

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes  
(Organizadores)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3

  
Atena  
Editora  
Ano 2023

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes  
(Organizadores)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3

  
Atena  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Fernando Freitas Pinto Júnior  
Jonathas Araújo Lopes

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	<p>Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Jonathas Araújo Lopes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0968-7 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.687231601">https://doi.org/10.22533/at.ed.687231601</a></p> <p>1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Lopes, Jonathas Araújo (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

As correntes ideológicas que cercam o ambiente agrário têm promovido muitas discussões dentro do conceito de sustentabilidade e saúde humana, além de estudos acerca do uso de recursos da natureza e dos animais. Tendo em vista esse panorama atual, cada vez mais o estudo das Ciências Agrárias é visto como uma necessidade a fim de desencadear diálogo e novas visões que futuramente possam contribuir para com a humanidade.

Nesse sentido, diversos pesquisadores junto a órgãos de pesquisa nacionais e internacionais tem unido forças para contribuir no âmbito agrário, e assim possibilitar novas descobertas neste setor. Este estudo constante possibilita o surgimento de novas linhas de pesquisa, as quais podem desencadear soluções para entraves que afetam a produtividade na agropecuária.

Dessa forma, partindo dessa perspectiva de aprimorar o conhecimento por meio de pesquisas, o livro “Ciências Agrárias: Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3” surge como uma ferramenta prática que apresenta estudos com temas variados aplicados em diferentes regiões, a fim de proporcionar novas visões, indagações e contribuir para o surgimento de possíveis soluções para problemáticas que afetam o cenário agrário atual.

Pensando nisso, o presente material contém 21 capítulos organizados em temas que variam de sustentabilidade a assuntos pertinentes à saúde animal, além de estudos voltados para uma maior produtividade no campo das grandes culturas.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Fernando Freitas Pinto Júnior  
Jonathas Araújo Lopes

**CAPÍTULO 1 ..... 1**

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIONICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Rafael Domingues  
 André Belmont Pereira  
 Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316011>

**CAPÍTULO 2 ..... 16**

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Gustavo Ravazzoli Fernandes  
 Lucas Wickert  
 Maria Fernanda Oliveira dos Reis Wickert  
 Reginaldo Aparecido Trevisan Junior  
 Vinicius Rogério Zwiezyński

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316012>

**CAPÍTULO 3 ..... 21**

AMAZÔNIA IRRIGADA: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL

Douglas Lima Leitão  
 Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros  
 Lorena de Paula da Silva Maciel  
 Caio Pereira Siqueira  
 Laís Costa de Andrade  
 Gisela Nascimento de Assunção  
 Adriano Anastácio Cardoso Gomes  
 Luciana da Silva Borges  
 Pedro Daniel de Oliveira  
 Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316013>

**CAPÍTULO 4 ..... 38**

AQUAPONIA

Anderson Rodrigo Cordeiro Dionisio  
 Ana Carolina Maia Souza  
 Breno Jorge Zeferino Monteiro  
 Elaine Patrícia Zandonadi Haber  
 Tercio Raphael de Oliveira Nonato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316014>

**CAPÍTULO 5 ..... 42**

THE GREEN REVOLUTION AND THE PARTICULARITIES OF ITS ADOPTION IN BRAZIL

Jefferson Levy Espindola Dias

Cleonice Alexandre Le Bourlegat

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316015>

**CAPÍTULO 6 .....69**

**BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Adriana Prazeres Paixão

Tânia Maria Duarte Silva

Herlane de Olinda Vieira Barros

Sara Ione da Silva Alves

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Amanda Mara Teles

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Danilo Cutrim Bezerra

Viviane Correa Silva Coimbra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316016>

**CAPÍTULO 7 .....85**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) EM CULTURA DE MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO**

Renan de Oliveira Almeida

José Celso Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316017>

**CAPÍTULO 8 .....90**

**INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE REBOLOS NO PLANTIO MECANIZADO E FALHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Murilo Battistuzzi Martins

Aldir Carpes Marques Filho

Fernanda Scaranello Drudi

Jefferson Sandi

João Vitor Paulo Testa

Kléber Pereira Lanças

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316018>

**CAPÍTULO 9 .....95**

**LEVANTAMENTO DE DOENÇAS BIÓTICAS EM ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*) Forssk. Roem**

Carlos Wilson Ferreira Alves

Daiane Lopes de Oliveira

Solange Maria Bonaldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316019>

**CAPÍTULO 10.....110**

**LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA AMAZÔNIA TOCANTINA**

Glaucilene Veloso Costa

Lenize Mayane Silva Alves  
 Silas Eduan Pompeu Amorim  
 Taciele Raniere da Silva Nascimento  
 Mariana Casari Parreira  
 Melcleyre de Carvalho Cambraia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160110>

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

**LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOLO COM COBERTURA VEGETAL**

Beatriz Aparecida Blanco Gonsales  
 Kamilla Ferreira Rezende  
 Daniela Stival Machado  
 Miriam Hiroko Inoue  
 Ana Carolina Dias Guimarães  
 Júlia Rodrigues Novais  
 Gabriel Casagrande Castro  
 Rafael Rodrigues Spindula Thomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160111>

**CAPÍTULO 12..... 127**

**MANEJO MICROBIOLÓGICO DE TRIPES NA CULTURA SOJA**

Emanuele Finatto Carlot  
 Giovani Finatto Carlot  
 Jenifer Filipini de Oliveira  
 Thais Pollon Zanatta  
 Daniela Meira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160112>

**CAPÍTULO 13..... 135**

**MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS**

Alice Azevedo Lomeu  
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160113>

**CAPÍTULO 14..... 148**

**PROPAGAÇÃO DE CLADÓDIOS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DUAS ESPÉCIES DE PITAIAS**

Fábio Oseias dos Reis Silva  
 Renata Amato Moreira  
 Ramon Ivo Soares Avelar  
 Luiz Carlos Brandão Junior  
 José Darlan Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160114>

**CAPÍTULO 15..... 154****PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR**

Loya Ramírez José Guadalupe  
 Gregorio Lucero Vega  
 Carlos Pérez Soto  
 Beltrán Morales Félix Alfredo  
 Ruiz Espinoza Francisco Higinio  
 Zamora Salgado Sergio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160115>

**CAPÍTULO 16..... 159****RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS**

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes  
 Conan Ayade Salvador  
 Everaldo Zonta  
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160116>

**CAPÍTULO 17..... 173****SISTEMA AGROINDUSTRIAL RAICILLA, EN MASCOTA, JALISCO: UN ACERCAMIENTO**

Abraham Villegas de Gante  
 Miguel Angel Morales López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160117>

**CAPÍTULO 18..... 185****TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO THE PENETRATION OF ROOTS OF AN ULTISOL**

Sidileide Santana Menezes  
 Fabiane Pereira Machado Dias  
 Ésio de Castro Paes  
 Fagner Taiano dos Santos Silva  
 João Rodrigo de Castro  
 Rafaela Simão Abrahão Nóbrega  
 Júlio César Azevedo Nóbrega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160118>

**CAPÍTULO 19..... 196****USO DE BLENDS DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DO TABAGISMO**

Marina Santos Okuzono Marquês de Araújo  
 Marcelo de Souza Silva  
 Claudia Maria Bernava Aguillar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160119>

