

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 4**



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

**Gestão de Recursos Hídricos e
Sustentabilidade**
4

Atena Editora
2019

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

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
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. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
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. 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.ª Dr.ª 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 4 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-668-3 DOI 10.22533/at.ed.683192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 48 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
QUALIDADE DA ÁGUA E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO	
Karina Ribeiro da Silva Maria Hortência Rodrigues Lima Thiago Herbert Santos Oliveira Wendel de Melo Massaranduba Weslei Almeida Santos Antenor de Oliveira Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.6831927091	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE CULTIVARES DE CAMARÃO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Gustavo Andrade Araujo Oliveira Igor Santos Silva José Augusto Oliveira Junior Cristiane da Cunha Nascimento Marcos Vinicius Teles Gomes Carlos Alexandre Borges Garcia Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6831927092	
CAPÍTULO 3	18
ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO, PEDRINHAS-SE	
Thassio Monteiro Menezes da Silva Frankilin Santos Modesto Camila Conceição dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.6831927093	
CAPÍTULO 4	24
SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS	
Eveline Leal da Silva Adnivia Santos Costa Monteiro Lucas Cruz Fonseca Lúcia Calumby Barreto Macedo José do Patrocínio Hora Alves	
DOI 10.22533/at.ed.6831927094	
CAPÍTULO 5	31
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO AMORTECIMENTO DE ONDAS EM RESERVATÓRIO DE BARRAGENS	
Adriana Silveira Vieira Germano de Oliveira Mattosinho Geraldo de Freitas Maciel,	
DOI 10.22533/at.ed.6831927095	

CAPÍTULO 6	40
AValiação de Barragens Subterrâneas em Pernambuco	
Edmilton Queiroz de Sousa Júnior	
Eronildo Luiz da Silva Filho	
José Almir Cirilo	
Luciano Barbosa Lira	
Thaise Suanne Guimarães Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.6831927096	
CAPÍTULO 7	49
PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL	
Jean Henrique Menezes Nascimento	
Pedro Henrique Carvalho de Azevedo	
Allana Karla Costa Alves	
Lucivaldo de Jesus Teixeira	
Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6831927097	
CAPÍTULO 8	58
OS REFLEXOS DA ATUAL CRISE HÍDRICA NA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA: AÇÕES PARA REDUÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CAMPINA GRANDE	
Ronaldo Amâncio Meneses	
José Augusto de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6831927098	
CAPÍTULO 9	68
MONITORAMENTO DE SECAS NO NORDESTE DO BRASIL	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6831927099	
CAPÍTULO 10	77
SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE DIÂMETROS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
Andréa Monteiro Machado	
Leonardo Pereira Lapa	
Paulo Eduardo Silva Martins	
Nayára Bezerra Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.68319270910	
CAPÍTULO 11	84
DEFINIÇÕES E CONCEITOS RELATIVOS À LMEO E À DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTES COM FUNÇÃO HÍDRICA À LUZ DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
Sandra Regina Afonso	
Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.68319270911	

CAPÍTULO 12	94
DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	
Liliane da Cruz Pinheiro Abelardo Antônio Assunção Montenegro Adriana Guedes Magalhães Thayná Alice Brito Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.68319270912	
CAPÍTULO 13	104
URBANIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PAISAGENS HÍDRICAS EM JUIZ DE FORA/ MG – 1883/1893	
Pedro José de Oliveira Machado Flávio Augusto Sousa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.68319270913	
CAPÍTULO 14	116
(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL	
Sergio Silva de Araujo Gregório Guirado Faccioli Antenor de Oliveira Aguiar Netto	
DOI 10.22533/at.ed.68319270914	
CAPÍTULO 15	133
IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DO COMPORTAMENTO DA CLOROFILA-A EM UM SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR A PARTIR DE IMAGENS MODIS	
Regina Camara Lins Jean-Michel Martinez David M. L. da Motta Marques José Almir Cirilo Carlos Ruberto Fragoso Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.68319270915	
CAPÍTULO 16	146
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS	
Wallace Melo dos Santos Wendel de Melo Massaranduba Dayanara Mendonça Santos Thiago Herbert Santos Oliveira Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas Marcus Aurélio Soares Cruz Maria Isidória Silva Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.68319270916	

CAPÍTULO 17 157

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE MICROCRISTAIS DE B-AG₂MOO₄ PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS

Giancarlo da Silva Sousa
Francisco Xavier Nobre
Edgar Alves Araújo Júnior
Marcel Leiner de Sá
Jairo dos Santos Trindade
Maria Rita de Moraes Chaves Santos
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.68319270917

CAPÍTULO 18 169

UTILIZAÇÃO DE JUNTA TRAVADA COMO ALTERNATIVA EM SUBSTITUIÇÃO A ANCORAGENS CONVENCIONAIS NA ADUTORA DE SERRO AZUL EM PERNAMBUCO, EM PROL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Nyadja Menezes Rodrigues Ramos
Glécio Francisco Silva

DOI 10.22533/at.ed.68319270918

CAPÍTULO 19 179

COMPOSIÇÃO SAZONAL DE JUVENIS DO CAMARÃO-ROSA *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Thayanne Cristine Caetano de Carvalho
Alex Ribeiro dos Reis
Alvaro José Reis Ramos
Antônio Sérgio Silva de Carvalho
Glauber David Almeida Palheta
Nuno Filipe Alves Correia de Melo

