

Desenvolvimento Tecnológico em Ciência do Solo



Raíssa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Francisca Gislene Albano-Machado
Milena Maria Tomaz de Oliveira
(Organizadoras)

Atena
Editora

Ano 2020

Desenvolvimento Tecnológico em Ciência do Solo



Raíssa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Francisca Gislene Albano-Machado
Milena Maria Tomaz de Oliveira
(Organizadoras)

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Desenvolvimento tecnológico em ciência do solo

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Karine de Lima Wisniewski
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadoras: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Francisca Gislene Albano-Machado
Milena Maria Tomaz de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D451 Desenvolvimento tecnológico em ciência do solo [recurso eletrônico]
/ Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos,
Francisca Gislene Albano-Machado, Milena Maria Tomaz de
Oliveira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-262-3

DOI 10.22533/at.ed.623201008

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Albano-Machado,
Francisca Gislene. III. Oliveira, Milena Maria Tomaz de.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento tecnológico da Ciência do solo, tem premissas desde a 1ª Revolução Agrícola, que foi definida por uma profunda mudança baseada na utilização de equipamentos e máquinas agrícolas, pela inovação e utilização de fertilizantes, adubos e substâncias químicas no tratamento do solo, além da aliança com a pesquisa genética. Todos esses fatores contribuíram para que a agricultura fizesse uso do solo de forma intensiva.

Porém, esse rápido desenvolvimento logo mostrou alguns pontos negativos, tais como a erosão, contaminação dos solos e corpos de água, assim como a perda da fertilidade do solo, todo esse panorama demonstrou a necessidade da ampliação do conhecimento sobre o solo e seu manejo.

Assim acreditamos que as soluções têm vindo e virão cada vez mais, por meio do desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, esse livro traz informações relevantes e concisas de pesquisas em sistemas modernos de produção, as quais propõem, com base no conhecimento multidisciplinar, elevar ao máximo a capacidade do potencial de cultivo tecnificado de forma consciente.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Francisca Gislene Albano-Machado

Milena Maria Tomaz de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BIOMETRIA DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>) SOB APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAL E AMINOÁCIDOS	
Camila Eduarda Souza de Sousa	
Atila Fonseca Carvalho Silva	
Jessivaldo Rodrigues Galvão	
Thiago Costa Viana	
Ismael de Jesus Matos Viegas	
Mauro Junior Borges Pacheco	
Jorge Cardoso de Azevedo	
Jeferson Campos Carrera	
Joel Correa de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6232010081	
CAPÍTULO 2	13
SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTEGRADA E DESENVOLVIMENTO DA SOJA (<i>Glycine max</i>)	
Dayane Aparecida de Souza	
Ana Carolina de Almeida	
José Fernando de Oliveira Delgado	
Michaela Fernandes Sena	
Giovanna Letícia Poltronieri da Silva	
Milena Cremer de Souza	
Maicon Andreus Godoi de Souza	
Leopoldo Sussumu Matsumoto	
DOI 10.22533/at.ed.6232010082	
CAPÍTULO 3	26
CAL HIDRATADA AGRÍCOLA EM SISTEMA AGROPASTORIL	
Wander Luis Barbosa Borges	
Isabela Malaquias Dalto de Souza	
Pedro Henrique Gatto Juliano	
Letícia Nayara Fuzaro Rodrigues	
Jorge Luiz Hipólito	
Flávio Sueo Tokuda	
Adriano Custódio Gasparino	
DOI 10.22533/at.ed.6232010083	
CAPÍTULO 4	37
CALAGEM E GESSAGEM PELA PORCENTAGEM DE CA NA CTC E CTCE, EM SISTEMA AGROPASTORIL	
Wander Luis Barbosa Borges	
Pedro Henrique Gatto Juliano	
Isabela Malaquias Dalto de Souza	
Rogério Soares de Freitas	
Jorge Luiz Hipólito	
Adriano Custódio Gasparino	
Flávio Sueo Tokuda	
DOI 10.22533/at.ed.6232010084	
CAPÍTULO 5	48
CRITÉRIOS E COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO COM VINHAÇA, TORTA DE FILTRO E FERTILIZANTE MINERAL PARA A CULTURA DA SOJA	
Antonio Nolla	

Mateus Konrad
Thaynara Garcez Da Silva
Adriely Vechiato Bordin

DOI 10.22533/at.ed.6232010085

CAPÍTULO 6 60

ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL SOBRE QUALIDADE DO SOLO EM UMA COMUNIDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE CAPANEMA-PA

Douglas Silva dos Santos
Fernanda Gisele Santos de Quadros
Wilton Barreto Moraes
César Di Paula Da Silva Pinheiro
Edivandro Ferreira Machado
Fernanda Campos de Araújo
Juliana Costa de Sousa
Nazareno de Jesus Gomes de Lima
Alef David Castro da Silva
Karlamyllé Batista de Jesus
Diocléa Almeida Seabra Silva

DOI 10.22533/at.ed.6232010086

CAPÍTULO 7 72

ESTUDO DO PROCESSO EROSIVO LAMINAR NA BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO BARRO PRETO, EM CORONEL VIVIDA – PR

Maisa Carla Pasquatto
Julio Caetano Tomazoni

DOI 10.22533/at.ed.6232010087

CAPÍTULO 8 97

AValiação DA ÁGUA DISPONÍVEL EM FUNÇÃO DO GRAU DE INTEMPERISMO DE UM SOLO RESIDUAL GNÁISSICO

Regina Tavares Delcourt
Tácio Mauro Pereira de Campos

DOI 10.22533/at.ed.6232010088

CAPÍTULO 9 105

FRAÇÕES ORGÂNICAS PROVENIENTES DA DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUO RUMINAL COMO BIOESTIMULANTE PARA *Urochloa brizantha*

João Henrique Silva da Luz
Evandro Alves Ribeiro
Hanrara Pires de Oliveira
Bruno Henrique Di Napoli Nunes
Leydinaria Pereira da Silva
João Pedro Silva Beserra
Sávio dos Santos Oliveira
Lucas Eduardo Moraes Brito
Gilson Araújo de Freitas
Rubens Ribeiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6232010089

CAPÍTULO 10 117

FUNGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES EM PRODUÇÃO DE PALMA *Opuntia stricta* IRRIGADA COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Érica Olandini Lambais
Evaldo dos Santos Felix

George Rodrigues Lambais
Jucilene Silva Araújo
Alexandre Pereira de Bakker

DOI 10.22533/at.ed.62320100810

CAPÍTULO 11 126

LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO PEDOLÓGICO DETALHADO: SÍTIO EMAZA, ARAÇATUBA-SP

Ana Paula Antunes Duarte
Carla Caroline de Oliveira Silva
Gabriel Abril Fiel
Michel Amâncio Da Silva
Márcio Fernando Gomes

DOI 10.22533/at.ed.62320100811

CAPÍTULO 12 137

MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM MOMBAÇA EM FUNÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS ESTABILIZADOS

Bruno Henrique Di Napoli Nunes
João Henrique Silva da Luz
Evandro Alves Ribeiro
Hanrara Pires de Oliveira
Leydinaria Pereira da Silva
João Pedro Silva Beserra
Sávio dos Santos Oliveira
Heloisa Donizete da Silva
Índira Rayane Pires Cardeal
Jaci de Souza Dias
Rubens Ribeiro da Silva
Gilson Araújo de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.62320100812

CAPÍTULO 13 148

POTASSIUM FERTILIZATION OF CAULIFLOWER AND BROCCOLI IN A POTASSIUM-RICH SOIL

André Luiz Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.62320100813

CAPÍTULO 14 159

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E DIAGNÓSTICO DO ESTADO DO NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA BATATEIRA – REVISÃO

Breno de Jesus Pereira
María José Yáñez Medelo
Danilo Reis Cardoso Passos
Fredson dos Santos Menezes

DOI 10.22533/at.ed.62320100814

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 171

ÍNDICE REMISSIVO 172

ESTUDO DO PROCESSO EROSIVO LAMINAR NA BACIA DE CAPTAÇÃO DO RIO BARRO PRETO, EM CORONEL VIVIDA – PR

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Maisa Carla Pasquatto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Pato Branco – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/4252734614567800>

Julio Caetano Tomazoni

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Pato Branco – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/7668469379752427>

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo quantificar as perdas médias de solo por erosão laminar na bacia de captação do rio Barro Preto, nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015. A Equação Universal de Perdas de Solo, o software SPRING/INPE e programas da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico permitiram estimar os fatores da equação e as perdas médias anuais de solo dos anos estudados. O fator erosividade das chuvas (R) foi estimado através da equação proposta para o município, utilizando dados pluviométricos de 1986 a 2014. A erodibilidade dos solos (K) foi estimada através da equação que considera a matéria orgânica, silte, argila, areia fina e grossa dos solos da bacia. Os dados altimétricos e hidrografia da carta topográfica do Exército Brasileiro permitiram estimar o fator grau de declive e comprimento de rampa (LS).

Os fatores de forma de uso e manejo e práticas conservacionistas foram estimados através da caracterização do uso e ocupação do solo, utilizando imagens de satélite. O valor estimado para o fator R foi 14.172,81 MJ/ha.mm/a e os valores do fator K foram 0,0138, 0,0137, 0,0196 e 0,0207 t.ha.h/MJ.mm/a para Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Neossolo Litólico e Neossolo Flúvico, respectivamente. A classe de baixa erosão do solo compreende de 68,65 a 72,31% da área, caracterizando a bacia com baixo potencial erosivo. Os valores de perda média total anual variaram de 8.231,05 a 9.349,16 t/ano. A regularização da área de preservação permanente da bacia de estudo diminuiria de 545,27 a 1.158,97 t/ano, durante o período estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão do solo; Equação Universal de Perdas de Solo; Sistema de Informações Geográficas; Sistematização.

STUDY OF LAMINAR EROSION IN THE BASIN RIVER CATCHMENT BARRO PRETO, IN CORONEL VIVIDA – PR

ABSTRACT: This study aims to quantify the average losses of soil by laminar erosion in the river basin catchment Barro Preto, in 1999, 2005, 2011 e 2015. The Universal Soil Loss Equation,

software SPRING/INPE and LEGAL language allowed to estimate the factor of the equation and the average annual soil losses of the years studied. The rainfall and runoff factor (R) was estimated using the equation proposed for the city, using rainfall data from 1986 to 2014. The soil erodibility factor (K) was estimated using the equation that considers organic matter, silt, clay, fine and coarse sand of the river basin soil. The altimetry and hydrography data of the topographic map of the Brazilian Army allowed to estimate the topographic factor (LS). The cover and management and support practice factors were estimated by characterizing the use and land cover using satellite images. The estimated value of the R factor was 14.172,81 MJ/ha.mm/a and the values of the K factor were 0,0138, 0,0137, 0,0196 and 0,0207 t.ha.h/MJ.mm/a to Red Latosol, Red Nitosol, Litholic Neosol and Fluvisol Neosol, respectively. The class of low soil erosion comprises 68,65 to 72,31% of the area, featuring the basin with low erosive potential. The average total annual loss of values ranged from 8.231,05 to 9.349,16 t/year. The regularization of the permanent preservation area of study basin decrease from 545,27 to 1.158,97 t/year during the study period.

