

Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características do Solo e sua Interação com as Plantas

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os 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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
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. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C257	Características do solo e sua interação com as plantas 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Características do Solo e sua Interação com as Plantas; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-717-8 DOI 10.22533/at.ed.178191710 1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. II. Série. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A produtividade de uma cultura é reflexo de sua nutrição, plantas bem nutridas suportam fatores externos indesejáveis, como o ataque de pragas e doenças.

É através do solo que a planta consegue suprir suas necessidades, podendo também ser através de suprimentos extras aplicado pelo homem. Neste contexto, conhecer as interações entre solo e plantas é primordial para a produção sustentável.

O manejo adequado do solo contribui significativamente para a planta, sendo o solo o principal agente de interação onde ocorrem uma diversidade de reações que melhoram a sustentabilidade do sistema.

Os elementos químicos que afetam a nutrição das plantas passam por diversas etapas, sendo elas: o contato do nutriente com as raízes, transporte, redistribuição e metabolismo das plantas, assim qualquer interação pode refletir em condições favoráveis para as plantas.

Neste segundo volume encontra-se reunidos os mais diversos trabalhos na área, sendo gerado conhecimento e resposta dessas interações. São ao todo 24 artigos de várias regiões e as mais variadas metodologias de análise, testando e verificando os benefícios da relação solo/planta.

Espero que esses resultados sejam muito úteis e proveitosos em discussões aprofundadas na área da agricultura.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Nivaldo Schultz Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Marcos Gervasio Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917101	
CAPÍTULO 2	13
ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Nivaldo Schultz Marcos Gervasio Pereira Wilk Sampaio de Almeida João Henrique Gaia-Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.1781917102	
CAPÍTULO 3	25
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Marcos Gervasio Pereira Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana Otavio Augusto Queiroz dos Santos Renato Sinquini de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1781917103	
CAPÍTULO 4	38
CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
Flávia Lima Moreira Carlos Alberto Casali Anna Flávia Neri de Almeida Elisandra Pocogeski Bruna Schneider Guimarães Graciele Ferreira da Rosa Isabela Araújo Peppe Amanda Cristina Beal Acosta Letícia de Alcântara Dores Kauê de Oliveira Guatura André Francisco Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917104	
CAPÍTULO 5	46
PROCESSOS EROSIVOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARAÍBA, RIO DE JANEIRO	
João Henrique Gaia-Gomes	

Marcos Gervasio Pereira
Carlos Roberto Pinheiro Junior
DOI 10.22533/at.ed.1781917105

CAPÍTULO 6 59

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães
Carlos Alberto Casali
André Francisco Ferreira
Raquel da Silva Bartolomeu
Bruna Larissa Feix
Matheus Plucinski Nardi
Graciele Ferreira da Rosa
Isabella Araújo Peppe
Amanda Cristina Beal Acosta
Leticia de Alcântara Dôres
Flávia Lima Moreira

DOI 10.22533/at.ed.1781917106

CAPÍTULO 7 67

QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder
Natália Lucyk Calory
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917107

CAPÍTULO 8 71

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Luana Cristina de Souza Garcia
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917108

CAPÍTULO 9 75

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tamarindus indica* L

Alcilene Batista de Camargo
Juliana Garlet
Laura Araujo Sanches

DOI 10.22533/at.ed.1781917109

CAPÍTULO 10	84
SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA ERVA-MATE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Jacaranda micrantha Cham</i>	
Monica Lilian Rosseto Juliana Garlet	
DOI 10.22533/at.ed.17819171010	
CAPÍTULO 11	92
USO DE BIODÉTRITO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE SERINGUEIRA (<i>Hevea Spp.</i>)	
Douglath Alves Corrêa Fernandes Marcos Gervasio Pereira Anderson Ribeiro Diniz Joel Quintino de Oliveira Junior Sidinei Julio Beutler Ana Carolina de Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.17819171011	
CAPÍTULO 12	106
VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA <i>Senna occidentalis</i> (L.) LINK EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Rose Benedita Rodrigues Trindade Sidnei Azevedo de Souza Maria do Carmo Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171012	
CAPÍTULO 13	111
SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM MUDAS DE IPÊ AMARELO <i>Tabebuia serratifolia</i> CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA	
Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt Italo Marlone Gomes Sampaio Erika da Silva Chagas Vivian Christine Nascimento Costa Gabriel Anderson Martins dos Santos Alyam Dias Coelho Stefany Priscila Reis Figueiredo Hozano de Souza Lemos Neto Mário Lopes da Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.17819171013	
CAPÍTULO 14	119
ADUBOS VERDES ANTECEDENDO A CULTURA DO MILHO COM O USO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Alexandre Daniel de Souza Junior Andreza Cássia de Sousa Moura Diogo Motta Arruda Eduardo Raphael Pimentel Leonardo Mota Seibel Mário de Cézare Rodrigo Merighi Bega	
DOI 10.22533/at.ed.17819171014	

CAPÍTULO 15 130

HÁ AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E RENTABILIDADE NA ASSOCIAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA "SEMEADURA" E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*?

