20:30	0
31/12/2021	11:30	0	31/12/2021	20:45	0
31/12/2021	11:45	0	31/12/2021	21:00	0
31/12/2021	12:00	0	31/12/2021	21:15	0
31/12/2021	12:15	0	31/12/2021	21:30	0
31/12/2021	12:30	0	31/12/2021	21:45	0
31/12/2021	12:45	0	31/12/2021	22:00	0
31/12/2021	13:00	0	31/12/2021	22:15	0,2
31/12/2021	13:15	0	31/12/2021	22:30	0
31/12/2021	13:30	0	31/12/2021	22:45	0
31/12/2021	13:45	0	31/12/2021	23:00	0,2
31/12/2021	14:00	0	31/12/2021	23:15	0,4
31/12/2021	14:15	0	31/12/2021	23:30	0,6
31/12/2021	14:30	0	31/12/2021	23:45	0
31/12/2021	14:45	0			
31/12/2021	15:00	0			
31/12/2021	15:15	0			
31/12/2021	15:30	0			
31/12/2021	15:45	0			
31/12/2021	16:00	0			
31/12/2021	16:15	0			
31/12/2021	16:30	0,4			
31/12/2021	16:45	3			
31/12/2021	17:00	4,4			
31/12/2021	17:15	6			
31/12/2021	17:30	2,4			
31/12/2021	17:45	0			
31/12/2021	18:00	0			
31/12/2021	18:15	0			
31/12/2021	18:30	0			
31/12/2021	18:45	0			

Fonte: Elaborado pelos autores.

No ambiente R, processamos da seguinte maneira:

```
install.package(RainfallErosivityFactor)
```

```
library (RainfallErosivityFactor)
```

```
library (readxl)
```

setwd (“D: / ...”), depende do local de armazenamento do seu banco de dados.

#Assis Brasil, Acre

```
Assis_Brasil<-read_excel(“Assis_Brasil_package.xlsx”, sheet=“Assis_
                          Brasil_package”)
```

```
Assis_Brasil<-RFactor(Assis_Brasil,1,12,15,1)
```

Em que:

1 (primeiro) - refere-se a janeiro

12 - corresponde ao número de meses;

15 - o intervalo em minutos de coletas de dados; e

1 (último) - refere-se ao número de anos.

Obs.: A sequência equivale também para Coxim-MS e Peixe-Tocantins.

#Coxim, MS

```
Coxim<-read_excel(“Coxim_package.xlsx”, sheet=“Coxim_package”)
```

```
Coxim<-RFactor(Coxim,1,12,15,1)
```

#Peixe, Tocantins

```
Peixe<-read_excel(“Peixe_package.xlsx”, sheet=“Peixe_package”)
```

```
Peixe<-RFactor(Peixe,1,12,15,1)
```