KEYWORDS: Soil erosion; Universal Soil Loss Equation; Geographical Information System; Systemization.

1 | INTRODUÇÃO

O ciclo hidrossedimentológico está presente nos processos que envolvem as bacias hidrológicas. Ele apresenta os processos de degradação, separação e erosão, transporte, decantação, depósito e consolidação de sedimentos. Dentre os processos do ciclo hidrossedimentológico, a erosão destaca-se em virtude de suas consequências e na redistribuição de partículas nas bacias hidrográficas (BORDAS E SEMMELMAN, 2009).

A erosão do solo é considerada um processo de origem natural com a finalidade de formação da paisagem e renovação do solo. Contudo, as atividades desenvolvidas pelo homem ao longo dos anos têm ocasionado impactos na superfície terrestre, e dessa forma, a erosão do solo acelerada por essas atividades torna-se um problema nas bacias hidrográficas (PIRES E SOUZA, 2013).

O processo de erosão superficial de partículas de solo é ocasionado pela ação do vento ou da água, ocasionando respectivamente erosão eólica e hídrica. No Brasil, a erosão hídrica é a mais importante devido a predominância do clima tropical (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012). A erosão hídrica apresenta três etapas principais, sendo a desagregação ou desprendimento, transporte e deposição (PRUSKI, 2009). A desagregação ou desprendimento consiste na primeira etapa do processo erosivo, o qual é ocasionado pelo impacto das gotas de água das chuvas em solo exposto ou durante as práticas de preparação do solo. Posteriormente, ocorre o transporte pelo deslocamento das partículas desagregadas do local de origem para locais mais baixos pelo escoamento superficial. As partículas de solo sem a capacidade de transporte são depositadas nestes

locais e as mais finas, são transportadas para córregos e rios (PRUSKI, 2009; BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012).

A erosão hídrica pode ser dividida em modalidades, sendo as principais: a erosão laminar, erosão em sulcos e erosão em voçorocas. Dentre as modalidades de perdas de solo, no Brasil, a erosão laminar é a mais importante pois é responsável pela perda de aproximadamente 500 milhões de toneladas de solos por ano (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012).

Os fatores que influenciam e intensificam a erosão hídrica são a intensidade das chuvas, relação de resistência e características do solo, grau de declive e comprimento de rampa, cobertura e manejo do solo. Alguns impactos da erosão hídricas são o empobrecimento do solo devido à perda de nutrientes e matéria orgânica, assoreamento e contaminação dos corpos hídricos pelo deslocamento de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos, causando impactos diretos da fauna e flora (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012; PIRES E SOUZA, 2013).

Para quantificar a erosão laminar são utilizados modelos preditivos, como a Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS. Essa equação foi desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978) e é um dos modelos empíricos mais utilizados, a equação se baseia nos fatores de erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, comprimento e grau de declive, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas de suporte.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo quantificar as perdas de solo por erosão laminar pela Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS, nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, através da sistematização de cálculos no Sistema de Informações Geográficas, software SPRING/INPE, na bacia de captação do rio Barro Preto, em Coronel Vivida – PR.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área do presente estudo corresponde a bacia de captação do rio Barro Preto, inserida no município de Coronel Vivida, sudoeste do Paraná (Figura 1). A bacia de captação do rio Barro Preto compreende o trecho do rio desde as nascentes até o ponto de captação de água realizada pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, totalizando 768,07 ha e perímetro de 13,03 km.

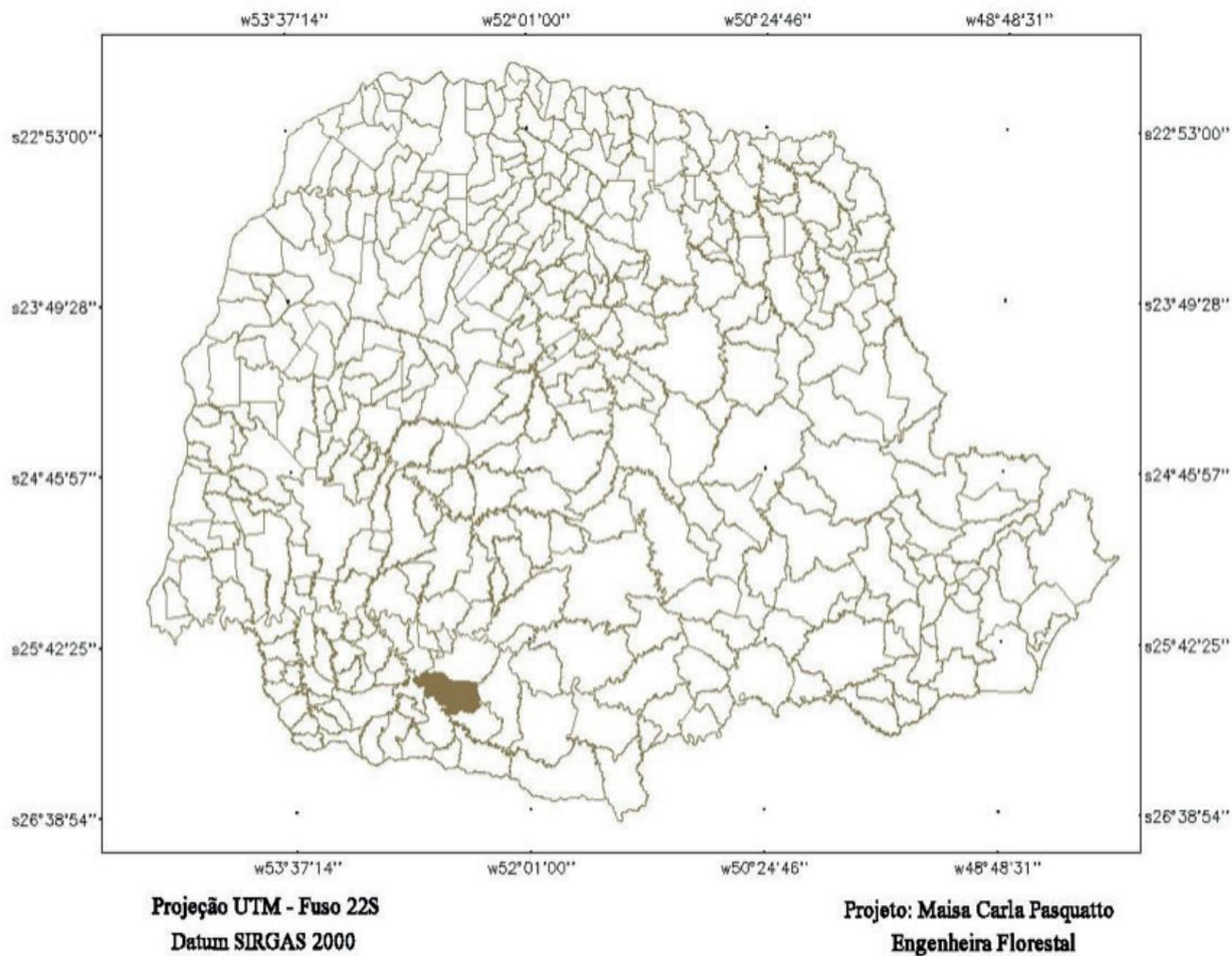


Figura 1. Mapa de localização do município de Coronel Vivida – PR. Fonte: dos autores, 2016.

A quantificação de perdas de solo por erosão laminar na bacia de captação do rio Barro Preto foi estimada pela Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS, proposta por Wischmeier e Smith (1978). A equação utilizada é expressa:

$$A = f(R.K.LS.C.P) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: A = perda média anual de solo em tonelada/ha/ano; R = erosividade das chuvas em MJ/ha.mm/a; K = erodibilidade do solo em t.ha.h/ha.MJ.mm/a; LS = fator de declividade e comprimento de rampa (adimensional); C = forma de uso e manejo (adimensional); e P = práticas conservacionistas (adimensional).

2.1 Fator erosividade das chuvas (R)

Para estimar o fator de erosividade das chuvas (R) foram obtidos os dados pluviométricos do período de janeiro de 1986 até dezembro de 2014, do município de Coronel Vivida – PR. Esses dados foram acessados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas (ANA).

Com os dados pluviométricos, utilizou-se a equação proposta no estudo realizado

por Waltrick (2010) para estimar a erosividade das chuvas para o município de Coronel Vivida – PR, sendo expressa:

$$Y = 146,86 + 55,20X \text{ (Equação 2)}$$

Sendo: Y = variável dependente que resulta no índice mensal de erosividade das chuvas (EI30 mensal), e o somatório dos EI30 mensais ao longo de 12 meses resulta no EI30 anual; e X = variável independente, a qual é determinada pela equação adaptada por Lombardi Neto (1977):

$$Rc = p^2/P \text{ (Equação 3)}$$

Onde: Rc = coeficiente de relação da chuva; p = precipitação média mensal em mm; e P = precipitação média anual em mm.

O *software* Microsoft Excel foi utilizado para realização dos cálculos para estimar a erosividade das chuvas da bacia de captação do rio Barro Preto. Para a sistematização do cálculo em ambiente SPRING, o valor da erosividade das chuvas foi inserido por meio da criação de uma categoria numérica denominada “FatorR” e pelo Programa 1 em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (Figura 2). O resultado final do Programa LEGAL 1 é um plano de informação denominado “FatorR”, atribuindo o valor final da erosividade das chuvas para a área de estudo, em uma grade retangular com resolução X (10m) e Y (10m).

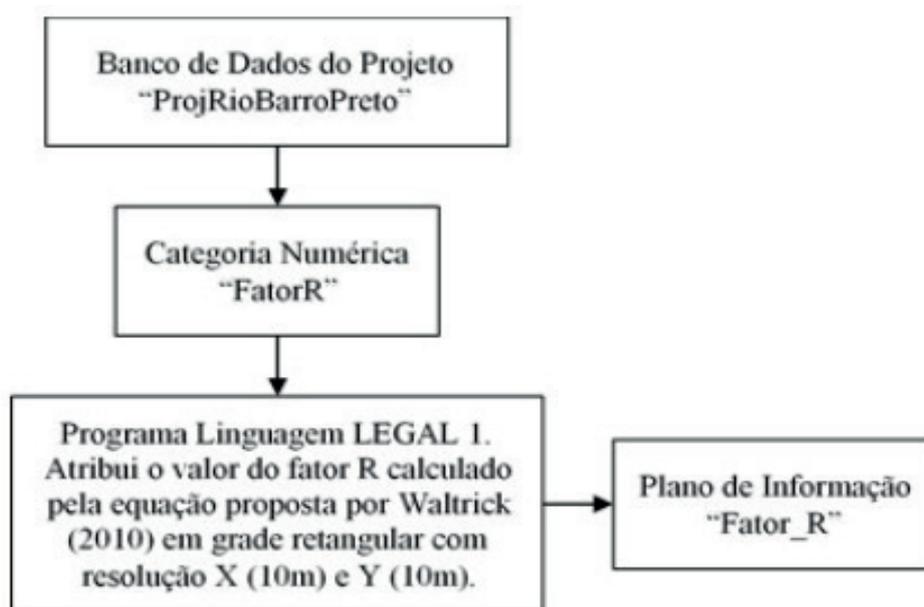


Figura 2. Fluxograma do Programa LEGAL 1 para estimar o fator R. Fonte: dos autores, 2016.

