

# ***Embrapa Agrossilvipastoril***

*Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agrossilvipastoril  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# ***Embrapa Agrossilvipastoril***

***Primeiras contribuições para o desenvolvimento  
de uma Agropecuária Sustentável***

## ***Editores técnicos***

*Austecínio Lopes de Farias Neto*

*Alexandre Ferreira do Nascimento*

*André Luis Rossoni*

*Ciro Augusto de Souza Magalhães*

*Daniel Rabello Ituassú*

*Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide*

*Fernanda Satie Ikeda*

*Flávio Fernandes Junior*

*Gabriel Rezende Faria*

*Ingo Isernhagen*

*Laurimar Gonçalves Vendrusculo*

*Marina Moura Morales*

*Roberta Aparecida Carnevalli*

**Embrapa**  
**Brasília, DF**  
**2019**

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agrossilvipastoril**

Rodovia MT-222, Km 2,5  
Caixa Postal 343  
78550-970 Sinop, MT  
Fone: (66) 3211-4220  
Fax: (66) 3211-4221  
www.embrapa.br/  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Flávio Fernandes Júnior*

Secretária-Executiva  
*Fernanda Satie Ikeda*

Membros  
*Aisten Baldan, Alexandre Ferreira do Nascimento, Daniel Rabelo Ituassú, Dulândula Silva Miguel Wruck, Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide, Jorge Lulu, Rodrigo Chelegão, Vanessa Quitete Ribeiro da Silva*

Normalização bibliográfica  
*Aisten Baldan (CRB 1/2757)*

Capa, projeto gráfico e diagramação  
*Renato da Cunha Tardin Costa*

Fotos da capa  
*Gabriel Rezende Faria*

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2019)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agrossilvipastoril

---

Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento  
de uma Agropecuária Sustentável / Austecínio Lopes de Farias Neto... [et al.]. –  
Brasília, DF: Embrapa,  
2019. PDF (825 p.) : il. color.; 21cm

ISBN: 978-85-7035-905-6

1. Agricultura. 2. Agrossilvipastoril. 3. Sistemas Integrados. 4. Agricultura Susten-  
tável. I. Farias Neto, Austecínio Lopes de. II. Nascimento, Alexandre Ferreira do.  
III. Rossoni, André Luis. IV. Magalhães, Ciro Augusto de Souza. V. Ituassú, Daniel  
Rabello. VI. Hoogerheide, Eulalia Soler Sobreira. VII. Ikeda, Fernanda Satie. VIII.  
Fernandes Junior, Flávio. IX. Faria, Gabriel Rezende. X. Isernhagen, Ingo. XI.  
Vendrusculo, Laurimar Gonçalves. XII. Morales, Marina Moura. XIII. Carnevalli,  
Roberta Aparecida. XIV. Embrapa Agrossilvipastoril. XV. Título. XVI. Série.

CDD 630

---

*Aisten Baldan (CRB 1/2757)*

© Embrapa, 2019

## **Autores**

### **Adailthon Jourdan Rodrigues Silva**

Estudante de engenharia florestal, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

### **Adalgisa Thayne Munhoz Paker**

Engenheira agrônoma, doutora em Fitopatologia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

### **Adelmo Resende da Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Santo Antônio de Goiás, GO

### **Ademir Henning**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomy Seed Technology and Pathology, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

### **Adilson Pacheco de Souza**

Engenheiro agrícola, doutor em Irrigação e Drenagem, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

### **Admar Junior Coletti**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

### **Adriano Pereira de Castro**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO

### **Afonso Aurélio de Carvalho Peres**

Zootecnista, doutor em Ciência Animal, professor da Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ

### **Aisten Baldan**

Bibliotecário, especialista em Arquitetura da Informação, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

### **Aisy Botega Baldoni Tardin**

Engenheira agrônoma, doutora em Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

### **Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Algodão, Goiânia, GO

### **Alexandre Ferreira da Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

### **Alexandre Ferreira do Nascimento**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

### **Aline Deon**

Estudante de agronomia, bolsista de iniciação científica CNPq da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Almir Martins Bitencourt**

Administrador, especialista em Recursos Humanos, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Alvadi Antonio Balbinot Junior**

Engenheiro agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Ana Aparecida Bandini Rossi**

Bióloga, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, professora da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

**Ana Cristina dos Santos**

Jornalista e administradora, especialista em Gestão da Comunicação, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF

**Ana Luiza Dias Coelho Borin**

Engenheira agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Algodão, Goiânia, GO

**Ana Paula Moura da Silva**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia / Fitotecnia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Ana Paula Silva Ton**

Zootecnista, doutora em Zootecnia, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Anderson Ferreira**

Biólogo, doutor em Genética, chefe de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Anderson Lange**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**André Luis Rossoni**

Contador, mestre em Produção e Gestão Agroindustrial, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**André Luiz da Silva**

Engenheiro agrícola e ambiental, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Andréia Cristina Tavares de Mello**

Engenheira agrônoma, mestre em Zootecnia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Andressa Alves Botin**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

**Anizia Fátima Francisco Betti**

Ensino médio, assistente da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Antenor Francisco de Oliveira Neto**

Advogado, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Antonio de Arruda de Tsukamoto Filho**

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Antonio Marcos dos Santos**

Administrador de empresas, especialista em Licitações e Contratos, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Artur Kanadani Campos**

Médico veterinário, doutor em Parasitologia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Auana Vicente Tiago**

Bióloga, mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, doutoranda na Rede Bionorte, Alta Floresta, MT

**Austeclinio Lopes de Farias Neto**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, chefe-geral da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Bruce Raphael Alves Rodrigues**

Engenheiro agrônomo, mestrando da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Bruno Carneiro e Pedreira**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Bruno Gomes de Castro**

Médico veterinário, doutor em Ciências Veterinárias, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT.

