

Atena
Editora
Ano 2020

AS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A INTERFACE COM VÁRIOS SABERES 2

CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2020

AS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A INTERFACE COM VÁRIOS SABERES 2

CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

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

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Clécio Danilo Dias da Silva

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

C569 As ciências biológicas e a interface com vários saberes 2
[recurso eletrônico] / Organizador Clécio Danilo Dias da
Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-438-2

DOI 10.22533/at.ed.382200210

1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva,
Clécio Danilo Dias da.

CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As Ciências Biológicas abrangem múltiplas áreas do conhecimento que se dedicam ao estudo da vida e dos seus processos constituintes, sejam elas relacionadas à saúde, biotecnologia, meio ambiente e a biodiversidade. Dentro deste contexto, o E-book “As Ciências Biológicas e a Interface com vários Saberes 2”, apresenta 24 capítulos organizados resultantes de pesquisas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências de diversos pesquisadores do Brasil.

No capítulo “ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA EM SÃO LUÍS - MA” Vasconcelos e colaboradores investigaram a presença de *Samonella* ssp. e de coliformes termotolerantes em compostos orgânicos provenientes de compostagem de resíduos domésticos de um bairro localizado na zona urbana de São Luís, Maranhão. Carvalho e colaboradores em “INCIDÊNCIA DE *STREPTOCOCCUS AGALACTIAE* EM CULTURA DE SWAB VAGINAL E ANORRETAL ANALISADAS EM LABORATÓRIO PARTICULAR DE BELÉM DO PARÁ” descreveram a incidência de *Streptococcus agalactiae* em amostras coletadas em sítios anais e vaginais de gestantes provenientes de um laboratório particular de Belém do Pará.

Em “ASCARIDÍASE: UM GRAVE PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL E NO MUNDO” Soares e colaboradores apresentam uma revisão sobre a parasitose causada por *Ascaris lumbricoides* discutindo seu modo de transmissão, sintomas, epidemiologia, tratamento e profilaxia. No capítulo “PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE DERMATOFIToses EM PACIENTES ATENDIDOS EM UM LABORATÓRIO DA REDE PRIVADA DE MACEIÓ – AL” Calumby e colaboradores avaliaram a frequência de dermatofitoses em pacientes atendidos em um laboratório da rede privada de Maceió, Alagoas, e obtiveram dados epidemiológicos sobre a dimensão desta problemática, as quais podem servir como fonte de informações para órgãos públicos e para a comunidade científica.

Sobrinho e colaboradores no capítulo “PRINCIPAIS TÉCNICAS APLICADAS À DETECÇÃO DO PAPILOMAVÍRUS HUMANO (HPV) EM TUMORES ASSOCIADOS: BREVE REVISÃO DE LITERATURA” realizaram uma breve revisão de literatura sobre este tema, abordando os aspectos gerais da infecção por HPV, seus mecanismos de oncogênese e a resposta celular à presença do vírus. Também foram discutidos no capítulo os principais métodos utilizados na detecção do vírus, abordando as técnicas que se baseiam na detecção do genoma viral como a PCR (*polymerase chain reaction*) e a Captura Híbrida, e aqueles baseados na observação de alterações morfológicas induzidas pelo vírus como a detecção de coilocitos e a imuno-histoquímica. Em “CARCINOMA ORAL DE CÉLULAS ESCAMOSAS: RELATO DE CASO E REVISÃO

DE LITERATURA” Castro e colaboradores trazem um relato de um caso clínico-cirúrgico de carcinoma de células escamosas de língua, bem como, apresentam uma revisão literária explorando a caracterização clínica, sintomatologia, diagnóstico e tratamento da doença.

Serpe e Martins no capítulo “POLÍMERO POLI-E-CAPROLACTONA ASSOCIADO A FÁRMACOS PARA CONTROLE DA DOR E INFECÇÃO: UMA REVISÃO DA LITERATURA” efetivaram uma revisão na literatura especializada sobre os sistemas de liberação controlada a base do polímero poli-ε-caprolactona (PCL), focando em seu uso associado aos anestésicos locais, antiinflamatórios não esteroidais (AINEs) e antibióticos. O capítulo de autoria de Fernandes e Suldotski “PREVALÊNCIA DE DOENÇA RENAL CRÔNICA E SUA RELAÇÃO COM O NT-PRÓBNP EM PACIENTES DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO NO PARANÁ” trazem dados sobre a prevalência dos estágios de DRC em uma população de pacientes que realizaram dosagem de NT-PróBNP e estudaram a relação entre os níveis deste marcador e Taxa de Filtração Glomerular (TFG) calculada por CKD-EPI.

Tuono e colaboradores em “TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NO FUTEBOL FEMININO DE ELITE: ANÁLISE DE MEMBROS INFERIORES EM REPOUSO DURANTE AS FASES DO CICLO MENSTRUAL” analisaram a temperatura da pele dos membros inferiores, em repouso, de jogadoras de futebol de elite do Brasil, durante as diferentes fases do ciclo menstrual. Alves e colaboradores no capítulo “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA ASSOCIADA À CRONOBIOLOGIA EM TRABALHADORES DE TURNO DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DOS CAMPOS GERAIS” analisaram o perfil cronobiológico da equipe de enfermagem responsável pela clínica médica do Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais (HURCG), visando correlacionar o cronotipo com a qualidade de vida dos indivíduos estudados.

No capítulo “A EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA” Tenório e colaboradores discutem sobre as implicações negativas que o contato direto e indireto com essas substâncias pode acarretar na saúde humana. Em “EXTRATOS DE DALEA COMO POTENCIAL PARA FITO-INGREDIENTES: AVALIAÇÕES ANTIOXIDANTES, ANTITIROSinASE, ANTIFÚNGICA E CITOTOXICIDADE *IN VITRO*” Gaudio e colaboradores analisaram as propriedades químicas e biológicas de *Dalea leporina*, espécie sem estudo químico ou biológico, e a comparou com as espécies *D. boliviana* e *D. pazensis* visando verificar a existência de atividade antioxidante, antitiroSinase e antifúngica.

No capítulo “AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE EFLUENTES LÁCTEOS POR LEVEDURAS” Ribeiro e colaboradores avaliaram a capacidade de degradação da matéria orgânica presente no soro de ricota, que é um dos principais efluentes das indústrias de laticínios, e, analisaram a dosagem de açúcar redutor e proteínas totais antes e após a fermentação. De

autoria de Pessoa, Mesch e Guzmán, o capítulo “ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS SOBRE ISOLADOS DE *ALTERNARIA SOLANI*, CAUSADOR DA PINTA PRETA NO TOMATEIRO” avaliaram o efeito antifúngico dos óleos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), melaleuca (*Melaleuca quinquenerviana*), citronela (*Cymbopogon winterianus*) e cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) no controle do fungo causador da pinta preta do tomate em condições *in vitro*.

O capítulo “DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA CAVIDADE ORAL DE TUBARÃO-MARTELO, *SPHYRNA LEWINI*” de autoria de Vargas e colaboradores apresenta um estudo morfológico detalhado da cavidade oral de *Sphyrna lewini* e correlacionam o tamanho, as estruturas e formatos ao tipo de alimentação e hábito de forrageio desde animal. Silva e colaboradores em “MARCADORES MITOCONDRIAIS REVELAM BAIXA VARIABILIDADE GENÉTICA DE *PROCHILODUS* NO SISTEMA HIDROLÓGICO PINDARÉ-MEARIM” utilizaram sequências do genoma mitocondrial para identificar e estimar os níveis de variabilidade genética de *Prochilodus* na tentativa de esclarecer o status taxonômico de *P. lacustris* de ocorrência nas bacias hidrográficas Pindaré e Mearim do Maranhão.

Em “QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO URSÓLICO PRESENTE EM EXTRATOS HIDROETANÓLICOS DE DIFERENTES PARTES DA NÊSPERA” Santos, Silva e Fante realizaram um estudo quantitativo do ácido ursólico presente em extratos de diferentes partes da nêspera. Gonçalves e colaboradores em “TOXICIDADE EM NÍVEL CELULAR DE PRODUTOS SANEANTES DE POLIMENTO DE UTENSÍLIOS DE ALUMÍNIO PRODUZIDOS E COMERCIALIZADOS NO BRASIL” investigaram por meio de meristemas de raízes de *Allium cepa*, em dois tempos de exposição e três concentrações/diluições, os potenciais citotóxicos e genotóxicos de produtos “brilha alumínios” produzidos e comercializados no país. No capítulo “QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS” Faquim e colaboradores estudaram a influência da cultura da cana-de-açúcar nos atributos biológicos do solo, em duas regiões do estado de Goiás (Quirinópolis e Goianésia), em talhões de cana-de-açúcar com diferentes anos de implantação, de modo a identificar se há equilíbrio, sustentabilidade e possíveis modificações no solo em decorrência do cultivo da cana-de-açúcar.

Pinheiro e Silva em “ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO E SAÚDE SOBRE CÂNCER DE PELE NA EJA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DE PIAÇABUÇU/AL” descrevem o processo de construção e aplicação de um material didático desenvolvido para auxiliar na execução de ações de educação e saúde em uma escola da rede pública na modalidade EJA no município de Piaçabuçu, Alagoas. Pinto e colaboradores no capítulo “ANÁLISE DE CONCEITOS GEOCIÊNTÍFICOS ABORDADOS EM UM LIVRO DIDÁTICO DO 6º ANO UTILIZADO EM UMA ESCOLA MUNICIPAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO” analisaram a

eficiência do conteúdo de geociências em um livro didático em comparação com a Base Nacional Comum Curricular.