**CAPÍTULO 20 .....202**

USO DE MOTORES ELÉTRICOS EM SEMEADORAS E GANHO DE  
PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA

Airton Polon

Telmo Jorge Carneiro Amado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160120>

**CAPÍTULO 21..... 213**

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE  
PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Laércio Moura dos Santos Soares

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160121>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....223**

**ÍNDICE REMISSIVO .....224**

# BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

---

*Data de submissão: 10/11/2022*

*Data de aceite: 02/01/2023*

### **Adriana Prazeres Paixão**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/9251050234689040>

### **Tânia Maria Duarte Silva**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/2808334814052381>

### **Herlane de Olinda Vieira Barros**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/8281333471408426>

### **Sara Ione da Silva Alves**

Agência Estadual de Defesa Agropecuária  
do Maranhão <http://lattes.cnpq.br/6240407060312360>

### **Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/8929786232927576>

### **Amanda Mara Teles**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/3933255152524601>

### **Nancyleni Pinto Chaves Bezerra**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/7603276259449956>

### **Danilo Cutrim Bezerra**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5619846020646340>

### **Viviane Correa Silva Coimbra**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Programa de Pós-graduação Profissional  
em Defesa Sanitária Animal  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5735297692590207>

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo explorar teoricamente sobre a brucelose animal sob o aspecto qualitativo, por meio

da análise e síntese das informações, fundamentadas em citações de fontes de pesquisa. O método utilizado foi a revisão bibliográfica descritiva, no período entre 2021 e 2022, por meio de bases de dados, como: Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet e Science Direct. Foram utilizados descritores (em inglês e português) tais como, brucelose, zoonose, saúde única, impacto econômico, prevenção e controle, pesquisados em artigos científicos, livros, dissertações e teses. A revisão de literatura proposta neste estudo, sobre a brucelose animal, foi imprescindível por se tratar de uma doença cosmopolita e que gera diversos impactos negativos. Ressalta-se a importância da análise contínua sobre o tema, com o objetivo de proporcionar perspectivas voltadas à prevenção e ao controle efetivo da sanidade animal e a adoção de políticas públicas relacionadas à saúde única.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brucella abortus*; zoonose; saúde única.

## ANIMAL BRUCELLOSIS: A REVIEW OF THE LITERATURE

**ABSTRACT:** This study aimed to explore theoretically about animal brucellosis under the qualitative aspect, through the analysis and synthesis of information, based on citations of research sources. The method used was a descriptive literature review, in the period between 2021 and 2022, through databases such as Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet and Science Direct. Descriptors were used (in English and Portuguese) such as brucellosis, zoonosis, single health, economic impact, prevention and control, searched in scientific articles, books, dissertations and theses. The literature review proposed in this study on animal brucellosis was essential because it is a cosmopolitan disease that generates several negative impacts. We emphasize the importance of continuous analysis on the subject, aiming to provide perspectives aimed at the prevention and effective control of animal health and the adoption of public policies related to the single health.

**KEYWORDS:** *Brucella abortus*; zoonosis; single health.

## 1 | INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária tem assumido importante participação econômica, tornando-se relevante para o aumento da geração de riqueza e crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. O país se destaca por possuir um dos principais rebanhos bovinos comerciais, considerado o segundo maior produtor mundial de carne, com aproximadamente 215 milhões de cabeças, apresentando-se como um dos grandes esteios da economia brasileira (IBGE, 2017; EMBRAPA, 2019; ABIEC, 2020).

A produtividade do setor está condicionada a diversos fatores da cadeia produtiva, sendo um deles a prevenção e controle de doenças, principalmente as zoonoses, que são patologias de interesse para a saúde pública, com destaque para a brucelose.

A brucelose animal é uma doença infectocontagiosa, ocasionada por bactérias do gênero *Brucella*, de caráter crônico e de fácil disseminação. Acarreta prejuízos econômicos diretos e indiretos, considerada como doença de caráter ocupacional por causar incapacidade laboral nos seres humanos que fazem parte do grupo de risco, como veterinários, laboratoristas e auxiliares de abatedouros (FARIAS et al., 2019).

A enfermidade é caracterizada como infecção da esfera reprodutiva e o abortamento no terço final da gestação de fêmeas bovídeas é um dos principais sinais clínicos, além do nascimento de crias fracas ou natimortos, redução da produção de leite e retenção de placenta, já nos machos, causa orquite, epididimite e infertilidade.

Quanto à distribuição no mundo, países como, Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Holanda, Suécia, Austrália, Japão e Canadá implantaram programas sanitários e já erradicaram a brucelose, no entanto há um aumento do número de casos na Ásia Central e Sudeste Asiático (ZHANG et al., 2018; OIE, 2019). Em países africanos possui endemicidade elevada, em animais e seres humanos (CÁRDENAS et al., 2019; DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019).

A doença está disseminada nos países da América do Sul, inclusive no Brasil e diversos estados brasileiros têm realizado estudos de caracterização epidemiológica com prevalência bastante heterogênea. Com o objetivo de reduzir o impacto negativo da brucelose e tuberculose no rebanho bovino e bubalino, além de colocar em evidência a competitividade da pecuária nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instituiu no ano de 2001, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT) (BRASIL, 2006; FERREIRA NETO, 2018).

Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 10/2017, que estabelece o regulamento técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), as Unidades da Federação devem ser classificadas de acordo com o grau de risco para brucelose. Define, ainda, os procedimentos sanitários a serem adotados de acordo com esta classificação (BRASIL, 2017).

Por ser uma zoonose emergente e ter consequência na comercialização internacional de animais, produtos e subprodutos, a brucelose é de notificação obrigatória, conforme a Instrução Normativa (IN) nº 50 de 24 de setembro de 2013 e está inserida na lista das doenças de múltiplas espécies do Código Sanitário para Animais Terrestres da Organização Mundial de Sanidade Animal (BRASIL, 2013; WOA, 2022;). Dada à importância epidemiológica, econômica, ambiental e para a saúde pública da brucelose, objetivou-se explorar dados literários sobre a enfermidade de forma a contribuir com o avanço e progresso da ciência na atualidade.

## 2 | METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foi utilizado o método de revisão bibliográfica narrativa, com o objetivo de explorar teoricamente o tema sob o aspecto qualitativo, por meio da análise e síntese das informações, fundamentadas em citações de fontes de pesquisa em bases de dados, como: Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet e Science Direct.

O levantamento foi realizado no período entre 2021 e 2022, utilizando os seguintes

descritores (em inglês e português) para pesquisa nas bases supracitadas: brucelose, zoonose, saúde pública, impacto econômico, etiologia e patogenia. Foram considerados artigos científicos, livros, dissertações e teses. Foram excluídos os arquivos, que após análise do conteúdo, não estavam relacionados ao tema proposto.

## 3 | REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Definição

A brucelose é uma zoonose de alta prevalência, de caráter crônico, causada pela bactéria do gênero *Brucella*, que acomete todas as espécies domésticas, silvestres e o homem, com impacto na reprodução, ocasionando abortamento, principalmente nas fêmeas bovídeas. Possui distribuição universal, de fácil disseminação, que afeta o desenvolvimento da pecuária e comércio internacional, gerando prejuízos sanitários, econômicos e sociais ao sistema produtivo. É uma enfermidade de caráter ocupacional e que gera severos danos à saúde pública (OIE, 2016; FARIAS et al., 2019; JIÃO et al., 2021; LOPES et al., 2022).