DOI 10.22533/at.ed.68319270919

CAPÍTULO 20 191

FOTODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO (2,4-D) A PARTIR DE NANOESTRUTURAS DE TITÂNIO MODIFICADAS COM ESTANHO

Ludyane Nascimento Costa
José Milton Elias de Matos
Aline Aparecida Carvalho França
Marcel Leiner de Sá

DOI 10.22533/at.ed.68319270920

CAPÍTULO 21 202

PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) COM ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Elvis Pantaleão Ferreira
Victorio Birchler Tonini
Marcelino Krause Ianke
Lillya Mattedi
Adrielli Ramos Locatelli
Rodrigo Junior Nandorf
Pablo Becalli Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.68319270921

CAPÍTULO 22	209
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE METAIS DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR UM LIXÃO DESATIVADO EM CRUSTÁCEOS DA ESPÉCIE <i>Aegla jarai</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Vitor Rodolfo Becegato Indianara Fernanda Barcarolli Valter Antonio Becegato Darluci Picolli Flávia Corrêa Ramos Alexandre Tadeu Paulino 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270922	
CAPÍTULO 23	230
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS E CONCENTRAÇÃO DE FERRO EM ÁREAS RURAIS COM INTENSA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC	
<ul style="list-style-type: none"> Daniely Neckel Rosini Valter Antonio Becegato Pâmela Becali Vilela Amanda Dalalibera Jordana dos Anjos Xavier 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270923	
CAPÍTULO 24	244
DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	
<ul style="list-style-type: none"> Camila Santiago Martins Bernardini Carlos de Araújo Farrapeira Neto Fernando José Araújo da Silva Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar Raquel Jucá de Moraes Sales Luciana de Souza Toniolli Leonardo Schramm Feitosa 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270924	
SOBRE O ORGANIZADOR	254
ÍNDICE REMISSIVO	255

PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS

Wallace Melo dos Santos

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Wendel de Melo Massaranduba

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Dayanara Mendonça Santos

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Thiago Herbert Santos Oliveira

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Marcus Aurélio Soares Cruz

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju – SE

Maria Isidória Silva Gonzaga

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

RESUMO: A curva de retenção é uma ferramenta importante para compreender a capacidade de retenção de água no solo associado a densidade e porosidade do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estimar as propriedades físicas de um Argissolo vermelho amarelo em diferentes manejos.

A amostragem foi inteiramente casualizada com 05 (cinco) diferentes tipos de uso do solo, 01 (uma) profundidade (0,0 – 0,10 m) e 03 (três) repetições, no qual os diferentes usos consistiram em áreas de cultivo de milho, coqueiro, eucalipto, olericultura e de uma área de mata para efeito comparativo. As variáveis analisadas foram densidade do solo, macro e microporosidade, porosidade total, velocidade de infiltração básica de água no solo, condutividade hidráulica e as curvas de retenção de água no solo. Pelos resultados obtidos, apenas o solo do sob área de mata apresentou diferença significativa para todas as variáveis analisadas. Desta maneira, os sistemas de manejo alteraram a densidade e porosidade e conseqüentemente a curva de retenção de água do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial matricial; Infiltração de água no solo; Atributos físicos; VIB.

PHYSICAL PROPERTIES OF A YELLOW ULTISOLS SUBMITTED TO DIFFERENT AGRICULTURAL USES

ABSTRACT: The retention curve is an important tool to understand soil water retention capacity associated with soil bulk density and porosity. Therefore, the objective of this work was to estimate the physical properties of a yellow Ultisol in different managements. The sampling was completely randomized with 05 (five)

different types of soil use, 01 (one) depth (0,0 - 0,10 m) and 03 (three) repetitions, in which the different uses consisted of maize, coconut, eucalyptus, orchard and a forest area for comparative effect. The variables analyzed were soil density, macro and microporosity, total porosity, water basic infiltration velocity in soil, hydraulic conductivity and soil water retention curves. Based on the results, only the soil under the forest area showed a significant difference for all variables analyzed. In this way, the management systems altered the density and porosity and consequently the water retention curve of the soil.

KEYWORDS: Matrix potential; Water infiltration in soil; Physical attributes; BIV.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda de alimentos aumenta anualmente, pressionando o uso intensivo dos solos e da água (MERCHÁN et al., 2016), a agricultura é responsável pela segurança alimentar e pela formação de divisas, produzindo alimentos, fibras, biocombustíveis, plantas medicinais e madeira (MAZOYER & ROUDART, 2008). Os solos tropicais têm sofrido com o uso inadequado, causando uma rápida degradação desse bem, que é a base para uma agricultura competitiva, tendo relação direta com a produtividade das culturas (FREDDI et al, 2007). Para Araújo (2007), os indicadores de natureza física são os parâmetros que melhor evidenciam a qualidade dos solos e sua degradação.