Higo Forlan Amaral
Walace Galbiati Lucas

DOI 10.22533/at.ed.17819171015

CAPÍTULO 16 139

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO SOB NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dargonielsin de Andrade Milhomem
Weder Ferreira dos Santos
Lucas Carneiro Maciel
Osvaldo José Ferreira Junior
Eduardo Tranqueira da Silva
Elias Cunha de Faria
Saulo Lopes Fonseca
Débora Rodrigues Coelho
Geisiane Silva Cobas

DOI 10.22533/at.ed.17819171016

CAPÍTULO 17 148

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva
Antonio Nolla
Adriely Vechiato Bordin
Suzana Zavilenski Fogaça
Janyeli Dorini Silva de Freitas
Claudinei Minhano Gazola Júnior
Luiz Felipe Vasconcelos de Paula

DOI 10.22533/at.ed.17819171017

CAPÍTULO 18 158

Annona crassiflora POSSUI ATIVIDADE INSETICIDA SOBRE OS OVOS DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA?

Jéssica Terilli Lucchetta
Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira
Débora Lopez Alves
Antônio de Souza Silva
Alessandra Fequetia Freitas
Fabricio Fagundes Pereira
Carlos Reinier Garcia Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.17819171018

CAPÍTULO 19 166

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus*)

Fernando Ferreira Batista
Thiago Patente Santana
Isabella Torres Lino de Sousa
Arthur Franco Teodoro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.17819171019

CAPÍTULO 20	170
TRITERPENÓIDES DA FRAÇÃO HEXÂNICA DOS GALHOS DE <i>Platonia Insignis</i> Mart. (Clusiaceae)	
Rodrigo de Araujo Moreira Andreia Giovana Aragão da Silva Renato Pinto de Sousa Sâmya Danielle Lima de Freitas Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.17819171020	
CAPÍTULO 21	182
ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA	
Jonatas Monteiro Guimarães Cruz Fabrício Menezes Ramos Luís Carlos Nunes Carvalho Possidônio Guimarães Rodrigues Patrícia Chaves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171021	
CAPÍTULO 22	197
EFEITO DE MALHAS COLORIDAS E POLÍMERO HIDROABSORVENTE NO TEOR DE CLOROFILAS EM PLANTAS MELANCIA	
Breno de Jesus Pereira Gustavo Araújo Rodrigues Fredson dos Santos Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.17819171022	
CAPÍTULO 23	204
CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS	
Rosa Maria de Deus de Sousa Geovani Bernardo Amaro José Ricardo Peixoto Michelle Sousa Vilela Paula Andreia Osorio Carmona Karim Marini Thomé Iriane Rodrigues Maldonade	
DOI 10.22533/at.ed.17819171023	
CAPÍTULO 24	216
DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E ASPECTOS NUTRICIONAIS EM SOJA TRANSGÊNICA EXPOSTA AO GLIFOSATO	
André Luiz de Souza Lacerda Cristiane Gonçalves de Mendonça Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos Daiana Schmidt Salette Aparecida Gaziola Ricardo Antunes Azevedo João Nicanildo Bastos dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.17819171024	

SOBRE O ORGANIZADOR.....226

ÍNDICE REMISSIVO227

ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Wilk Sampaio de Almeida

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Estado de Rondônia (IFRO),
Colorado do Oeste - RO

João Henrique Gaia-Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

RESUMO: A erosão é o processo de desprendimento, arraste e transporte de partículas do solo por ação da chuva ou do vento e constitui-se na principal causa da degradação das terras agrícolas. A estimativa das perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica por modelos como a Universal Soil Loss Equation - USLE (Equação Universal de Perdas de Solo) é imprescindível para o adequado planejamento de uso das terras. Dentre os fatores da USLE, a erodibilidade (Fator K) expressa a susceptibilidade natural do solo à ação erosiva e relaciona-se principalmente aos atributos

intervenientes na capacidade de infiltração e de armazenamento de água no solo e das forças de resistência do solo à ação da chuva e do escoamento superficial. O objetivo desse estudo foi discutir a influência dos atributos físicos, químicos e mineralógicos na erodibilidade, assim como as modificações promovidas pelo manejo. Solos com elevados teores de silte e/ou areia fina possuem alta erodibilidade, pois apresentam baixos teores de propriedade colóides e são pouco resistentes ao transporte pela enxurrada. A ação cimentante da matéria orgânica e dos óxidos de ferro favorece a formação de agregados estáveis, reduzindo a erodibilidade. Os principais atributos relacionados à erodibilidade e modificados pelas práticas de manejos são: o conteúdo de carbono orgânico, a densidade do solo, a estabilidade dos agregados, a porosidade (especialmente macroporos), que por sua vez modificam a condutividade hidráulica, a taxa de infiltração da água no solo e a sua permeabilidade. No Brasil, ainda existem poucos estudos relacionando os atributos do solo à erodibilidade, o que indica a necessidade de desenvolvimento de mais estudos com esse enfoque.

PALAVRAS-CHAVE: Erodibilidade; Susceptibilidade à erosão; Infiltração da água no solo; Compactação.