5 PÓS-PROCESSAMENTO – RESULTADOS OBTIDOS

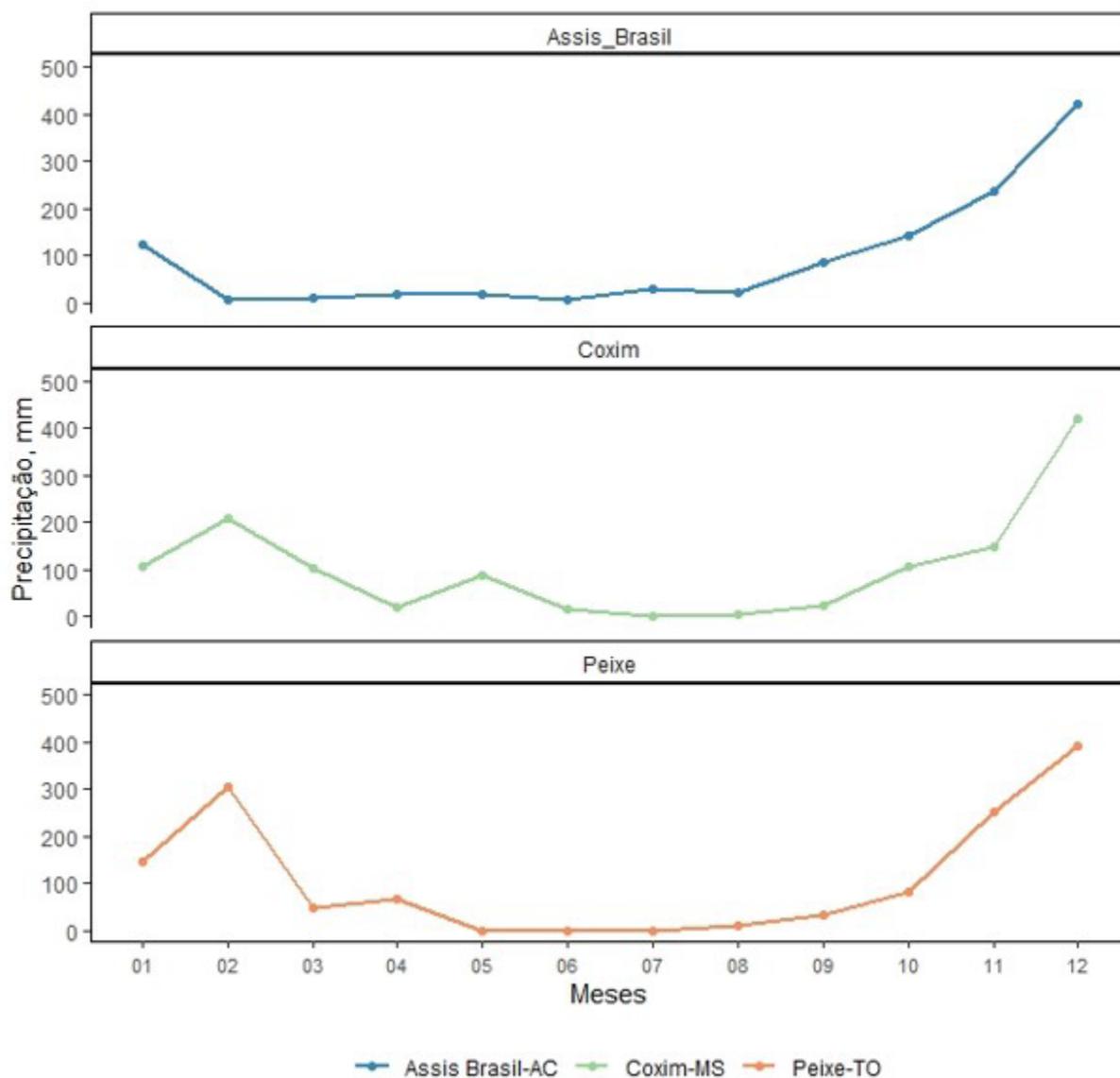


Figura 1: Distribuição da precipitação mensal (mm) referente ao ano de 2021.
Fonte: Autores.

Os resultados obtidos, após a execução da função do pacote RainfallErosivityFactor, estão expostos nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2: Resultados obtidos, após a execução da função do pacote RainfallErosivityFactor, para o município de Assis Brasil, AC.

Ano	Mês	Chuvas	EI ₃₀	Número de chuvas erosivas	Número de chuvas não erosivas	Chuvas erosivas	Chuvas não erosivas
2021	Jan.	121,0	554,0	2	39	91,6	29,4
2021	Fev.	5,4	0,0	0	25	0,0	5,4
2021	Mar.	9,8	0,0	0	18	0,0	9,8
2021	Abr.	15,2	0,0	0	12	0,0	15,2
2021	Mai	15,6	69,9	1	4	11,2	4,4
2021	Jun.	5,6	0,0	0	7	0,0	5,6
2021	Jul.	29,4	375,0	1	0	29,4	0,0
2021	Ago.	20,0	0,0	0	3	0,0	20,0
2021	Set.	86,0	617,3	3	11	60,2	25,8
2021	Out.	141,4	2.109,2	3	9	122,2	19,2
2021	Nov.	234,2	1.654,1	6	14	188,4	45,8
2021	Dez.	420,4	4.729,3	9	15	387,6	32,8
Total	2021	1.104,0	10.108,8	25	157	890,6	213,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3: Resultados obtidos, após a execução da função do pacote RainfallErosivityFactor, para o município de Coxim, MS.