2.2 Fator erodibilidade do solo (K)

Para determinar o fator de erodibilidade do solo (K), inicialmente, verificou-se a ocorrência dos solos na bacia de captação do rio Barro Preto pelo mapa de solos elaborado pela Embrapa Solos (2007). Os solos presentes na bacia de estudo de acordo

com Embrapa Solos (2007), foram: Latossolo Vermelho Distroférico, Nitossolo Vermelho Distroférico e Neossolo Litólico. A partir dessa informação, os solos foram identificados dentro da área de estudo segundo o critério de declividade, sendo: Latossolo Vermelho, 0 – 12%, Nitossolo Vermelho, 12 – 20%, Neossolo Litólico, acima de 20% e a presença de Neossolo Flúvico nas áreas próximas ao rio.

Com a identificação dos solos, foi realizada a coleta de 13 amostras de solos, em profundidade de 0 a 30 cm da superfície do solo, sendo que cada amostra foi composta por 3 sub-amostras, que foram misturadas e homogeneizadas. Posteriormente, essas amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, para as análises físico-químicas e granulométricas do solo.

Para estimar a erodibilidade dos solos utilizou-se o método indireto proposto por Denardin (1990), sendo a equação expressa:

$$K = 7,48 \cdot 10^{-6}M + 4,48059 \cdot 10^{-3}P - 6,31175 \cdot 10^{-2}DMP + 1,039657 \cdot 10^{-6}R \text{ (Equação 4)}$$

Onde: M (%) = (areia fina + silte) . [(areia fina + silte) + (areia grossa)]; P = valor de permeabilidade do solo, adotando os valores: 1 = muito baixa, 2 = baixa, 3 = baixa a moderada, 4 = moderada, 5 = moderada a rápida e 6 = rápida; DMP = diâmetro médio ponderado das partículas de solo (mm); e R = [areia grossa . (teor de matéria orgânica/100)]. Sendo que o DMP é calculado através da equação: $DMP = [0,65 \cdot \text{areia grossa} + (0,15 \cdot \text{areia fina}) + (0,0117 \cdot \text{silte}) + 0,00024 \cdot \text{argila}]/100$. Unidade g/kg utilizada para areia fina, areia grossa, silte, argila e teor de matéria orgânica.

Os valores de permeabilidade utilizados na equação foram: Latossolo Vermelho – 3, Nitossolo Vermelho – 3, Neossolo Flúvico – 3 e Neossolo Litólico – 4. O valor de erodibilidade de cada tipo de solo é resultante da média das amostras.

Para o cálculo do fator K, criou-se uma categoria numérica denominada “FatorK” e por meio do Programa LEGAL 2 (Figura 3) os valores de erodibilidade dos solos presentes na bacia de estudo foram inseridos no plano de informação “Fator_K”, em uma grade retangular com resolução X (10m) e Y (10m).

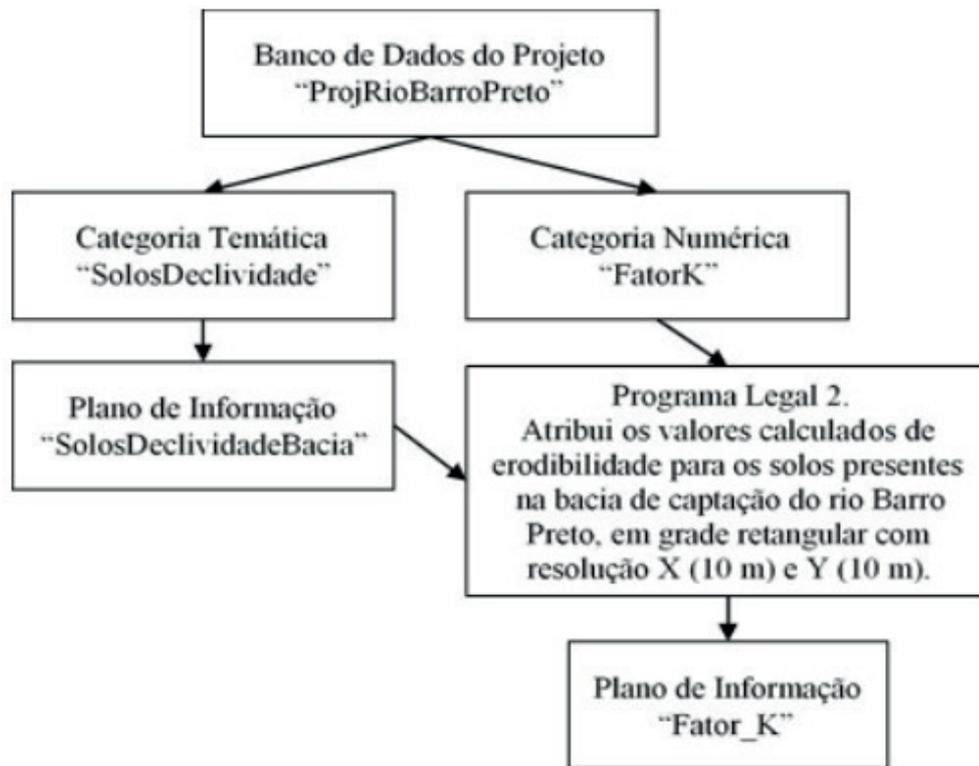


Figura 3. Fluxograma do Programa LEGAL 2 para estimar o fator K. Fonte: dos autores, 2016.

2.3 Fator de declividade e comprimento de rampa (LS)

Para estimar a declividade e comprimento de rampa utilizou-se da equação adaptada por Bertoni e Lombardi Neto (2012), que permite o cálculo de perdas médias de solos para diferentes graus de declive e comprimento de rampa. A equação é expressa:

$$LS = 0,0984 C^{0,63} D^{1,18} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: LS = fator topográfico; C = comprimento de rampa em metros; e D = grau de declive em porcentagem.

Para resolver a equação apresentada, foram utilizadas as informações da malha hídrica, curvas de nível e topos de morro da carta topográfica do Exército Brasileiro, na escala 1:25.000, abrangendo a área de estudo. Essas informações foram digitalizadas manualmente em ambiente SPRING em categorias temáticas.

Para estimar a variável comprimento de rampa (C) da equação, criou-se uma categoria numérica denominada "Divisores" e no plano de informações "Divisores" os divisores topográficos da bacia de captação foram identificados manualmente pelo comando de edição vetorial, estabelecendo a cota Z = 0, e pelo comando mosaico as linhas da rede hidrográfica foram inseridas como linhas de quebra. Com o plano de informação "Divisores", criou-se um mapa de distância pelo comando numérico, resultando no plano de informação "MapaDistancia" na forma de grade retangular com resolução X (10m) e Y (10m).

Para estimar o grau de declive em porcentagem, na categoria "CurvasNivel",

selecionando o plano de informação “Curvas” criou-se uma grade triangular com a hidrografia como linha de quebra com resolução X (10m) e Y (10m), resultando no plano de informação “GradeTriangular”. Utilizando-se dessa grade triangular, gerou-se uma grade retangular com mesma resolução “GradeRetangular”, que por meio do comando numérico declividade, gerou-se uma outra grade retangular contendo as informações sobre a declividade em porcentagem da área de estudo, denominado “DecliveLS”. O cálculo dos fatores de declividade e comprimento de rampa (LS) foi realizada por meio do Programa LEGAL 3 (Figura 4).

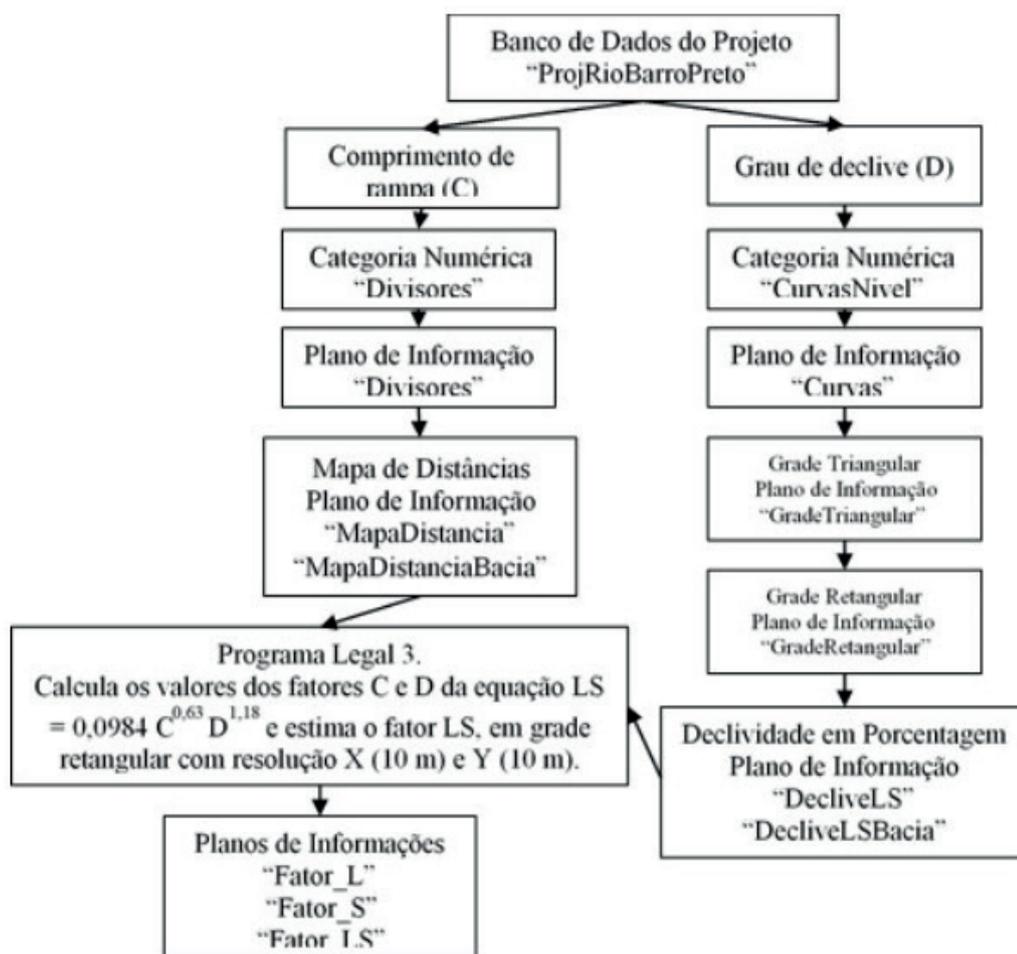


Figura 4. Fluxograma do Programa LEGAL 4 para estimar os fatores L e S. Fonte: dos autores, 2016.

2.4 Fator de forma de uso e manejo (C) e práticas conservacionistas (P)

O fator de forma de uso e manejo do solo está associado com a cobertura do solo, a sequência de culturas e o manejo realizado na área. Com isso, a caracterização do uso e ocupação do solo foi realizada abrangendo a bacia de captação do rio Barro Preto, nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015.

A caracterização do uso e ocupação do solo na bacia de estudo foi realizada no software SPRING, utilizando as imagens dos satélites Landsat 5, 7 e 8. As imagens dos

satélites Landsat 5 e 7 foram adquiridas no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em formato TIFF e as imagens do satélite Landsat 8 no site do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS) em formato GeoTIFF. As imagens dos satélites foram adquiridas preferencialmente abrangendo o mês de julho, pois esse mês apresenta as áreas de pousio de inverno. As imagens e bandas dos satélites utilizadas no presente estudo estão apresentadas no Quadro 1.