SOIL ATTRIBUTES CONDITIONING THE EROSION PROCESS

ABSTRACT: Erosion is the process of detachment, dragging and transport of soil particles by rain or wind and is the main cause of land agricultural degradation. Estimation of soil, water, nutrient and organic matter losses by models such as the Universal Soil Loss Equation (USLE) are essential for proper land use planning. Among the USLE factors, erodibility (Factor K) expresses the soil's natural susceptibility to erosive action and is mainly related to the attributes involved in soil water infiltration and storage capacity and soil resistance forces to soil action rain and runoff. The objective of this study was to discuss the influence of physical, chemical and mineralogical attributes on soil erodibility, as well as the modifications caused by management. Soils with high levels of silt and/or fine sand have high erodibility, as they have no colloidal property and are poorly resistant to runoff. The cementing action of iron oxides favors the stable aggregates formation, reducing erodibility. The main attributes related to erodibility and modified by management practices are organic carbon content, bulk density, aggregate stability, porosity (especially macropores), which in turn modify hydraulic conductivity, water infiltration rate and soil permeability. In Brazil, there are still few studies relating soil attributes to erodibility.

KEYWORDS: Erodibility; Erosion susceptibility; Soil water infiltration; Compaction.

1 | INTRODUÇÃO

A erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, seja pela ação da água ou do vento, e constitui a principal causa de degradação das terras agrícolas (Pruski, 2009). A erosão pode ser dividida em geológica, manifestando-se como um processo natural de modificação da crosta terrestre, reconhecida apenas com o decorrer de longos períodos (Bertoni & Lombardi Neto, 2014), equilibrando-se com a taxa de formação do solo; ou antrópica (acelerada), quando as taxas de perda de solo ultrapassam níveis naturais, decorrentes do manejo inadequado dos mesmos.

Diversos são os problemas resultantes da erosão dos solos, como a perda de solo, água e nutrientes; redução na penetração de raízes e armazenamento de água; diminuição do potencial agrícola das terras para produção agropecuária; assoreamento, riscos de enchentes e poluição de rios, lagos e açudes (Jorge & Guerra, 2013).

As consequências da adoção de práticas de manejo nas quais o solo é constantemente revolvido e sua estrutura é destruída são a intensificação dos processos erosivos e a perda acentuada de nutrientes como P, K, Ca e Mg, o que eleva os custos da produção agrícola (Bertol et al., 2007). A erosão hídrica também é responsável por perdas de carbono orgânico, que por sua vez influencia em diversos processos, como a diversidade e atividade da biota, formação e estabilização dos agregados, infiltração e retenção da água no solo (Shukla et al., 2006; Loss et al., 2014).

O adequado manejo do solo para minimizar o processo erosivo depende do entendimento da interação de diversos mecanismos de ordem química, física, hidrológica e meteorológica, e diante da importância dos impactos econômicos e ambientais causados, a quantificação das taxas de erosão e sedimentação associadas aos tipos de manejo são relevantes para a estimativa das perdas, embora essas determinações possam ser onerosas e demoradas (Amorim et al., 2009).

Os distintos modelos desenvolvidos para a estimativa das taxas de erosão são importantes para o planejamento das práticas conservacionistas de manejo a serem adotadas nas áreas agrícolas. Para o melhor entendimento dos processos de desprendimento, transporte e deposição de partículas do solo, as primeiras pesquisas experimentais, nos Estados Unidos, consideravam o efeito de diferentes fatores como a chuva, o comprimento e a declividade da encosta, as características inerentes ao próprio solo, as práticas de conservação e as condições de uso e manejo dos solos (Amorim et al., 2009).

Dentre esses modelos de previsão de perda de solos, os empíricos são de maior aplicabilidade, embora sejam criticados por causa de algumas parametrizações sobre a dinâmica do sistema e a heterogeneidade da contribuição de cada fator relacionado ao processo erosivo (Merritt et al., 2003). A *Universal Soil Loss Equation - USLE* (Equação Universal de Perdas de Solo) é um dos modelos empíricos mais conhecidos e utilizados no mundo; nesse, os processos físicos envolvidos, como o desprendimento e transporte de partículas de solo são desconsiderados e apenas são discriminadas a influência dos fatores envolvidos no processo erosivo como chuva, comprimento e declividade da encosta, erodibilidade, uso e manejo do solo práticas conservacionistas adotadas (Amorim et al., 2009).

A erodibilidade expressa, quantitativamente, a suscetibilidade do solo à ação dos processos erosivos (Wischmeier & Smith, 1978), e constitui o fator K da USLE. A erodibilidade resulta da interação entre os atributos físicos, químicos, mineralógicos e biológicos do solo, influenciada sobretudo por aqueles que afetam a capacidade de infiltração, a permeabilidade do solo e sua capacidade de resistir ao desprendimento e transporte de partículas pela chuva e enxurrada (Wischmeier & Smith, 1978; Eduardo et al., 2013).

O primeiro método para estimativa da erodibilidade foi proposto por Wischmeier et al. (1971), em que foram combinadas propriedades físicas como granulometria, tipo de estrutura, classe de permeabilidade, e conteúdo de matéria orgânica resultando na construção de um nomograma, posteriormente adaptado e equacionada por Wischmeier e Smith (1978) (Eduardo et al., 2013). Para melhoria da estimativa da erodibilidade em solos sob clima tropical, Denardin (1990) propôs uma equação que considera a influência de atributos mineralógicos como teor de óxidos de ferro e alumínio, devido à sua atuação na floculação de partículas e agregação do solo.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi discutir a influência dos principais atributos físicos, químicos e mineralógicos relacionados à erodibilidade, e suas

implicações no planejamento do manejo conservacionista.

