

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

**ErosãoCalc - CLASSIFICAÇÃO  
QUALITATIVA DO RISCO À EROSÃO  
(VERSÃO PARA ANDROID)**

**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 Morais

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 .....	4
2 ESTRUTURA DO APLICATIVO ErosãoCalc .....	5
3 APLICAÇÃO .....	6
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	12
5 AGRADECIMENTOS .....	13
6 REFERÊNCIAS .....	13

# **ErosãoCalc - CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA DO RISCO À EROSÃO (VERSÃO PARA ANDROID)**

**Dione Pereira Cardoso<sup>1</sup>**  
**Jesimar da Silva Arantes<sup>2</sup>**  
**Paulo Cesar Ossani<sup>3</sup>**  
**Marcelo Ângelo Cirillo<sup>4</sup>**  
**Marx Leandro Naves Silva<sup>5</sup>**  
**Junior Cesar Avanzi<sup>6</sup>**

## **1 INTRODUÇÃO**

O software aplicativo com os classificadores (C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7) desenvolvidos, utilizando a Análise Discriminantes, é uma técnica de Inteligência Artificial, aplicada em dados de perdas de solo na bacia de Peixe Angical. Os classificados direcionam para o grau de severidade à erosão, sendo C1 = ligeira, C2 = ligeira à moderada, C3 = moderada, C4 = moderada à severa, C5 = severa, C6 = muito severa e C7 = extremamente severa. Os classificadores tiveram uma acurácia de 97,77%, sensibilidade de 99,87% (Classificador - C1) e 97,77% (Classificador - C7) e especificidade de 99,92% (Classificador - C1) e 99,44% (Classificador - C7). Desse modo, o aplicativo permite estimar o risco à erosão hídrica da referida bacia. Tal estimativa é representada pela classificação qualitativa, com base nas informações de erosividade da chuva (Fator R), erodibilidade do solo (Fator K),

---

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

<sup>2</sup>Professor Adjunto do Departamento de Computação Aplicada, Universidade Federal de Lavras-UFLA.

<sup>3</sup>Professor Adjunto do Departamento de Estatística da Universidade Estadual de Maringá.

<sup>4</sup>Professor Titular do Departamento de Estatística, Universidade Federal de Lavras-UFLA.

<sup>5</sup>Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA.

<sup>6</sup>Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA.

---

fator topográfico (Fator LS) e cobertura e manejo do solo (Fator C). O Fator P não sendo preciso informar, pois foi considerado igual a 1(um), ou seja, sem práticas conservacionistas, a situação mais crítica para as perdas de solo. Com base no grau de severidade à erosão, o aplicativo traz recomendações, que devem ser embasadas em observações de campo, relacionadas às práticas mecânicas de conservação do solo. Espera-se que o aplicativo alcance profissionais de diversas áreas do conhecimento e contribua para o avanço da pesquisa no país.

## **2 ESTRUTURA DO APLICATIVO ErosãoCalc**

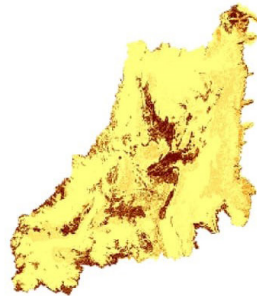
O aplicativo consta de uma tela inicial com uma foto do reservatório de Peixe Angical e uma ilustração dos limites da bacia de Peixe Angical. Além disso, existem quatro botões (classificar, modo de utilização, informações e agradecimentos), veja a Figura 1 abaixo. Ao clicar em classificar, o usuário terá acesso aos fatores da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), como os fatores: erosividade da chuva (Fator R,  $\text{MJ mm h}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ), erodibilidade do solo (Fator K,  $\text{Mg h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$ ), comprimento e declive da encosta (Fator LS, adimensional) e cobertura e manejo do solo (Fator C, adimensional) e práticas conservacionista (Fator P, adimensional). No aplicativo ErosãoCalc, considera-se o fator P igual a 1(um). O usuário precisa informar os valores desses fatores, exceto do fator P. Posteriormente, ao clicar, obtém-se a classificação e se obterá a classificação qualitativa referente ao grau de severidade. Em seguida, pode-se clicar em recomendações e verificar qual medida poderia ser adotada, tendo como embasamento materiais publicados sobre o assunto e vistoria de campo, realizada por especialista da área. O botão Modo de Utilização direciona para a explicação de como utilizar o aplicativo. No botão Informações, é possível visualizar os Desenvolvedores/Idealizadores do aplicativo, assim como o apoio científico obtido durante o desenvolvimento deste trabalho. No botão Agradecimentos, os departamentos, nos quais estão vinculados os Desenvolvedores/Idealizadores, as agências de fomento e o apoio financeiro são exibidos. Todas as telas possuem botão para voltar à página inicial.