### 3.2 Etiologia

As bactérias do gênero *Brucella* pertencem à classe *Proteobacteria*, ordem *Rhizobiales*, família *Brucellace*. São cocobacilos gram-negativos, imóveis, intracelulares facultativos, não esporulados, que medem de 0,6 a 1,5  $\mu\text{m}$  x 0,5 a 0,7  $\mu\text{m}$  (VELASCO et al., 2000; REDKAR et al., 2001; PROBERT et al., 2004).

Os microrganismos do gênero *Brucella* apresentam resistência aos fatores ambientais, permanecem em locais úmidos e com matéria orgânica, sem incidência direta da luz solar e em pH neutro, podendo sobreviver, por período prolongado, em pastagens, anexos fetais e fetos abortados. São suscetíveis ao tratamento pelo calor, com o uso da pasteurização, por exemplo, e soluções como, o hipoclorito de sódio, álcool 70%, cal, cloro, cresol, fenol e formol, que devem ser empregados na desinfecção do ambiente, equipamentos e instalações (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003; BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008).

A classificação antigênica do gênero *Brucella* é baseada na constituição química da parede celular do microrganismo, sendo dividido em duas linhagens, dependendo da presença ou ausência da cadeia de polissacarídeo O na molécula de lipopolissacarídeo (LPS). Da linhagem lisa ou clássica fazem parte *B. abortus*, *B. melitensis* e *B. suis* e, da linhagem rugosa que se caracterizam com a ausência da cadeia O na membrana celular da bactéria, fazem parte as espécies *B. canis* e *B. ovis* (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003; LAGE et al., 2008; SOLA et al., 2014; MEGID, 2016).

Foram reconhecidas onze espécies no gênero *Brucella* e suas respectivas predileções por hospedeiros específicos: *B. abortus* (bovinos e bubalinos), *B. melitensis* (ovinos e caprinos) e *B. canis* (cães), são as que infectam o ser humano com maior frequência, *B.*

*ovis* (ovinos), *B. suis* (suínos), *B. ceti* e *B. pinnipedialis* (mamíferos marinhos), *B. inopinata* (humanos), *B. microti* (roedores), *B. neotomae* (ratos do deserto), *B. vulpis* (raposas) e *B. papionis* (babuíños) (MEDIG, 2016; SOLER-LLORENS et al., 2016; SPICKLER, 2018).

### 3.3 Patogenia e sinais clínicos

A infecção natural por *Brucella* spp. ocorre por meio do contato do agente etiológico com a mucosa dos orifícios nasal, ocular ou genital e/ou por soluções de continuidade na pele, sendo a mucosa orofaríngea a principal porta de entrada para os bovídeos (BISHOP et al., 1994; ACHA e SZYFRES, 2001). O grau de patogenicidade das bactérias do gênero *Brucella* está relacionado com os mecanismos que permitem sua invasão, sobrevivência e multiplicação intracelular nas células do hospedeiro, mantendo-as protegidas da ação do sistema imune (ARÉSTEGUI et al., 2001; NIELSEN et al., 2004; XAVIER et al., 2009).

Após penetrar na mucosa, as bactérias são fagocitadas principalmente por macrófagos e carregadas até os linfonodos regionais, onde se multiplicam e podem permanecer por semanas a meses, levando à hiperplasia e linfadenite (BISHOP et al., 1994; BATHKE, 1988; LAGE et al., 2008; NETA et al., 2009), com a multiplicação inicial, atingem a corrente sanguínea por meio do duto torácico, dentro dos macrófagos ou livres no plasma (XAVIER et al., 2010) e atinge os tecidos do hospedeiro, colonizando principalmente órgãos ricos em células do sistema mononuclear fagocitário: baço, fígado, linfonodos, aparelho reprodutor masculino, útero e úbere (ACHA & SZYFRES, 2001; PAULIN, 2003; BRASIL, 2006).

Os órgãos afetados pelo gênero *Brucella* são aqueles que oferecem elementos fundamentais para o seu metabolismo, como o eritról, encontrado no útero gravídico, tecidos mamários, osteoarticulares e órgãos do sistema reprodutor masculino (SOLA et al., 2014). O feto também produz o eritról e é o provável responsável pela predileção da infecção por este órgão (LOPES; ZAPPA, 2013).

Ao atingir a placenta, a bactéria tem predileção pelo epitélio trofoblástico, resultando em placentite necrótica (BRASIL, 2006). Essas lesões necróticas-inflamatórias placentárias levam ao comprometimento da circulação materno-fetal, impedindo a passagem de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto, provocando assim o aborto (ACHA; AZYFRES, 2003). Após o aborto a bactéria migra para outros órgãos, como a glândula mamária e os linfonodos supramamários, podendo desencadear mastite crônica ou manter-se quiescente nos linfonodos mamários até a gestação subsequente (GRASSO; PAULIN, 2000).

Os machos podem apresentar geralmente orquite e epididimite e aumento de uma ou de ambas as bolsas escrotais, acometidas por edema doloroso e agudo. As vesículas seminais, quando acometidas, podem apresentar aumento de volume, que pode ser detectado na palpação retal. Esses touros normalmente ficam estéreis quando a orquite é aguda, mas poderão retornar à fertilidade normal se um dos testículos estiver intacto (RADOSTITS et al., 2007).

Quando o patógeno acomete o aparelho locomotor, gera infecções articulares

levando a bursite, sobretudo nas articulações carpianas, tarsianas, vértebras torácicas e lombares, podendo também atingir a medula óssea e a bainha dos tendões (LOPES; ZAPPA, 2013).

### 3.4 Imunologia

As células epiteliais são barreiras físicas que fornecem a primeira linha de defesa, estão localizadas nas superfícies das mucosas do intestino, vias gênito-urinárias e respiratórias do hospedeiro. Não só bloqueiam os agentes patogênicos entéricos invasores, como também desencadeiam respostas imunes por parte das células imunitárias. Estas células expressam receptores do sistema imunitário inato e podem reconhecer agentes patogênicos microbianos e subsequentemente produzir mediadores pró-inflamatórios (ABREU, 2010).

*Brucella* spp. induz apenas uma fraca resposta pró-inflamatória nas células epiteliais intestinais, mas produz uma resposta significativa através de quimiocinas (GORVEL et al., 2009). Os sucos gástricos da cavidade intestinal expõem a bactéria a um ambiente extremo de baixo pH e enzimas digestivas (DELPINO et al., 2007).

### 3.5 Aspectos epidemiológicos

Conforme a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), a brucelose está classificada em três categorias: i) enzoótica, com abrangência dos países que estão infectados ou livres da doença por um período de tempo inferior a três anos; ii) não enzoótica, os países nesta categoria estão livres da doença por um período de três anos e; iii) livre de brucelose, países sem registro do agente patogênico (OIE, 2018).