2 | PRINCIPAIS ATRIBUTOS RELACIONADOS À ERODIBILIDADE

2.1 Textura

Os solos com elevados teores de silte e areia muito fina possuem maior tendência de aumentar a erodibilidade, havendo redução paralelo ao aumento dos teores de areia muito grossa e de argila. Essa redução na erodibilidade decorrente da maior participação dessas frações ocorre devido à ação cimentante das partículas de argila, favorecendo a formação e estabilização dos agregados do solo, e a maior massa das partículas de areia, dificultando assim o seu arraste pela enxurrada (Wischmeier et al., 1971).

Os solos das regiões de clima semiárido do Nordeste do Brasil, quando se encontram em processo de desertificação, possuem várias características que os tornam mais susceptíveis aos processos erosivos, tais como elevados teores das frações silte e areia fina, pois essas não possuem propriedades coloidais e massa suficiente para favorecer a organização das partículas primárias do solo e resistir ao arraste pela enxurrada, respectivamente (Ribeiro et al., 2009). Para os autores, os elevados teores de sódio nessas regiões favorecem a dispersão das partículas de argila (Lima & Andrade, 2001).

A erodibilidade e a tolerância de perda dos solos são também alteradas pela relação textural entre os horizontes subsuperficiais e superficiais, conforme constatado para solos do Estado de São Paulo utilizando-se a equação de Boyocus (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). Os autores verificaram menores valores de erodibilidade e maior tolerância as perdas de solo em Latossolos, Cambissolos, Nitossolos e Neossolos com relação textural igual ou inferior a 1,20. Valores elevados de relação textural, e também muitas vezes a presença de mudança abrupta ou transições abruptas (Santos et al., 2018), indicam solos altamente susceptíveis aos processos erosivos, pela rápida saturação dos horizontes superficiais, o que favorece o fluxo lateral da água ao longo da encosta e intensifica as perdas de solo (Arraes et al., 2010).

2.2 Mineralogia

Os atributos mineralógicos do solo interferem na erodibilidade principalmente pela ação cimentante dos óxidos de Fe e Al, que formam agregados de maior estabilidade e aumentam a capacidade do solo em resistir à erosão (valores baixos de erodibilidade), conforme correlação altamente significativa entre os teores de Feo (ferro extraído por oxalato de amônio ácido) e os valores de erodibilidade em Latossolos do Rio Grande do Sul (Nunes e Cassol, 2008).

A redução da macroporosidade e da porosidade total e o aumento da densidade

do solo também podem também ser influenciados pela composição mineralógica do solo, conforme verificado em Latossolo Vermelho caulínico em comparação a um Latossolo Vermelho caulínico-oxídico (Centurion et al., 2007), devido ao arranjo da caulinita que apresenta uma estrutura de predomínio de dimensões no eixo horizontal, contribuindo para a redução da porosidade (Ferreira et al., 1999), enquanto em solos oxídicos a formação de microagregados promove maior proporção de poros grandes e menor densidade do solo (Beutler et al., 2002).

Outro fator é a presença de elevados teores de argilas silicatadas do tipo 2:1, que ao se expandirem e contraírem-se alteram abruptamente a condutividade hidráulica e, conseqüentemente a permeabilidade do solo, podendo favorecer um maior escoamento superficial.

2.3 Horizontes coesos

Dos atributos morfológicos do solo, a presença de horizontes coesos altera significativamente a erodibilidade, pois modifica vários atributos físicos do solo. Segundo Jacomine (1996), os solos com horizontes coesos (ocorrem principalmente na unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros), são predominantemente formados a partir de sedimentos da Formação Barreiras, apresentando elevados teores de caulinita, consistência friável quando úmidos e forte coesão quando secos.

Em estudo realizado com Latossolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro em Alagoas, Silva e Carvalho (2007) verificaram diversas modificações nos atributos físicos ao compararem os horizontes coesos (BA) e não coesos (Bw). Apesar de apresentarem a mesma classe textural, no horizonte coeso houve predomínio de argila fina com elevada superfície específica e maior força de atração entre as partículas, permitindo maior organização das mesmas, observando-se assim o aumento na densidade do solo. Esse padrão pode ser atribuído ao arranjo de forma laminar das partículas de caulinita (Ferreira et al., 1999).

Solos com horizonte coeso possuem um pequeno intervalo de equilíbrio entre as forças de coesão e adesão (faixa de friabilidade) (Silva & Carvalho, 2007), o que dificulta o seu manejo e a sua mecanização. Além disso, a maior coesão dificulta a penetração das raízes das plantas, que tendem a crescer lateralmente (Lima et al., 2004), condição que também restringe o fluxo vertical da água, reduz a permeabilidade do solo e pode elevar os riscos associados à erosão.