O capítulo de autoria de Pozzebon e Lima “MANDALA SENSORIAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS NO ENSINO DE BOTÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL” utilizaram-se de uma Mandala Sensorial, construída na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para possibilitar a construção do conhecimento de Educação Ambiental e Botânica, além de promover a inclusão de alunos atendidos pela sala de recursos multifuncionais de um Colégio do município de Dois Vizinhos em Paraná. Em “ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOCUMENTAL DAS ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO INDÍGENA: UM OLHAR PARA A BOTÂNICA” Marques e colaboradores realizaram uma análise documental e bibliográfica sobre o ensino indígena com foco no conteúdo de botânica, presentes nas orientações Curriculares nacionais e estaduais vigentes para o ensino de Ciências e Biologia. **Pozzebon e Merli no capítulo “SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E BIOCOMBUSTÍVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL”** investigaram na literatura especializada elementos que buscam sistematizar as discussões à temática ambiental e a produção de energia limpa dentro da área da educação, visto que estes devem ser trabalhados para o processo de socialização dos conhecimentos científicos e uma mudança de perfil socioambiental das gerações futuras.

Em todos esses trabalhos, percebe-se a linha condutora entre as Ciências Biológicas e suas interfaces com diversas áreas do saber, como a Microbiologia, Parasitologia, Anatomia, Biologia Celular e Molecular, Botânica, Zoologia, Ecologia, bem como, estudos envolvendo os aspectos das Ciências da Saúde, Ciências Ambientais, Educação em Ciências e Biologia. Espero que os estudos compartilhados nesta obra contribuam para o enriquecimento de novas práticas acadêmicas e profissionais, bem como possibilite uma visão holística e transdisciplinar para as Ciências Biológicas em sua total complexidade. Por fim, desejo à todos uma ótima leitura.

Clécio Danilo Dias da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA EM SÃO LUIS – MA

Osmar Luis Silva Vasconcelos
Januária Ruthe Cordeiro Ferreira
Luciana da Silva Bastos
Georgiana Eurides de Carvalho Marques
Rodrigo Barbosa Lorena

DOI 10.22533/at.ed.3822002101

CAPÍTULO 2..... 8

INCIDÊNCIA DE *Streptococcus agalactiae* EM CULTURA DE SWAB VAGINAL E ANORRETAL ANALISADAS EM LABORATÓRIO PARTICULAR DE BELÉM DO PARÁ

Raimundo Gladson Corrêa Carvalho
Maíça Yasmin Rodrigues dos Santos
Aline Holanda Sousa
Maria Glorimar Corrêa Carvalho
Fernanda dos Reis Carvalho
Pedro Leão Fontes Neto
Rodrigo Lima Sanches
Suzan Santos de Almeida
Surama da Costa Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.3822002102

CAPÍTULO 3..... 22

ASCARIDÍASE: UM GRAVE PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL E NO MUNDO

Ana Clara Damasceno Soares
Antonio Rosa de Sousa Neto
Amanda de Oliveira Sousa Cardoso
Ana Raquel Batista de Carvalho
Erika Morganna Neves de Oliveira
Andreia Rodrigues Moura da Costa Valle
Odinéia Maria Amorim Batista
Maria Eliete Batista Moura
Daniela Reis Joaquim de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.3822002103

CAPÍTULO 4..... 35

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE DERMATOFITOSSES EM PACIENTES ATENDIDOS EM UM LABORATÓRIO DA REDE PRIVADA DE MACEIÓ - AL

Rodrigo José Nunes Calumby
Yasmin Nascimento de Barros
Jorge Andrés García Suárez
Davi Porfirio da Silva

Jayane Omena de Oliveira
Laís Nicolly Ribeiro da Silva
Íris Karolayne da Silva Santos
Camila França de Lima
Ana Carolina Santana Vieira
Valter Alvino
Rossana Teotônio de Farias Moreira
Maria Anilda dos Santos Araújo

DOI 10.22533/at.ed.3822002104

CAPÍTULO 5..... 48

PRINCIPAIS TÉCNICAS APLICADAS À DETECÇÃO DO PAPILOMAVÍRUS HUMANO (HPV) EM TUMORES ASSOCIADOS: BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Thaís Bastos Moraes Sobrinho
Gyl Eanes Barros Silva
Antonio Lima da Silva Neto
Wesliany Everton Duarte
Thalita Moura Silva Rocha
Marta Regina de Castro Belfort
Juliana Melo Macedo Mendes
José Ribamar Rodrigues Calixto
Antonio Machado Alencar Junior
Francisco Sérgio Moura Silva do Nascimento
Joyce Santos Lages
Jaqueline Diniz Pinho
Antonio Augusto Lima Teixeira Júnior

DOI 10.22533/at.ed.3822002105

CAPÍTULO 6..... 70

CARCINOMA ORAL DE CÉLULAS ESCAMOSAS: RELATO DE CASO E REVISÃO DE LITERATURA

Júlia Eduarda Nóbrega de Melo e Castro
Alice Marge de Aquino Guedes
Ana Carolina dos Santos Lopes Peixoto
José Eduardo Lage de Castro
Letícia Silveira Meurer
Maria Cecília Dias Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.3822002106

CAPÍTULO 7..... 78

POLÍMERO POLI-ε-CAPROLACTONA ASSOCIADO A FÁRMACOS PARA CONTROLE DA DOR E INFECÇÃO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Luciano Serpe
Luciana Dorochenko Martins

DOI 10.22533/at.ed.3822002107

CAPÍTULO 8..... 92

PREVALÊNCIA DE DOENÇA RENAL CRÔNICA E SUA RELAÇÃO COM O NT-PRÓBNP EM PACIENTES DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO NO PARANÁ

Natieli Flores Fernandes

Mônica Tereza Suldotski

DOI 10.22533/at.ed.3822002108

CAPÍTULO 9..... 102

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NO FUTEBOL FEMININO DE ELITE: ANÁLISE DE MEMBROS INFERIORES EM REPOUSO DURANTE AS FASES DO CICLO MENSTRUAL

Angélica Tamara Tuono

Nathália Arnosti Vieira

Vivian Paranhos

Ana Lúcia Gonçalves

Renata Pelegatti

Thiago Augusto do Prado

Daniel Novais Guedes

Mayara Rodrigues

Carlos Roberto Padovani

João Paulo Borin

DOI 10.22533/at.ed.3822002109

CAPÍTULO 10..... 109

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA ASSOCIADA À CRONOBIOLOGIA EM TRABALHADORES DE TURNO DE UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DOS CAMPOS GERAIS

Bruna Heloysa Alves

Felício de Freitas Netto

Mariane Marcelino Fernandes

Ana Letícia Grigol Dias

Fabiana Postiglione Mansani

DOI 10.22533/at.ed.38220021010

CAPÍTULO 11 121

A EXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA

Fernanda das Chagas Angelo Mendes Tenório

Carina Scanoni Maia

Marcos Aurélio Santos da Costa

Juliana Pinto de Medeiros

Diana Babini Lapa de Albuquerque Britto

Otaciana Otacilia de Arruda

Suênia Marcele Vitor de Lima

Giovana Hachyra Facundes Guedes

Bruno Mendes Tenorio

DOI 10.22533/at.ed.38220021011

CAPÍTULO 12..... 130

DALEA EXTRACTS AS POTENTIAL FOR PHYTO-INGREDIENTS: ANTIOXIDANT, ANTITYROSINASE, ANTIFUNGAL AND CYTOTOXICITY *IN VITRO* EVALUATIONS

Micaela Del Gaudio
María Daniela Santi
José Luis Cabrera
Mariana Andrea Peralta
María Gabriela Ortega

DOI 10.22533/at.ed.38220021012

CAPÍTULO 13..... 144

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE EFLUENTES LÁCTEOS POR LEVEDURAS

Júlia Antunes Tavares Ribeiro
José Antônio da Silva
Paulo Afonso Granjeiro
Daniel Bonoto Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.38220021013

CAPÍTULO 14..... 153

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS SOBRE ISOLADOS DE *Alternaria solani*, CAUSADOR DA PINTA PRETA NO TOMATEIRO

Jonas Onis Pessoa
Felipe José Mesch
Maria José Correá Guzmán

DOI 10.22533/at.ed.38220021014

CAPÍTULO 15..... 160

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA CAVIDADE ORAL DE TUBARÃO-MARTELO, *SPHYRNA LEWINI*

Gustavo Augusto Braz Vargas
Inara Pereira da Silva
Gabriel Nicolau Santos Sousa
Alessandra Tudisco da Silva
Daniela de Alcantara Leite dos Reis
Marcos Vinícius Mendes Silva
Carlos Eduardo Malavasi Bruno

DOI 10.22533/at.ed.38220021015

CAPÍTULO 16..... 168

MARCADORES MITOCONDRIAIS REVELAM BAIXA VARIABILIDADE GENÉTICA DE *Prochilodus* NO SISTEMA HIDROLÓGICO PINDARÉ-MEARIM

Jordânia Letícia do Nascimento Silva
Elidy Rayane de Rezende França
Fernanda da Conceição Silva
Maria Claudene Barros
Elmary da Costa Fraga