Segundo Mion et al. (2012), a densidade do solo é uma das propriedades físicas que podem caracterizar o estado de compactação, sendo limitantes ao crescimento radicular

Ribeiro et al. (2007) afirmam que a distribuição dos poros dos solos condiciona seu comportamento físico-hídrico, influenciando o processo dinâmico do ar e da solução do solo. Em seu trabalho, apresenta que para diâmetros entre 0,03mm e 0,0375mm as características físicas não sofreram influencia, porém verificou-se que para macroporosidade os valores foram diretamente proporcionais a condutividade hidráulica dos solos saturados.

Para Prevedello et al. (2011), além dos parâmetros relacionados ao tipo de partícula que forma o solo, o manejo pode provocar um rearranjo nas partículas sólidas, aproximando-as e provocando aumento na densidade e conseqüente a redução do espaço poroso do solo, afetando os parâmetros físicos, inclusive o movimento da água e a retenção desta.

Tanto a densidade do solo, quanto a porosidade, são atributos de importante avaliação, por exercerem influência na velocidade de infiltração da água no solo (NETO et al, 2018).

A infiltração de água no solo é um dos melhores indicadores das condições físicas do mesmo, mostrando as condições internas do solo, através da passagem da água pelos poros, indicando perfeitas condições para o melhor desenvolvimento das raízes das plantas, potencializando o seu uso. Solos degradados apresentam, geralmente,

menos porosidade e problemas de infiltração de água, criando potencialidades para a erosão (ALVES et al, 2007; VEZZANI & MIELNICZUK, 2009; SANTI et al, 2016). No início da infiltração da água no solo o processo é comandado pelo potencial matricial, depois de iniciado o umedecimento do perfil desse solo esse potencial vai diminuindo seu efeito, e o potencial gravitacional vai aumentando seu efeito desacelerando o processo, quando os poros estão totalmente saturados a velocidade diminui a um patamar mínimo, denominado de velocidade de infiltração básica, caso ocorra uma precipitação mais intensa será convertida em escoamento superficial, sendo esse um parâmetro muito importante para projetos de irrigação e manejo do solo (LIBARD, 1995)

A curva de retenção é descrita como importante ferramenta para entender as relações água-solo, permitindo caracterizar as propriedades hidráulicas do solo (LUCAS et al, 2011; SILVA et al. 2006).

Massad (2018) apresenta que a curva de retenção de água no solo pode servir de ferramenta para determinar a capacidade de campo, ponto de murcha e a água disponível para as plantas. Pois ela representa a energia com que a água está adsorvida nas partículas do solo e/ou retida em seus poros (MELO FILHO; SACRAMENTO & CONCEIÇÃO, 2015)

A capacidade de retenção de água no solo está associada também a estrutura deste, principalmente em baixa tensão, pela presença de macroporos ou poros entre os agregados, tanto em seu tamanho e sua distribuição, quanto pela capilaridade do solo, já em pressões maiores, a textura e superfície específica influenciam de maneira mais significativas (TAVARES; FELICIANO; VAZ, 2007).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas do solo e estimar a velocidade de infiltração da água no solo a retenção de água em um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes manejos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental “Campus Rural” da Universidade Federal de Sergipe, localizada no município de São Cristóvão/SE (10° 55’ 28,62” S, 37° 11’ 57,77” O). O “Campus Rural” está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, mais especificamente na Sub-Bacia do Rio Poxim-Açu (Fig. 1). O clima é classificado como “As” de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical com estação seca no verão, a temperatura média é de 25,2 °C e a pluviosidade de 1331 mm anuais. O solo da região é classificado como ARGISSOLO Vermelho Amarelo e o relevo é plano a suave ondulado.

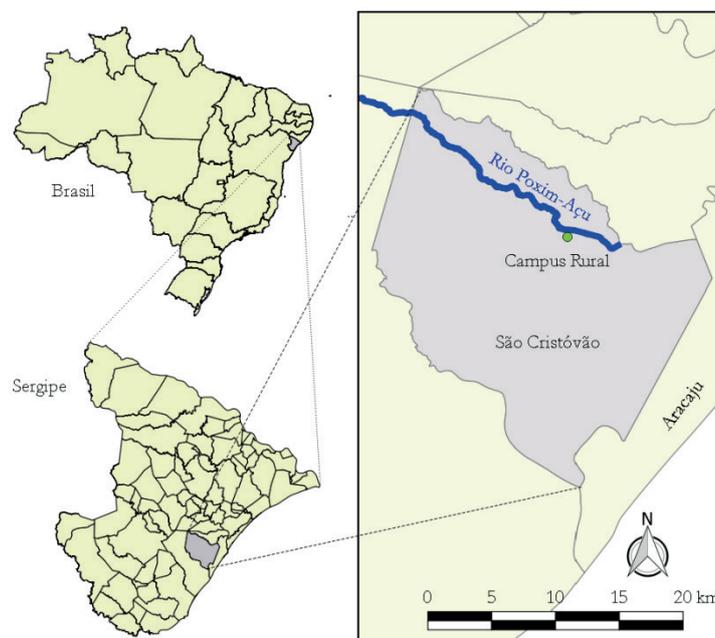


Figura 1: Mapa de Situação do "Campus Rural"

Fonte: SERGIPE, 2013

As amostras indeformadas foram coletadas no dia 21/05/2018, em delineamento inteiramente casualizado, através da coleta de cilindros volumétricos (42,47 cm³ de volume) de PVC com o auxílio do trado de Uhland, conforme metodologia sugerida pela Embrapa (2011). Foi coletado solo em 05 (cinco) diferentes tipos de uso do solo, 01 (uma) profundidade (0,0 – 0,10 m) e 03 (três) repetições. Os cinco diferentes tipos de uso do solo selecionados foram os seguintes: Milho, Coqueiro, Eucalipto, Olericultura e Mata.