2.4 Matéria orgânica

O conteúdo de carbono orgânico do solo está diretamente relacionado à estabilidade da estrutura (agregados) e é fortemente influenciado pelo sistema de manejo do solo adotado (Almeida et al., 2016). Os sistemas conservacionistas de manejo do solo preconizam a adição de matéria orgânica e o não revolvimento do solo, a manutenção da arquitetura dos poros, devido ao aporte de raízes das culturas.

Segundo Loss et al. (2014), culturas com sistema radicular bem desenvolvido são capazes de explorar maiores profundidades do solo e aportar matéria orgânica via rizo-deposição e morte das suas raízes. Associado a isso, a ação da fauna do solo na fragmentação desses resíduos e na formação de galerias é favorecida, influenciando a aeração do solo, a taxa de infiltração da água e as trocas gasosas.

Adicionalmente, a manutenção da palhada na superfície do solo protege os agregados contra os impactos diretos das gotas de chuva, dissipa a energia dessas e reduz o salpicamento e a deposição das partículas nos poros superficiais (formação do selamento superficial), o que diminuiria drasticamente a taxa de infiltração da água, intensificando a erosão do solo (Valim et al., 2016).

Em áreas com rotação de culturas em sistema de plantio direto (SPD) (sem braquiária) e SPD associado à integração Lavoura-Pecuária (ILP), Loss et al. (2011), quantificaram maiores valores de diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados em área de ILP. Os autores afirmam que o sistema radicular da braquiária favoreceu a agregação do solo na área com uso dessa cultura.

Sistemas de manejo que favorecem a estabilidade da estrutura do solo em que são observados maiores valores de DMP e DMG minimizam as perdas de solo por erosão devido à boa agregação do solo, que aumenta a porosidade e a infiltração da água. Conseqüentemente o volume da enxurrada é reduzido, mesmo em condições de elevadas precipitações (Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016).

2.5 Densidade e porosidade do solo

Entre os atributos físicos do solo que mais afetam a erodibilidade destacam-se a densidade do solo (D_s), a macro e microporosidade e a porosidade total, que são alterados por práticas de manejo adotadas (Lanzanova et al., 2007; Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016). Esses atributos, em especial a macroporosidade, interferem diretamente na taxa de infiltração da água no solo e respondem significativamente as alterações no manejo (Valim et al., 2016).

Avaliando os atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, Lanzanova et al. (2007), constataram aumento da D_s com o maior permanência dos bovinos na área e maior compactação na camada de 0,00-0,05 m. A redução no intervalo de pastoreio de 28 para 14 dias diminuiu significativamente a porosidade total do solo e a macroporosidade a valores inferiores ao limite crítico em todas as camadas (0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15m), aumentando o risco de deficiência de oxigênio às raízes, e reduzindo a continuidade dos poros e a permeabilidade do solo.

Segundo os mesmos autores, o padrão do sistema radicular pivotante da soja favoreceu o aumento da macroporosidade do solo em comparação com a cultura do milho, e apesar do menor aporte de matéria seca adicionada ao solo, houve uma melhoria nas taxas de infiltração da água.

A porosidade total e a distribuição de poros, estão diretamente relacionadas com a condutividade hidráulica saturada (K_{sat}), que por sua vez controla o fluxo de água no solo e a permeabilidade. Em solos de textura arenosa, tendem a se formarem poros de maior tamanho (macroporos), que facilitam o fluxo da água, contudo, a K_{sat} também é fortemente influenciada pela estrutura do solo. De acordo com Mesquita e Moraes (2004), solos de textura argilosa com estrutura bem desenvolvida, possuem K_{sat} similar a solos de textura arenosa.

3 | UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION - USLE (EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO)

A Equação Universal de Perdas de Solo é um dos modelos mais conhecidos e utilizados para estimar a erosão em sulcos e no sulco, no qual são considerados os principais fatores envolvidos no processo erosivo como o clima, o solo, a topografia e o uso e o manejo do solo (Amorim et al., 2009). Essa equação foi proposta a partir da análise de estudos e observações de campo de longo período desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, sigla em inglês), do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS), do Serviço de Conservação do Solo (SCS) e da Universidade de Purdue, resultando na publicação do Agriculture Handbook 537: Predicting Rainfall Erosion Losses (Wischmeier & Smith, 1978).

A USLE é expressa por: $PS = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$, em que: PS é a perda de solo média anual ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R é o fator erosividade ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); K é o fator erodibilidade ($t \text{ ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$); L é o fator de comprimento de encosta (m) S é o fator de declividade de encosta (%); C é o fator uso e manejo do solo (adimensional); e P é o fator práticas conservacionistas (adimensional).

3.1 Fator R - Erosividade

A chuva é considerada como o fator responsável pela energia necessária para ocorrência da erosão hídrica, tendo em vista que a ação direta das gotas de água sobre a superfície do solo favorece a formação do selamento superficial e conseqüentemente intensifica o escoamento superficial (Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016). Esse fator considera o potencial erosivo da chuva, por meio do cálculo da sua energia cinética e sua intensidade máxima no período de 30 minutos consecutivos (EI30) (Wischmeier & Smith, 1978).