DOI 10.22533/at.ed.38220021016

CAPÍTULO 17..... 182

**QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO URSÓLICO PRESENTE EM EXTRATOS
HIDROETANÓLICOS DE DIFERENTES PARTES DA NÊSPERA**

Amanda Neris dos Santos
Viviane Dias Medeiros Silva
Camila Argenta Fante

DOI 10.22533/at.ed.38220021017

CAPÍTULO 18..... 187

**TOXICIDADE EM NÍVEL CELULAR DE PRODUTOS SANEANTES
DE POLIMENTO DE UTENSÍLIOS DE ALUMÍNIO PRODUZIDOS E
COMERCIALIZADOS NO BRASIL**

Éderson Vecchietti Gonçalves
Letícia Scala Frâncica
Ana Caroline Zago Pestana
Leonardo Borges Coletto Correia
Lidiane de Lima Feitoza
Wyrllen Éverson de Souza
Flávia Vieira da Silva Medeiros
Márcia Maria Mendes Marques
Débora Cristina de Souza
Paulo Agenor Alves Bueno
Ana Paula Peron

DOI 10.22533/at.ed.38220021018

CAPÍTULO 19..... 195

**QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-
AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS**

Ana Caroline da Silva Faquim
Eliana Paula Fernandes Brasil
Wilson Mozena Leandro
Aline Assis Cardoso
Michel de Paula Andraus
Joyce Vicente do Nascimento
Jéssika Lorraine de Oliveira Sousa
Adriana Rodolfo da Costa
Caio Fernandes Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.38220021019

CAPÍTULO 20..... 216

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AÇÕES DE EDUCAÇÃO E
SAÚDE SOBRE CÂNCER DE PELE NA EJA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DE
PIAÇABUÇU/AL**

Fabiano Silva Pinheiro
Ana Paula de Almeida Portela da Silva

DOI 10.22533/at.ed.38220021020

CAPÍTULO 21.....	229
ANÁLISE DE CONCEITOS GEOCIÊNTÍFICOS ABORDADOS EM UM LIVRO DIDÁTICO DO 6º ANO UTILIZADO EM UMA ESCOLA MUNICIPAL NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Filipe de Souza Pinto	
Letícia dos Santos Pinto da Cunha	
Ana Paula de Castro Rodrigues	
Jane Rangel Alves Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.38220021021	
CAPÍTULO 22.....	238
MANDALA SENSORIAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA INCLUSÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS NO ENSINO DE BOTÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Maiara Andrêssa Pozzebon	
Daniela Macedo de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.38220021022	
CAPÍTULO 23.....	254
ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOCUMENTAL DAS ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO INDÍGENA: UM OLHAR PARA A BOTÂNICA	
Renan Marques	
Queli Ghilardi Cancian	
Ricardo da Cruz Monsores	
Eliane Terezinha Giacomell	
Vilmar Malacarne	
DOI 10.22533/at.ed.38220021023	
CAPÍTULO 24.....	266
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E BIOCOMBUSTÍVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL	
Tayrine Mainko Hoblos Pozzobon	
Ana Claudia de Oliveira Guizelini Merli	
DOI 10.22533/at.ed.38220021024	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	273
ÍNDICE REMISSIVO.....	274

QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS

Data de aceite: 23/09/2020

Ana Caroline da Silva Faquim

<http://lattes.cnpq.br/0791648753335083>

Eliana Paula Fernandes Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7324619074753727>

Wilson Mozena Leandro

<http://lattes.cnpq.br/9052207260053937>

Aline Assis Cardoso

<http://lattes.cnpq.br/4270933743190484>

Michel de Paula Andraus

<http://lattes.cnpq.br/9595136781464277>

Joyce Vicente do Nascimento

<http://lattes.cnpq.br/5548884686226950>

Jéssika Lorraine de Oliveira Sousa

<http://lattes.cnpq.br/6547884826431259>

Adriana Rodolfo da Costa

<http://lattes.cnpq.br/8142254771826531>

Caio Fernandes Ribeiro

<http://lattes.cnpq.br/8407646305334454>

RESUMO: A expansão da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no cenário agrícola brasileiro tem sido impulsionada por tecnologias que contribuem na conservação do solo, redução de custo de produção e maior produtividade. O solo é a base para produção sustentável, a qualidade do solo é um fator que está diretamente relacionado com a sustentabilidade das funções de um agroecossistema. Nesse

sentido, é importante dar atenção à qualidade do solo que é definida como sendo a capacidade deste em funcionar dentro de um ecossistema, de modo a manter sua produtividade, a qualidade do ambiente e a saúde de plantas e animais. A qualidade do solo é uma temática amplamente discutida na literatura, principalmente no que diz respeito à sua definição e ao conjunto de atributos que podem mensurá-la, levando em consideração a grande diversidade química, física e biológica. Neste contexto, a preocupação com a avaliação da qualidade do solo tem sido crescente, e a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de seu uso e manejo, tem sido realizada objetivando aumentar o índice de produtividade das culturas e, ao mesmo tempo, promover a sustentabilidade do ecossistema terrestre. Dentre os indicadores disponíveis para a avaliação da qualidade do solo destacam-se a determinação da biomassa microbiana e da respiração basal, ou seja, indicadores biológicos de qualidade do solo. Esses indicadores são mais suscetíveis que os indicadores físicos e químicos às mudanças impostas ao ambiente, como o uso e manejo do solo, e por isso, podem indicar qualquer alteração na sustentabilidade de um meio ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência da cultura da cana-de-açúcar nos atributos biológicos do solo, em duas regiões do estado de Goiás (Quirinópolis e Goianésia), em talhões de cana-de-açúcar com diferentes anos de implantação, de modo a identificar se há equilíbrio, sustentabilidade e possíveis modificações no solo em decorrência do cultivo da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Setor Sucroalcooleiro, Bioindicadores de solo, Cerrado goiano.

ABSTRACT: The expansion of the culture of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) in the Brazilian agricultural scenario has been driven by technologies that contribute to soil conservation, reduced production costs and increased productivity. Soil is the basis for sustainable production, soil quality is a factor that is directly related to the sustainability of the functions of an agroecosystem. In this sense, it is important to pay attention to soil quality, which is defined as the capacity of the soil to function within an ecosystem, in order to maintain its productivity, the quality of the environment and the health of plants and animals. Soil quality is a topic widely discussed in the literature, especially with regard to its definition and the set of attributes that can measure it, taking into account the great chemical, physical and biological diversity. In this context, the concern with the evaluation of soil quality has been growing, and the quantification of changes in its attributes, resulting from the intensification of its use and management, has been carried out aiming to increase the productivity index of the crops and, at the same time, promote the sustainability of the terrestrial ecosystem. Among the indicators available for the evaluation of soil quality, the determination of microbial biomass and basal respiration stands out, that is, biological indicators of soil quality. These indicators are more susceptible than physical and chemical indicators to changes imposed on the environment, such as land use and management, and therefore, they can indicate any change in the sustainability of an environment. Thus, the objective of this work was to study the influence of sugarcane culture on the biological attributes of the soil, in two regions of the state of Goiás (Quirinópolis and Goianésia), in sugarcane stands with different years of implantation, in order to identify whether there is balance, sustainability and possible changes in the soil due to the cultivation of sugarcane.

KEYWORDS: Sugar and alcohol sector, Soil bioindicators, Cerrado goiano.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais países na produção mundial de cana-de-açúcar, tendo destaque em sua produtividade por hectare e no custo de produção (Salles-Filho et al. 2017). Obteve um rendimento de 620,44 milhões de toneladas produzidos na colheita de 2018/19 provenientes de uma área plantada de 8,48 milhões de ha (CONAB, 2020). Devido as questões econômicas, agrônômicas e ambientais grande parte das áreas que produzem cana-de-açúcar adotam a colheita mecânica por ser mais sustentável, de modo a evitar a queima, além de permitir a manutenção da palhada sobre o solo (Leal et al., 2013).

Segundo levantamentos da CONAB (2019), a agroindústria sucroalcooleira nacional, opera sob circunstâncias positivas e sustentáveis, conciliando preocupações relacionadas ao meio ambiente e aos efeitos indesejáveis da utilização dos combustíveis fósseis. Além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção

têm buscado aumentar sua eficiência na geração de energia elétrica, auxiliando no aumento da oferta e redução dos custos e contribuindo para ampliar a sustentabilidade do setor (Guimarães, 2019).

A expansão da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no cenário agrícola brasileiro tem sido impulsionada por tecnologias que contribuem na conservação do solo, redução de custo de produção e maior produtividade (Schultz et al., 2010).

O solo é a base para produção sustentável, a qualidade do solo é um fator que está diretamente relacionado com a sustentabilidade das funções de um agroecossistema (Camargo, 2016). Nesse sentido, é importante dar atenção à qualidade do solo que é definida como sendo a capacidade deste em funcionar dentro de um ecossistema, de modo a manter sua produtividade, a qualidade do ambiente e a saúde de plantas e animais (Doran & Parkin 1994).