**Bruno Rafael da Silva**

Químico, mestre em Química Analítica, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Camila Eckstein**

Médica veterinária, mestre em Zootecnia, doutoranda da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

**Carlos Alberto Arrabal Arias**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Carlos Cesar Breda**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Carlos Vinício Vieira**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Carmen Wobeto**

Química, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Carolina Braga Brandani**

Engenheira florestal, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pós-doutoranda pela University of Florida, Ona, EUA

**Carolina Della Giustina**

Engenheira agrônoma, mestre em Zootecnia, doutoranda na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

**Ciro Augusto de Souza Magalhães**

Engenheiro agrícola, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Claudia Maria Branco de Freitas Maia**

Engenheira agrônoma, doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

**Cledir Marcio Schuck**

Tecnólogo em Agronegócio, técnico da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Cleso Antônio Patto Pacheco**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

**Cornélio Alberto Zolin**

Engenheiro agrícola, doutor em Ciências / Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Dagma Dionísia da Silva**

Engenheira agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, MG

**Dalton Henrique Pereira**

Zootecnista, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Daniel Rabello Ituassú**

Engenheiro de pesca, mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Daniela dos Reis Krambeck**

Médica veterinária, mestre em Zootecnia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Danieli Lazarini de Barros**

Engenheira agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola, professora do Instituto Federal de Roraima, Boa Vista, RR

**Danielle Viveiros Guedes**

Psicóloga, mestre em Psicologia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Dante Cesar Bassos**

Engenheiro agrônomo, gerente da Vitale Alimentos, Sinop, MT

**Darci Carlos Fornari**

Zootecnista, doutor em Produção Animal, diretor técnico da Aquamat, Cuiabá, MT

**Débora Diel**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Diego Barbosa Alves Antonio**

Engenheiro florestal, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Diego Batista Xavier**

Médico veterinário, doutor em Ciências Animais, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Diego Camargo**

Estudante de engenharia florestal, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Douglas dos Santos Pina**

Zootecnista, doutor em Nutrição e Produção de Ruminantes, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Dulândula Silva Miguel Wruck**

Engenheira agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Edison Dausacker Bidone**

Geólogo, doutor em Geociências, professor da Universidade Federal Fluminense, Niteroi, RJ

**Edison Ulisses Ramos Junior**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Sinop, MT

**Edson Lazarini**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP

**Eduardo da Silva Matos**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Naturais, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF

**Eduardo Delgado Assad**

Engenheiro-agrícola, doutor em Hidrologia e matemática, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

**Eduardo Ferreira Faria**

Médico veterinário, mestre em Zootecnia, médico veterinário do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Eduardo Reckers Segatto**

Estudante de engenharia agrícola, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Eduardo Augusto Girardi**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

**Eliane Cristina Moreno de Pedri**

Bióloga, mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, professora da Secretaria de Educação de Mato Grosso, Alta Floresta, MT



**Eliane de Souza Lima**

Licenciada em Letras, especialista em Gestão de Recursos Humanos, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Elisa dos Santos Cardoso**

Bióloga, mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, professora da Secretaria de Educação de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

**Elizabeth Ann Veasey**

Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, professora da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

**Enaile Sindeaux**

Médica veterinária, mestranda da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Eric Wendell Triplett**

Biólogo, doutor em Agronomia, professor da University of Florida, Gainesville, EUA

**Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide**

Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fabiana Abreu de Rezende**

Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fabiane Trevisan Campelo**

Bióloga, mestre em Ciências Ambientais, professora do Colégio Regina Pacis, Sinop, MT

**Fabiano Alvim Barbosa**

Médico veterinário, doutor em Ciência Animal, product developer beef da De Heus Animal Nutrition, Rio Claro, SP

**Fábio Meurer**

Zootecnista, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul, PR

**Fábio Peixoto Silva**

Engenheiro químico, mestre em Engenharia Química, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fátima Teresinha Rampelotti Ferreira**

Bióloga, doutora em Ciências, bolsista PNPd/Capes da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Felipe Nascimento de Souza Leão**

Engenheiro eletricista, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fernanda Laís Matiussi Paixão**

Estudante de engenharia florestal, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fernanda Satie Ikeda**

Engenheira agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Fernanda Schmitt Gregolin**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, professora da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Sinop, MT

**Fernando Lamon**

Engenheiro agrônomo, projetista da Vitale Alimentos, Sinop, MT

**Fernando Mendes Botelho**

Engenheiro agrícola e ambiental, doutor em Engenharia Agrícola e Ambiental, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Fernando Mendes Lamas**

Engenheiro agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

**Fernando Saragosa Rossi**

Bacharel em ciência da computação, mestrando da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

**Filipe Lage Bicalho**

Zootecnista, mestrando da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

**Flávio Breseghello**

Engenheiro agrônomo, PhD em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO

**Flávio Dessaune Tardin**

Engenheiro agrônomo, doutor em Produção Vegetal / Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sinop, MT

**Flávio Fernandes Junior**

Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, chefe de transferência de tecnologia da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Flávio Jesus Wruck**

Engenheiro agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Francielly Lopes**

Médica veterinária, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Francisco Rodrigues Freire Filho**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

**Frederico Terra de Almeida**

Engenheiro civil, doutor em Produção Vegetal, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Gabriel Rezende Faria**

Jornalista e relações públicas, especialista em Jornalismo Empresarial e Assessoria de Imprensa, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Géssica de Carvalho**

Engenheira florestal, mestre em Agronomia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Gheorges Willians Rotta**

Engenheiro florestal, gerente de sustentabilidade da Fiagril, Lucas do Rio Verde, MT

**Gilmar Nunes Torres**

Engenheiro agrônomo, mestre em Agricultura Tropical, doutorando da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Gisele Soares Dias Duarte**

Bióloga, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Givanildo Roncatto**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Guilherme Ferreira Pena**

Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

**Guilherme Kangussú Donagemma**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Helio Tonini**

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS

**Henrique Debiasi**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Hugo Leonardo dos Santos Ponce**

Médico veterinário, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Ingo Isernhagen**