Satélite	Órbita/ Ponto	Data	Bandas utilizadas na caracterização do uso e ocupação do solo
Landsat 7	222/78	22/07/1999	1, 2, 3, 4 e pancromática
Landsat 7	222/78	14/07/2002	Pancromática
Landsat 5	222/78	14/07/2005	1, 2, 3 e 4
Landsat 5	222/78	15/07/2011	1, 2, 3 e 4
Landsat 8	223/78	11/03/2015	Pancromática
Landsat 8	223/78	26/07/2015	2, 3, 4, 5 e pancromática

Quadro 1. Identificação das imagens e bandas dos satélites Landsat 5, 7 e 8.

As imagens dos satélites Landsat 5 e 7 foram transformadas para o formato spg. com auxílio do módulo IMPIMA, possibilitando a entrada no SPRING. Considerando que as imagens do satélite Landsat 8 foram obtidas georreferenciadas, em formato GeoTIFF, as imagens dos satélites Landsat 5 e 7 foram georreferenciadas com base na imagem do satélite Landsat 8 na data de 11/03/2015. As bandas dos satélites Landsat 5 e 7 foram georreferenciadas pelo comando de registro de imagens com a aquisição de pontos de controle obtidos em tela.

O Quadro 2 apresenta as categorias de imagem, as imagens e bandas utilizadas para cada ano de estudo.

Categoria de Imagem	Satélite e Órbita/ Ponto	Data da Imagem	Bandas
ImagemLD71999	Landsat 7 – 222/78	22/07/1999	1, 2, 3 e pancromática
ImagemLD52005	Landsat 5 – 222/78	14/07/2005	1, 2, 3 e 4
	Landsat 7 – 222/78	14/07/2002	Pancromática
ImagemLD52011	Landsat 7 – 222/78	15/07/2011	1, 2, 3 e 4
	Landsat 8 – 223/78	11/03/2015	Pancromática
ImagemLD82015	Landsat 8 – 223/78	26/07/2015	2, 3, 4, 5 e pancromática

Quadro 2. Identificação das imagens e bandas dos satélites Landsat 5, 7 e 8 para as categorias de imagem.

Para melhor identificação dos alvos e caracterização do uso e ocupação do solo, as bandas das imagens com resolução de 30 m foram transformadas pelo comando

“Transformação IHS-RGB” obtendo uma resolução de 15 m. Essa transformação utilizou como base de resolução as bandas pancromáticas das imagens dos satélites Landsat 7 – 22/07/1999, Landsat 7 – 14/07/2002, Landsat 8 – 11/03/2015 e Landsat 8 – 26/07/2015 para os anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, respectivamente.

Com as bandas em composição colorida e em resolução espacial de 15 m, as imagens utilizadas para o período de estudo foram segmentadas em ambiente SPRING por meio do comando de segmentação, pelo método de crescimento de regiões com similaridade de 10 e área de 5 pixels, com objetivo de agrupar os pixels semelhantes de uma mesma área. Para a caracterização do uso e ocupação do solo da bacia de estudo criou-se as categorias temáticas denominadas “UsoSoloBacia1999”, “UsoSoloBacia2005”, “UsoSoloBacia2011” e “UsoSoloBacia2015”, e os planos de informação “1999Bacia”, “2005Bacia”, “2011Bacia”, “2015Bacia”, respectivamente. Por meio do comando “Mosaico” as informações vetoriais das imagens segmentadas para cada ano foram importadas para os planos de informação citados anteriormente.

Por meio da edição vetorial, os polígonos das imagens segmentadas para o período estudado foram associados manualmente as seguintes classes temáticas: agricultura, área urbana/construções, pastagem, solo exposto e vegetação arbórea. Para identificar às áreas correspondentes a pastagem, a composição das bandas das imagens dos satélites Landsat 5 e 7 foi R(3)G(4)B(2) e do Landsat 8 R(4)G(5)B(3). O resultado desse procedimento foram os mapas de uso e ocupação do solo da bacia de estudo para os anos de 1999, 2005, 2011 e 2015.

Os fatores de forma de uso e manejo do solo e práticas conservacionistas são interdependentes, e assim, devem ser analisadas em conjunto (PARANHAS FILHO et al., 2003). Nesse sentido, buscou-se em literatura valores utilizados para estimar a erosão do solo e adaptar para o estudo da bacia de captação do rio Barro Preto. Os valores utilizados para estimar os fatores C e P foram:

Tipo de uso do solo	Valor de C	Valor de P(*)	Valor de CP
Vegetação arbórea	0,003(a)	0,2	0,0006
Pastagem	0,01(a)	0,5	0,005
Solo exposto e cultivo de milho em plantio direto**	0,028(b)	0,5	0,014
Solo exposto e cultivo de soja em plantio direto**	0,0455(c)	0,5	0,02275
Área urbana/construções	0,1376	0,5	0,0688

Tabela 1. Valores dos fatores C e P para estimar a erosão do solo na bacia de captação do rio Barro Preto.

(*) Os valores de P foram adaptados de Bertoni e Lombardi Neto (2012).

(**) Os valores de C para o solo exposto foi considerado o mesmo dos cultivos, pois com exceção da área urbana/construções, o solo exposto presente na área de estudo indica as áreas de pousio de inverno.

(a) Resende e Almeida (1985).

(b) De Maria e Lombardi Neto (1997).

(c) Bertol et al. (2001).

Cabe ressaltar, que para estimar o valor dos fatores C e P para as classes temáticas de solo exposto e agricultura, utilizou-se a média dos valores de cultivo de milho e soja em plantio direto, sendo $C = 0,03675$, $P = 0,5$ e $CP = 0,018375$.

A sistematização dos cálculos dos fatores C e P em ambiente SPRING foram realizados de acordo com o Programa Legal 4 (Figura 5).

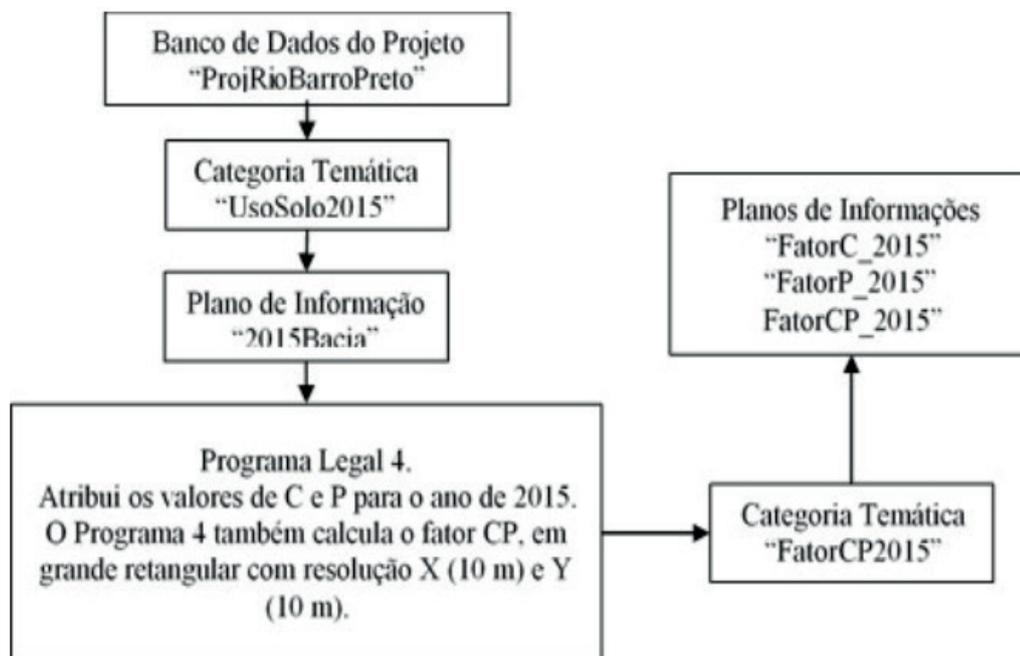


Figura 5. Fluxograma do Programa Legal 4 para estimar os fatores C e P. Fonte: dos autores, 2015.

2.5 Perda média anual de solo

Com o resultado dos fatores que compõem a equação proposta por Wischmeier e Smith (1978) para estimar a perda média anual de solo em tonelada por ha, a multiplicação dos fatores da equação foi realizada pelo Programa LEGAL 5 (Figura 6). O programa resulta nos planos de informações denominados "Amedio_1999", "Amedio_2005", "Amedio_2011" e "Amedio_2015", em categoria numérica "ErosaoBacia", com grades retangulares com resolução X (10m) Y (10m) com o resultado de perda média anual de solo em t/ha/ano para o respectivo ano.

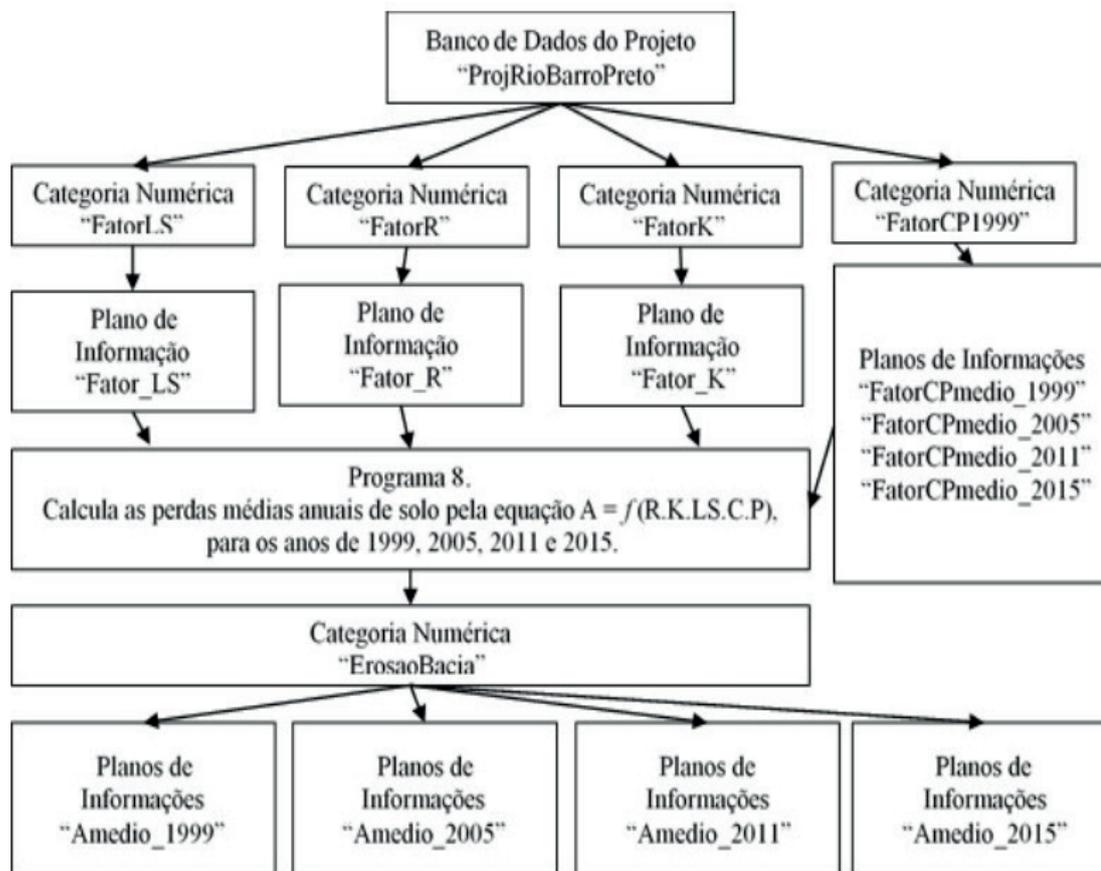


Figura 6. Fluxograma do Programa LEGAL 5 para o cálculo de perda média anual de solos nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015. Fonte: do autor, 2016.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator de erosividade das chuvas possui relação com a precipitação da área de estudo. De acordo com a Tabela 2, a qual apresenta as médias de precipitação mensal e erosividade mensal considerando o período de 1986 a 2014, o valor médio mensal da erosividade das chuvas aumenta com relação à precipitação média mensal.