A qualidade do solo é uma temática amplamente discutida na literatura, principalmente no que diz respeito à sua definição e ao conjunto de atributos que podem mensurá-la, levando em consideração a grande diversidade química, física e biológica (Melo et al., 2017). Neste contexto, a preocupação com a avaliação da qualidade do solo tem sido crescente, e a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de seu uso e manejo, tem sido realizada (Mercante et al., 2008; Silva et al., 2010) objetivando aumentar o índice de produtividade das culturas e, ao mesmo tempo, promover a sustentabilidade do ecossistema terrestre (Oliveira, 2016)

Dentre os indicadores disponíveis para a avaliação da qualidade do solo destacam-se a determinação da biomassa microbiana e da respiração basal (Bünemann et al., 2018), ou seja, indicadores biológicos de qualidade do solo. Esses indicadores são mais suscetíveis que os indicadores físicos e químicos às mudanças impostas ao ambiente, como o uso e manejo do solo, e por isso, podem indicar qualquer alteração na sustentabilidade de um meio ambiente (Bicalho, 2019).

Quantificar as alterações nos atributos do solo, resultado de sistemas produtivos ou exploração de recursos naturais, permite avaliar interferências antrópicas sobre o ambiente, fornece informações para definir sistemas racionais de manejo, contribui para tornar o solo menos suscetível à perda de capacidade produtiva e colabora para conservação ambiental (Cardoso, 2008).

A compreensão e levantamento dos aspectos biológicos e bioquímicos do solo nas áreas de produção de cana-de-açúcar são considerados critérios importantes capazes de apontar a existência de degradação e também advertir sobre potenciais perturbações ou melhoria do solo, além de identificar a sustentabilidade e equilíbrio dos sistemas de manejo (Aratani et al., 2009). A cana-de-açúcar, por ser uma cultura de expressivo impacto sobre o solo, torna-se necessário conhecer o efeito de

alterações sobre os atributos do solo (Evangelista et al, 2013). Qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, em consequência, a fertilidade, com reflexos na sua qualidade e na produtividade das culturas (Carneiro et al., 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência da cultura da cana-de-açúcar nos atributos biológicos do solo, em duas regiões do estado de Goiás (Quirinópolis e Goianésia), em talhões de cana-de-açúcar com diferentes anos de implantação, de modo a identificar se há equilíbrio, sustentabilidade e possíveis modificações no solo em decorrência do cultivo da cana-de-açúcar.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana de açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta monocotiledônea, alógama e perene, pertencente à família Poaceae e do gênero *Saccharum*. Seus atuais cultivares são híbridos interespecíficos, os quais possuem, em suas constituições genéticas, as espécies *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule* (Gupta et al., 2010).

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do mundo, fonte de açúcar, álcool e energia e cultivada em mais de 100 países (WORDATLAS, 2016). Aproximadamente 1700 milhões de toneladas são produzidas anualmente em 24 milhões de hectares. O maior produtor é o Brasil, com 620,44 milhões de toneladas produzidos em 8,48 milhões de hectares na safra 2018/19 (CONAB, 2019).

A colheita da cana ocorre em períodos distintos para as regiões Centro-Sul e Nordeste, devido os diferentes regimes de chuvas. No Centro-Sul, as precipitações ocorrem de setembro a fevereiro, fazendo com que o período de colheita se concentre nos meses de abril/maio a novembro/dezembro. Por esta razão indica-se a produção no Brasil conforme o ano agrícola (CONAB, 2019).

No Brasil, a região Centro-Sul é a produtora de maior destaque, com cerca de 90% da produção brasileira, sendo os 10% restantes produzidos na região Norte-Nordeste. O estado de São Paulo é o maior produtor, possuindo 53% da produção nacional, seguido por Goiás, com 11% (CONAB, 2019).

A indústria de cana-de-açúcar desde muito tempo é uma das atividades que sustenta a economia brasileira. As usinas passaram a ter foco na produção do etanol e, mais recentemente na bioeletricidade, nos álcoolquímicos e na comercialização de créditos de carbono. Tudo isso com a possibilidade do emprego de tecnologias avançadas que aumentam a produtividade e reduzem custos (Neves et al, 2010). A segurança energética se destaca entre as razões decisivas para o aumento da

produção da cana-de-açúcar. O aumento da população mundial e do consumo per capita, associados ao problema da mudança do clima apontam a necessidade de ações mais sustentáveis, nos âmbitos sociais, econômicos e ambientais (Gauder et al, 2011).

A produtividade agrícola da cana-de-açúcar apresenta uma variabilidade em função de diversos fatores e cenários que vem sendo praticados no Brasil, os quais podem variar segundo o tipo de preparo do solo, o tipo de plantio, o tipo de tratos culturais (Oliveira et al, 2007; Andrade & Diniz, 2007), e ainda a composição e quantidade do adubo aplicado.

Nos dias atuais, o interesse mundial em energia renovável e as perspectivas de expansão para a indústria da cana-de-açúcar apontam para a necessidade em aumentar a sustentabilidade na produção de cana-de-açúcar por meios tecnológicos que refletem na diversificação de culturas e a integração das cadeias produtivas (Silva & Fernandes, 2014). Visto isso, um acompanhamento mais direcionado das culturas de cana-de-açúcar deve ser proposto a fim de diagnosticar mais precocemente os efeitos sobre a qualidade do solo, pensando na importância dessa cultura.

2.2 Solos do cerrado

O solo é uma ocorrência natural em que materiais orgânicos, minerais e biológicos formam uma mistura heterogênea e estruturas complexas, fornecendo um ambiente favorável para o desenvolvimento da vida (Jenny, 1992; Ditterich, 2016). Entre as diversas funções que o solo desempenha, tem-se a de moderar a estocagem, liberação e ciclagem de nutrientes, da água e outros elementos, habitat e suporte para o crescimento de diversos organismos vivos, além de diversos serviços sociais, como fonte de alimentos, vestuário e suporte para edificações (Artiom, 2016).

Os solos do Cerrado são predominantemente Latossolos, estando presente em cerca de 46% da área total do bioma (Embrapa, 2006). Latossolos são solos muito antigos, ácidos, intemperizados e, portanto, pobre em nutrientes e suscetíveis à erosão (Manzatto, 2002; Klink & Machado, 2005). São considerados solos de mineralogia simples, prevalecendo o quartzo na sua fração grosseira (silte + argila), com menores quantidades de muscovita e alguns feldspatos potássicos, quando derivados de rochas ácidas. Magnetita e ilmenita com pequena proporção de quartzo prevalecem quando se desenvolvem a partir de rochas básicas, com destaque para o basalto. Na fração argila são variadas as quantidades de caulinita, gibbsita, goethita e hematita, a depender do tipo de material de origem, da intensidade do intemperismo e drenagem do sistema, entre outros fatores. O conceito central dos Latossolos prevê o domínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, com menores proporções de outros componentes na fração argila (Ker, 1997).

Além das condições de acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, os solos

do cerrado apresentam limitações relacionadas a solo e clima, as quais afetam diretamente o desenvolvimento de uma agricultura intensiva. A alta probabilidade de ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa é uma das maiores limitações à produção de alimentos num sistema de agricultura não irrigada. Somando esse fator à baixa capacidade de retenção de água no solo esse problema tende a ser agravado. Um terceiro componente importante é a alta saturação por alumínio e/ou baixo teor de cálcio que age como uma barreira química à penetração das raízes. As baixas produções nesses ambientes podem ser justificadas pelo desenvolvimento restrito do sistema radicular das culturas nos subsolos ácidos dos cerrados, uma vez que o volume de solo explorado pelas raízes não é suficiente para suprir a planta de água e nutrientes durante os períodos de estiagem que ocorrem na estação chuvosa (Ritchey et al., 1980).

Dessa forma, o funcionamento dos ecossistemas naturais deste bioma é dependente da matéria orgânica do solo (MOS) bem como de sua ciclagem, através da atividade microbiana (Bustamante et al., 2004; Shaw & DeForest, 2013; Wallenstein & Burns, 2011).

A baixa fertilidade dos solos não foi um empecilho para a ocupação pela agricultura moderna, os aproximadamente 2 milhões de km² de Cerrado originais, mais da metade já foi convertido em áreas agrícolas. Os principais usos agrícolas do Cerrado são para pastagens e culturas anuais, com destaque para as monoculturas de soja, cana-de-açúcar, milho, café e algodão (Machado et al., 2004; Marris, 2005).

Os solos da região apresentam elevado potencial para a agricultura mecanizada intensiva, uma vez corrigidas as deficiências químicas, mostram, sob vegetação natural, propriedades físicas favoráveis (Cerri et al., 1991).

O uso de culturas na cobertura do solo é uma estratégia para que haja melhorias na qualidade ambiental, pois protege o solo dos agentes climáticos, mantém ou até aumenta o teor de matéria orgânica no solo, armazenando e reciclando nutrientes, beneficiando também a atividade biológica do solo (Argenton et al., 2005).

2.3 Qualidade dos solos

A qualidade do solo é uma propriedade determinante para aumento de produtividade e sustentabilidade das culturas, influenciando também na saúde das plantas, animais e conseqüentemente dos seres humanos (Melo et al., 2017). A discussão sobre qualidade do solo intensificou-se no início de 1990, quando a comunidade científica, consciente da importância do solo para a qualidade ambiental, começou a abordar nas publicações a preocupação com a degradação dos recursos naturais, a sustentabilidade agrícola e a função do solo nesse contexto (Vezzani & Mielniczuk, 2009).