Biólogo, doutor em Conservação de Ecossistemas Florestais, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Isabela Volpi Furtini**

Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Sinop, MT

**Jacqueline Jesus Nogueira da Silva**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda na Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

**Janaina de Nadai Corassa**

Engenheira florestal, doutora em Entomologia, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Janaína Deane de Abreu Sá Diniz**

Engenheira de alimentos, doutora em Desenvolvimento Sustentável, professora da Universidade de Brasília, Planaltina, DF

**Janaina Paulino**

Engenheira agrícola, doutora em Ciências / Irrigação e Drenagem, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Janaine Souza Saraiva**

Engenheira agrônoma, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

**Janderson Ananias de Oliveira**

Médico veterinário, responsável técnico da Frigobom, Sinop, MT

**Jane Rodrigues de Assis Machado**

Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Bioquímica, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, RS

**Jaqueline Bento Farias**

Estudante de engenharia florestal, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Jean-Paul Laclau**

Engenheiro florestal, doutor em Agronomia, pesquisador do Cirad, Montpellier, FRA

**Jean-Pierre Daniel Boillet**

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador do Cirad, Montpellier, FRA

**Jefferson L. Banderó**

Engenheiro agrônomo, fiscal de defesa agropecuária do Indea-MT, Sinop, MT

**Jessica Lima Viana**

Engenheira agrícola, mestre em Agronomia, doutoranda na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

**Joana Ribeiro de Souza**

Advogada, técnica da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**João Benedito Pereira Leite Sobrinho**

Engenheiro agrônomo, mestre em Agricultura Tropical, analista da Seplan-MT, Cuiabá, MT

**João Carlos Magalhães**

Químico, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**João Flávio Veloso Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitopatologia, chefe-geral da Embrapa Alimentos e Território, Maceió, AL

**João Herbert Moreira Viana**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**João Luiz Palma Meneguci**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Jorge Daniel Caballero Mascheroni**

Engenheiro agrônomo, especialista em Didactica Universitaria, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Jorge Lulu**

Engenheiro agrícola, doutor em Física do Ambiente Agrícola, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**José Ângelo Nogueira de Menezes Júnior**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Sinop, MT

**José Eloir Denardin**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, MT

**José Leonardo de Moraes Gonçalves**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

**José Salvador Simoneti Foloni**

Engenheiro agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Joyce Mendes Andrade Pinto**

Bióloga, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Júlia Graziela da Silveira**

Engenheira florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, doutoranda da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Juliana Rodrigues Larrosa Oler**

Ecóloga, doutora em Ciências Biológicas / Biologia Vegetal, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Julianna Fernandes Marocco**

Engenheira florestal, mestre em Ciências de Florestas Tropicais, Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial B do CNPq, Brasília, DF

**Julio César dos Reis**

Economista, mestre em Economia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Julio Cesar Santin**

Engenheiro agrônomo, mestre em Agronomia, servidor público da Prefeitura Municipal de Guarantã do Norte, Guarantã do Norte, MT

**Julio Cezar Franchini dos Santos**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Kaesel Jackson Damasceno e Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

**Katia Emídio da Silva**

Engenheira florestal, doutora em Ciências Florestais, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

**Kaynara Fabíola Lima Kawasaki**

Engenheira agrônoma, doutora em Agricultura Tropical, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Kellen Banhos do Carmo**

Bióloga, doutora em Agricultura Tropical, professora da Palm Beach State College, Lake Worth, EUA

**Kevilin Zamban**

Zootecnista, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Kleber Morales de Lima**

Administrador de empresas, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Laurimar Gonçalves Vendrusculo**

Engenheira eletricista, PhD em Agricultural and Biosystems Engineering, pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

**Lauro José Moreira Guimarães**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Leandro Grassi de Freitas**

Engenheiro agrônomo, PhD em Plant Pathology, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

**Leonícia Goulart de Oliveira Silva**

Bióloga, especialista em Metodologia de Biologia e Química, professora da Escola Estadual São Vicente de Paula, Sinop, MT

**Letícia Helena Campos de Souza**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda da Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT

**Lineu Alberto Domit**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos, chefe de transferência de tecnologia da Embrapa Alimentos e Territórios, Maceió, AL

**Lucas Ferraz de Queiroz**

Engenheiro agrônomo, mestre em Agronomia, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Lucia Helena de Oliveira Wadt**

Engenheira florestal, doutora em Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

**Luciana Vieira Mattos**

Química, doutora em Ciências, professora da Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, MT

**Luciano Bastos Lopes**

Médico veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Luciano Shozo Shiratsuchi**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Louisiana State University, Baton Rouge, EUA

**Luiz Carlos do Nascimento**

Contador, analista da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

**Luiz Gonzaga Chitarra**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Algodão, Sinop, MT

**Manuel Pedro Figueiró d'Ornellas**

Médico veterinário, mestre em Zootecnia, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Marcela C. G. da Conceição**

Bióloga, doutora em Geociências, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Marcelo Fernandes de Oliveira**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

**Marcelo Moura Franco**

Historiador, assistente da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Marcelo Ribeiro Romano**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

**Marco Antônio Aparecido Barelli**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT

**Marco Polo Veiga**

Tecnólogo em TI, especialista em Governança em TI e Segurança da Informação, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Mariana Cristina Nascimento**

Estudante de administração, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Mariana Yumi Takahashi Kamoi**

Médica veterinária, consultora da Associação Rede ILPF, Sinop, MT

**Marina Moura Morales**

Química, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Sinop, MT

**Marliton Rocha Barreto**

Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Maurel Behling**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Maurício Rizatto Coelho**

Engenheiro agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Maurisrael de Moura Rocha**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

**Mayra de Alencar Araujo Costa**

Engenheira agrônoma, mestre em Agronomia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Milene Bongiovani**