3.2 Fator K - Erodibilidade

A erodibilidade é a susceptibilidade do solo à ação dos processos erosivos (Wischmeier & Smith, 1978), o qual depende da interação de atributos físicos, químicos e mineralógicos (textura, tipo de estrutura, classe de permeabilidade e teor de matéria

orgânica), que influenciam diretamente a capacidade de infiltração e o armazenamento de água, a permeabilidade e a capacidade de resistir ao desprendimento e ao arraste de partículas (Wischmeier & Smith, 1978).

3.3 Fator LS - Comprimento e Declividade da Encosta

Assim como a erosividade, o fator topográfico (LS) também é considerado um agente ativo nos processos erosivos, pois controla toda a dinâmica da água na paisagem (Fanning & Fanning, 1989). O comprimento e a declividade da encosta atuam conjuntamente na intensificação da erosão hídrica, influenciando na distância percorrida e velocidade da enxurrada, e foram equacionados a partir de observações de parcelas padrão com 22,15 m de comprimento x 3,50 m de largura, em terço médio de encosta com 9% de declividade (Wischmeier & Smith, 1978).

3.4 Fator C - Uso e Manejo do Solo

O fator C da USLE representa o grau de proteção média à erosão de acordo com o tipo de uso (variando com a cultura e estágio de desenvolvimento da mesma) e manejo do solo. Os diferentes estágios de desenvolvimento da cultura modificam a cobertura do solo, tendo em vista que o aumento da área foliar com o crescimento da cultura proporciona maior proteção ao solo e minimiza as perdas de solo (Almeida et al., 2016). Por sua vez, o sistema de manejo e preparo do solo resultam em condições físicas superficiais e subsuperficiais distintas, intensificando as perdas de solo com o maior revolvimento do solo (Almeida et al., 2016).

3.5 Fator P - Práticas Conservacionistas

O fator P representa a relação das perdas de solo mensuradas em área com adoção de determinada prática conservacionista e as perdas com a cultura implantada no sentido do declive. As principais práticas conservacionistas são plantio em nível, plantio em faixas, terraceamento e capina em linhas alternadas (Wischmeier & Smith, 1978).

4 | ERODIBILIDADE DO SOLO E PRINCIPAIS MODELOS

Na USLE, o fator erodibilidade é determinado a partir de parcelas experimentais padronizadas, com 3,5 m de largura e 22,15 m de comprimento, com 9% de declividade, com preparo convencional do solo (uma aração e duas gradagens) no sentido do declive do terreno e mantido sem vegetação (descoberto), o que implica em fatores C e P iguais a 1 (Wischmeier & Smith, 1978).

Essa determinação direta apesar de maior confiabilidade na obtenção do valor K é bastante onerosa em função dos custos e logística de coleta de dados de perda de solo no campo seja por chuva natural ou simulada, principalmente quanto ao

recurso humano (Eduardo et al., 2013). Por isso, o uso dos modelos para estimativa da erodibilidade tornou-se estratégia interessante para diminuição de custos e tempo de obtenção dos resultados.

O nomograma proposto por Wischmeier et al. (1971) considera a relação entre as propriedades físicas do solo como percentagens de silte e areia muito fina, percentagem de areia com diâmetro entre 0,1 e 2 mm, estrutura e classe de permeabilidade, e teor de matéria orgânica para solos dos Estados Unidos da América, representado graficamente conforme Figura 1.

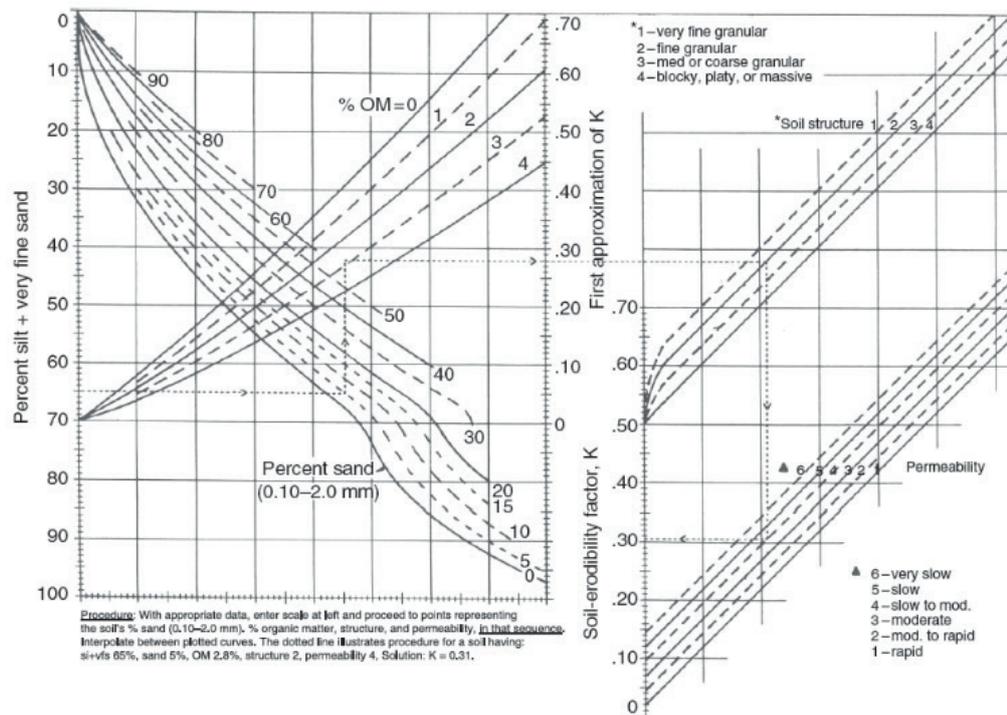


Figura 1: Nomograma proposto por Wischmeier et al. (1971).