Para a obtenção dos dados de velocidade de infiltração de água no solo e da condutividade hidráulica da superfície até a profundidade na qual foram instalados foi utilizado o método de anéis duplos concêntricos. O teste é caracterizado por anéis duplos concêntricos cravados no solo, onde o anel de maior apresenta 50 centímetros de diâmetro e o menor 25 centímetros de diâmetro, estes possuem 40 centímetros de altura e foram instalados a 20 centímetros de profundidade.

A altura da água foi medida com uma régua nos anéis internos, em tempos (min.) pré-determinados: 2, 2, 5, 5, 10, 10, 20, 20, 30, 30, 30. O teste foi realizado até a taxa de infiltração básica, ou seja, até que a variação das leituras fique constante no tempo, indicando que o solo está saturado.

Foi utilizado o software VIBK, construído no software Matlab, desenvolvido por (SANTOS et al., 2015), sendo que os dados usados para entrada no programa foram: variação do tempo (em minutos), lâmina infiltrada (em milímetros), e a profundidade (em milímetros) na qual foram instalados os anéis, como dados de saída obtivemos condutividade hidráulica (K₀) em metros por dia, e as VIBs em milímetros por hora.

A equação do software VIBK para estimar a condutividade hidráulica é:

$$K_o = \frac{l}{\Delta t} \ln\left(\frac{h_o}{h_f}\right)$$

Onde:

l - Profundidade em que os discos foram instalados;

Δt - Intervalos entre leituras;

h_o - Altura de água no início do intervalo;

h_f - Altura de água no final do intervalo

As áreas de Milho, Coqueiro e Eucalipto são utilizadas para experimentos com essas culturas há cerca de 10 anos. Sendo que, a área de milho é desenvolvida no sistema de plantio direto e no momento da coleta a cultura estava na entressafra. Na área de olericultura são desenvolvidos experimentos com hortaliças, porém, encontrava-se em pousio no dia da coleta das amostras. E a região de mata constituiu-se de uma floresta estacional ao lado da sede da fazenda experimental, que foi utilizada para efeito comparativo com um local pouco antropizado.

No Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão/SE, as amostras indeformadas coletadas foram saturadas com água destilada por 24 horas. Após esse período, as mesmas foram pesadas, para determinação do conteúdo de água no ponto de saturação, e submetidas a diferentes tensões (1, 4, 6, 33, 100, 500 kPa). Para mensurar o conteúdo de água nas tensões de 1 a 6 kPa, foi utilizado a mesa de tensão. Já para as tensões de 33 a 500 kPa, as amostras foram colocadas na Câmara de Richards com placas porosas. As amostras permaneciam nas tensões predefinidas até atingirem o ponto de equilíbrio, ou seja, quando cessava o escoamento. Ao término de cada tensão, as amostras eram pesadas e após a tensão de 500 kPa as mesmas foram levadas para estufa de secagem a 105°C por 48 horas.

Para determinação da Densidade do Solo (D_s), foi utilizado o método do anel volumétrico, aplicando a relação entre a massa do solo seco a 105°C e o volume do cilindro, conforme Embrapa (2011).

A Porosidade Total (P_t) foi obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco a 105°C (EMBRAPA, 2011). A Microporosidade (M_i) foi determinada pela diferença entre a massa do solo após a tensão de 06 kPa, obtida na mesa de tensão, e a massa do solo seco a 105°C (EMBRAPA, 2011). E a macroporosidade (M_a) pela diferença entre a Porosidade Total e a Microporosidade.

As variáveis acima citadas foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e comparadas pelo Teste de Tukey com nível de significância de 5% ($p < 0,05$)

Para obtenção das Curvas de Retenção de Água, foi aplicado o modelo de van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980). O software utilizado no ajuste do modelo de van Genuchten foi o SWRC, versão 2.0 (DOURADO-NETO et al., 2000). Os parâmetros do modelo de van Genuchten (1980) foram estimados minimizando a soma dos quadrados dos desvios dos valores dos conteúdos de água retidos nas

amostras, pelo método iterativo de Newton-Raphson, considerando a dependência entre os parâmetros m e n (MUALEM, 1976).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 relaciona os resultados das análises de Densidade do Solo (Ds), Macro (Ma) e Microporosidade (Mi) e Porosidade Total (Pt).