Considerada doença de caráter zoonótico emergente ou reemergente ocasionou grandes prejuízos mundialmente. Países como América Central e do Sul, África e partes da Ásia apresentam prevalências altas, enquanto os países localizados na Oceania e alguns da Europa, como Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Irlanda, Luxemburgo, Holanda e Suécia, possuem a condição sanitária de livres para a brucelose ou uma baixa prevalência, por implantarem há mais de vinte anos programas para o controle e erradicação da doença (ZHANG et al., 2018; AIRES; COELHO; DA SILVEIRA NETO, 2018; CÁRDENAS et al., 2019; OIE, 2019; SAYOUR et al., 2020).

Países da América Latina realizaram estudos epidemiológicos para a caracterização da brucelose. A Argentina realizou inquérito no ano de 2004, apresentando prevalência de 2,15% para a espécie bovina e de 12,4% para o rebanho (ARGENTINA, 2014; FERREIRA NETO, 2018). Após uma década, a prevalência foi de 0,81% para os animais e de 12,35% nos rebanhos, evidenciando que as medidas sanitárias adotadas a partir de 2004 foram satisfatórias, o que contribuiu com a redução de casos da doença em animais, porém, não constatado em rebanhos (ARGENTINA, 2014).

No Chile, a adoção de estratégias para o controle da brucelose consiste em um

sistema de vigilância para rebanhos infectados, tais como: a identificação de anticorpos no leite e soro de animais em abatedouros, averiguação e notificações relacionadas a abortamento, busca de todos os testes sorológicos reagentes positivos e sorologia em animais de feira (CHILE, 2014).

No Brasil, no ano de 1975, foi realizado inquérito soroepidemiológico e o percentual encontrado de animais reagentes positivos foi de 2,5% na região Nordeste, 4% na região Sul, 4,1% na região Norte, 6,8% na região Centro-Oeste e 7,5% na região Sudeste. Os dados de notificações oficiais, no período entre 1988 a 1998, demonstraram que a prevalência da enfermidade ficou entre 4 e 5% (BRASIL, 2005).

Em 2001, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento implantou o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT, que incluiu a realização de inquéritos sorológicos, visando estimar a prevalência e análise de fatores de risco associados à presença das doenças nos rebanhos, como ferramentas para a tomada de decisões do Programa. No primeiro momento, diversos estados brasileiros realizaram estudos sorológicos, e os resultados mostraram uma situação de endemia em todas as regiões do país (BRASIL, 2006; MOTA et al., 2016).

Devido à relevância da brucelose no contexto nacional e com vistas ao mercado internacional, abrangendo as cadeias produtivas de carne, leite e derivados, foi realizado entre os anos de 2001 a 2016 um novo mapeamento, com o objetivo de elaborar estratégias mais eficazes para o controle da doença. O estudo evidenciou que a brucelose se apresenta com a prevalência de aproximadamente 85% no rebanho brasileiro e que é variável entre as Unidades Federativas, assim como, entre regiões do mesmo estado (POESTER et al., 2009; FERREIRA NETO et al., 2016; BRASIL, 2020b). As maiores ocorrências foram observadas por Leal Filho et al. (2016), na região Centro-Oeste (MS - 30,6%) e as menores na região Sul (SC - 0,91%), detectadas por Baumgarten et al. (2016).

### 3.6 Transmissão e disseminação

As principais fontes de infecção da brucelose bovina são representadas pelas fêmeas gestantes infectadas, que eliminam grandes quantidades do agente em descargas uterinas por ocasião do aborto ou parto durante todo o período puerperal (aproximadamente 30 dias pós expulsão do feto), contaminando pastagens, água, alimentos e fômites; pelos fetos abortados e membranas fetais; pelo leite; e pelos machos, através do sêmen (BRASIL, 2006; ALVES; VILLAR, 2011)

O hábito dos bovinos de lambar e cheirar animais recém-nascidos, fetos abortados, ou mesmo perineo de animais recém paridos, favorece a propagação da enfermidade. Dessa maneira, a porta de entrada mais comum para os bovinos é o trato digestório, entretanto, as mucosas nasal e ocular também são importantes (ALVES; VILLAR, 2011; CARVALHO NETA et al., 2010; DE PAULA et al., 2015).

A transmissão por meio da ordenha mecânica deve ser ponderada, tendo em vista,

que vetores como os cães, o homem e outras espécies de animais, podem atuar como meios de propagação (XAVIER et al., 2010). O contágio pela monta natural é irrelevante entre bovinos e bubalinos, pois, nesta circunstância, o sêmen é depositado na vagina, onde há barreiras naturais inespecíficas que dificultam o processo de transmissão. Entretanto, um touro infectado por *B. abortus* não deve ser utilizado como doador de sêmen no procedimento de inseminação artificial, devido a introdução do líquido fecundante ocorrer diretamente no útero, permitindo infecção da fêmea, mesmo com pequenas quantidades do agente (COSTA, 2001; RADOSTITS et al., 2007).

A principal porta de entrada é a via oral pela ingestão de água e alimentos contaminados, devido ao hábito dos bovinos em lambar ou cheirar bezerras de vacas infectadas (LAGE et al., 2008; EL-SAYED; AWAD, 2018). A partir disso, ocorre um curto período de bacteremia e as bactérias se alojam em diversos órgãos, principalmente do sistema linfático, e devido a sua capacidade de sobreviver dentro de macrófagos, sua disseminação pelo organismo ocorre de forma facilitada (ALVES; VILLAR, 2011).

O período de incubação da brucelose nos bovinos pode ser de poucas semanas até meses ou anos. Em animais não gestantes, o agente infecta preferencialmente, linfonodos, glândula mamária, baço e fígado (CORBEL, 2006). Em machos, atinge o aparelho reprodutor, causando orquite, com conseqüente infertilidade por diminuição da qualidade espermática (ALVES; VILLAR, 2011).

Quando a fêmea se torna gestante, as bactérias alcançam o útero onde multiplicam-se abundantemente nos cotilédones, córion e líquidos fetais, causando lesões e destruição das vilosidades (DIAZ APARÍCIO, 2013), provocando abortos, principalmente na primeira gestação após a infecção (ALVES; VILLAR, 2011). Nas gestações subsequentes, a probabilidade da ocorrência de abortos reduz, devido a uma resposta imune capaz de reduzir a dimensão e a intensidade das lesões causadas por *Brucella* (LAGE et al 2008; SELEEM; BOYLE; SRIRANGANATHAN, 2010).

Após o parto ou abortamento as fêmeas infectadas continuam eliminando a bactéria através dos fluidos e anexos fetais por aproximadamente 30 dias (ALVES; VILLAR, 2011). Outras importantes formas de eliminação da bactéria se caracterizam pelo leite e sêmen (MOTA et al., 2016), embora a transmissão de um touro infectado a uma vaca sadia pela monta natural seja baixa devido a mecanismos de imunidade inespecífica no trato reprodutivo da fêmea (ALVES; VILLAR, 2011; MOTA et al., 2016; LINDAHL et al., 2019).

Desta maneira, a inseminação artificial é considerada um fator de proteção para a doença em virtude do controle da brucelose realizado nas centrais de inseminação. Pois, caso fosse utilizado sêmen de touros infectados, devido ao fato de que na técnica da inseminação artificial o sêmen é depositado diretamente no útero, a capacidade de infectar a fêmea ocorre mesmo em pequenas doses (MOTA et al., 2016).