Para Doran & Parkin (1994), a qualidade do solo é expressa quanto a sua

capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na terra. Geralmente é determinada por um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos, que definem as diferentes características do solo e que influenciam suas diversas funções.

O termo saúde do solo, usado normalmente como sinônimo de qualidade do solo, significa assumir o solo como um sistema vivo e dinâmico, cujas funções são mediadas por uma diversidade de organismos que precisam de práticas adequadas de manejo e conservação. De acordo com Dumanski & Pieri (2000), a base científica que respalda a busca por indicadores de qualidade do solo é a compreensão de que esses indicadores estão direcionados para avaliação ou monitoramento das condições do solo, que o tornam um corpo vivo. De outra forma, esses indicadores devem ter a capacidade e a sensibilidade para medir e avaliar atributos e processos do solo que interfiram na promoção da sua vida.

O entendimento do solo como um corpo vivo significa considerar que todos os seus processos e componentes estão funcionalmente bem integrados. Dessa forma, a vida do solo e os seus processos vitais são regulados pela biota do solo. A regulação da biota sobre a decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, degradação de poluentes químicos e a sua forte influência sobre a estrutura do solo, faz com que esses microrganismos e esses processos sejam naturalmente escolhidos como indicadores da saúde ou qualidade do solo (Papendik & Parr, 1992).

Com a necessidade de analisar a qualidade do solo, um conjunto mínimo de indicadores englobando características físicas, químicas e biológicas são utilizados (Cherubin et al., 2015). Esses atributos refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (Araújo & Monteiro, 2007) e devem ser avaliados de forma integrada entre eles.

Uma variedade de atributos físicos, químicos e biológicos pode ser usada para caracterizar a qualidade do solo, devendo-se selecionar atributos apropriados para cada forma específica de uso da terra (Carter et al., 1997; Nortcliff, 2002). Pesquisas têm apontado que alguns indicadores relacionados com a comunidade microbiana do solo são bastante sensíveis às alterações provenientes das atividades agrícolas, fornecendo, dessa forma, subsídios importantes para o correto planejamento do uso da terra e manejo do solo (Stöcker et al., 2017).

Bioindicadores são propriedades ou processos biológicos dentro do solo que indicam a situação deste ecossistema (Cherubin et al., 2015), podendo ser utilizados no biomonitoramento da qualidade do solo, que é a medida da resposta de organismos vivos a mudanças no seu ambiente (Heger et al., 2012).

O nível de alteração na qualidade do solo pode ser estimado avaliando o estado atual de determinados atributos comparando com o estado natural do solo, sem interferência antrópica, ou com valores considerados ideais. Para ser considerado um

bom indicador da qualidade do solo o parâmetro ou conjunto de parâmetros avaliados deve ser facilmente mensurado, ser sensível ao estresse no sistema, responder de forma previsível à perturbação, ser capaz de prever o estresse ou mudança na iminência de sua ocorrência, ser integrativo, ter resposta conhecida a distúrbios naturais e ações antropogênicas, ter padrão de variabilidade de resposta conhecido devendo considerar o contexto espacial e temporal da unidade mensurada (Dale et al., 2008).

2.4 Qualidade biológica dos solos

A preocupação com a qualidade do solo tem crescido muito nos últimos anos, já que seu uso e manejo intensivos podem diminuir sua capacidade de manter uma produção biológica sustentável (Carvalho et al., 2004). As mudanças na qualidade do solo têm sido avaliadas utilizando indicadores apropriados que efetuam comparações com valores desejáveis em diferentes intervalos de tempo, para um fim específico em ambientes diversos (Karlen & Stott, 1994; Chaer, 2001; Melo Filho et al., 2007).

Stenberg (1999) destaca que existe uma relação entre todos os atributos do solo e nenhum indicador individualmente conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo. Diversos parâmetros microbianos podem ser utilizados na determinação do status de qualidade do solo, contudo um conjunto mínimo de indicadores deve ser utilizado para realizar uma avaliação significativa da qualidade do solo (Arshad & Martin, 2002), sendo os mais comumente utilizados a biomassa microbiana e sua atividade (Paz-Ferreiro & Fu, 2016).

Os indicadores biológicos têm importante atuação no solo, podem ser utilizados para monitorar três parâmetros básicos: estrutura ou desenvolvimento do solo, estoque de nutrientes e atividade biológica (Gregorich et al., 1994). Esses indicadores biológicos representam diferentes aspectos da qualidade do solo nos diferentes ecossistemas (Elliott, 1997).

Segundo Doran & Parkin (1994), bioindicadores são propriedades ou processos biológicos que ocorrem no solo que indicam as condições deste ecossistema, podendo ser utilizados no biomonitoramento da qualidade do solo. Witting (1993) define biomonitoramento como a resposta dos organismos vivos a mudanças no seu ambiente.

As atividades dos microrganismos têm sido sugeridas como indicadores potenciais de qualidade do solo, uma vez que elas respondem rapidamente a mudanças nas práticas de manejo (Pandey et al., 2014; Rasool et al., 2014), característica que não é observada nos indicadores químicos ou físicos. Em alguns casos, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças nas propriedades químicas e físicas, refletindo um sinal na melhoria ou na degradação do solo (Araújo & Monteiro, 2007).

Os atributos biológicos e bioquímicos do solo são considerados os mais sensíveis a pequenas variações que ocorrem no ambiente, fornecendo assim, informações imediatas e precisas sobre mudanças na qualidade do solo (Pascual et al., 2000; Bending et al., 2004; Araújo & Monteiro, 2007; Fließbach et al., 2007). Esses atributos podem ser muito dinâmicos e sensíveis a mudanças nas condições do solo, sendo assim, observado muitas vezes, preferência por atributos de natureza biológica e bioquímica nas avaliações de curto prazo (Nortcliff, 2002).

Brookes (1995) descreve cinco critérios para seleção e utilização dos indicadores biológicos para monitoramento da qualidade do solo: os atributos biológicos devem ser exatos e avaliados para se obter respostas em uma ampla escala de tipos e condições de solo; devido ao alto número de amostras analisadas normalmente, os atributos biológicos devem ser fáceis e econômicos de serem avaliados; os atributos biológicos devem ser sensíveis a estresses, mas suficientemente robustos para não fornecer alarmes falsos; devem ter validação científica, com base na realidade e conhecimento atual; dois ou mais atributos, independentes, devem ser utilizados.

O metabolismo microbiano do solo pode sofrer alterações devido ao sistema de manejo adotado (conservacionista ou convencional) e o uso de resíduos na agricultura (agroquímicos, vinhaça, chorume), além de preparo e manejo do solo. Esses procedimentos modificam alguns parâmetros, como disponibilidade e tipo de matéria orgânica, pH e umidade (Gupta & Roget, 2004). A adoção de sistemas conservacionistas de manejo e uso do solo são opções que contribuem com a sustentabilidade econômica e ambiental dos agroecossistemas (Barreto et al., 2006), visto que estes possibilitam a melhoria ou manutenção em relação a qualidade de seus atributos (Carneiro et al., 2009).

Atributos como a biomassa microbiana do solo (BMS), respiração basal (RBS), quociente metabólico (qCO_2) e quociente microbiano ($qMic$) são indicadores biológicos que fornecem informações que servirão de subsídios para avaliação da qualidade do solo (Moreira & Siqueira, 2006).

A BMS é considerada a parte mais viva e mais ativa da matéria orgânica do solo e atua em importantes processos bioquímicos. Estudos mostram que os indicadores biológicos são mais sensíveis que os indicadores químicos e físicos para detectar com mais antecedência alterações que ocorrem no solo em função do seu uso e manejo (Stöcker et al., 2017).

A BMS funciona como compartimento reserva de carbono, nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) no solo, elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal e como catalisador na decomposição da matéria orgânica (Souza et al., 2010).

A atividade microbiana representa todas as reações bioquímicas catalisadas pela biomassa do solo. As reações catabolizadas pelos microrganismos são de extrema importância para a manutenção da qualidade do solo. Além de atuar nos

ciclos biogeoquímicos, os microrganismos podem degradar substâncias tóxicas, controlar patógenos no solo, contribuir para a estruturação do solo, entre outras funções (Silveira, 2011).

Os atributos biológicos têm apresentado um bom desempenho como indicador de mudanças de qualidade do solo, visto sua alta sensibilidade em detectar mudanças, mesmo que mínimas, no manejo do solo (Mendes et al., 2012). Cunha et al. (2011) mencionam que esses atributos permitem medir condições de desequilíbrio ou equilíbrio de um determinado ambiente. Os microrganismos do solo ainda atuam com importantes reguladores na ciclagem dos nutrientes (Mendes et al. 2012).

Para análise qualitativa dos solos, os indicadores biológicos, como carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana e quociente metabólico, têm sido sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo manejo, tendo em vista que estes sistemas influenciam constantemente na atividade metabólica dos microrganismos do solo (Alves et al., 2011).