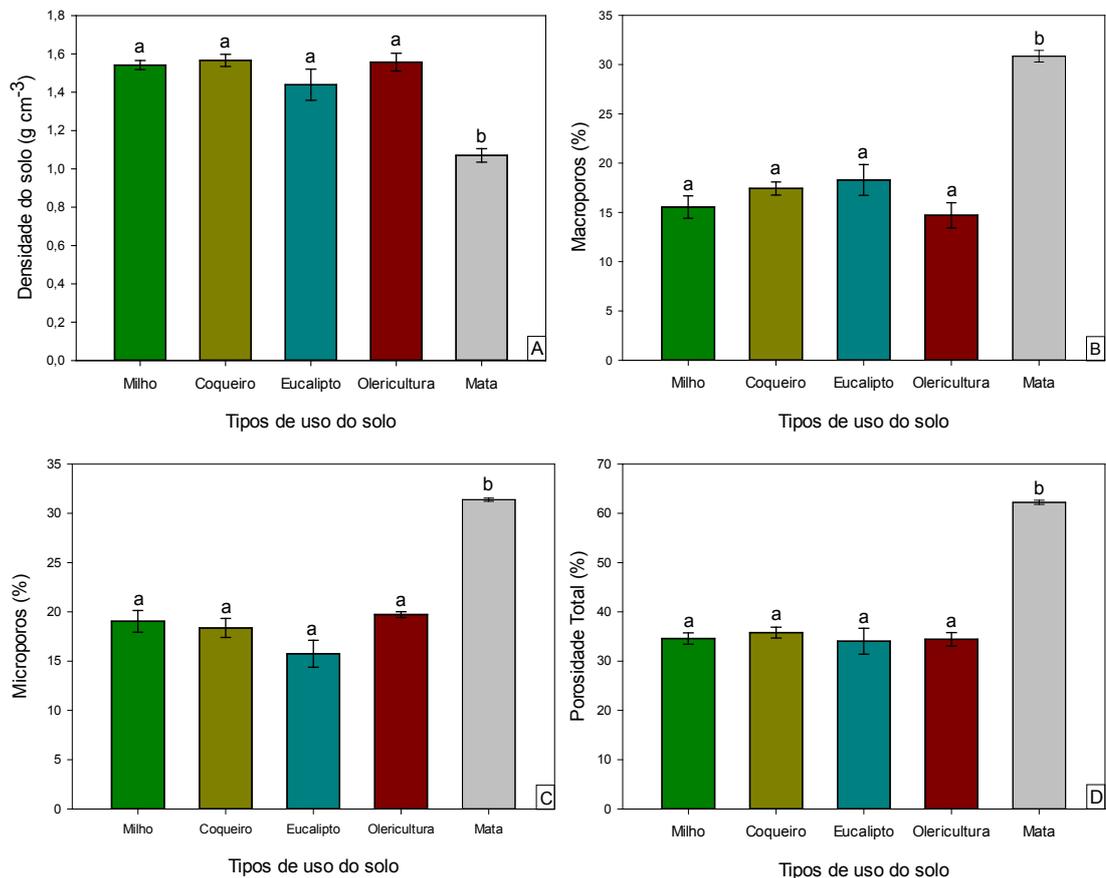


Figura 2: Densidade do Solo (A), Macroporosidade (B), Microporosidade (C) e Porosidade Total (D) nos diferentes tipos de uso do solo

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$)

Em relação às variáveis analisadas, o solo sob Mata foi o único que obteve diferenças significativas em relação aos demais para todas as variáveis analisadas. Tal comportamento dar-se em razão do solo de Mata propiciar um aporte contínuo de matéria orgânica e de não ocorrer um manejo constante do mesmo. Conforme relatado por Silva et al. (2015), que ao comparar áreas com cultivo orgânico, cultivo convencional e mata nativa em um ARGISSOLO Vermelho Amarelo, verificaram valores superiores de densidade do solo em solos com uso mais antrópico em razão da sua maior compactação pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas. Como a densidade do solo está intrinsecamente relacionada com a porosidade, há uma relação inversamente proporcional entre esses parâmetros (CHAVES et al, 2012).

Silva, Benevenuto e Melo (2017), apresentaram resultados similares ao comparar

áreas manejadas com milho, eucalipto, café e mata, sendo que para densidade, macroporosidade e porosidade total a mata foi o único que apresentou diferença. No trabalho de Suzuki et al (2012), os diferentes usos influenciaram distintamente as características físicas do solo, pois o tráfego de máquinas e pisoteio animal afetaram negativamente a estrutura do solo.

A Tabela 1 apresenta a relação entre a relação entre os tipos de usos de solo e a velocidade de infiltração básica (VIB) e a condutividade hidráulica (K0).

Tipo de uso	VIB (mm h ⁻¹)	K0 (m dia ⁻¹)
Mata	154,00 a	1,239 a
Eucalipto	120,67 b	1,202 b
Milho	10,00 c	1,112 c
Coqueiro	4,00 c	1,108 c
Olericultura	3,00 c	1,107 c

Tabela 1: Velocidade de infiltração básica (VIB), condutividade hidráulica (K0)

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

É possível verificar que a Mata apresenta dados de velocidade de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, de condutividade hidráulica superiores aos demais usos. Isso ocorre em razão dos poros formados por raízes, agregados de solo estáveis e ausência de ações antrópicas. Situação semelhante foi verificada no estudo de Araújo et al. (2007), que analisando as qualidades químicas e físicas de uma área de cerrado nativo, fazendo a comparação de pastagem nativa, florestamento de pinus, pastagem plantada e cultivo convencional, observou uma diminuição da qualidade dos atributos nessa ordem. Segundo o autor, culturas que apresentam maior intensificação de tratos culturais oferecem diminuição da qualidade dos solos, de ordem biológica, química e física, em decorrência do uso de máquinas pesadas, que compactam o solo, principalmente em áreas com alto teor de argilas.