### 3.7 Impactos econômicos

A integração de estudos nos campos da epidemiologia e economia estão sendo aplicados na sanidade animal, visando o entendimento das relações causais das doenças, de modo a permitir a avaliação dos danos econômicos e otimizar medidas de prevenção e controle de enfermidades (LUCAS, 2006).

Os prejuízos econômicos ocasionados pela brucelose ocorrem de forma direta, com aspectos relativos à produtividade (abortamento, mortalidade perinatal, esterilidade, aumento no intervalo entre partos, retenção de placenta, eliminação de animais reagentes positivos e redução na produção de leite) e indiretos (gastos com medidas preventivas e de controle, com a saúde pública e proibição da comercialização de animais e de seus produtos) (LAGE et al., 2008; ALFIERI; ALFIERI, 2017; CÁRDENAS et al., 2019).

Conforme Santos et al. (2013), no Brasil, as estimativas com as perdas relacionadas à brucelose foram de R\$ 420,12 e R\$ 226,47, para o rebanho leiteiro e corte, respectivamente, considerando cada fêmea infectada na faixa etária acima de 24 meses.

O prejuízo total aferido foi de R\$ 892 milhões (equivalentes a \$ 448 milhões de dólares americanos). A cada 1% de variação na prevalência, foi considerada a variação de 155 milhões de reais no custo da brucelose bovina no país. No município de Flor do Sertão/SC, Possa et al. (2021) constataram que a média dos valores anuais de perdas econômicas foi de R\$ 14.747,92 (US\$ 3.546,79), com variação entre R\$ 9.586,25 a R\$ 24.491,87 (US\$ 2.305,44 – US\$ 5.890,16).

### 3.8 Impactos na saúde pública

A Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), cita que 75% das doenças humanas infecciosas e emergentes têm origem animal. A brucelose por ser zoonose de distribuição global é considerada uma das maiores preocupações de saúde pública, pois, é subdiagnosticada em seres humanos, sobretudo em países de baixa e média renda (GHANBARI, 2020; LINDAHL et al., 2020; WOA, 2022).

A relevância da enfermidade ocorre principalmente pela ingestão de leite cru ou de produtos lácteos e cárneos não submetidos ao tratamento térmico, oriundos de animais infectados, que podem conter patógenos viáveis, o que representa risco para a população humana consumidora. O contato direto ou indireto com fluidos fetais e anexos placentários, manipulação de carcaça e vísceras no abate, também constituem meios de infecção (BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008).

A brucelose é classificada como doença ocupacional e afeta os profissionais que desenvolvem atividades com maior risco de exposição ao agente como: médicos veterinários, laboratoristas, açougueiros, funcionários de abatedouros e tratadores de animais, pois, são frequentemente expostos a animais com o agente, materiais biológicos contaminados e vacinas anti-*Brucella* spp. atenuadas vivas, suscetíveis a ocasionar a

doença em humanos. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde a brucelose é de notificação de agravo ocupacional, conforme a Portaria nº 1.339/1999 (BRASIL, 1999; LAWINSKY et al., 2010; MEGID, 2016).

Considerando o potencial antroponozoonótico da brucelose, na atual tendência global, a abordagem sobre saúde única, tem sido utilizada como instrumento para o controle, prevenção, preparação e resposta a doenças zoonóticas, com vistas a equilibrar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas, com atuação multisetorial nos âmbitos local, regional, nacional e mundial (CDC, 2022; WOA, 2022).

### 3.9 Diagnóstico

O diagnóstico desta afecção consiste em procedimentos confirmatórios por métodos laboratoriais diretos ou indiretos, associado à anamnese clínica, com a observação de sinais como o abortamento no final da gestação, nascimento crias fracas, natimortos e infertilidade de machos e fêmeas e, de dados epidemiológicos, fundamentados no histórico do rebanho (POESTER et al., 2005).

Os métodos diretos são considerados padrão ouro, podem ser estabelecidos pela identificação do agente, apresentam uma maior especificidade e menor sensibilidade, e englobam as técnicas de cultivo bacteriológico e biologia molecular, como a reação em cadeia de polimerase - PCR, a partir de amostras de feto abortado, swabs vaginais, sêmen e leite (BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008; BRASIL, 2006; DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019). A técnica de PCR é o método de diagnóstico mais seguro, porém, as dificuldades para sua execução (custo, tempo, limitação para uso em grandes rebanhos, alto risco para o laboratorista), tornaram os métodos sorológicos os mais utilizados (CORBEL et al., 2006; DE PAULA et al. 2015).

Já nos métodos indiretos, ocorre a detecção da reação entre antígenos de *Brucella* spp. e anticorpos produzidos em resposta a uma infecção prévia, por meio de aglutinação, fixação de complemento ou imunofluorescência, além de imunodifusão em gel de ágar, Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA), hemólise indireta e Western Blot (DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019).

De acordo com o PNCEBT, o teste sorológico de diagnóstico preconizado como prova de triagem para brucelose é o Antígeno Acidificado Tamponado (AAT). É um teste de aglutinação em placa simples, de caráter qualitativo (não indica a titulação dos anticorpos), de alta sensibilidade e de fácil execução. Apresenta elevada seletividade para identificação da subclasse IgG1, uma vez que este diminui a atividade dos anticorpos IgM em se ligar ao antígeno (PAULIN; FERREIRA NETO, 2002; CORBEL et al., 2006). Os resultados positivos no AAT poderão ser submetidos a teste confirmatório, como o 2-Mercaptoetanol (2-ME), que é mais específico, e executado pela Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), constituída por Lanagros e laboratórios credenciados pelo MAPA (BRASIL, 2017).

A Instrução Normativa nº 10/2017 estabelece o Teste de Fixação de Complemento (FC) também como confirmatório, realizado em laboratórios oficiais, recomendado pela WOAH como referência para fins de trânsito internacional, visto que a técnica apresenta melhor relação de sensibilidade e especificidade. O Teste de Polarização Fluorescente (FPA) pode ser empregado como teste único ou confirmatório em animais reagentes ao Teste do AAT ou inconclusivos ao Teste do 2-ME (BRASIL, 2017).

O Teste do Anel em Leite (TAL), pode ser utilizado para o monitoramento da condição sanitária de propriedade livre para brucelose ou como diagnóstico em sistemas de vigilância epidemiológica (BRASIL, 2017). Este teste baseia-se em aglutinação, tendo como fator limitante a probabilidade do surgimento de resultados falso-positivos, no caso de leites levemente ácidos (LAGE et al., 2008). O Teste de ELISA competitivo, que revela anticorpos no leite, têm demonstrado ser de grande valor diagnóstico, pois apresenta sensibilidade e especificidade altas (BAUMGARTEN et al., 2014).

### 3.10 Prevenção e controle

A vigilância epidemiológica, a implementação de programa de imunização com o uso de vacinas vivas em massa em áreas endêmicas, ferramentas de diagnósticos confiáveis, controle do reservatório, eliminação de animais positivos, fiscalização em eventos agropecuários e o controle do trânsito de animais, representam estratégias eficazes para a prevenção e controle da brucelose (DORNELES; SRIRANGANATHAN; LAGE 2015; BRASIL, 2017).