2.5 Matéria orgânica do solo: aspectos biológicos

A matéria orgânica do solo (MOS) pode ser definida como o conjunto dos materiais orgânicos presentes no perfil do solo (Stevenson, 1994; Siqueira & Moreira, 2002). A acumulação de resíduos de plantas e animais, parcialmente decompostos e bioquimicamente transformados, produz a MOS. Esse material, em ativo estado de decomposição, está submetido ao ataque contínuo de microrganismos, de forma que boa parte dele tem caráter transitório, sendo continuamente renovado pela adição de resíduos animais e vegetais (Silva & Resck, 1997).

A matéria orgânica do solo (MOS) é composta pela parte viva e pela parte não vivente. A fração viva corresponde ao material orgânico que se encontra temporariamente imobilizado, mas com potencial de mineralização que está associado às células de organismos vivos como bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas, macrofauna e raízes, raramente superando 4% do C orgânico total do solo (Novais et al., 2007). Já a parte não vivente compõem 98% do C orgânico do solo, podendo ser subdividida em matéria macrórgânica e húmus (substâncias húmicas e não-húmicas).

Para Silva & Mendonça (2007) a matéria orgânica é constituída basicamente de C, H, O, N, S e P. Segundo Guerra et al. (2008) esses elementos compõem as unidades estruturais dos tecidos, como as proteínas, celuloses, hemicelulose, amido, pectina, lignina e lipídeos. O C compreende cerca de 58% da matéria orgânica do solo, H 6%, O 33%, enquanto N, S e P contribuem com cerca de 3%, individualmente (Silva & Mendonça, 2007).

Geralmente, a matéria orgânica do solo está presente em maior quantidade nas camadas superficiais, onde atua no suprimento de nutrientes e proporciona, ao

mesmo tempo, as condições físicas favoráveis ao crescimento dos vegetais. A MOS exerce grande influência sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, apesar de, muitas vezes, apresentar-se em quantidades relativas muito pequenas na maioria dos solos minerais (Brady, 1989).

AMOS contribui com uma parcela significativa da capacidade de troca de cátions do solo, além de ser, provavelmente, o principal fator responsável pela estabilidade dos seus agregados e fornecer os componentes necessários à sobrevivência e crescimento dos microorganismos (Brady, 1989). Por todas estas razões, a quantidade e a qualidade da matéria orgânica são fundamentais na determinação da qualidade do solo (Brady & Weil, 2008).

Dentre os efeitos da MOS sobre o solo pode-se destacar: a liberação de nutrientes para as plantas e microorganismos, resultado dos processos de decomposição e mineralização; formação de complexos solúveis com micronutrientes catiônicos (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+}), aumentando o seu transporte e disponibilidade; combinação com argilas, exercendo importante função cimentante na formação de agregados e melhorando a estruturação do solo; retenção de água; contribuição para coloração mais escura do solo, facilitando seu aquecimento; aumento da capacidade de troca de cátions do solo (Stevenson, 1994; Sparks, 1995; Furtini Neto et al., 2001).

As bactérias do solo constituem o grupo de microrganismos que apresenta a maior abundância e diversidade entre as espécies de microrganismos que compõem a MOS. Esses organismos apresentam uma elevada taxa de crescimento e grande capacidade de decomposição dos diferentes substratos contidos no solo, exercendo um importante papel na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem dos elementos (Brandão, 1992).

Os fungos são organismos quimiorganotróficos cuja principal função no solo é a decomposição de resíduos orgânicos (Moreira & Siqueira, 2006). São predominantes em solos ácidos, onde sofrem menor competição, uma vez que bactérias e actinomicetos são favorecidos por ambientes neutros e alcalinos. Por isso, os fungos podem ser encontrados em solos com pH entre 3 e 9, devendo-se observar, porém, que o valor ótimo é variável com a espécie (Brandão, 1992).

Pode-se dizer que a matéria orgânica do solo é a fração mais importante para o suporte das populações microbianas desse ecossistema, especialmente a porção biologicamente disponível da MOS. A biomassa microbiana, que representa parte do componente vivo da matéria orgânica do solo, constitui de 2 a 7% do carbono orgânico no solo e atua como um mecanismo promotor da mineralização da MOS e da liberação de nutrientes (Gupta & Roget, 2004).

2.6 Indicadores biológicos do solo

2.6.1 *Respiração Basal do Solo*

A respiração basal é um parâmetro usado para quantificar a atividade microbiana. Ela representa a oxidação da matéria orgânica do solo por organismos aeróbios. Esse parâmetro mede a atividade biológica do solo onde os microrganismos degradam os compostos orgânicos a CO_2 (Silva et al., 2013). Utilizam O_2 comoceptor final de elétrons e liberam CO_2 (Anderson, 1982). As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pela liberação de CO_2 via degradação da matéria orgânica (Silva et al. 2007).

A respiração basal reflete a velocidade de decomposição de um resíduo orgânico adicionado ao solo. Quando essa atividade microbiana é alta ocorre maior decomposição e, conseqüentemente, liberação de nutrientes para as plantas, porém, também pode significar perdas de carbono do solo, a longo prazo (Souza et al., 2010).

A respiração basal do solo é uma atividade metabólica que depende do estado fisiológicos das células microbianas, e sofre influência de fatores, tais como a umidade, a temperatura, a estrutura do solo, a textura, a quantidade de matéria orgânica, dentre outros (Silva et al., 2010). A avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (Alef & Nannipieri, 1995).

2.6.2 *Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana*

Para se avaliar a qualidade do solo são propostos indicadores que sejam sensíveis as mudanças no solo. A Biomassa Microbiana do Solo (BMS) é dita como a fração viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, sendo formada por microrganismos menores que $5.10^{-3} \mu\text{m}^3$ como fungos, bactérias, protozoários e algas, representando em média de 2 % a 5% do C orgânico (Jenkinson & Ladd, 1981) e 1 % a 5% do nitrogênio total do solo (Smith & Paul, 1990).

O carbono é a estrutura de toda atividade biológica, os tecidos vivos que constituem os organismos, corresponde ao componente vivo da matéria orgânica, constituído por bactérias, arqueas e eucariotos, excetuando-se a biomassa de raízes e a macrofauna (Kaschuk et al., 2010). Todas as substâncias orgânicas contêm o elemento carbono em sua composição, sendo que, em média, o C compreende cerca de metade da massa de toda MOS (Brady & Weil, 2008).

O carbono da biomassa microbiana é um importante parâmetro de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, pois representa a fração da matéria orgânica do solo (MOS) mais facilmente decomponível (Rangel-Vasconcelos et al., 2015), permitindo a avaliação mais rápida e precoce de suas alterações (García-Orenes et al., 2013), quando comparada aos atributos químicos e físicos (Kaschuk et al.,

2010). Reflete tendências de mudanças que estão ocorrendo na mesma (Feigl et al. 1998) tornando-se um indicador sensível de qualidade do solo.

O nitrogênio da matéria viva encontra-se principalmente nas plantas, sendo representado por 94% do total, outros 4% estão na microbiota e 2% nos animais. Estima-se que o N da matéria orgânica do solo varia entre 3.10^{17} a $5,5.10^{17}$ g de N; sendo $1,5.10^{15}$ g de N na biomassa microbiana do solo e $1,0.10^{15}$ g de N orgânico no solo (Moreira & Siqueira, 2006). Desta forma, o solo representa o principal reservatório de ligação entre os componentes da biosfera (Rochette & Angers, 1999).

Diversos fatores podem influenciar a biomassa microbiana, refletindo em alterações na densidade e atividade dos microrganismos no solo. Dentre eles são a disponibilidade de carbono e outros nutrientes (N, P e S), umidade, aeração, pH, teor e tipo de argila e textura do solo (Moreira & Siqueira, 2006). E ainda, pode ser influenciada pelas variações sazonais de umidade e temperatura, pelo cultivo e, também, pelos resíduos vegetais (Venzke Filho et al., 2008).

2.6.3 Quociente Metabólico (qCO_2)

A análise individual do carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) e da respiração basal do solo (RBS) pode fornecer informações limitadas quanto à atividade microbiana. Dessa forma, o quociente metabólico, junto com essas variáveis é proposto para fornecer informações mais adequadas para melhor entendimento da atividade biológica do solo (Alves et al., 2011).

O quociente metabólico (qCO_2) é a razão entre a respiração basal e a biomassa microbiana do solo, por unidade de tempo (Anderson & Domsch, 1993). Ele expressa quanto de CO_2 é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo (Alves et al., 2011). Esse parâmetro pode ser usado como indicador na avaliação de mudanças na qualidade do solo, verificando o nível de estresse da biomassa microbiana.

Biomassa Microbiana mais eficiente é aquela que perde menores quantidades de C na forma de CO_2 (no processo de respiração) e incorpora mais C aos tecidos microbianos, ou seja, sistemas com menores taxas de qCO_2 . Por outro lado, valores maiores de quociente metabólico indicam que os microrganismos do solo estão em condições de estresse e, portanto consomem mais carbono oxidável para sua manutenção (Partelli et al., 2012) ou ainda, significa que as populações microbianas podem estar em estágios iniciais de desenvolvimento (Anderson & Domsch, 1993).

2.6.4 Quociente Microbiano ($qMic$)

Quociente Microbiano ($qMic$) é a relação entre o Carbono da biomassa microbiana e o Carbono orgânico do solo (Anderson & Domsch, 1993). Esse parâmetro

tem sido utilizado como indicador da qualidade da matéria orgânica do solo, pois indica a quantidade de carbono orgânico que está imobilizado na biomassa e aponta a eficiência dos microrganismos na utilização dos compostos orgânicos (Silva et al., 2010).