Engenheira química, doutora em Engenharia Química, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Miqueias Michetti**

Zootecnista, consultor do Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária, Sinop, MT

**Mirelly Mioranza**

Engenheira agrônoma, mestre em Ciências Agrárias, doutoranda da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

**Murilo Campos Pereira**

Engenheiro florestal, mestre em Agronomia, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Naira Rigo Nunes**

Estudante de agronomia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Odair José Fernandes**

Administrador de empresas, especialista em Gestão Pública, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Orlando Lúcio de Oliveira Júnior**

Administrador de empresas, mestre em Agronegócio, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Oscar Mitsuo Yamashita**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agricultura Tropical, professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

**Oscarlina Lúcia dos Santos Weber**

Engenheira agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

**Ozeni Souza de Oliveira**

Bióloga, mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Paula Regina Aliberti**

Estudante de engenharia florestal, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Paula Sueli de Andrade Moreira**

Zootecnista, doutora em Ciências Biológicas, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT



**Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Paulo Oliveira Veloso**

Engenheiro agrônomo, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Pedro Luiz von der Osten**

Administrador de empresas e analista de sistemas, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rafael Augusto da Costa Parrella**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

**Rafael dos Santos**

Médico veterinário, mestre em Zootecnia, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rafael Major Pitta**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rafael Romero Nicolino**

Médico veterinário, doutor em Ciência Animal, professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Unaí, MG

**Rafaella Teles Arantes Felipe**

Bióloga, doutora em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Raiane Gosenheimer Peruffo**

Médica veterinária, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Raphael Amazonas Mandarino**

Engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia, professor da União Pioneira de Integração Social, Brasília, DF

**Raphael Isernhagen Hydalgo**

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Ambientais, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Raul Rodrigues Coutinho**

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitopatologia, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Reinaldo Monteiro**

Biólogo, doutor em Plant Biology, professor aposentado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP

**Renato Campello Cordeiro**

Biólogo, doutor em Geociências, professor da Universidade Federal Fluminense, Niteroi, RJ

**Renato Cristiano Torres**

Engenheiro de software, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa, DF

**Renato da Cunha Tardin Costa**

Desenhista industrial, mestre em Design, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues**

Biólogo, doutor em Geociências, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Riene Filgueiras de Oliveira**

Engenheira agrícola e ambiental, mestranda em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

**Roberta Aparecida Carnevalli**

Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Roberto dos Santos Trindade**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete lagoas, MG

**Rodrigo Chelegão**

Químico, doutor em Ciências & Tecnologia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rodrigo Luis Brogin**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Vilhena, RO

**Rodrigo Mora de Lara**

Estudante de engenharia agrícola e ambiental, colaborador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rogério de Campos Bicudo**

Químico, doutor em Química Analítica, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Rogério Oliveira Rodrigues**

Engenheiro agrônomo, professor da União Pioneira de Integração Social, Brasília, DF

**Ronaldo Henrique de Abreu**

Administrador de empresas, técnico da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Sandra Maria Morais Rodrigues**

Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Algodão, Sinop, MT

**Sandra Milena Vélez Echeverr**

Gestora do meio ambiente, mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, doutoranda na Universidade de Brasília, Brasília, DF

**Sebastião Barreiros Calderano**

Geólogo, mestre em Geologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Sérgio Adriano dos Santos**

Contador e advogado, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Sidnei Douglas Cavalieri**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão, Sinop, MT

**Sila Carneiro da Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, professor da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

**Silvia de Carvalho Campos Botelho**

Engenheira agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT.

**Silvio Tulio Spera**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Soraia Andressa Dall'Agnol Marques**

Zootecnista, mestre em Zootecnia, doutoranda da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS

**Steben Crestani**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC

**Suellen Chiquito Matiero**

Bióloga, mestre em Agronomia, colaboradora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Suellen Karina Albertoni Barros**

Mestre em Ciências Ambientais

**Suzinei Silva Oliveira**

Engenheira agrônoma, mestre em Agricultura Tropical, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Tárcio Rocha Lopes**

Engenheiro agrícola, mestre em Agronomia, doutorando da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

**Thiago Henrique Casaroto**

Administrador de empresas, assistente da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Vagner de Carvalho Daniel**

Estudante de agronomia, bolsista de Iniciação Científica CNPq da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

**Valéria de Oliveira Faleiro**

Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Valéria Spyridion Moustacas**

Médica veterinária, doutora em Ciência Animal, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Vanderley Porfírio-da-Silva**

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

**Vando Telles de Oliveira**

Administrador de empresas, coordenador do Instituto Centro de Vida, Alta Floresta, MT

**Vanessa Quitete Ribeiro da Silva**

Engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos**

Engenheiro florestal, mestre em Ciências de Florestas Tropicais, doutorando do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, AM

**Waldemar Stival**

Tecnólogo em Logística e pedagogo, especialista em Administração e Logística, técnico da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

**Walter dos Santos Soares Filho**

Engenheiro agrônomo, doutor em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

**Walter Fernandes Meirelles**

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Londrina, PR

**Wyllian Winckler Sartori**

Químico, mestrando da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE

## Apresentação

A Embrapa Agrossilvipastoril, fundada em 7 de maio de 2009, tem como conceito principal a atuação de forma integrada. Estabelecida no norte do estado de Mato Grosso, município de Sinop, está situada na região de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, com desafios complexos e motivadores. Com a missão de atender as demandas de um estado protagonista da agricultura brasileira, desenvolve trabalhos diversificados, em cooperação com inúmeras instituições públicas e privadas – conforme apresentado na Figura 1 e Tabela 1 – e com a importante participação de diferentes Unidades da Embrapa, por meio de seus empregados lotados em Sinop.