No Brasil, conforme o PNCEBT, fêmeas das espécies bovina e bubalina, na faixa etária de três a oito meses devem ser obrigatoriamente vacinadas, com dose única de vacina viva liofilizada, elaborada com amostra de *Brucella abortus* (B19). Entretanto, é facultado ao produtor, a utilização da vacina contra brucelose não indutora da formação de anticorpos aglutinantes, amostra RB51, somente na espécie bovina. Os estados da Unidade da Federação classificados como “A” quanto ao grau de risco, a exemplo de Santa Catarina, com prevalência inferior a 2%, excluem-se da medida compulsória de vacinação de bezerras com a cepa *Brucella abortus* (B19) (BRASIL, 2017; BRASIL, 2020).

A normativa nº 10/2017, preconiza como medida de controle, que animais reagentes positivos devem ser isolados do rebanho, afastados da produção leiteira e abatidos no prazo máximo de trinta dias após o diagnóstico, em estabelecimento sob serviço de inspeção oficial. Na impossibilidade de abate sanitário, os animais devem ser submetidos à eutanásia no estabelecimento de criação (BRASIL, 2017).

## 4 | CONCLUSÃO

A brucelose é uma zoonose que ocasiona problemas significativos no comércio nacional e internacional de animais e subprodutos, em consequência da baixa fertilidade

em rebanhos bovinos e altos custos com programas de controle e erradicação. É relevante para saúde pública por ser caracterizada como doença ocupacional, visto que indivíduos, como médicos veterinários, laboratoristas, tratadores e funcionários de abatedouros frigoríficos são frequentemente expostos a animais e materiais biológicos contendo o agente etiológico.

A vacinação de fêmeas das espécies bovinas e bubalinas com as cepas B19 e RB51 constitui-se como medida de prevenção mundialmente. No Brasil, é uma das estratégias implementadas pelo MAPA, além da classificação das Unidades Federativas de acordo com o grau de risco da enfermidade, com o objetivo de reduzir a prevalência e a incidência da brucelose no país. Com a globalização, a discussão sobre saúde única está cada vez mais em evidência, em virtude da estreita relação entre o ambiente, os seres humanos e animais, que podem resultar em transmissão de doenças infecciosas.

Desta forma, concluímos que a revisão de literatura proposta neste estudo, sobre a brucelose animal, foi imprescindível por se tratar de uma doença cosmopolita e que gera diversos impactos negativos. Ressalta-se a importância da análise contínua sobre o tema, com o objetivo de proporcionar perspectivas voltadas à prevenção e ao controle efetivo da sanidade animal e a adoção de políticas públicas relacionadas à saúde única.

## REFERÊNCIAS

ABIEC (Brasil). Perfil da Pecuária no Brasil. **Beef REPORT**, Brasília/DF, ano 2020, p. 1-50. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ABREU MT. Toll-like receptor signalling in the intestinal epithelium: how bacterial recognition shapes intestinal function. **Nat Rev Immunol**. 10(2):131-144, 2010.

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre ya los animales: clamidiose, rickettsiose y virose**. 3. ed. Washington, D. C: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/710>. Acesso em: 21 jul. 2022.

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre y a los animales**. Volumem I: bacteriosis y micosis. 3.ed. Washington: Organización Panamericana de La Salud, 28-56, 2001.

AIRES, D. M. P.; COELHO, K. O.; SILVEIRA NETO, O. J. Brucelose bovina: aspectos gerais e contexto nos programas oficiais de controle. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, 5 (30), 2018.

ALFIERI, A. A; ALFIERI, A. F. Doenças infecciosas que impactam a reprodução de bovinos. **Rev Bras Reprod Anim**, 41(1): 133- 139, 2017.

ALVES, A. J. S.; VILLAR, K. S. Brucelose Bovina e sua situação sanitária no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. São Paulo: Conselho Regional de Medicina Veterinária, 9(2): 12–17, 2011.

ARÉSTEGUI, M. B.; GUALTIERI, S. C.; DOMÍNGUEZ, J.; SCHAROVSKY, O. G. El género *Brucella* y su interacción con el sistema mononuclear fagocítico. **Veterinaria México**, Mexico, 32(2): 131-139, 2001.

ARGENTINA (Argentina). Servicio Nacional de Sanidad Y Calidad Agroalimentaria. **Informe del muestreo para determinación de prevalencias de brucelosis bovina en la zona de mayor producción bovina en la República Argentina Año 2014**. Buenos Aires, 2014. Disponível em: <[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/15\\_dinforme\\_final\\_muestreo\\_brucelosis\\_bovina\\_ano\\_2014\\_10-12-15.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/15_dinforme_final_muestreo_brucelosis_bovina_ano_2014_10-12-15.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (2020). Beef REPORT - **Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 22.jun.2022.

BATHKE, W. Brucellosis. In: BEER, J. (Ed.). **Doenças infecciosas em animais domésticos: doenças causadas por vírus, clamídias, rickettsiose, micoplasmose**. São Paulo: Roca, 2:144-160, 1988.

BAUMGARTEN, K. D; VELOSO, F. P; GRISI-FILHO, J. H. H; FERREIRA, F; AMAKU, M; DIAS, R. A; HEINEMANN, M. B; GONÇALVES, V. S. P; FERREIRA NETO, J. S. Prevalence and risk factors for bovine brucellosis in the State of Santa Catarina, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 37(5): 3425-3436, 2016.

BISHOP, G. C.; BOSMAN, P. P.; HERR, S. Bovine brucellosis. In: COETZER, J. A. N.; THOMSON, G. R.; TUSTIN, R. C. (Ed.). **Infectious diseases of livestock**, 2:1053-1066, 1994.

BRASIL (Brasil). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 50, de 10 de setembro de 2013**. Brasília/DF: Diário Oficial da União, ano 2013, 86:47-25, 2013.

BRASIL (Brasil). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA Nº 10, de 03 de março de 2017**. Regulamento Técnico do PNCEBT e classificação quanto ao grau de risco. Brasília/DF: Diário Oficial da União, 20 jul. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. Secretaria de Vigilância em Saúde – 6. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diagnóstico Situacional do PNCEBT: programa nacional de controle e erradicação da brucelose e tuberculose animal**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Saúde Animal. Divisão de Sanidade dos Ruminantes – Brasília: MAPA/AECS, 102 p.; 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pncebt/DSPNCEBT.pdf>>. Acesso em: 15.mai.2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 10, de 10 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília DF, n. 116, 20. jun. 2017. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT)**. Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2006. 188 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/3D2720AF1E0FD67FE040A8C0750 2246C>.

CÁRDENAS, L; AWADA, L; TIZZANI, P; CÁCERES, P; CASAL, J. Characterization and evolution of countries affected by bovine brucellosis (1996-2014). **Transbound Emerg Dis**, 66(3):1280-1290, 2019.

CARVALHO NETA, A. V. C.; MOL, J. P. S.; XAVIER, M. N.; PAIXÃO, T. A.; LAGE, A. P.; SANTOS, R. L. Patogênese da brucelose bovina. **The Veterinary Journal**, 184(2): 146-155, 2010.

CHILE. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. **Ocurrencia de la tuberculosis bovina en Chile (2000-2014)**. Agosto, 2014.

CORBEL, M. J. **Brucellosis in humans and animals**. World Health Organization in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Organisation for Animal Health, 2006. 89 p.

