

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

**SOIL CONSERVATION:  
CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**

Boletim Técnico - n.º 127 - p. 1-15 - ano 2024  
Lavras/MG

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

**REITOR:** José Roberto Soares Scolforo

**VICE-REITOR:** Jackson Antônio Barbosa

**Pró-Reitor de Extensão, Esporte e Cultura:** Carlos Eduardo Silva Volpato

**Diretoria de Difusão de Tecnologia:** Marco Aurélio Carbone Carneiro

**UNIDADE RESPONSÁVEL PELA EDIÇÃO DO BOLETIM TÉCNICO**

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**

Fernanda Gomes e Souza Borges (Coordenadora)

Damiana Joana Geraldo Souza

Elisângela Quintela Torquato

Guilherme Hermes de Ataíde

Késia Portela de Assis

Marco Aurélio Costa Santiago

Patrícia Carvalho de Moraes

Renata de Lima Rezende

Vítor Lúcio da Silva Naves

Walquíria Pinheiro Lima Bello

**Referências Bibliográficas:** FN Monografias

**Revisão de Texto:** FN Monografias



**ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:**

**EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

Trevo Rotatório Professor Edmir Sá Santos, s/n. Campus Histórico da UFLA. Caixa Postal

3037, CEP 37.203-202 - Lavras/MG

Tel: (35) 3829-1532 - Fax: (35) 3829-1551

E-mail: [editora@ufla.br](mailto:editora@ufla.br)

Homepage: [www.editora.ufla.br](http://www.editora.ufla.br)

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 A ESTRUTURA DO PACOTE .....	6
2.1 <i>KFactor()</i> .....	6
2.1.1 Descrição .....	6
2.1.2 Modo de usar .....	6
2.1.3 Argumentos .....	6
2.1.4 Resultados .....	6
2.1.5 Exemplo .....	6
2.1.6 Aplicação .....	7
2.2 <i>RFactor_calc()</i> .....	8
2.2.1 Descrição .....	8
2.2.2 Modo de usar .....	8
2.2.3 Argumentos .....	8
2.2.4 Resultados .....	8
2.2.5 Exemplo .....	8
2.2.6 Aplicação .....	9
2.3 <i>RFactor_est()</i> .....	9
2.3.1 Descrição .....	9
2.3.2 Modo de usar .....	9
2.3.3 Argumentos .....	9
2.3.4 Resultados .....	10
2.3.5 Exemplo .....	10
2.3.6 Aplicação .....	10
2.4 <i>SoilLoss()</i> .....	10
2.4.1 Descrição .....	10

2.4.2 Modo de usar .....	10
2.4.3 Argumentos .....	10
2.4.4 Resultados .....	11
2.4.5 Exemplo .....	11
2.4.6 Aplicação .....	11
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	13
4 AGRADECIMENTOS .....	14
5 REFERÊNCIAS .....	14

# SOILCONSERVATION: CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

**Dione Pereira Cardoso<sup>1</sup>**  
**Paulo Cesar Ossani<sup>2</sup>**  
**Junior Cesar Avanzi<sup>3</sup>**

## 1 INTRODUÇÃO

O pacote *SoilConservation* versão: 1.0.0 (<https://cran.r-project.org/web/packages/SoilConservation/index.html>) inclui quatro funções: *RFactor\_calc()*, *RFactor\_est()*, *KFactor()* e *SoilLoss()*. O fator de erosividade das chuvas poderá ser calculado, de acordo com a metodologia proposta por Wischmeier e Smith (1978) ou estimado a partir de equações ajustadas, considerando o índice de Fournier Modificado-IFM (Arnoldus, 1980; Oliveira; Wendland; Nearing, 2013). A erodibilidade do solo será estimada pela equação extraída do nomográfico (Wischmeier; Smith, 1978). No caso, a modelagem da erosão hídrica representada pela perda de solo será estimada pelo produto de cinco fatores (erosividade da chuva-Fator R, erodibilidade do solo-Fator K, comprimento de rampa e declividade do terreno-Fator LS, cobertura e manejo do solo-Fator C e prática conservacionista-Fator P) (Renard *et al.*, 1997). O pacote lançado, na data de 28/04/2024, para o pacote estatístico R, versão igual ou superior a 3.5.1, estando já disponível no CRAN. Espera-se que esse boletim técnico desempenhe a função de um manual de fácil entendimento pelos seus usuários e, principalmente, pelos iniciantes na linguagem R. Um retorno por parte dos usuários possibilitará futuras melhorias no pacote *SoilConservation*. Essa melhoria pode contemplar melhores funcionalidades ou ainda adicionar outras funções relacionadas a área de conservação do solo, visando sempre a atender à demanda dos usuários.