As mesmas propriedades utilizadas na construção do nomograma (Figura 1) foram consideradas na equação desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978), na qual o fator K é expresso por:

$$K = \{[2,110 - 4(12 - MO)M]1,14 + 3,25(s - 2) + 2,5(p - 3)\} / 100 \cdot 0,1318$$

em que: MO é o conteúdo de matéria orgânica (%); M representa a textura do solo; s é a classe de estrutura do solo (adimensional); e p representa a permeabilidade do perfil (adimensional).

O valor de M é obtido pelo seguinte cálculo: $M = (\% \text{ silte} + \% \text{ areia fina}) (100 - \% \text{ argila})$. Os valores de s e p foram definidos por Wischmeier et al. (1971), respectivamente como 1, 2, 3 e 4, para as estruturas do tipo granular muito fina, granular fina, granular média ou grossa e em blocos, laminar ou maciça, respectivamente; e 1, 2, 3, 4, 5 e 6, para permeabilidade rápida, moderada a rápida, moderada, lenta e muito lenta.

Entretanto, apesar da alta aplicabilidade desse método, a sua utilização para solos de regiões tropicais é restrita, principalmente pela diferença dos atributos mineralógicos. Denardin (1990) propôs uma equação para a estimativa da erodibilidade com base em dados de 31 solos brasileiros, considerando-se a permeabilidade do perfil, conteúdo de matéria orgânica e o diâmetro médio ponderado dos agregados do solo.

Nessa equação (Denardin, 1990) a erodibilidade é expressa por:

$$K = 7,48 \times 10^{-6} M + 4,48059 \times 10^{-3} P - 6,31175 \times 10^{-2} DMP + 1,039567 \times 10^{-2} R$$

em que: $M = (\% \text{ areia fina} + \% \text{ silte}) \times [(\text{areia fina} + \text{silte}) + \text{areia grossa}]$; $P =$ permeabilidade do perfil; $DMP = [(0,65 \times \text{areia grossa}) + (0,15 \times \text{areia fina}) + (0,0117 \times \text{silte}) + (0,00024 \times \text{argila})]/100$; $R = [\text{areia grossa} \times (\text{teor de matéria orgânica}/100)]$.

Todas as variáveis envolvidas nas equações de determinação dos valores K possuem relação direta com a taxa de infiltração e capacidade de armazenamento de água no solo, permeabilidade do perfil e resistência ao desprendimento e arraste das partículas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erodibilidade é diretamente influenciada por características do material de origem e do ambiente de formação devido à relação direta com a textura e mineralogia do solo. Essas atuam tanto na organização das partículas unitárias como na resistência do solo ao arraste pela enxurrada.

Os principais atributos relacionados à erodibilidade são intensamente alterados pelas práticas de manejos e estes, por sua vez, modificam a condutividade hidráulica, a taxa de infiltração da água e a permeabilidade do solo. Portanto, o uso de sistemas de manejo visando a melhoria dos atributos do solo é fundamental para diminuição das taxas de erosão.

A proposição de novos modelos de estimativa da erodibilidade do solo, devem considerar além da textura e matéria orgânica, atributos que são fortemente influenciados pelo manejo, como densidade do solo e distribuição de poros, que por sua vez, estão diretamente relacionados com o fluxo de água e conseqüentemente com a susceptibilidade a erosão.

É necessário que estudos sejam realizados avaliando a erodibilidade associada aos atributos do solo, pois grande parte das pesquisas realizadas associa os valores de erodibilidade em função das ordens de solo, o que nem sempre pode ser adequado em função da variabilidade dos atributos dentro de uma mesma ordem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W.S.; CARVALHO, D.F.; PANACHUKI, E.; VALIM, W.C.; RODRIGUES, S.A.; VARELLA, C.A.A. Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1110-1119, 2016.
- AMORIM, R.S.S.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. Principais modelos para estimar as perdas de solo em áreas agrícolas. In: PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2009. 74-107p.
- ARRAES, C.L.; BUENO, C.R.P.; PISSARRA, T.C.T.; Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**, v.26, p.849-857, 2010.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J.C.; AMARAL, A.J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de Nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.133-142, 2007.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9ª ed. São Paulo: Ícone, 2014. 355 p.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SOUZA, Z.M.; ANDRIOLI, I. & ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.829-834, 2002.
- CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; ARATANI, R.G.; METZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.199-209, 2007.
- DENARDIN, J.E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990. 81p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).
- EDUARDO, E.N.; CARVALHO, D.F.; MACHADO, R.L.; SOARES, P.F.C.; ALMEIDA, W.S. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em Argissolo Vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.796-803, 2013.
- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis and classification**. John Wiley and Sons Inc.. 1989.
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.515-524, 1999.
- JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: **Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: "Pesquisa & Desenvolvimento para os tabuleiros costeiros"**, Cruz das Almas. Anais. Cruz das Almas, Embrapa/CPATC/CNPMPF/ IGUFAB, 1996. p.13-24, 1996.
- JORGE, M.C.O.; GUERRA, A.J.T. Erosão dos solos e movimentos de massa — recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p.7-30, 2013.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.
- LIMA, H.V.; SILVA, A.P.; JACOMINE, P.T.K.; ROMERO, R.E.; LIBARDI, P.L. Identificação e caracterização de solos coesos no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28,

p.467-476, 2004.