Sobrinho et al. (2003), ao estudar o cultivo do milho sob plantio direto e convencional, correlacionados com pousio e culturas sucessoras do tipo: plantio direto com sucessão de soja-aveia, plantio convencional com sucessão de soja-pousio e plantio direto com sucessão de soja e pousio, obteve como resultado, respectivamente: 45, 14 e 23 mm h⁻¹, enquanto os dados observados no presente estudo tiveram como média 10 mm h⁻¹ em cultivo de milho em plantio direto, deste modo os valores foram todos superiores dos valores encontrados. O autor explica que a quantidade de matéria orgânica, os tratos culturais de implantação e o sistema radicular das plantas de sucessão são os principais indícios dessas velocidades, enquanto que no presente experimento desenvolvido, não havia plantas sucessoras, podendo ser o fato de apresentarem valores distintos.

Dentre os usos de solo estudados, a Olericultura é o que apresenta a maior intensificação do uso e as culturas que são implantadas nessa área necessitam de

um solo com alta porosidade superficial, em decorrência de possuir raízes sensíveis e pouco profundas, além de não resistir a impedimentos físicos. Contudo os intensos tratos culturais desestruturam o solo, causando selagem superficial e sub-superficial (FILGUEIRA, 2008).

Os dados relacionados com a curva de retenção de água no solo estão presentes na Figura 3. Nela é possível perceber que as curvas corroboram com os dados de densidade, porosidade e infiltração, no qual há uma separação nítida do solo ocupado por Mata dos demais com culturas comerciais, apresentando maior retenção de água em todos os potenciais matriciais.

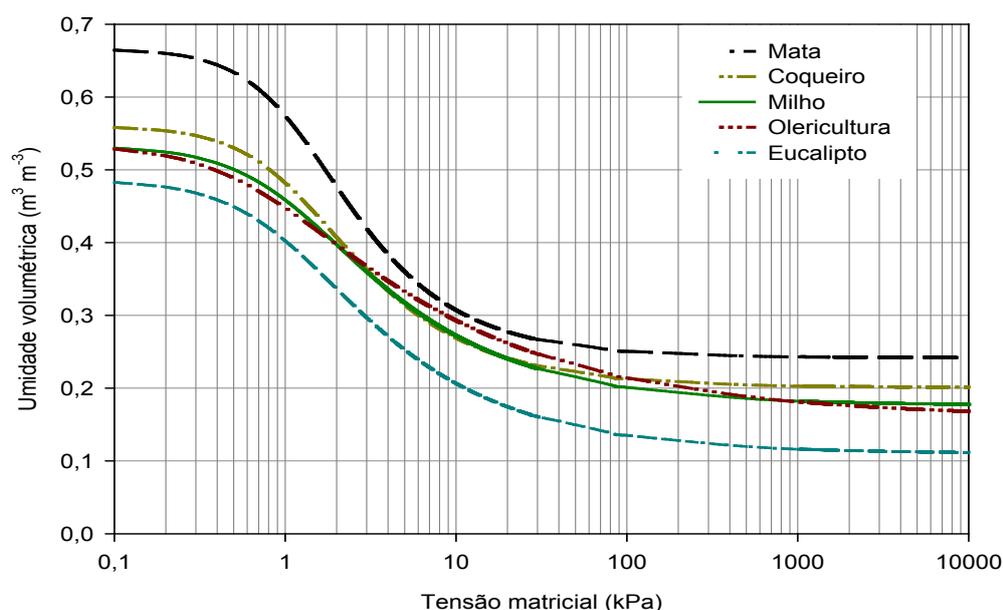


Figura 3: Curva de retenção de água no solo dos diferentes tipos de usos do solo

Conforme evidenciado por Oliveira et al. (2015), sistemas mais intensificados de uso do solo proporcionam aumento nos valores de densidade do solo, o que acarreta em menor retenção de água nos potenciais matriciais mais baixos com a compactação desse solo em decorrência de seu uso mais intensivo.

Percebe-se uma inflexão das curvas que ocasiona uma grande perda de água com o aumento das tensões, sendo influenciada pela quantidade de macroporos, que favorecem o escoamento da água. No solo com Olericultura percebe-se que a inflexão não é tão pronunciada, quanto nos outros usos, resultante da diminuição dos macroporos, podendo estar relacionado com a compactação desse solo.

Em todos os tipos de uso a água disponível, considerada como o volume entre a capacidade de campo (10 kPa) e o ponto de murcha permanente (1500 kPa) variou de 0,065 m³ m⁻³ (Mata) a 0,115 m³ m⁻³ (Olericultura), sendo esses valores abaixo do intervalo ideal de armazenamento. De acordo com REYNOLDS et al. (2002), os valores ideais de água disponível seriam entre 0,15 e 0,20 m³ m⁻³. No trabalho de Bortolini et al. (2016), a água disponível também ficou abaixo do intervalo estabelecido

por REYNOLDS et al. (2002) em áreas com e sem pastejo.