---

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq do Departamento de Ciência do Solo, Escola de Ciências Agrárias de Lavras, Universidade Federal de Lavras.

<sup>2</sup>Professor, Departamento de Estatística da Universidade Estadual de Maringá.

<sup>3</sup>Professor Adjunto, Departamento de Ciência do Solo, Escola de Ciências Agrárias de Lavras, Universidade Federal de Lavras

---

## 2 A ESTRUTURA DO PACOTE

Os nomes das funções permaneceram em inglês, pois é dessa maneira que foram programados dentro do ambiente R. Outra informação importante, na literatura, a sequência é Fator R, Fator K, no entanto, no pacote R, o mesmo considera a ordem alfabética.

### 2.1 *KFactor()*

Uma função para estimar a erodibilidade do solo a partir da equação extraída do nomográfico.

#### 2.1.1 Descrição

A função estima o fator erodibilidade do solo (Fator K).

#### 2.1.2 Modo de usar

```
KFactor(df_kfactor)
```

#### 2.1.3 Argumentos

`df_kfactor` Banco de dados  
Fonte: Denardin (1990) e Projeto RadamBrasil (1981a, 1981b, 1982, 1983).

#### 2.1.4 Resultados

`kfactor` Resultados tabulados do fator K.

#### 2.1.5 Exemplo

```
data (Tabela 1) (Data_Erodibility)
kfactor (Tabela 1) <- KFactor(Data_Erodibility)
round(kfactor, 6)
```

---

## 2.1.6 Aplicação

**Tabela 1:** Resultados da função  $KFactor()$ .

amf	silte	argila %	M	MOS	s	p	Fator K Mg h/MJ mm
27,6	33,9	23,6	4698,60	0,51	1	2	0,041199
5,3	33,9	31,8	2673,44	0,12	4	1	0,028490
4,5	25,5	40,3	1791,00	1,20	4	2	0,020535
5,4	44,7	38,6	3076,14	1,89	3	1	0,024173
5,8	21,3	40,8	1604,32	2,30	4	3	0,020656
6,9	19,0	44,2	1445,22	2,30	2	2	0,007445
2,3	18,0	53,2	950,04	2,60	3	2	0,007438
5,8	13,1	22,0	1474,20	2,71	3	3	0,014799
8,8	11,0	24,2	1500,84	2,00	4	2	0,016824
2,1	21,9	72,7	655,20	3,50	2	2	0,000526
3,4	3,8	8,5	658,80	1,29	3	1	0,002537
1,4	28,0	65,2	1023,12	5,54	4	2	0,010091
6,6	12,0	20,1	1486,14	1,80	3	3	0,015936
6,7	21,5	9,1	2563,38	0,75	2	2	0,020641
4,1	21,7	53,1	1210,02	3,87	3	2	0,008338
7,8	13,9	14,1	1864,03	1,80	4	4	0,026944
8,2	26,1	12,1	3014,97	2,10	4	3	0,033901
4,0	18,5	48,6	1156,50	2,30	3	2	0,009316
2,7	17,6	41,0	1197,70	2,60	4	3	0,016960
9,7	3,9	6,2	1275,68	0,85	2	1	0,004121
5,2	10,1	9,0	1392,30	3,35	2	1	0,002591
10,3	16,4	12,0	2349,60	1,10	3	3	0,025278
9,4	7,6	6,8	1584,40	1,40	4	1	0,015006
8,3	21,2	28,1	2121,05	1,70	2	6	0,027534
7,6	15,3	28,6	1635,06	1,90	4	1	0,014845
10,4	21,0	20,4	2499,44	2,00	4	2	0,025938
15,2	15,0	8,5	2763,30	0,90	4	1	0,027701
7,6	17,7	12,4	2216,28	1,70	4	4	0,030416
6,4	13,6	23,3	1534,00	2,90	4	5	0,025927
8,0	15,1	27,4	1677,06	1,36	4	3	0,022516
9,5	16,2	12,9	2238,47	0,80	4	3	0,028976
11,2	23,0	14,5	2924,10	2,61	2	5	0,029796
7,7	16,1	21,3	1873,06	1,01	4	3	0,024910
6,7	13,9	21,1	1625,34	1,19	4	3	0,022241