Ano	Mês	Chuvas	EI ₃₀	Número de chuvas erosivas	Número de chuvas não erosivas	Chuvas erosivas	Chuvas não erosivas
2021	Jan.	104,4	354,7	5	14	81,2	23,2
2021	Fev.	207,8	4.783,5	4	6	200,6	7,2
2021	Mar.	103,4	405,6	2	11	57,6	45,8
2021	Abr.	17,6	42,9	1	5	10,6	7,0
2021	Mai	86,2	729,2	2	0	86,2	0,0
2021	Jun.	17,2	61,2	1	1	17,0	0,2
2021	Jul.	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0
2021	Ago.	3,8	0,0	0	1	0,0	3,8
2021	Set.	23,6	90,5	1	4	14,6	9,0
2021	Out.	104,8	620,9	3	10	85,6	19,2
2021	Nov.	148,0	1.066,6	6	10	136,2	11,8
2021	Dez.	418,6	3.715,7	9	10	396,4	22,2
Total	2021	1.235,4	11.870,8	34	72	1.086,0	149,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4: Resultados obtidos, após a execução da função do pacote RainfallErosivityFactor, para o município de Peixe, TO.

Ano	Mês	Chuvas	EI ₃₀	Número de chuvas erosivas	Número de chuvas não erosivas	Chuvas erosivas	Chuvas não erosivas
2021	Jan.	145,0	1.274,4	5	10	112,2	32,8
2021	Fev.	306,2	2.090,6	9	13	258,0	48,2
2021	Mar.	48,4	102,2	2	14	28,4	20,0
2021	Abr.	65,6	398,8	4	7	59,0	6,6
2021	Maio	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0
2021	Jun.	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0
2021	Jul.	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0
2021	Ago.	12,0	81,0	1	0	12,0	0,0
2021	Set.	34,9	180,2	2	3	29,5	5,4
2021	Out.	82,2	693,5	3	9	64,6	17,6
2021	Nov.	253,8	2.121,4	11	15	222,2	31,6
2021	Dez	393,2	2.360,1	12	17	369,4	23,8
Total	2021	1.341,3	9.302,2	49	88	1155,3	186

Fonte: Elaborado pelos autores.

6 CONCLUSÃO

O pacote foi eficiente na obtenção dos resultados da erosividade das chuvas das cidades de Assis Brasil, Coxim e Peixes. Além disso, espera-se que o pacote RainfallErosivityFactor que foi desenvolvido tenha maior visibilidade pelos diferentes usuários, contribuindo, de forma efetiva, ao auxílio ao planejamento das atividades agropecuárias, de maneira que esse planejamento de uso e manejo das propriedades seja visando a uma redução do processo erosivo. O pacote é aberto e pode ser melhorado, ao longo do tempo, assim, sugestões ou críticas devem ser enviadas aos autores desta publicação.

7 AGRADECIMENTOS



8 REFERÊNCIAS

CARDOSO, D. P.; SILVA, E. M.; AVANZI, J. C.; MUNIZ, J. A.; FERREIRA, D. F.; SILVA, M. L. N.; ACUÑA-GUZMAN, S. F.; CURI, N. RainfallErosivityFactor: an R package for rainfall erosivity (R-factor) determination. **Catena**, Amsterdam, v. 189, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104509>.

EUROPEAN SOIL DATA CENTRE. **Rainfall erosivity in Europe**. Disponível em: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/rainfall-erosivity-europe#:~:text=Rainfall%20erosivity%20is%20the%20kinetic,on%20sheet%20and%20rill%20erosion>. Acesso em: 10 out. 2023.

WISCHMEIER, W.; SMITH, D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 1978. (Agricultural handbook, 537).