---

## CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA DA EROSÃO



Reservatório de Peixe Angical



Bacia de Drenagem de Peixe Angical (TO, GO e DF)

Classificar

Modo de Utilização

Informações

Agradecimentos

**Figura 1:** Tela de inicial do aplicativo ErosãoCalc.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3 APLICAÇÃO

Os dados de entrada são os fatores da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), a saber: R, K, LS e C - utilizados para desenvolver o algoritmo da modelagem hídrica da bacia do reservatório de Peixe Angical apresentados em Cardoso (2021). Neste trabalho, o fator R foi resultado da krigagem ordinária da

---

erosividade da chuva estimada. Para essa krigagem, foram adotados dados de precipitação de estações localizadas dentro e no entorno da bacia. A partir dessas informações, estimou-se a erosividade da chuva com equações que consideram os índices  $EI_{30}$  - que é o produto da energia cinética pela intensidade máxima da chuva em 30 minutos (Wischmeier; Smith, 1978), como variável dependente e IFM - que é o índice de Fournier Modificado (Arnoldus, 1980), como variável independente. As equações utilizadas foram ajustadas, para localidades próximas à bacia, visto que não havia nenhuma equação ajustada para municípios inseridos dentro da bacia. A partir do mapa de solos do IBGE, publicado em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2001), foi realizado o recorte contemplando a bacia estudada e atribuído, para cada classe de solo, os seus respectivos valores de erodibilidade do solo (Fator K), encontrados na literatura e, para maiores informações, consultar Cardoso (2021). A partir do modelo digital de elevação (MDE) (Farr *et al.*, 2007), foi possível estimar os valores do fator LS. E, finalmente, o fator C que foi um recorte do Projeto MapBiomas (MapBiomas, 2022), sendo o fator C obtido da literatura. Classificar as perdas de solo é importante, para garantir a sustentabilidade da bacia, cuja classificação pode ser quantitativa ou qualitativa. No caso da quantitativa, tem-se uma ideia do total de solo que está sendo removido da paisagem, enquanto a classificação qualitativa refere-se à essa perda, ligeira até o limite mais crítico que seria extremamente severa. Tais classificações são essenciais, pois proporcionam uma decisão mais assertiva por parte dos tomadores de decisão, já que identificam as áreas prioritárias para a conservação do solo. Nas Figuras 2 a 5 são apresentados os dados de entrada gerados para a bacia de Peixe Angical e seus respectivos resultados em relação à classificação qualitativa.

---

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 7671.876465

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0355

Fator LS 7.017547

Fator C 0.013

Classificar

Grau de severidade

Ligeira



Recomendações

Voltar

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 8792.976563

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0192

Fator LS 23.333490

Fator C 0.001

Classificar

Grau de severidade

Ligeira a moderada



Recomendações

Voltar

**Figura 2:** Tela de Resultados: A classificação qualitativa (a) Ligeira e (b) Ligeira à moderada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 9300.836914

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0032

Fator LS 0.357347

Fator C 0.016

Classificar

Grau de severidade

Moderada



Recomendações

Voltar

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 10892.592770

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0355

Fator LS 0.043785

Fator C 0.016

Classificar

Grau de severidade

Moderada a severa



Recomendações

Voltar

**Figura 3:** Tela de Resultados: A classificação qualitativa (a) Moderada e (b) Moderada à severa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 8290.369141

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0344

Fator LS 0.449318

Fator C 0.212

Classificar

Grau de severidade

Severa



Recomendações

Voltar

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 8124.522461

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0567

Fator LS 10.391017

Fator C 0.5

Classificar

Grau de severidade

Muito severa



Recomendações

Voltar

**Figura 4:** Tela de Resultados: A classificação qualitativa (a) Severa e (b) Muito severa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS

Fator R [MJ mm/(h ha ano)] 10012.617190

Fator K [Mg h/(MJ mm)] 0.0138

Fator LS 4.130235

Fator C 0.016

Classificar

Grau de severidade

Extremamente severa



Recomendações

Voltar

**Figura 5:** Tela de Resultado: A classificação qualitativa (a) Extremamente severa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As perdas de solo são baseadas em vários fatores, podendo-se destacar a erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento da rampa e declividade do terreno, cobertura vegetal e as práticas de conservação do solo. Para a elaboração dos estimadores referentes às classes qualitativas de perdas de solo, o aplicativo considera ausência de práticas conservacionistas ( $P = 1$ ). Assim, a recomendação, visando reduzir o grau de severidade da erosão, será relacionada às práticas mecânicas de conservação do solo, lembrando que uma decisão assertiva

deve ter como embasamento uma vistoria de campo. No geral, para as classes ligeira e ligeira/moderada, recomenda-se a adoção de práticas mecânicas simples, como: plantio em nível. À medida que avança o grau de severidade da erosão, além do plantio em nível, há a necessidade da distribuição racional de estradas, sendo o caso da classificação qualitativa moderada. Quando há o avanço do processo erosivo, sendo classificada como moderada/severa e severa, técnicas complexas de conservação do solo devem ser adotadas, como o terraceamento. Ressalta-se novamente a importância de uma vistoria no campo, identificando a declividade do terreno de acordo com Santos *et al.* (2013). Essa declividade pode ser calculada com o auxílio do aplicativo DecliveCalc ou sua versão em inglês *SlopeCalc*. Além dos terraços, as bacias de infiltração, associadas às estradas ou canais divergentes, contribuem para reduzir o escoamento superficial e aumentar a infiltração da água no solo. Quando a classificação qualitativa é muito severa ou extremamente severa, o ideal, somente a adoção de práticas mecânicas pode não ser suficiente. Assim, em alguns casos, a conversão do uso do solo para usos mais conservacionistas, como florestamento e reflorestamento, pode ser indicada.

As peculiaridades de cada situação devem ser analisadas, consultando um especialista no assunto. As práticas de conservação do solo adotadas visam sempre reduzir o grau de severidade de risco à erosão. Espera-se que esse aplicativo ErosãoCalc seja uma ferramenta para os tomadores de decisões, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do recurso solo.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com esta publicação técnica espera-se uma melhor utilização do aplicativo ErosãoCalc por parte dos usuários e que possa facilitar a avaliação qualitativa, sem uma nova modelagem para a bacia de Peixe Angical, contribuindo, dessa forma, para manter atualizados os estudos relacionados à erosão hídrica, dessa maneira, propiciando a sustentabilidade da bacia. Espera-se que auxilie os diversos especialistas, na tomada de decisão, para a adoção de práticas conservacionistas adequadas, contribuindo, portanto, para o desenvolvimento da região em equilíbrio com o meio ambiente, preservando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Quaisquer dúvidas, o usuário poderá entrar em contato com Dione Pereira Cardoso ([cardoso.dione@gmail.com](mailto:cardoso.dione@gmail.com)).

---

## 5 AGRADECIMENTOS



Apoio:



## 6 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**. New York: John Wiley, 1980. p. 127-132.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 1 mapa. Escala 1:5.000.000.

FARR, T. G.; ROSEN, P. A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA, J.; UMLAND, J.; WERNER, M.; OSKIN, M.; BURBANK, D.; ALSDORF, D. E. The shuttle radar topography mission. **Reviews of Geophysics**, Washington, DC, v. 45, p. 1-13, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>.

MAPBIOMAS. **Coleção 8 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil**. 2022. Disponível em: [https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection\\_8/lcl/coverage/brasil\\_coverage\\_2017.tif](https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lcl/coverage/brasil_coverage_2017.tif). Acesso em: 10 out. 2023.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. G. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2013. 100 p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Charlottesville: University of Virginia Press, 1978. (Agriculture handbook, 537).