Os meses que apresentaram os maiores valores de erosividade média mensal foram outubro, maio e dezembro, sendo também os meses que apresentaram os maiores valores médios mensais de precipitação. Os meses que apresentam os menores valores de erosividade média mensal foram agosto, julho e março, com 612,41, 656,28 e 787,75 MJ/ha.mm/a, respectivamente.

Analisando o somatório da erosividade média mensal de acordo com as estações do ano, a primavera é a estação com o maior valor de erosividade média, sendo de 4.175,70 MJ/ha.mm/a, e o inverno com menor valor, 2.552,31 MJ/ha.mm/a (Tabela 2). As estações outono e verão apresentaram valores de erosividade de 3.933,08 e 3.511,72 MJ/ha.mm/a, respectivamente.

Mês	Precipitação média mensal (mm)	Erosividade média mensal (MJ/ha.mm/a)
Janeiro	199,46	1407,33
Fevereiro	164,70	1112,15
Março	142,11	787,75
Abril	172,58	1205,73
Maio	188,16	1518,24
Junho	177,97	1283,62
Julho	129,86	656,28
Agosto	105,71	612,41
Setembro	171,51	1120,28
Outubro	246,00	1986,09
Novembro	164,28	1069,33
Dezembro	188,77	1413,60
Somatório	2.051,10	14.172,81

Tabela 2. Precipitação média mensal no período de 1986 a 2014, erosividade média mensal e anual da bacia de captação do rio Barro Preto.

Fonte: dos autores, 2016.

O valor da erosividade média anual foi obtida por meio da equação proposta por Waltrick (2010) e pelo somatório das médias mensais durante o período dos anos de 1986 a 2014, sendo de 14.172,81 MJ/ha.mm/a. O resultado da erosividade das chuvas nesse estudo foi superior ao encontrado em literatura, Waltrick (2010) obteve o valor de 10.880,00 MJ/ha.mm/a analisando o período de 1986 a 2008 e os estudos de Tomazoni e Guimarães (2007) e Tomazoni et al. (2005) para bacias hidrográficas na região sudoeste do Paraná resultaram em valores médios de 7.141,26 MJ/ha.mm/a e 7.242,40 MJ/ha.mm/a, respectivamente. Os valores foram diferentes devido ao período considerado para os cálculos e as precipitações dos locais de estudo serem diferentes e também devido a metodologia considerar a intensidade das chuvas medidas por pluviógrafos.

A erodibilidade dos solos (K) está relacionado com as propriedades inerentes ao solo que conferem maior ou menor facilidade de erosão. Alguns solos possuem maior facilidade de erosão, mesmo com o declive, precipitação, cobertura vegetal e práticas de controle de erosão (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012). Os solos mais maduros e profundos são menos erodíveis quando comparado com solos rasos e menos maduros. Os valores de K e distribuição de área na bacia de estudos estão apresentados na Tabela 3 e Figura 7.

Solo	Fator de erodibilidade dos solos (K) (t ha h/ha MJ mm/a)	Área (ha)	Área (%)
Latossolo Vermelho Distroférico	0,0138	246,31	32,07
Nitossolo Vermelho Distroférico	0,0137	250,99	32,68
Neossolo Litólico	0,0196	184,55	24,03
Neossolo Flúvico	0,0207	86,22	11,22
TOTAL	768,07	100	

Tabela 3. Fator de erodibilidade dos solos da bacia de captação do rio Barro Preto.

Fonte: dos autores, 2016.

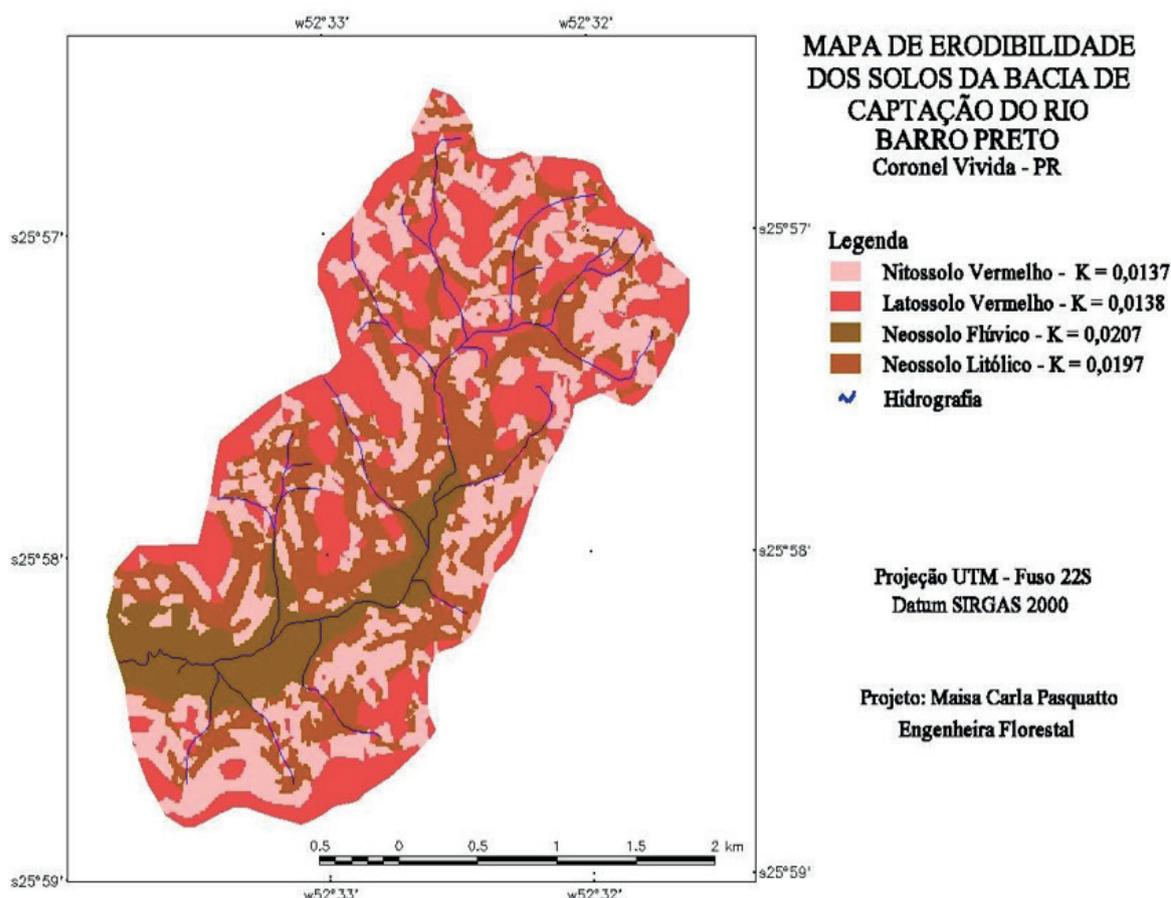


Figura 7. Mapa de erodibilidade dos solos da bacia de captação do rio Barro Preto. Fonte: dos autores, 2016.

Os solos Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho apresentam os menores valores do fator K, sendo de 0,0138 e 0,0137 t.ha.h/MJ.mm/a, respectivamente, representando os solos menos suscetíveis a erosão na bacia de estudo. Os Latossolos possuem características como avançada evolução, muito intemperizados e profundos, e devido a isso, possuem menor susceptibilidade a erosão. Assim como os Latossolos, os Nitossolos também apresentam avançada evolução e profundidade nos horizontes do solo, sendo mais resistentes ao processo erosivo hídrico. De acordo com a Tabela 3, o Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho abrangem 64,75% da área da bacia de estudo, sendo assim, a maioria da área da bacia possui solos com baixa erodibilidade.

Os solos Neossolo Litólico e o Neossolo Flúvico apresentam valores altos de erodibilidade dos solos, de 0,0196 e 0,0207 t.ha.h/ha.MJ.mm/a, respectivamente. Esses solos possuem valores de K mais altos quando comparados com os Latossolos e Nitossolos, pois são solos em vias de formação, pouco profundos e com baixa intensidade nos processos pedogenéticos. Os Neossolos abrangem 32,25% da área de estudo, ou seja, cerca de 1/3 da área possui solos com erodibilidade média.

Correchel (2003), Silva (2004) e Tomazoni et al. (2005) encontraram valores de K para os Latossolos Vermelhos de 0,014, 0,019 e 0,03 t.ha.h/ha.MJ.mm/a, respectivamente, dessa forma, o valor de K calculado se enquadra nos valores encontrados em literatura.

Os valores de erodibilidade do Nitossolo Vermelho encontrados em literatura variaram de 0,018 a 0,04 t.ha.h/ha.MJ.mm/a (CORRECHEL, 2003; CABRAL et al., 2005; TOMAZONI et al., 2005). O valor calculado do fator K para o Nitossolo Vermelho pode ser considerado adequado para o estudo, mesmo com a diferença de 0,0043 t.ha.h/ha.MJ.mm/a.

Os valores de K calculados para os solos Neossolo Litólico e Neossolo Flúvico se esquadram abaixo dos valores encontrados em literatura que variam entre 0,04 a 0,042 (SILVA, 2004; FREITAS et al., 2006; RIBEIRO E ALVES, 2007). Os valores de K para os Neossolos se enquadram abaixo da literatura devido a quantidade média de argila de 81,5% que confere menor susceptibilidade a erosão devido às características relacionadas com a porosidade total e microporosidade, densidade baixa e boa permeabilidade de água no solo.

A intensidade da erosão do solo está relacionada com o grau de declive e comprimento de rampa (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012). A Tabela 4 e Figura 8 apresentam as áreas ocupadas por cada classe do fator topográfico calculado para a bacia de estudo. As classes com menor representatividade são forte e muito forte, abrangendo 15,51 e 0,01% da área da bacia, respectivamente. As classes muito baixo e baixo representam as áreas com menor potencialidade a erosão e compreendem 18,83 e 11,65% da área, respectivamente, e ao total 30,48%. As classes predominantes na bacia são moderado e moderadamente forte que abrangem 26,52 e 27,48% da área. Essas classes representam 54,00% da área total, ou seja, a bacia de estudo possui o relevo moderadamente acidentado.