No entanto, Portugal et al. (2007), trabalhando em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico, verificou que a água disponível foi maior em solos sob pastagem e laranja em comparação ao solo com mata. Os autores atribuíram esse comportamento ao maior teor de argila e de matéria orgânica na pastagem e no laranjal, mas também à maior compactação do solo nesses sistemas, que acarreta numa diminuição dos macroporos e acréscimo dos microporos, com dimensões e geometria que favorecem a retenção de água por capilaridade.

4 | CONCLUSÕES

Os sistemas de usos agrícolas do solo alteraram as propriedades físicas do solo, reduzindo a porosidade e aumentando a densidade do solo.

As alterações na densidade e na porosidade proporcionam diferenças na velocidade de infiltração da água, condutividade hidráulica e nas curvas de retenção de água no solo.

Embora existam diferenças na retenção de água no solo, a sua disponibilidade está abaixo do ideal em todos os tipos de uso.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. **Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 617-625, 2007.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo.** Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 31, n. 5, 2007.

BORTOLINI, D.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; RECHA, C.; MAFRA, A. L.; FILHO, H. M. N. R.; PÉRTILE, P. **Propriedades físicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em Cambissolo Húmico.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.15, n.1, p.60-67, 2016.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. **Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.

DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00).** Scientia Agricola, vol. 57, n. 1, p. 191-192, 2000.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. revista. Rio de Janeiro, 2011. 225 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

FREDDI, O. D. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L.

Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 627-636, 2007.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** 1.ed. Piracicaba, 1995. 497 p.

LUCAS, J. F. R.; TAVARES, M. H. F.; CARDOSO, D. L.; CÁSSARO, F. A. M. **Curva de retenção de água no solo pelo método do papel-filtro.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 35, n. 6, p.1957-1973, 2011.

MASSAD, H. A. B. **Curva de retenção de água do solo em cerrado no norte do pantanal mato-grossense no período seco,** 2018, 57 p, Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2018. Disponível em: <<http://www.pgfa.ufmt.br/index.php/br/utilidades/dissertacoes?limit=5&direction=desc&sort=hits&limitstart=165>>. Acesso em 28 jun 2018.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo. Do Neolítico à crise contemporânea.** São Paulo, Editora UNESP, p. 567, 2008.

MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S. do; CONCEICAO, B. P. S.. **Curva de retenção de água elaborada pelo método do psicrômetro para uso na determinação do índice "S" de qualidade física do solo.** Revista Engenharia Agrícola, v. 35, n. 5, p. 959-966, 2015.

MERCHÁN, D.; CASALÍ, J.; DE LERSUNDI, J. D. V.; CAMPOS-BESCÓS, M. A., GIMÉNEZG, R.; PRECIADO, B.; LAFARGAL, A. **Runoff, nutrients, sediment and salt yields in an irrigated watershed in southern Navarre (Spain).** Agricultural Water Management, v. 195, p. 120-132, 2018.

MION, R. L.; NASCIMENTO, E. M. S.; SALES, F. A. L.; SILVA, S. F.; DUARTE, J. M. L.; SOUZA, B. M. **Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um Argissolo amarelo.** Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 6, p. 2057-2066, 2012.

MUALEM, Y. **A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media.** Water Resources Research, v. 12, n. 3, p. 513-522, 1976.

NETO, F. V. C.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S.; ABEL, E. L. S. **Atributos químicos e físicos do solo em áreas sob diferentes coberturas florestais e pastagem em Além Paraíba – MG.** Ciência Florestal, v. 28, n. 1, p. 13-24, 2018.

OLIVEIRA, G. G.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, E. A.; CARDUCCI, C. E.; BARBOSA, S. M.; SILVA, B. M. **Indicadores de qualidade física para Argissolos sob pastagens nas regiões leste e sul de Minas Gerais.** Revista Ciências Agrárias, v. 58, n. 4, p. 388-395, 2015.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. V.; COSTA, L. M.; SANTOS, B. C. M. **Características químicas e físicas de um argissolo submetido a diferentes usos agrícolas,** Revista Ceres, v. 54, n. 315, p. 412-421, 2007.

PREVEDELLO, J.; KAISER, D. R.; VOGELMANN, E. S.; FONTANELA, E.; REINERT, D. J.; REICHERT J. M.; DETTMER, M. S. **Permeabilidade do solo influenciada pelos diferentes tamanhos de poros em argissolo sob campo nativo e eucalipto.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33, 2011, Uberlândia, MG. Anais... Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br/downloads/Producao_Resumos/XXXIII_9.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. **Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters.** Geoderma, v. 110, p. 131-146, 2002.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. G. B. F.; SAMPAIO, F. M. T. **Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 4, p.1167-1175, 2007.

SANTI, A. L.; DAMIAN, J. U. M.; CHERUBIN, M. I. R.; AMADO, T. J. C.; EITELWEIN, M. T.; VIAN, A. E. L.; HERRERA, W. F. B. **Soil physical and hydraulic changes in different yielding zones under no-tillage in Brazil**. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 15, p. 1326-1335, 2016.