O q_{Mic} expressa o percentual de carbono orgânico total no solo, e pode-se observar que áreas com baixa atividade microbiana apresentam baixos valores de quociente microbiano, indicando menor reserva de compostos orgânicos nessas áreas (Carneiro et al., 2009). Índices elevados de q_{Mic} indicam que a matéria orgânica do solo é ativa e está sujeita a ser decomposta pela microbiota.

Em ecossistemas estáveis, com condições favoráveis, há uma tendência de aumento da atividade microbiana e, em consequência, o q_{Mic} tende a crescer até atingir um equilíbrio (Powlson et al., 1987). Desse modo em ambientes preservados, em equilíbrio, o valor desta relação pode ser usado para avaliar qualidade do solo.

Araújo et al. (2007) afirma que em áreas de cultura de cana-de-açúcar a alta atividade microbiana não necessariamente indica melhoria na qualidade do solo, de modo que os processos de decomposição de matéria orgânica são acelerados causando a diminuição do tempo desse componente no solo.

REFERÊNCIAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. Londres: Academic Press. 576p, 1995.

ALVES, T. D. S.; CAMPOS, L. L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. **Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 33, n. 2, 2011.

ANDRADE, J. M.; DINIZ, K. M. **Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana de-açúcar: Subsídios para a Gestão. Especialização em Gerenciamento Ambiental** (Monografia). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, 2007.

ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.). *Methodo fanalysis*. 2nd ed. part2. Madison: **American Society of Agronomy: Soil Science Society of America**, p. 831-871, 1982.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO₂ (q_{CO_2}) as a specific activity parameter to assess the effect so environmental Conditions, such as pH, onthe microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 1, p. 677-687, 2009.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 66-75, 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, p.1099-1108, 2007

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 425-435, 2005.

ARTIOM, F. **Improve the system of agriculture to provide ecosystem and social services**. 2016. 53f. Tese (Mestrado) - Faculty of sciences, Universidade da Coruña, Coruña, 2016.

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, n. 2, p. 153-160, fev. 2002.

BARRETO, A. C. et al. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 415-425, 2006.

BENDING, G.D.; TURNER, M.K.; RAYNS, F.; MARX, M.C.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v. 36, n. 11, p. 1785-1792, 2004.

BICALHO, I. M. **Conversão de floresta de pinus em sistema plantio direto: indicadores físicos, químicos e microbianos em Latossolo fase cerrado**. 2019. 104f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. P. 898 p, 1989.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 975 p, 2008.

BRANDÃO, E.M. **Os componentes da comunidade microbiana do solo**. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Coord.). Microbiologia do solo. Campinas: SBCS. cap. 1, p. 1-16, 1992.

BROOKES, D. C. **The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals**. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 19, p. 269-279, 1995.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DEYN, G., DE GOEDE, R.; FLESKENS, F.; GEISSEN, V.; KUYPER, T. W.; MÄDER, P.; PULLEMAN, M.; SUKSEL, W.; VAN GROENIGEN, J. W.; BRUSSAARD, L. Soilquality: a critical review. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 120, p. 105-125, 2018.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; MARTINELLI, L. A. Aspectos de ciclaje de nutrientes entre bosques amazónicos de terra firme y sabanas tropicales (Cerrado brasileiro). In: CABRERA, H. M. *Fisiología ecológica en Plantas: mecanismos y respuestas a estrés en los ecosistemas*. Valparaíso: (ed.) **Ediciones Universitarias de Valparaíso**, p. 189–206, 2004.

CAMARGO, F. F. Indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos na área de preservação ambiental Serra da Mantiqueira, MG. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), 241 f. 2016.

CARDOSO, E. L. **Qualidade do solo em sistemas de pastagens cultivadas e nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Mato-Grossense**. 2008. 154 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. D.; REIS, E. F. D.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. D. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 147-157, 2009.

CARTER, M.R.; GREGORICH, E.G.; ANDERSON, D.W.; DORAN, J.W.; JANZEN, H.H.; PIERCE, F.J. **Concepts of soil quality and their significance**. In: GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R. (Ed.). Soil quality for crop production and ecosystem health. Wageningen: Developments in Soil Science, v. 25, n. 1, p. 1-19, 1997

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 39, v. 11, p. 1153-1155, 2004.

CERRI, C.C.; FELLER, C. & CHAUVEL, A. **Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar**. Cahier ORSTOM: Série Pédol. v. 50, p. 26:37, 1991.

CHAEER, G.M. **Modelo para determinação de índice de qualidade do solo baseado em indicadores físicos, químicos e microbiológicos**. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG. 89f. 2001.

CHERUBIN, M.R.; EITELWEIN, M.T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S.W.; SILVA, R.F.; SILVA, V.R.; BASSO, C.J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, vol. 39, p. 615-625, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. v. 4. Brasília: Conab, 2019.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II – atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 603-611, 2011.

DALE, V. H.; PEACOCK, A. D.; GARTEN JR, C. T.; SOBEK, E.; WOLFE, A. K. Selecting indicators of soil, microbial, and plant conditions to understand ecological changes in Georgia pine forests. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 6, p. 818-827, 2008.

DITTERICH, F. **Microbial community structure and function is shaped by microhabitat characteristics in soil**. 2016, 125 f. Tese (Doutorado) - Institute of Soil Science and Land Evaluation, University of Hohenheim, Würzburg, 2016.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. D.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. Defining soil quality for sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America Proceedings**, P. 3-21, 1994.

DUMANSKI, J., PIERI, C. "Land quality indicators: research plan", **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v 81, n. 2, p. 93-102, 2000.

ELLIOTT, E.T. Rationale for developing bioindicators of soil health. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R. (eds.). **Biological indicators of soil health**. New York: CAB International. p. 49-78, 1997.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. 2006. Rio de Janeiro - RJ: EMBRAPA-SPI.

EVANGELISTA, C. R.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, E. P. B.; PIRES, F. R. Atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1549-1562, 2013.

FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. **Balço de carbono e biomassa microbiana em solos da Amazônia**. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Eds). Ecologia microbiana. Jaguariúna: Embrapa-NPA, p.423-441, 1998.

FLIEßBACH, A.; OBERHOLZER, H.R.; GUNST, L.; MÄDER, P. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Zürich, v. 118, n. 1-4, p. 273-284, 2007.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE. p. 252, 2001.

GARCÍA-ORENES, F.; MORUGÁN-CORONADO, A.; ZORNOZA, R.; CERDÀ A & SCOW, K. Changes in soil microbial community structure influenced by agricultural management practices in a Mediterranean agro-ecosystem. **Plos One**, vol. 11, n. 3, 2013.

GAUDER, M., GRAEFF-HONNINGER, S., CLAUPEIN, M., **The impact of a growing bioethanol industry on food production in Brazil**. Applied Energy , v. 88, p. 672-679, 2011.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C. M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal Soil Science**. p. 367-385, 1994.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A., SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. de O (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistema tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole. p. 19-25, 2008.

GUIMARÃES, T. M.. Preparo profundo e calagem em solos arenoso e argiloso na física e carbono do solo e na produtividade de cana-de-açúcar. 2019. 107f. **Tese (Doutorado)** - Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2019.

GUPTA, V.V.S.R.; RAGHUVANSHI, S.; GUPTA, A.; SAINI, N.; GAUR, A.; KHAN, M.N.; GUPTA, R. S.; SINGH, J.; DUTTAMAJUMDER, S.K.; SUMAN, A.; KHURANA, J. P.; KAPUR, R.; TYAGI, A. K. The water-deficit stress- and red-rot-related genes in sugarcane. **Functional Integrative Genomics**, Berlim, v. 10, n. 2, p. 207-214, 2010.

GUPTA, V.V.S.R.; ROGET, D.K. Understanding soil biota and biological functions: management of soil biota for improved benefit stocrop productionand environmental health. In: LINES-KELLY, R. (Ed.). **Soil biology in agriculture**. Orange: NSW Department of Primary Industries, p. 1-7, 2004.

HEGER, T.J.; IMFELD, G.; MITCHELL, E.A.D. Special issue on “Bioindication in soil ecosystems”: Editorial note. **European Journal of Soil Biology**, vol. 49, p. 1-4, 2012.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E. A.; Ladd J. N (eds). *Soil biochemistry*. Marcel Deker, 1981.

JENNY, H. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. Courier Corporation, 1992.

KARLEN, D.L. & STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BZEDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, **Soil Science Society of America**, p.53-72, 1994.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O. & HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, vol. 42, n. 1, p. 1-13, 2010.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. Departamento de Solos: Universidade Federal de Viçosa, 1997.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro Departamento de Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade de Brasília (UnB). *Mega diversidade*, Brasília, v.1, n. 1, 2005.

LEAL, M.R.L.V.; GALDOS, M.V.; SCARPARE, F.V.;SEABRA, J.E.A.; WALTER, A.; OLIVEIRA, C.O.F. Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: a literature review. **Biomass and Bioenergy**, v. 53, p.11–19, 2013.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO,M.B.; PEREIRA, P.; CALDAS, E.; GONÇALVES, D.; SANTOS, N.; TABOR, K.;STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil*, Brasília, 2004.