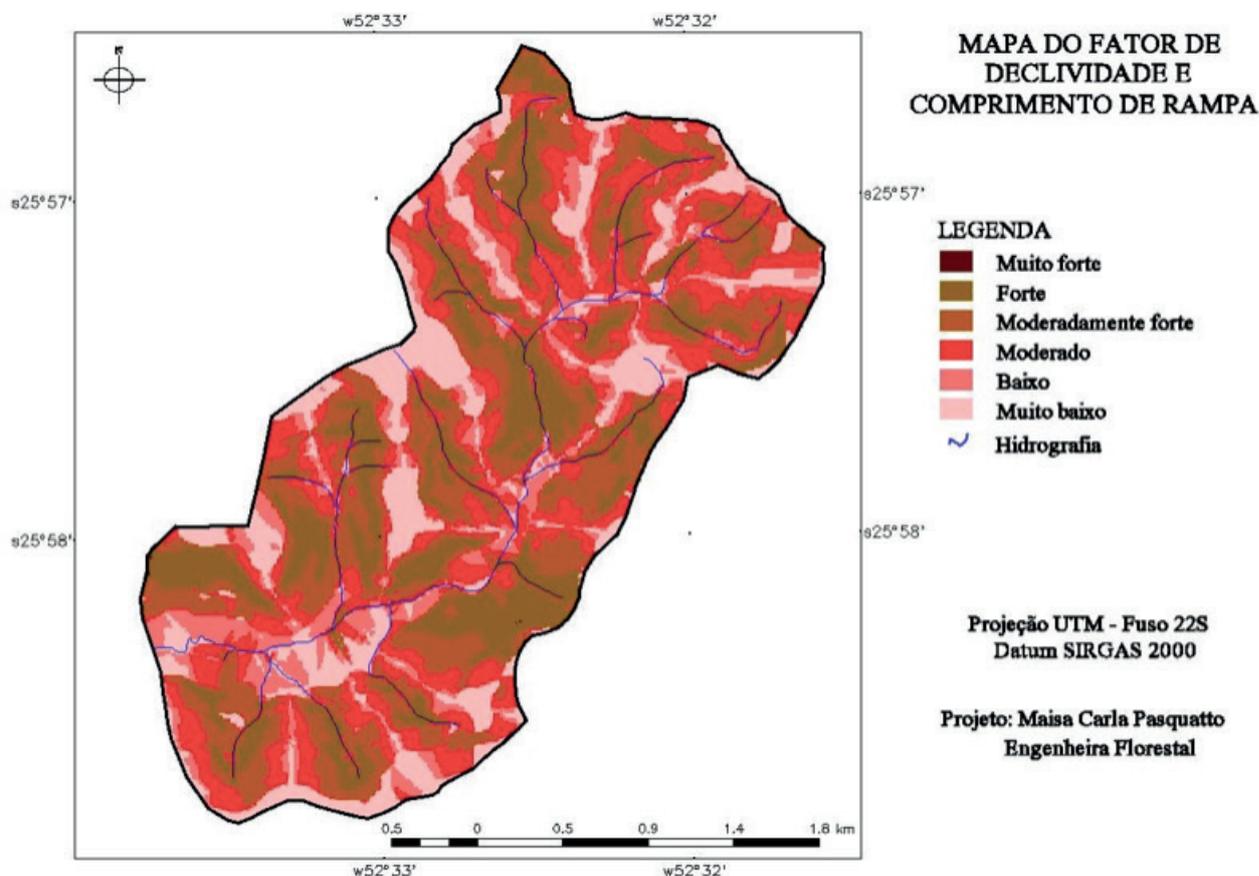


Figura 8. Mapa do fator de declividade e comprimento de rampa (LS) da bacia de captação do rio Barro Preto. Fonte: dos autores, 2016.

Fator LS	Classe*	Área (ha)	Área (%)
0 - 1	Muito baixo	144,63	18,83
1,1 - 2,0	Baixo	89,47	11,65
2,1 - 5,0	Moderado	203,67	26,52
5,1 - 10,0	Moderadamente forte	211,11	27,48
10,1 - 50,0	Forte	119,13	15,51
> 50,0	Muito forte	0,06	0,01
Total		768,07	100,00

Tabela 4. Classes do fator LS para a bacia de captação do rio Barro Preto.

* Fornelos e Neves (2006). Fonte: dos autores, 2016.

O fator de forma de uso e manejo do solo está relacionado com a maior ou menor proteção do solo, o que interfere diretamente na potencialidade do processo erosivo do solo. O cálculo de CP para os anos de 1999, 2005, 2011 e 2015 levou em consideração a caracterização do uso e ocupação do solo dos respectivos anos. Os valores de CP utilizados para as classes de uso e ocupação do solo foram: agricultura, 0,018375; área urbana/construções, 0,0688; pastagem, 0,005; solo exposto, 0,01875, considerou o mesmo valor de agricultura pois representam as áreas agrícolas em pousio de inverno; e vegetação arbórea, 0,00006. A Tabela 5, apresenta as áreas ocupadas por cada classe de

uso e ocupação do solo da área de estudo nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015.

Classes de uso e ocupação do solo	1999		2005		2011		2015	
	Área (ha)	Área (%)						
Agricultura	309,66	40,32	336,51	43,81	418,82	54,53	302,80	39,42
Área urbana/ Construções	18,99	2,47	18,95	2,47	23,13	3,01	22,08	2,87
Pastagem	11,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	6,11	0,80
Solo exposto	188,10	24,49	194,37	25,31	108,40	14,11	221,28	28,81
Vegetação arbórea	239,82	31,22	218,24	28,41	217,71	28,35	215,80	28,10
TOTAL	768,07	100	768,07	100	768,07	100	768,07	100

Tabela 5. Classes de uso e ocupação do solo da bacia de captação nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015. Fonte: dos autores, 2016.

Conforme a Tabela 5, verifica-se que em 1999 as áreas destinadas para cultivos agrícolas, considerando as classes de agricultura e solo exposto, compreendem 64,81% da área de estudo. A classe de vegetação arbórea abrange uma área de 239,82 ha ou 31,22% da bacia. Com isso, no ano de 1999, as lavouras temporárias predominavam a bacia de captação.

No ano de 2005, a classe agricultura é predominante na bacia de estudo, apresentando uma área de 336,51 ha e abrangendo 43,81% da área total. Em comparação ao ano de 1999, houve um aumento de 26,85 ha na classe agricultura. Analisando as classes agricultura e solo exposto em conjunto, essas áreas abrangem 69,12% da bacia ou 530,88 ha, evidenciando a predominância de atividades agrícolas na área de estudo. Com relação a classe de vegetação arbórea, essa apresentou declínio de 21,58 ha em relação a 1999, abrangendo 28,41% da bacia efetiva. As áreas urbanas e construções apresentaram a menor abrangência na bacia de estudo com uma área de 18,65 ha e a classe pastagem não foi identificada para esse ano.

Assim como o ano de 1999, a área de preservação permanente em 2005 não estava regularizada conforme o Código Florestal vigente naquela época. A classe agricultura é predominante na área de preservação permanente, abrangendo 44,55% da área, e apresentou aumento de 16,29 ha em relação ao ano de 1999. Analisando o somatório das classes agricultura e solo exposto, essas abrangem 61,79% da área de preservação permanente, evidenciando que a predominância de áreas destinadas a lavouras temporárias. A classe de vegetação arbórea compreende 37,34% da área de preservação permanente e apresentou declínio de 13,75 ha em relação a 1999.

Os valores de CP para o ano de 2005, considerando a área efetiva e de preservação permanente variaram de 0,0006 a 0,0688, compreendendo uma área de 28,41% e 69,12%, respectivamente. O valor CP total de 2005 apresentou aumento em comparação a 1999, isso ocorreu devido as áreas destinadas aos cultivos agrícolas apresentarem aumento e

as áreas de vegetação arbórea diminuição, tanto na bacia efetiva quanto nas áreas de preservação permanente. De outra forma, esse aumento dos valores totais de CP para a bacia e preservação permanente está relacionado com o aumento de áreas favoráveis a erosão do solo e diminuição de áreas que protegem o solo.

No ano de 2011, a classe agricultura apresentou a maior área durante o período estudado, com 418,82 ha e abrangendo 54,53% da bacia efetiva. Analisando essa classe em comparação com o ano de 2005, essa apresentou aumento de 82,31 ha e declínio de 85,97 ha na classe de solo exposto, evidenciando que a última classe são áreas de lavouras temporárias em pousio de inverno. Em conjunto, as classes agricultura e solos exposto abrangem 68,64% da bacia efetiva, caracterizando-a como predominantemente agrícola. A classe com vegetação arbórea compreende 28,35% da bacia efetiva e apresentou declínio de 0,52 ha em relação ao ano de 2005.

Na análise da área de preservação permanente do ano de 2011, a classe predominante foi a agricultura com área de 58,56 ha e compreendendo 50,13%. Essa classe apresentou aumento de 6,52 ha em relação ao ano de 2005. Considerando as classes agricultura e solo exposto, essas compreendem 62,05% da área de preservação permanente. As áreas com vegetação arbórea abrangem 37,50% da área de preservação permanente, indicando o descumprimento do Código Florestal Brasileiro.

Em 2011, o valor total de CP para a bacia efetiva variou de 0,0006 a 0,0688, abrangendo uma área de 28,35% a 68,64%. As classes agricultura e solo exposto abrangem 64,68% da bacia de estudo e isso contribui para o aumento das áreas favoráveis a erosão. As áreas com vegetação arbórea que conferem proteção do solo contra o processo erosivo apresentaram declínio na bacia efetiva e aumento na área de preservação, indicando a diminuição de áreas favoráveis a erosão.

O uso e ocupação do solo no ano de 2015 (Figura 9) indicou que a bacia é predominantemente agrícola, pois as classes agricultura e solo exposto, compreendem 68,23% da área total. A classe de vegetação arbórea corresponde uma área de 215,80 ha e apresentou declínio de 1,92 ha em relação ao ano de 2011.