SANTOS, I. L. N.; GOMES FILHO, R. R.; SANTOS, K. V.; MASSARANDUBA, W. M.; CARVALHO, C. M. **Software vibk for estimated infiltration rate and water hydraulic conductivity in soil**. In: III Inovagri internacional meeting, Fortaleza. Inovagri, 2015.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos**. Aracaju: 2013. 1 DVD.

SILVA, É. A.; BENEVENUTE, P. A. N.; MELO, L. B. B. **Qualidade física de um Latossolo estimada por estudos das curvas de retenção de água, indicadores de fácil determinação e “Índice S”**. Tecnologia e Ciência Agropecuária, v. 11, n. 4, p.49-54, 2017.

SILVA, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N.. **Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p.323-330, 2006.

SILVA, G. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; SOUZA, J. M. **Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano**. Revista Caatinga, v. 28, n. 3, p. 25 – 35, 2015.

SOBRINHO, T. A., VITORINO, A. C.; SOUZA, L. C. D.; GONÇALVES, M. C.; CARVALHO, D. F. D. **Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, n. 2, p. 191-196, 2003.

SUZUKI, L. E. A. S.; LIMA, C. L. R.; RENERT, D. J.; REINERT, J. M.; PILLON, C. N. **Condição estrutural de um argissolo no Rio Grande do Sul, em floresta nativa, em pastagem cultivada e em povoamento com eucalipto**. Ciência Florestal, v. 22, n. 4, p. 833-843, 2012.

TAVARES, M. H. F.; FELICIANO, J. J. S.; VAZ, C. M. P. **Análise comparativa de métodos para determinação da curva de retenção de água em solos**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, 2007, Gramado, RS. Anais... Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89475/1/Proci-07.00052.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

VAN GENUCHTEN, M. Th. **Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. Soil Science Society of America Journal, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo**. Revista brasileira de ciência do solo. Viçosa. Vol. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento-Público 1
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético 191, 193, 199
Água superficial 10, 135
Atenuação de energia 31
Atividade enzimática 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Atributos Físicos 48, 146

B

Bacia hidrográfica 25, 26, 53, 59, 60, 61, 67, 85, 90, 116, 117, 118, 119, 124, 130, 148, 241, 242
Band GAP 157, 158, 163, 164
Barragem subterrânea 40, 41, 42, 43, 47, 48

C

Camarão Peneídeo Estuarino 179
Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
Catalase 209, 210, 212, 215, 227, 228, 229
Categoria de risco 49, 52, 55, 56
Concentração de Fe 230
Condutividade elétrica 1, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 26, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 204, 205, 234, 236, 240
Condutividade hidráulica 18, 21, 44, 48, 146, 147, 149, 152, 154
Crescimento de Camarão-Rosa 179

D

Dano potencial associado 49, 52, 54, 55, 56
Dejetos de animais 230
Dessalinização 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253
Diagrama de gibbs 24, 27
Dimensionamento 77, 78, 79, 81, 83, 178

E

Erodibilidade 18, 22
Estação elevatória 62, 77, 78, 79, 80, 83
Estanho 191, 192, 193, 195, 199
Estatística multivariada 133
Eutrofização 133
Evaporação 24, 25, 27, 28, 29, 41, 42, 245, 247

F

Forma de batata 158
Fotocatálise 164, 191, 192, 199
Fotodegradação 158, 160, 164, 191, 194

G

Geoestatística 94
Geografia histórica 104
Gestão ambiental 31, 203, 208
Glutathione S-transferase 209, 210, 215

H

Hidrogeoquímica 24, 29

I

Índice de sustentabilidade 116, 117, 119, 121, 122, 125, 126, 129, 131
Índices de secas 68, 70
Infiltração de água no solo 18, 19, 146, 147, 149, 152, 156

M

Metais tóxicos 209, 210, 231
Modelos bio-ópticos 133

N

Nordeste do Brasil 25, 29, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 68, 69, 70, 117, 135, 188

P

Paisagens hídricas 104, 105, 106, 109
Pescados 116, 119, 121, 123, 126, 127, 128, 129
Plano de ação de emergência 49, 55
Polígono antropogênico 116, 117, 123
Potabilidade 1, 4, 8
Potencial matricial 19, 146, 148
Python 77, 78

Q

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 43, 45, 90, 134, 230, 234, 235, 241, 242, 243

R

Rede de arrasto não motorizado 179
Rompimento 49, 50, 54, 57, 63, 195

S

Secas 41, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 142

Semiárido 29, 40, 41, 42, 48, 51, 69, 75, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 169, 208, 244, 245, 246, 251, 253

Software 77, 78, 79, 81, 82, 83, 97, 102, 106, 149, 150, 154, 156, 216

Sustentabilidade municipal 116, 130

Swan 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

T

Tecnologia ambiental 48, 244

Tecnologias apropriadas 40

U

Urbanização 85, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 170

V

Variabilidade 12, 13, 14, 15, 69, 75, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 142, 155, 211

Vegetação 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 51, 86, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 236

Velocidade de infiltração básica 18, 19, 20, 21, 22, 23, 146, 148, 152

VIB 18, 19, 20, 21, 146, 152

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-668-3