**Figura 1.** Atuação cooperativa da Embrapa Agrossilvipastoril em Mato Grosso (2016-2018).

**Tabela 1.** Municípios com atuação cooperativa da Embrapa Agrossilvipastoril em Mato Grosso (2016-2018) por tema de atuação.

| <b>Tema</b>              | <b>Municípios</b>  |
|--------------------------|--|
| Agricultura de Precisão  | Ipiranga do Norte, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Porto dos Gaúchos, Sorriso  |
| Avaliação Econômica ILPF | Alta Floresta, Barra do Garças, Brasnorte, Itiquira, Nova Canaã do Norte, Nova Guarita, Paranaita, Querência, Santa Carmem, Sinop                              |
| Biochar                  | Terra Nova do Norte  |
| Bovinocultura de Leite   | Água Boa, Alta Floresta, Alto Paraguai, Araputanga, Brasnorte, Cáceres, Campinápolis, Comodoro, Dom Aquino, Poconé, São Félix do Araguaia, Terra Nova do Norte |

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

| <b>Tema</b>                      | <b>Municípios</b>   |
|----------------------------------|---|
| Capim elefante                   | Lucas do Rio Verde  |
| Castanha do Brasil               | Cláudia, Itaúba, Santa Carmem   |
| Entomologia                      | Nova Mutum, Tapurah   |
| Feijão-Caupi                     | Primavera do Leste, Nova Ubitatã, Sorriso, Sinop  |
| Fixação Biológica de Nitrogênio  | Brasnorte, Ipiranga do Norte, Nova Ubitatã, Santa Carmem, Sorriso   |
| Fitopatologia                    | Sinop   |
| Floresta                         | Guarantã do Norte   |
| Fruticultura                     | Brasnorte, Cáceres, Guarantã do Norte, Juína, Luciara, Nova Mutum, Poxoréu, Rondonópolis, Santo Antônio do Leverger, São Félix do Araguaia, Sinop, Sorriso, Terra Nova do Norte |
| ILPF                             | Alta Floresta, Barra do Garças, Brasnorte, Cáceres, Guarantã do Norte, Itiquira, Juara, Marcelândia, Nova Canaã do Norte, Querência, Rondonópolis, Santa Carmem                 |
| Mandiocultura                    | Alta Floresta, Acorizal, Brasnorte, Cáceres, Feliz Natal, Sinop, Sorriso  |
| Manejo de plantas daninhas       | Campo Verde, Ipiranga do Norte, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Tapurah  |
| Manejo de solo                   | Ipiranga do Norte   |
| Manejo integrado de pragas (MIP) | Diversos locais do estado   |
| Melhoramento Arroz Terras Altas  | Tangará da Serra, Cáceres, Sinop, União do Sul, Campo Verde, Sorriso  |
| Nematoides                       | Ipiranga do Norte, Sinop  |
| Olericultura                     | Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Sorriso   |
| Recomposição de Reserva Legal    | Campo Novo do Parecis, Canarana, Guarantã do Norte  |
| Silvicultura e Bananicultura     | Sinop   |
| Sistemas de Produção Algodão     | Ipiranga do Norte   |
| Soja                             | Decirolândia, Diamantino, São José do Xingu, Campo Novo do Parecis, Canarana, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tapurah, Sorriso, Sinop   |
| Sorgo Biomassa                   | Cáceres   |
| Sorgo Granífero                  | Tabaporã, Rondonópolis, Cáceres, Sinop  |

A Unidade fundamenta sua atuação em ações participativas em uma construção coletiva, por meio de um conjunto de objetivos e estratégias científicas, organizacionais e institucionais, reunidas no Plano Diretor da Unidade (PDU) elaborado em 2012, com agendas constantemente ajustadas com as novas demandas e caminhos do setor produtivo e políticas públicas brasileiras.

Desde sua criação e chegada de seus empregados a Sinop, de forma mais acentuada entre os anos de 2009 e 2012, a Unidade vem de forma efetiva fortalecendo seus processos e projetos nas áreas de Administração, de Pesquisa e Desenvolvimento, Transferência de Tecnologia e Comunicação, com resultados relevantes para a sociedade brasileira. Tais resultados são claros na melhoria dos diversos processos, tecnologias geradas, publicações e participação da Unidade nos diversos segmentos da agricultura do estado de Mato Grosso.

Assim, com o intuito de apresentar de forma concisa e objetiva as ações da Embrapa Agrossilvipastoril em todos os seus setores entre os anos de 2009 e 2016, a presente publicação está aqui sendo disponibilizada para a sociedade, organizada em seções e em capítulos que descrevem o trabalho realizado pela Unidade.

Agradecimentos a todos os empregados pelo esforço e dedicação à empresa.

*Austecínio Lopes de Farias Neto*  
Chefe Geral da Embrapa Agrossilvipastoril

# Sumário

## Parte 1. Água, Solo e Clima

|   |    |
|---|----|
| Capítulo 1. Experimentos com fertilizantes em Sinop, MT.....  | 29 |
| Capítulo 2. Trabalhos de manejo do solo e da cultura da soja desenvolvidos em Mato Grosso.....  | 33 |
| Capítulo 3. Manejo mecânico e químico de solos em lavouras com sistema plantio direto.....  | 39 |
| Capítulo 4. Produção de grãos e de palhada em diferentes rotações de culturas manejadas com sistema plantio direto.....   | 47 |
| Capítulo 5. Solos de textura leve no Mato Grosso: desafios na agropecuária.....   | 52 |
| Capítulo 6. Indicações de atributos do solo para monitoramento de sistema silvibananeiro.....   | 61 |
| Capítulo 7. Perfis culturais de solo manejado com sistema plantio direto em Unidade de Referência Tecnológica e Econômica, submetidos à cultivos sucessivos de soja, milho e algodão..... | 69 |
| Capítulo 8. Caracterização morfo-pedológica dos solos das áreas de ocorrência da castanheira-do-brasil.....   | 75 |
| Capítulo 9. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e leguminosas no estado de Mato Grosso.....  | 80 |
| Capítulo 10. Boletins agrometeorológicos da Embrapa Agrossilvipastoril: períodos de safra e safrinha em Mato Grosso.....  | 85 |