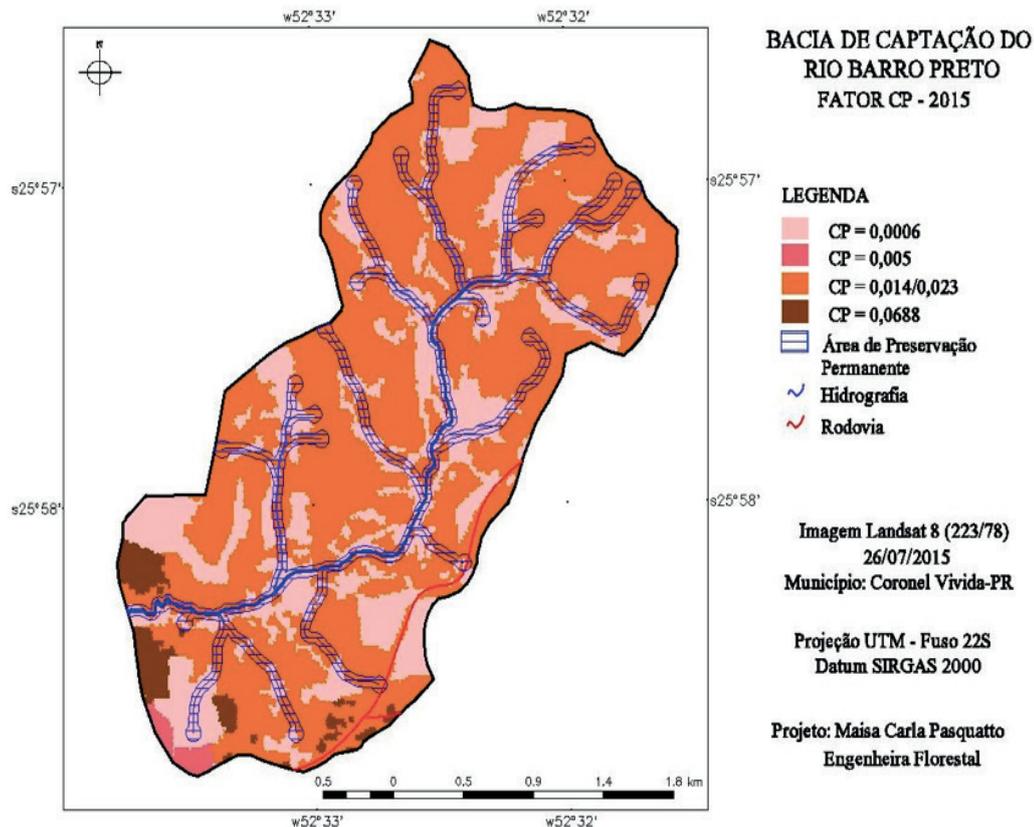


Figura 9. Mapa do fator CP no ano de 2015 da bacia de captação do rio Barro Preto. Fonte: dos autores, 2016.

A área de preservação permanente de 2015 demonstrou predominância em relação as outras classes, compreendendo uma área de 42,48 ha em relação ao ano de 2011. Considerando a análise conjunta das classes de agricultura e solo exposto na área de preservação permanente, verifica-se que ambas correspondem a 63,60% da área, mantendo a condição de irregularidade em relação ao Código Florestal Brasileiro.

Os valores totais de CP para a bacia efetiva e área de preservação permanente para o ano de 2015 variaram de 0,0006 a 0,0688, compreendendo 28,10% e 68,23% da área da bacia. A diminuição de áreas com maior CP na bacia efetiva está relacionada com o aumento das áreas de pastagem em 6,11 ha, que confere maior proteção do solo quando comparado com as lavouras.

Considerando os resultados expostos sobre os valores de CP, as áreas com vegetação arbórea auxiliam na proteção do solo contra o impacto das gotas das chuvas, pois interceptam as gotas de água pelas folhas e tronco que escorrem até a serapilheira na superfície do solo, diminuindo o impacto e a compactação no solo. Além do mais que, as árvores melhoram as condições físicas e químicas do solo contribuindo para uma boa drenagem de água no solo e conseqüentemente diminuindo o escoamento superficial e transporte de sedimentos até os mananciais. Devido a esses fatores, o valor de CP para a vegetação arbórea é menor quando comparado com as outras classes da bacia de estudo. Cabe ressaltar, que se área de preservação permanente estivesse de acordo com

a legislação vigente, o valor de CP para essa área seria de 0,0006.

Por outro lado, as áreas destinadas aos cultivos agrícolas possuem os maiores valores de CP. Esse valor está relacionado com a baixa proteção proporcionada pelas lavouras permanentes, pois esses cultivos pouco reduzem o impacto das gotas das chuvas no solo, desagregando e transportando as partículas do solo.

Com os resultados dos fatores que compõem a EUPS proposta por Wischmeier e Smith (1978), o cálculo de perdas médias anuais de solos da bacia de estudo para os anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, foram realizados em ambiente SPRING por meio do Programa LEGAL 5.

Para a análise das perdas médias anuais de solo, a classificação indicada pela FAO – *Food and Agricultura Organization* (1967) foi utilizada: 0 – 10 t/ha/ano – baixa; 10 – 50 t/ha/ano – moderada; 50 – 200 t/ha/ano – alta; e > 200 t/ha/ano – muito alta. A Tabela 6 apresenta os valores de perdas médias anuais de solo e as áreas ocupadas por cada classe durante o período estudado.

Discriminação		1999		2005		2011		2015	
		Área (ha)	Área (%)						
Classes de erosão do solo em t/ha/ano	Baixa (0-10)	555,36	72,31	526,19	69,72	554,66	72,21	535,43	69,71
	Moderada (10-50)	175,06	22,79	204,85	24,35	180,57	23,51	187,07	24,36
	Alta (50-200)	36,9	4,80	36,41	5,76	31,12	4,05	44,26	5,76
	Muito alta (>200)	0,75	0,10	0,63	0,17	1,72	0,22	1,31	0,17
Perda média total anual de solos por erosão laminar (t/ano)		8.231,05		8.736,43		8.284,23		9.349,16	

Tabela 6. Classes de erosão do solo na bacia de captação do rio Barro Preto nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015. Fonte: dos autores, 2016.

Conforme a Tabela 6, verifica-se que durante o período estudado a classe de baixa erosão do solo é predominante na bacia de estudo. A classe de erosão de 0 a 10 t/ha/ano abrange 72,31%, 69,72%, 68,65% e 72,22% da área total da bacia nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, respectivamente. A segunda classe predominante na bacia é de erosão moderada (0 a 50 t/ha/ano) que compreende 22,79%, 24,35%, 26,53% e 23,51% nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, respectivamente.

Analisando as classes de erosão de 0 a 50 t/ha/ano, baixa e moderadas, essas compreenderam de 94,07% a 95,72% da área total da bacia de estudo. Esse resultado indica que a bacia de captação do rio Barro Preto se caracteriza com baixo potencial de erosão do solo.

As classes de erosão do solo de 50 a > 200 t/ha/ano são as que possuem maior potencial erosivo na bacia. A classe de alta erosão do solo compreende 36,90, 36,41, 31,12 e 44,26 ha nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, respectivamente. A classe de 50 a 200 t/ha/ano compreendem abaixo de 6% da área total da bacia. A classe de erosão muito alta abrangem 0,10%, 0,17%, 0,22% e 0,17% nos respectivos anos. Analisando o somatório dessas classes, essas compreendem de 4,28 a 5,93% da área total da bacia no período estudado. Dessa forma, as áreas que possuem maior potencial erosivo do solo compreendem uma pequena área da bacia de estudo, caracterizando como de baixo potencial erosivo.

Em relação ao valor médio de perda anual de solos por erosão laminar, o ano de 1999 apresentou o menor valor de 8.231,05 t/ha/ano e o ano de 2015 o maior valor de 9.349,16 t/ha/ano. Os valores de perdas médias anuais de solo variaram, principalmente, devido ao fator CP de cada ano estudado. O ano de 2015 aumento das classes de agricultura, pastagem e solo exposto de 48,65 ha e declínio de 24,02 ha de vegetação arbórea em comparação ao ano de 1999. Entretanto, a localização geográfica das classes de uso e ocupação do solo em relação aos fatores LS e K também influenciam no valor de perda média anual de solos por erosão laminar.

Aprofundando a análise sobre a erosão do solo na bacia de estudo, a Tabela 7 apresenta as áreas ocupadas por cada classe de erosão nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, considerando a área de preservação permanente regularizada de acordo com o Código Florestal Brasileiro.

Comparando os resultados da Tabela 7 com a Tabela 6, verifica-se que em 1999 houve diminuição de 15,32 e 3,09 ha nas classes de erosão moderada e alta, respectivamente, e aumento de 35,37 ha na classe de baixa erosão.

Em 2005, houve a diminuição de 39,34 e 6,16 ha nas classes moderada e alta, respectivamente. No mesmo ano, houve aumento de 35,37 ha na classe baixa em comparação ao cenário anterior, onde a área de preservação permanente não se apresenta regularizada.

Discriminação		1999		2005		2011		2015	
		Área (ha)	Área (%)						
Classes de erosão do solo em t/ha/ano	Baixa (0-10)	573,67	74,69	561,56	73,11	577,33	75,17	560,69	73,00
	Moderada (10-50)	159,74	20,80	175,61	22,86	159,88	20,82	165,87	21,60
	Alta (50-200)	33,81	4,40	30,25	3,94	29,14	3,79	40,1	5,22
	Muito alta (>200)	0,85	0,11	0,65	0,08	1,72	0,22	1,41	0,18
Perda média total anual de solos por erosão laminar (t/ano)		7.685,78		7.577,46		7.647,31		8.572,33	

Tabela 7. Classes de erosão do solo na bacia de captação do rio Barro Preto nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, considerando a área de preservação permanente regularizada.

Fonte: dos autores, 2016.

O ano de 2011, as classe moderada e alta apresentaram declínio de 20,69 e 1,98 ha, respectivamente. A classe de baixa erosão do solo aumentou 22,67 ha.

O mesmo comportamento dos anos de 2005 e 2011 é observado para o ano de 2015. Analisando as perdas anuais de solo no ano de 2015, apresentado na Figura 10, as classes moderada e alta diminuíram 21,20 e 4,16 ha e a classe baixa aumentou 25,26 ha.

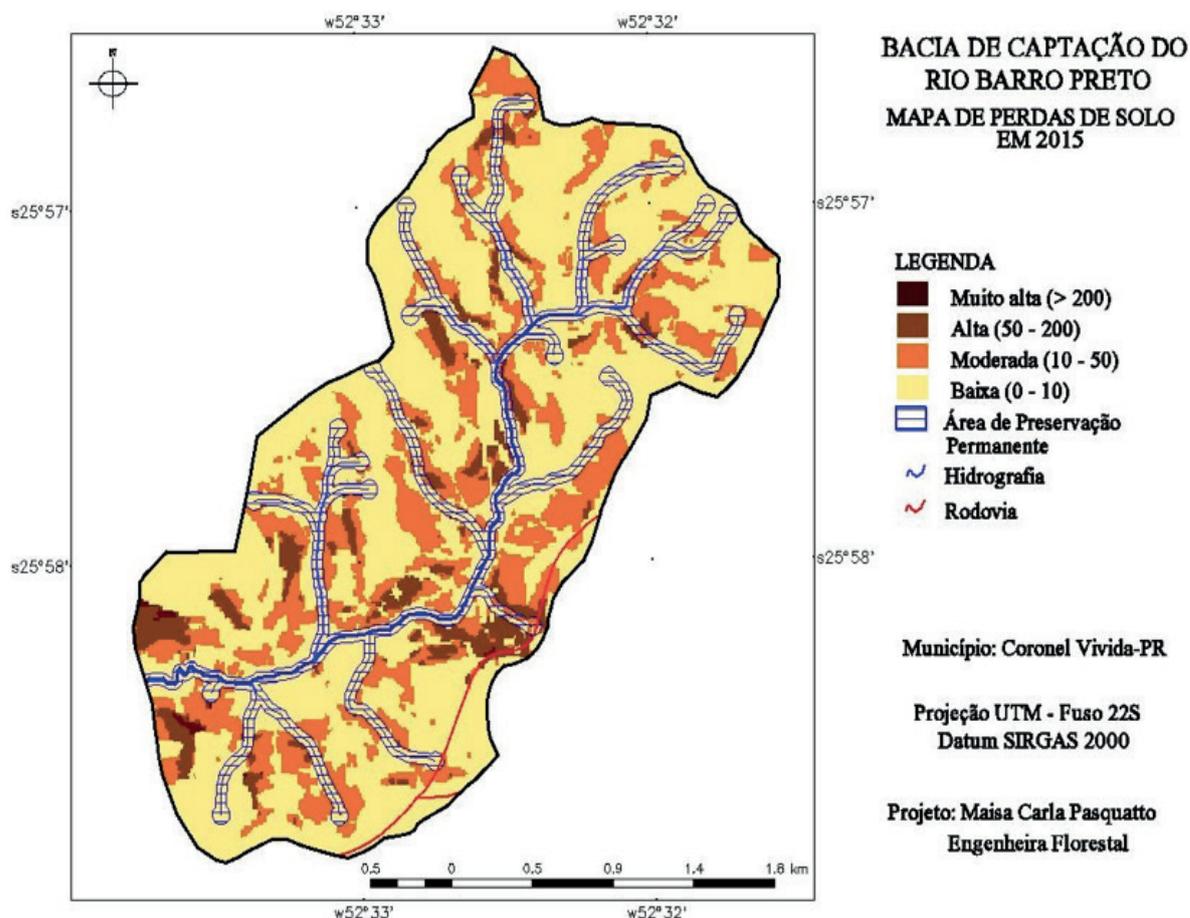


Figura 10. Mapa de perdas de solos em 2015 na bacia de captação do rio Barro Preto, considerando a área de preservação permanente regularizada.