LIMA, P.M.P.; ANDRADE, H. Erodibilidade do solo e atributos de solos com B textural e B latossólico do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.463-474, 2001.

LOSS, A.; COSTA, E.L.; PEREIRA, M.G.; BEUTLER, S.J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v.113, p.1-8, 2014.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; GIACOMO, S.G.; PERIN, A. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1269-1276, 2011.

MERRITT, W.S.; LETCHER, R.A.; JAKEMAN, A.J. A review of erosion and sediment transport models. **Environmental Modelling & Software**, 2003.

NUNES, M.C.M.; CASSOL, E.A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2839-2845, 2008.

PRUSKI, F.F. Prejuízos decorrentes da erosão hídrica e tolerância de perdas de solo. In: PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2009. 13-23p.

RIBEIRO, M.R.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GALINDO, I.C.L. Os solos e o processo de desertificação no Semiárido Brasileiro. In: RIBEIRO, M.R.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO FILHO, M.R.; CANTALICE, J.R.B. **Tópicos em Ciência do Solo**. Vol. IV. SBCS: Viçosa-MG, 2009. 431-461p.

SHUKLA, M.K.; LAL, R.; EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil & Tillage Research**, v.87, p.194-204, 2006.

SILVA, A.J.N.; CARVALHO, F.G. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.853-862, 2007.

VALIM, W.C.; PANACHUKI, E.; PAVEI, D.S.; ALVES SOBRINHO, T.; ALMEIDA, W.S. Efeito de resíduos vegetais de cana-de-açúcar no controle da erosão hídrica em entressulcos. **Ciências Agrárias**, v.37, p.1155-1164, 2016.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook 537).

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, V.A. soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.5, p.189-193, 1971.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação fosfatada 148, 152, 153, 155, 157
Adubação verde 119, 120, 123, 124, 126, 127, 128, 129
Agregados biogênicos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Aminoácidos 116, 216, 217, 219, 220, 221, 223, 224

B

Bactérias diazotróficas 130, 136

C

Caracterização agronômica 205
Citrullus lanatus 197, 198
Compactação 13, 18, 101

D

Descritores agronômicos 205
Diagnose visual 111, 112, 113
Drenagem 2, 25, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 48, 49, 52, 89, 114, 152, 156

E

Educação em solos 59
Erodibilidade 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 57
Eruca sativa 67, 68, 71, 72
Espécie florestal 75, 76, 112
Estrutura do solo 1, 2, 18, 19, 21, 61
Extratos vegetais 158

F

Fertilizante orgânico 148
Fixação biológica 119, 120, 121, 131, 137, 138

G

Genótipo 141, 143, 144, 167, 168, 182, 186, 195, 208, 212, 213, 219, 222
Germinação 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 94, 107, 108, 109, 110, 199
Glycine max 130, 131, 137, 224

H

Hidroponia 112
Hortaliças 36, 67, 68, 71, 72, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 215

I

Infiltração 2, 6, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 34, 50, 51, 52, 53, 120

Ipomoea batatas L. 204, 205

N

Nitossolo vermelho 157, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Nutrição de plantas 59, 118

Nutrição mineral 111, 112, 113, 199

P

Parâmetros genéticos 205, 207, 208, 209

Perda de solo 14, 19, 20, 46, 49, 50, 52, 55, 56

Plantio direto 9, 11, 18, 23, 24, 66, 119, 128, 129, 137, 138, 157

Pratylenchus brachyurus 166, 167, 168, 169

Preservação 3, 5, 38, 39, 40, 43, 55, 60

Produção de grãos 130, 135, 136

Q

Qualidade de mudas 72, 84, 86, 102, 104

R

Resistência genética 166

S

Sistemas agroflorestais 182, 183, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Solos arenosos 25

Sombreamento 5, 10, 53, 89, 182, 187, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203

Sorghum bicolor 166, 167

Substratos orgânicos alternativos 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 91

Sucessão de culturas 119, 149

Susceptibilidade a erosão 22, 25, 36

T

Taxas fotossintéticas 186, 187, 188, 190, 192, 193, 195, 197, 198, 201

Transgênicos 216

V

Valor nutricional 71, 217

Variabilidade 6, 22, 25, 26, 27, 57, 139, 142, 147, 169, 184, 204, 205, 208, 211, 212, 213, 214, 215

Voçorocas 46, 47, 52, 54, 55, 56

Z

Zea mays 55, 139, 140, 146

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-717-8



9 788572 477178