## Parte 2. Aproveitamento de Resíduos

|  |     |
|--|-----|
| Capítulo 1. Biocarvão: multifuncionalidade no gerenciamento e reutilização de co-produtos agroindustriais.....         | 95  |
| Capítulo 2. Indicadores microbiológicos de solo e as correlações com a aplicação de biocarvão em cultivos de Teca..... | 104 |
| Capítulo 3. Sorgo biomassa e capim elefante com adição de óleos residuais para geração de energia.....                 | 109 |

## Parte 3. Automação

|  |     |
|--|-----|
| Capítulo 1. Laboratório de Geotecnologia Agroambiental - Sigeo.....  | 115 |
| Capítulo 2. Aplicações agrícolas no estado de Mato Grosso utilizando sensoriamento remoto.....                                 | 119 |
| Capítulo 3. Geotecnologias auxiliando a espacialização e individualização de árvores nativas e quantificação de nascentes..... | 124 |
| Capítulo 4. Calibração e validação do modelo de grandes bacias MGB-IPH para a bacia do Alto Teles Pires.....                   | 131 |
| Capítulo 5. Validação dos resultados do zoneamento agrícola de risco climático no estado de Mato Grosso.....                   | 136 |

## Parte 4. Sistemas Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)

|  |     |
|--|-----|
| Capítulo 1. Estabelecimento de Sistemas Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com foco em gado de corte na Embrapa Agrossilvipastoril.....                                      | 145 |
| Capítulo 2. Produtividade agrícola, pecuária e florestal em diferentes sistemas de produção no norte de Mato Grosso.....   | 164 |
| Capítulo 3. Produtividade e características fisiológicas da soja na ILPF.....  | 174 |
| Capítulo 4. Sombreamento de soja e milho em sistemas de produção ILPF no norte de Mato Grosso.....   | 184 |
| Capítulo 5. Efeito do sistema de integração pecuária-floresta na recuperação de larvas infectantes de nematoides tricostrongilídeos de ovinos.....                             | 198 |
| Capítulo 6. Dinâmica ecológica de coleópteros em monocultivo de pastagem e em sistema silvipastoril.....   | 205 |
| Capítulo 7. Contagens de ovos de nematóides gastrintestinais e avaliação de ganho de peso diário em novilhos Nelore em sistema silvipastoril e em monocultivo de pastagem..... | 215 |
| Capítulo 8. Aspectos ecofisiológicos e de crescimento de <i>Eucalyptus urograndis</i> submetido a estresse hídrico com potencial para sistemas agrossilvipastoris.....         | 221 |
| Capítulo 9. Biomassa e qualidade da madeira do eucalipto em monocultivo e sistema silvipastoril.....   | 226 |
| Capítulo 10. Determinação da idade técnica para o primeiro desbaste em plantios de eucalipto em consorciação com soja e milho.....   | 231 |
| Capítulo 11. Microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com foco em gado de corte no norte de Mato Grosso.....   | 237 |
| Capítulo 12. Monitoramento de atributos físicos do solo no experimento ILPF Corte.....   | 242 |
| Capítulo 13. Conservação de água e solo em sistemas integrados de produção.....  | 246 |



|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 14. Estoques de Carbono do Solo Sob Integração Lavoura-Pecuária-Floresta .....   | 253 |
| Capítulo 15. Emissão de gases de efeito estufa do solo de sistemas integrados de produção .....   | 260 |
| Capítulo 16. Microbiologia de solos em sistemas de integrados de produção no ecótono Cerrado Amazônia .....   | 264 |
| Capítulo 17. Distribuição horizontal e vertical de fósforo na ILPF .....  | 269 |
| Capítulo 18. Monitoramento de patógenos nos grãos colhidos no experimento ILPF Corte .....  | 276 |
| Capítulo 19. Biologia e manejo de plantas daninhas em sistemas integrados .....   | 284 |
| Capítulo 20. Dinâmica de insetos em sistemas de produção no norte de Mato Grosso.....   | 289 |
| Capítulo 21. Nematoides como indicadores biológicos em sistemas agrícolas.....  | 294 |
| Capítulo 22. Custo de produção de diferentes configurações em sistemas de integração na região<br>Médio Norte de Mato Grosso .....  | 299 |
| Capítulo 23. Resultados econômicos: Análise dos benefícios econômicos da diversificação<br>da produção em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.....                   | 303 |
| Capítulo 24. Base experimental de sistemas integrados de produção de leite.....   | 311 |
| Capítulo 25. Sistemas Silvopastoris com frutíferas para recria de bezerras leiteiras:<br>implantação e estabelecimento.....   | 316 |
| Capítulo 26. Uso do critério de interceptação de luz para o manejo do pastejo em área<br>de integração lavoura pecuária floresta .....  | 321 |
| Capítulo 27. Microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com foco<br>em gado de leite no norte de Mato Grosso .....  | 327 |
| Capítulo 28. Estoques de Carbono e Nitrogênio do Solo Manejado em Sistemas de Integração .....  | 332 |
| Capítulo 29. Consórcio milho x braquiária em sistemas integrados de produção de leite.....  | 341 |
| Capítulo 30. Avaliação do comportamento animal e do conforto térmico em sistema silvipastoril<br>e em monocultivo de pastagem para novilhas da raça girolanda em Mato Grosso..... | 346 |
| Capítulo 31. Comportamento de Novilhas Leiteiras em Sistemas Integrados de Produção.....  | 351 |
| Capítulo 32. Comportamento ingestivo e valor nutritivo de pastagens no sistema de integração<br>lavoura-pecuária-floresta.....  | 356 |
| Capítulo 33. Viabilidade econômica e financeira da implantação de sistemas integrados de produção de leite.....   | 360 |