DADAR, M.; SHAHALI, Y.; WHATMORE, A. M. Brucelose humana causada por produtos lácteos crus: uma revisão sobre a ocorrência, principais fatores de risco e prevenção. **Int J Food Microbiol**, 292: 39-47, 2019.

DE PAULA, C.L.; MIONI, M.S.R.; APPOLINÁRIO, C.M.; KATAYAMA, E.R.; ALLENDORF, S.D.; MEGID, J. Detecção de *Brucella* spp. em leite bovino não pasteurizado através da Reação de Cadeia pela Polimerase (PCR). **Arquivo Instituto Biológico**, 82:1-5, 2015.

DELPINO, M. V.; MARCHESINI, M. I.; ESTEIN, S. M.; COMERCI, D. J.; CASSATARO, J.; FOSSATI, C. A.; BALDI, P. C. A bile salt hydrolase of *Brucella abortus* contributes to the establishment of a successful infection through the oral route in mice. **Infect Immun**, 75(1):299-305, 2007.

DIAZ APARICIO, E. Epidemiology of brucellosis in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. **Rev Sci Tech.**, 32(1):42-51; 53-60, 2013.

DORNELES, E. M. S.; LIMA, G.; TEIXEIRA-CARVALHO, A.; ARAUJO, M. S. S.; MATIAS-FILHO, O. A.; SRIRANGANATHAN, N.; AL QUBLAN, N.; HEINEMANN, M. B.; LAGE, A. P. Immune response of calves vaccinated with *Brucella abortus* S19 or RB51 and revaccinated with RB51. **PLOS ONE**, 10(9): e0136696, 25 p, 2015.

EL-SAYED, A.; AWAD, W. Brucellosis?: Evolution and expected comeback. **International Journal of Veterinary Science and Medicin**, 6: S31-S35, 2018.

EMBRAPA (Brasil). Embrapa suínos e aves. **Estatísticas: Desempenho da produção**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

FARIAS, L.G.B. et al. Brucelose e tuberculose bovina na microrregião de Penedo, estado de Alagoas, Brasil. **Environmental Smoke**, 2(3): 42-51, 2019.

FERREIRA NETO, J.S. Brucellosis and tuberculosis in cattle in South America. Review Article. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. 55(2): 1-23, 2018.

GHANBARI, M.K.; Gorji, H.A.; Behzadifar, M.; Sane, N.; Mehedi, N.; Bragazzi, N.L. One health approach to tackle brucellosis: A systematic review. **Trop. Med. Health** 48: 86, 2020.

GORVEL JP, MORENO E, MORIYÓN I. Is *Brucella* an enteric pathogen? **Nat Rev Microbiol**, 7(3):250, 2009.

GRASSO-PAULIN, L.M.S. **O combate à brucelose bovina**. São Paulo: 2000. 112p. [Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, Univ. de São Paulo].

IBGE. Indicadores IBGE. **Estatística da produção pecuária**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/18/1645>>. Acesso em: 15.mai.2021.

JIÃO, H.; ZHOU, Z.; LI, B.; XIAO, Y.; LI, M.; ZENG, H.; GUO, X.; GU, G. The mechanism of facultative intracellular parasitism of *Brucella*. **Int J Mol Sci**, 22(7): 3673, 2021.

LAGE, A. P.; POESTER, F. P.; PAIXÃO, T. A.; SILVA, T. M. A.; XAVIER, M. N.; MINHARRO, S.; MIRANDA, K. L.; ALVES, C. M.; MOL, J. P. S.; SANTOS, R. L. Brucelose bovina: uma atualização. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 32(3): 202-212, 2008.

LOPES, B. B.; ZAPPA, V. Brucelose bovina. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano X, n. 20, p. 1-22, 2013.

LOPES, C. S.; MELO JÚNIOR, A. M de; VARELLA, G. O. M; ARAUJO, R. F; ANGELO, F. F; SALES, J. N de S. Importantes doenças bacterianas, virais e parasitárias abortivas em bovinos: Revisão. **Research, Society and Development**, 11(4): p., 2022.

LUCA, M. J. et al., *Brucella microti*-like prevalence in French farms producing frogs. **Transboundary an Emerging Diseases**, 67(2): 617-625, 2020.

LUCAS, A. de. **Simulação de impacto econômico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2006.

MEGID, J. **Doenças infecciosas em animais de produção e companhia/** Jane Megid, Márcio Garcia Ribeiro, Antonio Carlos Paes. 1º Edição. Editora Roca: Rio de Janeiro, 2016.

MOTA, A.L.A.A.; FERREIRA, F.; NETO, J.S.F.; DIAS, R.A.; AMAKU, M.; GRISI-FILHO, J.H.H.; TELLES, E.O.; GONÇALVES, V.S.P. Large-scale study of herd-level risk factors for bovine brucellosis in Brasil. **Acta Tropica**. v. 164, 2016.

NETA, A. V. C.; MOL, J. P. S.; XAVIER, M. N.; PAIXAO, T. A.; LAGE, A. P.; SANTOS, R. L. Pathogenesis of bovine brucellosis. **The Veterinary Journal**, 184(2): 146-155, 2009.

NETO, F. J.S.; SILVEIRA, G.B.; ROSA, M.B. et al. Analysis of 15 years of the National Program for the Control and Eradication of Animal Brucellosis and Tuberculosis, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 37 (5):3385-402, 2016.

NIELSEN, K.; SMITH, P.; WIDDISON, J.; GALL, D.; KELLY, L.; NICOLETTI, P. Serological relationship between cattle exposed to *Brucella abortus*, *Yersinia enterocolitica* O:9 and *Escherichia coli* O157:H7. **Veterinary Microbiology**, 100, (1-2): 25-30, 2004.

OIE. Office International Des Epizzoties. Terrestrial Manual, 2016. Disponível em:<[http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.01.04\\_BRUCELOSIS.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.04_BRUCELOSIS.pdf)>. Acesso em: 27/abri/2022.

OIE. 2018. OIE-listed diseases, infections and infestations in force in 2018. Disponível em:<<http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2018>>. Acesso em: 15 jun.2022.

PAULIN L. M.; FERREIRA NETO J. S. **O Combate à Brucelose Bovina: situação brasileira**. Jaboticabal: Funep, 2003. 154p.

POSSA, M. G; BERNARDI, F; PINTO NETO, A; CATTELAM, J; NASCIF JUNIOR, I. A; TRENKEL, C. K. G; MOTA, M. F. Epidemiologia e impacto econômico da ocorrência da brucelose em um município do Estado de Santa Catarina. **Research, Society and Development**, 10(3): ,2021.

RADOSTITS, O. M; BLOOD, D. C; GAY, C. C. **Clínica Veterinária**. 9. ed. Rio de Janeiro/RJ: Guanabara Koogan, 2002. 1877 p.

REDKAR, R; ROSA, S; BRICKER, B; VECCHIO, V DEL. Detecção em tempo real de *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* e *Brucella suis*. **Mol Cell Probes**, 15(1):43-52, 2001.

SANTOS, R. L; MARTINS, T. M; BORGES, A. M; PAIXÃO, T. A. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. **Pesq. Vet. Bras.**, 33(6): 759-764, 2013.