amf = porcentagem de areia muito fina; silte = porcentagem de silte; argila = porcentagem de argila; M = porcentagem de si + amf; MOS = porcentagem de matéria orgânica; s = código da estrutura do solo; p = código da permeabilidade do solo, e Fator K = fator erodibilidade do solo. Fonte: Denardin (1990) e Projeto RadamBrasil (1981a, 1981b, 1982, 1983).

## 2.2 RFactor\_calc()

Uma função para determinar a erosividade da chuva.

### 2.2.1 Descrição

A função determina o fator erosividade da chuva (Fator R), de acordo com as metodologias propostas por Brown e Foster (1987), United States Department of Agriculture (USDA, 2013) e Wischmeier e Smith (1978).

### 2.2.2 Modo de usar

```
RFactor_calc(data, erosive.precip = 10, equation = "WS")
```

### 2.2.3 Argumentos

Data	Banco de dados Fonte: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden, 2024).
erosive.precip	Precipitação considerada erosiva (default = 10).
equation	BF (Brown; Foster, 1987), RUSLE2 (USDA, 2013), WS (Wischmeier; Smith, 1978) (default).

### 2.2.4 Resultados

Result      Tabela de resultados.  
Record      Intervalo da precipitação em 5, 10, 15, 30 ou 60 minutos.

### 2.2.5 Exemplo

```
data(Data_Rainfall_minutes)
res <- RFactor_calc(Data_Rainfall_minutes, erosive.precip = 10, equation = "WS")
res$result (Tabela 2)
```

---

## 2.2.6 Aplicação

**Tabela 2:** Os resultados, após aplicação função, determinando a erosividade da chuva para o município de Peixe, TO.

Ano	2023					Total do período
Meses	8	9	10	11	12	
Precipitação(mm)	18,0	11,8	163,2	47,0	160,8	400,8
EI <sub>30</sub>	112,9	0,0	2983,7	75,7	1186,2	4358,5
Nº precipitação	5	4	10	14	14	47
Nº precipitação erosiva	1	0	5	1	5	12
Nº precipitação não erosiva	4	4	5	13	9	35
Precipitação erosiva (mm)	14,8	0,0	151,6	17,8	146,2	330,4
Precipitação não erosiva (mm)	3,2	11,8	11,6	29,2	14,6	70,4
Fator R médio (MJ mm/ha h período)						4358,45

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

## 2.3 RFactor\_est()

Uma função para estimar a erosividade da chuva.

### 2.3.1 Descrição

A função estima o fator erosividade da chuva (Fator R), de acordo com a metodologia proposta por Arnoldus (1980).

### 2.3.2 Modo de usar

```
RFactor_est(data, latitude, longitude)
```

### 2.3.3 Argumentos

Data	Banco de dados Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET, 2024).
Latitude	Latitude
Longitude	Longitude

### 2.3.4 Resultados

`RFactor` Estima a erosividade da chuva.

`Equation` Equações ajustadas entre o índice de erosividade da chuva e o índice de Fournier Modificado (IFM).

### 2.3.5 Exemplo

```
data(Data_Rainfall_month)
rfactor <- RFactor_est(Data_Rainfall_month[,2:13], latitude
= -12.01527777, longitude = -48.544444440)
rfactor$RFactor
rfactor$Equation
```

### 2.3.6 Aplicação

A erosividade da chuva estimada foi de 8054,929 MJ mm/ha h ano (Fator R).

A equação utilizada para estimar esse valor, de acordo com a proximidade entre as coordenadas geográficas foi  $EI_{30} = 317,397829IFM^{0,484654}$ .

## 2.4 *SoilLoss()*

Uma função para estimar as perdas de solo causadas pela erosão hídrica.