## Parte 5. Produção Animal

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Avaliação da adoção de Boas Práticas Agropecuárias e indicadores de sustentabilidade<br>em sistemas de pecuária de corte na Amazônia.....                     | 367 |
| Capítulo 2. Prevalência de anticorpos anti- <i>Leptospira</i> spp. em vacas nos municípios de Nova Guarita<br>e Nova Santa Helena, Mato Grosso.....                       | 371 |
| Capítulo 3. Provas do Antígeno Acidificado Tamponado e de Reação em Cadeia pela Polimerase<br>no diagnóstico da brucelose bovina em animais abatidos em frigorífico ..... | 375 |
| Capítulo 4. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de pintado amazônico .....  | 380 |

## Parte 6. Produção Vegetal

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi.....  | 389 |
| Capítulo 2. Manejo de plantas daninhas resistentes e tolerantes a herbicidas .....  | 394 |
| Capítulo 3. Manejo da resistência de <i>Helicoverpa armigera</i> em sistemas de produção em Mato Grosso .....   | 398 |
| Capítulo 4. Distribuição espacial de mosca-branca ( <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, Hemiptera: Aleyrodidae)<br>em algodoeiro.....  | 402 |
| Capítulo 5. Trabalhos realizados na área de fitopatologia .....   | 406 |
| Capítulo 6. Determinar os melhores fungicidas e/ou programas de fungicidas para o controle<br>da mancha de ramulária ( <i>Ramularia areola</i> ) do algodoeiro no Estado de Mato Grosso ..... | 412 |
| Capítulo 7. Sucessão soja/soja (double crop) sobre a sustentabilidade do sistema de produção .....  | 417 |
| Capítulo 8. Recentes avanços em forragicultura e pastagens na Embrapa Agrossilvipastoril .....  | 421 |
| Capítulo 9. Plantio misto de eucalipto e acácia em área de transição entre os biomas Cerrado<br>e Floresta Amazônica.....   | 427 |
| Capítulo 10. Sistemas agroflorestais produtivos para o norte de Mato Grosso .....   | 436 |
| Capítulo 11. Crescimento de pau-de-balsa sob diferentes níveis de adubação e espaçamento,<br>em Guarantã do Norte, MT.....  | 442 |

|  |     |
|--|-----|
| Capítulo 12. Efeito de porta-enxertos sobre o crescimento de laranja Pera D6, Ponkan e lima ácida Tahiti.....                                | 454 |
| Capítulo 13. Produção de maracujazeiro-amarelo no estado de Mato Grosso.....   | 463 |
| Capítulo 14. Híbridos de tomate para processamento industrial, épocas de plantio e sistemas de irrigação no Médio norte de Mato Grosso ..... | 468 |
| Capítulo 15. Pós-colheita de maracujás no estado de Mato Grosso .....  | 476 |
| Capítulo 16. Pós-colheita de tomates no estado de Mato Grosso .....  | 481 |
| Capítulo 17. Manejo e pós-colheita da castanha-do-brasil .....   | 485 |
| Capítulo 18. Divulgação de boas práticas de manejo e coleta da castanha-do-brasil para coletores de Itaúba, MT ....                          | 490 |
| Capítulo 19. Taxa fotossintética e produção da palma de óleo para fins energéticos sob regime de irrigação no ecótono Cerrado-Amazônia.....  | 494 |

## Parte 7. Recomposição Florestal

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Concepção, implantação e manutenção de experimentos de recomposição de Reserva Legal no Mato Grosso.....                                    | 501 |
| Capítulo 2. Monitoramentos iniciais da estrutura e dinâmica da vegetação em experimentos de recomposição de Reserva Legal no estado de Mato Grosso..... | 515 |
| Capítulo 3. Caracterização física do solo e monitoramento periódico da umidade do solo na recomposição de Reserva Legal.....                            | 528 |
| Capítulo 4. Estoques de carbono do solo em sistemas de recomposição florestal na região de transição Amazônia/Cerrado .....                             | 533 |
| Capítulo 5. Microbiologia de solos em modelos de restauração ecológica: biodiversidade e potencial biotecnológico .....                                 | 539 |
| Capítulo 6. Microclima em modelos de recomposição de Reserva Legal no norte de Mato Grosso.....   | 543 |
| Capítulo 7. Emissão de gases do efeito estufa do solo em sistemas de recomposição de Reserva Legal na transição Cerrado/Amazônia mato-grossense.....    | 547 |

## Parte 8. Recursos genéticos e melhoramento vegetal

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Conservação de etnovarietades de mandioca e dinâmica socioeconômica de pequenos agricultores da Baixada Cuiabana, Mato Grosso .....   | 553 |
| Capítulo 2. Contribuições da Etnobotânica e Genética de Populações para estratégias de conservação da diversidade de variedades locais de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz.) cultivada por agricultores da Baixada Cuiabana, MT ..... | 558 |
| Capítulo 3. O uso da mandioca e caracterização do sistema de produção da farinha na Baixada Cuiabana, Mato Grosso.....  | 564 |
| Capítulo 4. Etnovarietades de mandioca cultivadas em Alta floresta, Mato Grosso: estudo de caso da Comunidade Vila Rural .....  | 568 |
| Capítulo 5. Características culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita.....  | 574 |
| Capítulo 6. Caracterização edafoclimática na região de ocorrência natural da castanha-do-brasil em Mato Grosso .....  | 579 |
| Capítulo 7. Regeneração natural da castanha-do-brasil em floresta sujeita ao extrativismo .....   | 584 |
| Capítulo 8. Estrutura e produção de frutos de castanha-do-brasil em floresta nativa .....   | 589 |
| Capítulo 9. Pré-melhoramento da castanha-do-brasil no Mato Grosso: diversidade genética, sistema de cruzamento e fluxo gênico .....   | 595 |
| Capítulo 10. Pré-melhoramento da castanha-do-brasil no Mato Grosso: propagação vegetativa e jardim clonal.....  | 601 |
| Capítulo 11. O papel das associações e cooperativas na estruturação da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no estado do Mato Grosso.....   | 606 |
| Capítulo 12. Melhoramento de arroz de terras altas em Mato Grosso.....  | 609 |
| Capítulo 13. Atividades do programa de melhoramento genético da soja desenvolvidas em Mato Grosso, de 2012 a 2017 .....   | 619 |
| Capítulo 14. Melhoramento Genético de Milho .....   | 624 |
| Capítulo 15. A cultura do feijão-caupi em Mato Grosso .....   | 628 |
| Capítulo 16. Feijão-mungo como perspectiva para a safrinha em Mato Grosso .....   | 635 |