Fonte: dos autores, 2016.

De maneira geral, verifica-se que se a área de preservação permanente estivesse regularizada de acordo com o Código Florestal Brasileiro, a erosão da bacia seria menor, pois houve diminuição das classes de erosão moderada e alta e aumento na classe baixa. Outra evidência disso é a diminuição nos valores médios totais anuais de perdas de solo em 545,27, 1.158,97, 636,92 e 776,83 t/ano nos anos de 1999, 2005, 2011 e 2015, respectivamente.

4 | CONCLUSÕES

O modelo preditivo utilizado para estimar as perdas médias anuais de solo da bacia de captação do rio Barro Preto, EUPS, com técnicas de sensoriamento remoto e o uso

de sistema de informações geográfica (SPRING/INPE) demonstrou ser eficiente na caracterização física e na sistematização dos fatores que compõem a EUPS, bem como na espacialização dos dados de perdas de solo.

Os fatores de erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos e grau de declive e comprimento de rampa apresentaram baixa influência no resultado de perdas médias anuais de solo por erosão laminar durante o período estudado. Esses fatores não são os principais agentes erosivos em razão do relevo se apresentar moderadamente acidentado e os principais solos são o Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho os quais apresentam baixo valor de erodibilidade dos solos. O principal agente erosivo da bacia de captação do rio Barro Preto é o uso e ocupação do solo e práticas conservacionistas, fator CP, pois as classes de agricultura e solo exposto que predominam a bacia de estudo durante o período estudado possuem valor alto de CP.

A classe de baixa erosão do solo é predominante na bacia de captação do rio Barro Preto, a qual variou de 69,71 a 72,31% da área total da bacia durante o período estudado. Esse resultado está relacionado com o relevo moderadamente acidentado e predominância de solos de baixa erodibilidade.

Com relação as classes com maior potencialidade a erosão do solo, de 50 a > 200 t/ha/ano, essas abrangem de 4,28 a 5,93% da área total da bacia nos anos estudados. Esse resultado demonstra que além da bacia se caracterizar de baixa potencialidade a erosão do solo, apresenta as áreas que necessitam de readequação do uso do solo. Essa readequação pode ocorrer tanto pela modificação do uso e ocupação do solo quanto através de práticas mecânicas de conservação do solo.

Se a bacia de captação do rio Barro Preto estivesse com a área de preservação permanente regularizada de acordo com o Código Florestal Brasileiro, as perdas médias totais anuais de solo diminuiriam de 545,27 a 1.158,97 t/ano, durante o período estudado. Nesse sentido, uma das práticas a ser adotada na bacia de estudo para diminuir as perdas de solo por erosão laminar é a recuperação da área de preservação permanente.

O estudo realizado na bacia de captação do rio Barro Preto contribui com aspectos sobre a erosão laminar dos solos, por meio da sistematização da EUPS em ambiente SPRING/INPE, bem como subsidia decisões de planejamentos futuros a respeito do uso e ocupação do solo e manejo da bacia.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional por oferecer condições ao desenvolvimento do estudo juntamente com a Fundação Araucária pelo incentivo à pesquisa e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- BERTOL, Ildgardis, et al. Razão de perdas de solo e fator C para culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um Cambissolo Húmico Alumínico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 451-461, 2001.
- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 8 ed. São Paulo, SP: Ícone, 2012.
- BORDAS, Marc P.; SEMMELMAN, Franz R. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 2009.
- CABRAL, João B. P.; et al. Uso de técnicas de geoprocessamento para mapear o potencial natural de erosão da chuva na bacia hidrográfica do reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MS. **Revista Ra e Ga**, Curitiba, n. 10, p. 107-116, 2005.
- CORRECHEL, Vladia. **Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica da análise da redistribuição no “Fallout” do ¹³⁷Cs**. 2003. 79 f. Tese – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- DE MARIA, Isabella C.; LOMBARDI NETO, Francisco. **Razão de perdas de terra e fator C para sistemas de manejo da cultura do milho**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21 : 263-270, 1977.
- DENARDIN, Jose E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. 81 f. Tese – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1990.
- EMBRAPA SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. 2007. Mapa. Escala 1:600.000.
- FORNELOS, Leonardo F.; NEVES, Sandra Mara A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na estimativa de perdas de solo. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1, 2006, Campo Grande. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/ INPE, p. 182-191. Disponível em: < <http://mtcm16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.11.15.47/doc/p36.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2016.
- FREITAS, Leonardo F. de. et al. Determinação do potencial de erosão a partir da utilização da EUPS na bacia do rio Preto. **Espaço & Geografia**, v. 10, n. 2, p. 431-452, 2007.
- PARANHAS FILHO, Antonio C. et al. Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho – MS. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 52, p. 49-59, 2003.
- PIRES, Fábio R.; SOUZA, Caetano Marciano de. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. 3. ed. Viçosa, MG: Autor, 2013.
- PRUSKI, Fernando F. Processo Físico de Ocorrência da Erosão Hídrica. In: PRUSKI, Fernando F. (Ed.). **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009.
- RESENDE, Mauro; ALMEIDA, Joaquim R. Modelos de predição de perdas de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 128, p. 38-54, 1985.
- SILVA, Renato L. **Erosão do solo em sistema plantio direto: influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura**. 2010. 83 f. Dissertação – Instituto Agronômico, Campinas, 2010.
- TOMAZONI; Julio C. et al. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do rio Anta Gorda (PR). **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n.1, p. 01-21, jan./jun., 2005.

TOMAZONI, Julio C.; GUIMARÃES, Elisete. Determinação da capacidade de uso do solo de bacia hidrográfica através da sistematização da EUPS no SPRING. **Revista Geociências**, v. 26, n. 4, p. 323-332, 2007.

WALTRICH, Patrick C. **Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do “El Nino” e “La Niña” e estimativa para cenários climáticos futuros**. 2010. 107 f. Dissertação – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

WISCHMEIER, Walter H.; SMITH, Dwight D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC (Agriculture Handbook, 537). 1978.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação 12, 1, 3, 12, 16, 31, 40, 41, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 68, 108, 113, 114, 139, 141, 145, 154, 155, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171

Agricultura familiar 61, 65, 71

Água disponível 97, 98

Aminoácidos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 120, 160, 161

Análise multivariada 142, 146

Atributos químicos do solo 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 51

B

Batateira 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Bioestimulante 12, 105

Biomassa microbiana 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24

Brassica oleracea var. *botrytis* 148

C

Calagem 4, 35, 37, 38, 39, 42, 45, 46, 154, 155, 169

Cal hidratada 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 40, 44

Capim mombaça 137, 147

Classificação de solo 126, 127

Comunidade rural 60, 61, 63, 64, 68, 70

Curvas de diluição 159, 160, 167, 168

D

Decomposição 15, 19, 20, 24, 33, 49, 105, 106, 107, 109, 114

Diagnose foliar 159, 164, 168, 169

E

Equação Universal de Perdas de Solo 72, 74, 75

Erosão do solo 72, 73, 81, 86, 89, 91, 92, 93, 94, 95

Etnopedologia 61, 68, 71

F

Fertilizante 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 139, 140, 161, 163, 164, 167, 168

Fertilizante mineral 48

Fertilizantes de eficiência aumentada 137, 138

Fertilizantes nitrogenados 137, 140, 159, 161, 165

Fertilizantes organomineral 1

Forragem 29, 40, 109, 112, 113, 114, 119, 138, 146

Frações orgânicas 106

Fungos micorrizicos 117, 123

G

Gessagem 37, 38, 39, 43, 45

Glycine max 13, 14, 48, 49

I

Intemperismo 97, 98, 103

L

Levantamento de Solo 127

M

Mapeamento de Solos 127

Mapeamento pedológico 126, 128

Maracujá 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 171

Maracujazeiro 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12

Morfofisiologia 106, 107, 109, 114, 137

Mudas 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26, 37, 118

O

Opuntia stricta 117, 118, 120

P

Palma 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125

Passiflora edulis 1, 2, 5, 9, 10, 11

Pastagens 20, 106, 114, 139, 147

Percepção ambiental 60, 61, 62, 63, 68, 71

Porosidade 15, 29, 68, 86, 97, 99, 100

Potássio 4, 10, 12, 50, 54, 57, 148, 155, 159, 161, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 170

Processo erosivo laminar 72

Produção agropecuária 26, 27, 28, 38

Produção de mudas 1, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 118

Produção integrada 13, 14, 15

Produtividade 1, 3, 7, 12, 14, 15, 20, 22, 23, 31, 32, 33, 35, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 51, 55,

58, 59, 62, 68, 70, 106, 114, 119, 139, 140, 146, 148, 154, 155, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169

Q

Qualidade do Solo 14, 19, 20, 23, 28, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71

R

Recomendações de Fertilização 51, 159, 161

Resíduo orgânico 48

Resíduo ruminal 105, 106, 107, 109, 114

S

Saberes tradicionais 61, 63

Salinidade 9, 10, 12, 50, 55, 56, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125

Sistema agropastoril 18, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 45

Sistema de informações geográficas 72, 74

Sistema de plantio direto 48, 52, 58

Sistemas sustentáveis 26, 27, 28, 38

Sistematização 72, 74, 76, 82, 94, 95, 96

Soja 11, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 29, 30, 35, 40, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 81, 82, 95, 146

Solanum tuberosum L. 159, 160

Solo arenoso 48

Solo residual 97, 98, 103

Solo residual gnáissico 97, 98

Substâncias húmicas 2, 3, 10, 12, 105, 106, 107, 113, 114

T

Tecnologia de Produção 106

Torta de filtro 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58

U

Urochloa brizantha 16, 30, 105, 106, 107, 109, 114

V

Vinhaça 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Z

Zea mays L. 27, 38, 65, 124

Desenvolvimento Tecnológico em Ciência do Solo

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Desenvolvimento Tecnológico em Ciência do Solo

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020