### 2.4.1 Descrição

A função para estimar as perdas de solo, de acordo com a Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS e suas versões revisadas.

### 2.4.2 Modo de usar

```
SoilLoss(df_SoilLoss)
```

### 2.4.3 Argumentos

`df_SoilLoss` Banco de dados

Fonte: Cardoso (2021).

---

## 2.4.4 Resultados

result.A Tabela de resultados das perdas de solo (A).

## 2.4.5 Exemplo

```
data (Tabela 3) (Data_SoilLoss)
SoilLoss (Tabela 3) <- SoilLoss(Data_SoilLoss[,2:6])
round(SoilLoss,2)
```

## 2.4.6 Aplicação

**Tabela 3:** Resultado das perdas de solo para a bacia de Peixe Angical, TO.

R	K	LS	C	P	A
8745,08	0,02	6,71	0,02	1	18,03
8746,44	0,02	7,28	0,02	1	19,56
8747,09	0,02	1,52	0,01	1	3,33
8747,71	0,02	5,82	0,02	1	15,63
8748,31	0,02	2,20	0,02	1	5,92
8748,88	0,02	9,25	0,02	1	24,87
8749,42	0,02	32,80	0,00	1	5,51
8749,93	0,02	2,54	0,02	1	6,82
8761,21	0,02	1,58	0,02	1	4,24
8761,94	0,02	9,02	0,02	1	24,29
8762,65	0,02	3,46	0,02	1	9,31
8763,33	0,02	5,54	0,02	1	14,91
8763,99	0,02	14,95	0,02	1	40,25
8764,62	0,02	6,54	0,02	1	17,61
8943,72	0,02	8,78	0,02	1	24,12
8943,66	0,02	3,23	0,02	1	8,87
8765,80	0,02	1,97	0,02	1	5,30
8791,04	0,02	11,71	0,02	1	31,63
8792,98	0,02	23,33	0,00	1	3,94
8767,36	0,02	8,47	0,02	1	22,81
8745,08	0,02	6,71	0,02	1	18,03
8746,44	0,02	7,28	0,02	1	19,56

Continua...

**Tabela 3:** Continuação.

<b>R</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>A</b>
8747,09	0,02	1,52	0,00	1	0,26
8747,71	0,02	5,82	0,02	1	15,63
8748,31	0,02	2,20	0,02	1	5,92
8748,88	0,02	9,25	0,02	1	24,87
8749,42	0,02	32,80	0,00	1	0,00
8761,21	0,02	1,58	0,02	1	4,24
8761,94	0,02	9,02	0,00	1	1,52
8762,65	0,02	3,46	0,02	1	9,31
8763,33	0,02	5,54	0,02	1	14,91
8763,99	0,02	14,95	0,02	1	40,25
8764,62	0,02	6,54	0,02	1	17,61
8943,72	0,02	8,78	0,02	1	24,12
8943,66	0,02	3,23	0,02	1	8,87
8765,80	0,02	1,97	0,02	1	5,30
8791,04	0,02	11,71	0,02	1	31,63
8792,98	0,02	23,33	0,00	1	3,94
8767,36	0,02	8,47	0,02	1	22,81
8793,93	0,02	2,43	0,02	1	6,56
8745,08	0,02	6,71	0,02	1	18,03
8746,44	0,02	7,28	0,02	1	19,56
8747,09	0,02	1,52	0,00	1	0,26
8747,71	0,02	5,82	0,02	1	15,63
8748,31	0,02	2,20	0,02	1	5,92
8748,88	0,02	9,25	0,02	1	24,87
8749,42	0,02	32,80	0,00	1	0,00
8749,93	0,02	2,54	0,02	1	6,82
8761,94	0,02	9,02	0,00	1	1,52
8762,65	0,02	3,46	0,02	1	9,31
8763,33	0,02	5,54	0,02	1	14,91
8763,99	0,02	14,95	0,02	1	40,25
8764,62	0,02	6,54	0,02	1	17,61
8943,72	0,02	8,78	0,02	1	24,12
8943,66	0,02	3,23	0,02	1	8,87
8765,80	0,02	1,97	0,02	1	5,30
8791,04	0,02	11,71	0,02	1	31,63

Continua...