MANZATTO, C. V.; DE FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Embrapa, 2002.

MARRIS, E. Conservation in Brazil: The forgotten ecosystem. *Nature*, v. 437, n. 7061, 128 p. 944 – 945, 2005.

MELO FILHO, J. F; SOUZA, A.L.V; SOUZA, L.S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo Coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1599-1608, 2007.

MELO, V.F.; SILVA, D.T.; EVALD, A.; ROCHA, P.R.R. Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. **Revista Agro@mbiente on-line**, vol. 11, n.2 p. 101-110, 2017.

- MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F.B. dos. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. **Plant and Soil**, v. 359, p. 183–195, 2012.
- MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T. e OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, p. 479-485, 2008.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: Ed. da UFLA, 729p, 2006.
- NEVES, M. F., TROMBIN, V. G., & CONSOLI, M.. O mapa sucroenergético do Brasil. In U. –U. **Cana-de-açúcar, Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**). São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, p. 14-43, 2010.
- NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 88, n.2, p. 161–168, 2002.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do solo**. p. 1017, 2007.
- OLIVEIRA, J. R. S. **Qualidade de solo cultivado com cana-de-açúcar sob diferentes manejos**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Rural de Pernambuco. Recife. 82f. 2016
- OLIVEIRA, M. W. de; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.
- PANDEY, D.; AGRAWAL, M.; BOHRA, J.S. Effects of conventional tillage and no tillage permutations on extracellular soil enzyme activities and microbial biomass under rice cultivation. **Soil and Tillage Research**, v. 136, p. 51-60 2014.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FERREIRA, E. P. B.; VIANA, A. P.; MARTINS, M. A.; URQUIAGA, S. Chemical and microbiological soil characteristics under conventional and organic coffee production systems. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 43, n. 2, p. 847-864, 2012.
- PAPENDIK, R ; PARR, J.F., Soil quality, The key to sustainable agriculture. **American Journal of Alternative Agriculture**. V. 7, p. 2-3, 1992.
- PASCUAL, J.A.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; MORENO, J.L.; ROS, M. Soil microbial activity as a biomarker of degradation and remediation processes. **Soil Biology & Biochemistry**, Brisbane, v.32, n.13, p. 1877-1883, 2000.
- POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.K.; CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, n.2, p.159-164, 1987.
- RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; ZARIN, D.J.; OLIVEIRA, F.A.; VASCONCELOS, S.S.; CARVALHO, C.J.R. & SANTOS, M.M.L.S. Effect of water availability on soil microbial biomass in secondary forest in eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 39, n. 2, p. 377-384, 2015.

RASOOL, N.; RESHI, Z.A.; SHAH, M.A. Effect of butachlor (G) on soil enzyme activity. **Eurasian Journal of Soil Biology**, v. 61, p. 94-100, 2014.

RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G.de; LOBATO, E. & SOUSA, O.C. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savanna Oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 34, n. 40-4, 1980.

ROCHETTE, P.; ANGERS, D.A. Soil surface carbon dioxide fluxes induced by spring, summer, and fall moldboard plowing in a sandy loam. **Soil Science Society of American Journal**, v.63, p.621- 628, 1999.

SALLES-FILHO S. L. M.; CASTRO, P. F. D.; BIN, A.; EDQUIST, C.; FERRO, A. F. P.; CORDER, S. Perspectives for the Brazilian bioethanol sector: the innovation driver. **Energy Policy**, v.108, p.70-77, 2017.

SCHULTZ, N.; LIMA, E.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Efeito residual da adubação de cana planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima de palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 811-820, 2010

SHAW, A. N.; DeFOREST, J. L. The cycling of readily available phosphorus in response to elevated phosphate in acidic temperate deciduous forests. **Applied Soil Ecology**, Oxford, v. 63, p. 88-93, 2013.

SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2). Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 99). 2007.

SILVA, J. M.; ALBURQUERQUE, L. S. D.; SANTOS, T. M. C. D.; OLIVEIRA, J. U. L. D.; GUEDES, E. L. F. Mineralização de vermicompostos estimada pela respiração microbiana. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 8, n. 4, p. 132-135, 2013.

SILVA, I. R. da ; MENDONÇA, E. de Sá. Matéria orgânica In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**. p. 275-357, 2007.

SILVA, R. P. da; FERNANDES, C. Soil uses during the sugarcane fallow period: influence on soil chemical and physical properties and on sugarcane productivity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 575-584, 2014.

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N. e ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 34, p. 1585-1592, 2010.

SILVEIRA, A. O. **Avaliação de metodologias para o monitoramento da qualidade do solo**. 2011. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2011.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.; STOTZKY, D. G. (Ed.). **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1990.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C.V.S.; CARVALHO, P.C.F. & MARTINS, A.P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 79-88, 2010.

SPARKS, D.L. **Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press, Inc. p.267, 1995.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arableland: microbiological indicators. **Acta Agricultura e Scandinavia**, Estocolmo, v. 49, p. 1-24, 1999.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2. ed. New York: John Wiley & Sons. p. 496, 1994.

STÖCKER, C.M., MONTEIRO, A.B., BAMBERG, A.L., CARDOSO, J.H., MORSELLI, T.B.G.A.; LIMA, A.C. R.. Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa, 2017.

VENZKE FILHO, S.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M. & CERRI, C.C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais – Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.32 p. 599-610, 2008.

VEZZANI, M. L.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 743-755, 2009.

WALLENSTEIN, M. D.; BURNS, R. G. Ecology of extracellular enzyme activities and organic matter degradation in soil: a complex community-driven process. In:Methods of Soil Enzymology. DICK, R. P. Wisconsin: (ed.) **Soil Science Society of America**, 2011

WORDATLAS. Top Sugarcane Producing Countries. Disponível em: <https://www.worldatlas.com/articles/top-sugarcane-producing-countries.html> . Acesso em: 06 Fev 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido ursólico 182, 183, 184, 185, 186
Agrotóxico 122, 129, 246
Antioxidante 127, 131
Antitirozinase 130, 131
Ascariíase 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Atenção primária 22
Atributos do solo 197, 198, 202

B

Basihyal 160, 161, 163, 166
Biocombustíveis 266, 267, 269, 270, 271, 272
Biodegradação 144, 147, 149, 151
Biomarcadores 68, 92, 101
BNCC 231, 233, 234, 235, 256, 257, 258, 262, 263
Botânica 238, 240, 241, 242, 243, 245, 247, 248, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 261, 262, 263

C

Câncer de pele 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227
Carcinoma de células escamosas 70, 71, 72, 73, 74, 76
Cartilagem de Meckel 160, 164
Células meristemáticas 188, 190, 191
Cronobiologia 109, 110, 119

D

Dermatofitose 37, 43, 44
DNA Mitocondrial 168, 180
Doenças renais 92

E

Educação ambiental 230, 236, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246, 249, 251, 252, 258, 262, 266, 268, 272, 273
Efluentes lácteos 144
EJA 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 226

Ensino 219, 223, 228, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 243, 244, 247, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 267, 268, 270, 272

Ensino indigna 254

F

Fisiologia do esporte 103

Futebol feminino 102, 103, 104, 108

G

Geociências 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237

I

Imuno-histoquímica 49, 55, 60, 61, 62, 63, 64

Infecção neonatal 9, 17, 20

Insuficiência cardíaca 92, 94, 95, 101

M

Mandala sensorial 238, 240, 243, 245, 247, 250, 251, 252

Matéria orgânica do solo 200, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211

Meio ambiente 2, 37, 112, 115, 116, 117, 118, 123, 126, 128, 153, 154, 195, 196, 197, 232, 235, 238, 240, 244, 245, 246, 248, 249, 252, 253, 258, 266, 267, 268, 270, 272

Metabolismo 122, 203

N

Neoplasias da língua 70

Nêspera 182, 183, 184, 185

O

Óleo de eucalipto 157

P

Palatoquadrado 160, 162, 163, 164, 165, 166

Papilomavírus humano 48, 49, 50, 54, 55, 58, 65, 66, 67, 69

Poli-ε-caprolactona 78, 80, 81, 82, 83, 85, 86

Potencial antimicrobiano 182, 183

Prenilflavanona 131

Q

Qualidade de vida 86, 98, 109, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 266, 268

Qualidade do solo 195, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 214, 215

R

Radioterapia 70, 72, 74, 75

Recurso pedagógico 238, 240, 243, 247, 250, 252

Ritmo circadiano 109

S

Saúde 3, 6, 22, 23, 27, 29, 30, 31, 33, 39, 68, 69, 77, 79, 86, 92, 93, 95, 98, 101, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 154, 195, 197, 200, 201, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 226, 227, 253, 259, 271

Sistema hidrológico 168, 177

Sustentabilidade 128, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 255, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273

T

Taxa de filtração glomerular 92, 93, 101

Temperatura da pele 102, 103, 104, 106, 107, 108

Tomateiro 153, 154, 155, 158

Toxicidade 78, 79, 80, 81, 123, 124, 126, 187, 188, 189, 190, 193

V

Variabilidade genética 168, 170, 179

AS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A INTERFACE COM VÁRIOS SABERES 2

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 

AS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A INTERFACE COM VÁRIOS SABERES 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 