SAYOUR, A. E; EBAUOMY, E; ABEL-HAMID, N. H; MAHROUS, A; CARYCHO, D; COOLEY, M. B; ALHADDY, M. Impressão digital MLVA de *Brucella melitensis* circulando entre o gado e casos de doença humana esporádica no Egito. **Transbound and Emerging Diseases**, 67(5): 2435-2445, 2020.

SOLA, M. C; FREITAS, F. A. de; SENA, E. L. de S; MESQUITA, A. J. de. Brucelose bovina: revisão. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia/GO**, 10(18): 686-714, 2014.

SOLER-LLORENS, P. F. et al. A *Brucella* spp. Isolate from a Pac-Man Frog (*Ceratophrys ornata*) Reveals Characteristics Departing from Classical Brucellae. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 6(116): 1-16, 2016.

SPICKLER, A. R. **Brucellosis: *Brucella abortus***. Factsheet. 12 p., maio 2018. Disponível em: Acesso em 20 outubro 2022.

WOAH. One Health Joint Plan of Action lauched to address health, 2022. Disponível em: < <https://www.woah.org/en/one-health-joint-plan-of-action-launched-to-address-health-threats-to-humans-animals-plants-and-environment/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

XAVIER, M. N; COSTA, E. A; PAIXÃO, T. A; SANTOS, R. L. The genus *Brucella* and clinical manifestations of brucellosis. **Ciência Rural**, 37(7): 2252-2260, 2009.

XAVIER, M. N; PAIXÃO, T. A; HARTIGH, A. B; TSOLIS, R. M; SANTOS, R. L. Pathogenesis of *Brucella* spp. **The Open Veterinay Science Journal**, 4:109-118, 2010.

XAVIER, M. N. **Desenvolvimento de PCR espécie-específico para o diagnóstico da infecção por *Brucella ovis* e avaliação comparativa de métodos sorológicos**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ZHANG, N.Z.; HUANG, D.; WU, W.; LIU, J.; LIANG, F.; ZHOU, B.; GUAN, P. Animal brucellosis control or eradication programs worldwide: a systematic review of experiences and lessons learned. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 160, 2018.

**A**

Adoção 29, 43, 70, 74, 80

*Agave maximiliana* 173, 174, 182

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 75, 76, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 137, 138, 140, 141, 142, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172, 194, 214

Água residuária 137, 159, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Amazônia 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 110, 112, 115

Ambientais 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 41, 72, 89, 95, 135, 140, 161, 172

Amostragem 85, 86, 89, 161, 216, 219

Aquaponia 38, 39, 40, 41

Atividade 21, 22, 23, 24, 27, 29, 34, 40, 70, 78, 91, 118, 159, 160, 171, 199

Atributos físicos 186, 194, 195, 213, 214, 215, 219, 221, 222

Avaliação 5, 15, 17, 20, 28, 31, 36, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 109, 112, 126, 127, 130, 131, 203, 205, 206, 207, 209, 212, 220

Avaliação de danos 85, 86, 87, 89

**B**

Balanço catiônico 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 14

Benefícios 38, 39, 124, 126, 204, 212

Biocombustíveis 135, 136, 141, 142, 143

Biofertilizante 140, 159, 169

Biorecurso 159

Blends de plantas 196

Brasil 3, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 89, 96, 108, 111, 116, 117, 125, 128, 130, 135, 141, 142, 143, 144, 149, 159, 160, 170, 171, 186, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212, 213, 221

*Brucella abortus* 70, 79, 82, 83, 84

**C**

Cactaceae 149

Cana-de-açúcar 90, 94, 114, 134, 164, 166, 168

Cenário brasileiro 135, 141, 142

Cerrado piauiense 213, 214, 215, 217, 218

Cobertura vegetal 116, 117, 119, 120, 121, 122

Coefficiente de variação 202, 203, 205, 206, 216, 217, 218, 220

Compostos medicinais 196

Controle 1, 4, 15, 16, 17, 20, 41, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 89, 117, 118, 121, 124, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 138, 141, 143, 169, 195, 198, 199

Convencional 29, 40, 41, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 121, 123, 133, 159, 169, 170

Cultura da soja 5, 15, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 202, 206, 210, 213, 215, 217, 220, 221

## D

Dessorção 117

Doenças 16, 17, 70, 71, 75, 77, 78, 80, 81, 83, 95, 97, 108, 111, 127, 129, 131, 197, 200

Doenças bióticas 95, 97

## E

Enraizador 154, 155, 156, 157

## F

Falhas na cultura 90, 93

Fertirrigação 159, 166, 167, 169, 172

Fitopatologia 95, 97, 108

## G

Geoestatística 213, 215, 216

Geopolítica 43

*Glycine max* (L.) Merrill. 2

## H

*Hylocereus* 149, 150, 152

## I

Impactos ambientais 21, 24, 25, 29, 30, 31, 35, 36, 140, 172

Insetos praga 128

Irrigação sustentável 21, 32, 33, 34

**L**

Lagarta do cartucho 85, 86

Legislação dos agrotóxicos 16

Leis 16, 19, 20

Levantamento fitossociológico 110, 115

Lixiviação 29, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

**M**

Manejo biológico 127, 128, 129, 133

Manejo de solo 213, 214

Mapas temáticos 213

Materia seca 154

Mecanização agrícola 90, 212

Medicina alternativa 196

Microalgas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143

Microrganismos 72, 95, 97, 98, 120, 136, 138

Milho 15, 85, 86, 87, 88, 89, 121, 122, 124, 125, 141, 165, 167, 168, 169, 171, 203, 212

Motor elétrico 202, 204

Mudas 91, 93, 96, 97, 115, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 172

**N**

*Nicotiana tabacum* 196

Nitrogênio 140, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

**P**

Paisagismo 95

Particularidades 43

Penetração de raízes 186, 195

Pitaia 148, 149, 150, 151, 152, 153

Plantas daninhas 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 123, 124

Plantio direto 15, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 194, 195, 213, 214, 215, 221

Plantio mecanizado 90, 91, 92, 93

Pragas 16, 17, 86, 89, 111, 127, 129, 130, 133, 134

Pré-emergência 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125

Prendimiento 154, 156, 157, 158

Produtividade 1, 2, 3, 14, 17, 23, 25, 27, 30, 31, 32, 41, 66, 67, 68, 70, 77, 111, 127, 129, 133, 137, 139, 149, 163, 166, 169, 171, 172, 202, 203, 205, 206, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 220, 221

Produtividade de grãos 2, 129, 169, 220

## R

Relação Ca:Mg 2

Resistência mecânica 186, 195

Retenção 29, 71, 77, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 162, 214, 215

Revolução verde 42, 43, 66

Rosa do deserto 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 106, 107, 108, 109

## S

*Saccharum officinarum* 110, 111

*Saccharum* spp. 90, 91, 94

Saúde única 70, 78, 80

Sistema agroflorestal 169, 172, 186, 194

Sistema agroindustrial 173, 175, 178, 179, 182, 183

Sistemas orgânicos 186

Sustentabilidade e avanço 22

## T

Tabuleiros costeiros 186, 194

Transgênico 85, 86, 87, 88

## U

Umidade do solo 1, 2, 7, 10, 22, 27, 30, 218

## Z

Zoonose 70, 71, 72, 77, 79

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3

  
Atena  
Editora  
Ano 2023

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3

  
Ano 2023