**Tabela 3:** Continuação.

<b>R</b>	<b>K</b>	<b>LS</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>A</b>
8792,98	0,02	23,33	0,00	1	3,94
8767,36	0,02	8,47	0,02	1	22,81
8793,93	0,02	2,43	0,02	1	6,56
8745,08	0,02	6,71	0,02	1	18,03
8746,44	0,02	7,28	0,02	1	19,56
8747,09	0,02	1,52	0,01	1	3,33
8747,71	0,02	5,82	0,02	1	15,63
8748,31	0,02	2,20	0,02	1	5,92
8748,88	0,02	9,25	0,02	1	24,87
8749,42	0,02	32,80	0,00	1	0,00
8749,93	0,02	2,54	0,02	1	6,82
8762,65	0,02	3,46	0,02	1	9,31
8763,33	0,02	5,54	0,02	1	14,91
8763,99	0,02	14,95	0,02	1	40,25
8764,62	0,02	6,54	0,02	1	17,61
8943,72	0,02	8,78	0,02	1	24,12
8943,66	0,02	3,23	0,02	1	8,87
8765,80	0,02	1,97	0,02	1	5,30
8791,04	0,02	11,71	0,02	1	31,63
8792,98	0,02	23,33	0,00	1	3,94
8767,36	0,02	8,47	0,02	1	22,81
8767,82	0,02	12,59	0,02	1	33,90
8794,87	0,02	7,08	0,02	1	19,14

A = Perdas de solo (Mg/ha ano); R = fator erosividade da chuva (MJ mm/ha h ano); K = fator erodibilidade do solo (Mg h/ MJ mm); LS = fator comprimento de rampa e declive do terreno; C = fator cobertura e manejo do solo; e P = fator práticas conservacionistas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que, com este pacote, contribua-se, significativamente, para a investigação, na área da conservação do solo, permitindo a obtenção de resultados com maior agilidade e precisão. Assim, o pacote fornece resultados sobre a erodibilidade do solo, a erosividade da chuva e as perdas de solo, auxiliando na

tomada de decisões relativas à conservação do solo e da água. Acessível no CRAN, dentro do ambiente R, contribuindo para a execução de pesquisas e atividades relacionadas, em nível nacional e internacional. No caso de dúvidas, a respeito do pacote SoilConservation ou mesmo sugestões para versões futuras, o usuário poderá entrar em contato com [cardoso.dione@gmail.com](mailto:cardoso.dione@gmail.com).

#### 4 AGRADECIMENTOS



Apoio:



#### 5 REFERÊNCIAS

ARNOLDUS, H. M. J. An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. *In*: DE BOODT, M.; GABRIELS, D. (ed.). **Assessment of erosion**. Chichister: JohnWiley & Sons, 1980. p. 127-132.

BROWN, L. C.; FOSTER, G. R. Storm erosivity using idealized intensity distributions. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 30, n. 2, p. 379-386, 1987. DOI: 10.13031/2013.31957.

CARDOSO, D. P. **Rainfall erosivity estimation via several methods, and water erosion modeling at Peixe Angical reservoir-TO**. 2021. 104 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/46442>. Acesso em: 10 dez. 2023.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Apresentação**. São José dos Campos: Cemaden, 2024. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/apresentacao/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

---

---

DENARDIN, J. E. **Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 81 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20230818-145355/pt-br.php>. Acesso em: 10 mar. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**: série histórica: dados mensais: precipitação (mm). Brasília, DF: INMET, 2024.

OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: a review. **Catena**, Amsterdam, v. 100, p. 139-147, 2013. DOI: doi:10.1016/j.catena.2012.08.006.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SC. 22**: Tocantins. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981a. 524 p.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD. 22**: Goiás. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981b. 640 p.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD. 23**: Brasília. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982. 660 p.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SE. 22**: Goiânia. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983. 768 p.

RENARD, K. G. *et al.* **Predicting soil erosion by water**: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Washington, DC: USDA, 1997. (Agriculture handbook, 703).

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Agricultural Research Service. **Science documentation revised universal soil loss equation**. Version 2. Washington, DC: USDA, 2013. Disponível em: [https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/60600505/RUSLE/RUSLE2\\_Science\\_Doc.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/60600505/RUSLE/RUSLE2_Science_Doc.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.

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

---