## **Parte 9. Transferência de Tecnologia**

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Ações de transferência de tecnologia da Embrapa Agrossilvipastoril de 2009 a 2017.....  | 643 |
| Capítulo 2. Transferência de tecnologia em pecuária leiteira.....   | 646 |
| Capítulo 3. Capacitação Continuada em Mandiocultura e Fruticultura no Mato Grosso .....   | 651 |
| Capítulo 4. Transferência de tecnologias e intercâmbio de conhecimentos em sistemas<br>agroflorestais em Mato Grosso .....                | 658 |
| Capítulo 5. Transferência de tecnologia em olericultura .....   | 668 |
| Capítulo 6. Transferência de tecnologia em piscicultura em Mato Grosso .....  | 673 |
| Capítulo 7. Capacitação continuada de técnicos da cadeia produtiva da apicultura .....  | 680 |
| Capítulo 8. Transferência de Tecnologias para a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.....   | 686 |
| Capítulo 9. Resultados econômicos: URTEs .....  | 698 |
| Capítulo 10. Ações e estratégias de transferência de tecnologia em regularização<br>ambiental de propriedades rurais no Mato Grosso ..... | 704 |
| Capítulo 11. Uso de Unidades de referência tecnológicas em MIP soja como forma<br>de transferência de tecnologia em Mato Grosso.....      | 710 |
| Capítulo 12. A Rotação de Culturas no SPD Pode Ser Garantia de Maior Lucratividade.....   | 714 |

## **Parte 10. Comunicação Organizacional**

|  |     |
|--|-----|
| Capítulo 1. Comunicação para o público externo: informação e eventos .....                         | 723 |
| Capítulo 2. Sítio Tecnológico: espaço de prática e informação virtual .....                        | 728 |
| Capítulo 3. Comunicação interna como estratégia para estimular o sentimento de pertencimento ..... | 733 |
| Capítulo 4. Biblioteca e a Gestão da informação técnico-científica .....                           | 739 |

## **Parte 11. Área de Gestão e Suporte às Atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Transferência de Tecnologias**

|   |     |
|---|-----|
| Capítulo 1. Administração na Embrapa Agrossilvipastoril .....   | 745 |
| Capítulo 2. Gestão de orçamento e finanças na Embrapa Agrossilvipastoril.....   | 751 |
| Capítulo 3. Os desafios e a evolução dos processos de Patrimônio e Suprimentos<br>no período de 2010 a 2016 na Embrapa Agrossilvipastoril ..... | 763 |
| Capítulo 4. Gestão de Pessoas na Embrapa Agrossilvipastoril .....   | 771 |
| Capítulo 5. Infraestrutura e Logística na Embrapa Agrossilvipastoril .....  | 788 |
| Capítulo 6. Criação e evolução da Tecnologia da Informação na Embrapa Agrossilvipastoril.....   | 796 |
| Capítulo 7. Gestão de Campos Experimentais .....  | 800 |
| Capítulo 8. Setor de Gestão de Laboratórios (SGL) .....   | 809 |

#### Parte 4

### Sistemas Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica.

Os estudos destes sistemas foram iniciados na Embrapa desde 1980, com ações na Embrapa Gado de Corte, Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, sendo atualmente tema de estudos em mais de uma dezena de unidades da Embrapa em diferentes regiões. A Embrapa Agrossilvipastoril (CPAMT) tem no tema ILPF uma forte agenda de trabalhos com pesquisadores atuando de forma interdisciplinar e multi-institucional, com inúmeras parcerias consolidadas. Estão estabelecidos no CPAMT dois grandes ensaios de ILPF, além de 12 unidades de referência tecnológicas (URT) em Mato Grosso.

Entretanto, a despeito do volume de conhecimentos e tecnologias já validados e prontos para serem incorporados ao sistema produtivo, é fundamental o avanço no conhecimento científico destes sistemas, especialmente por sua complexidade, diversidade e sinergia entre os componentes.

Nesta seção são apresentadas as contribuições do CPAMT com resultados de pesquisas desenvolvidas nos experimentos denominados ILPF Corte e Leite, implantados em 2011, e que conta com a contribuição de mais de 40 pesquisadores, além de inúmeros colaboradores, nas mais diversas áreas de conhecimento. São resultados importantes para ajudar a entender como a interação entre componentes de produção (agrícola, pecuário e florestal) afeta indicadores de qualidade do solo e água, microclima, rendimento de grãos, questões fitossanitárias, qualidade da madeira, dinâmica de insetos, sanidade animal e vegetal e custo de produção dos diferentes sistemas em avaliação.

Ressalta-se que, por estes experimentos terem a característica de longo prazo, alguns resultados são parciais e terão seus estudos continuados. Porém, diante dos resultados apresentados já é possível indicar alguns sistemas para a produção de grãos, pecuária e madeira, em uma mesma área, com resultados importantes nos aspectos de melhoria de atributos de solo, redução de emissões de gases de efeito estufa e viabilidade econômica, aspectos fundamentais da intensificação sustentável.

## Capítulo 6

# Dinâmica ecológica de coleópteros em monocultivo de pastagem e em sistema silvipastoril

*Luciano Bastos Lopes, Rafael Major Pitta, Bruno Carneiro e Pedreira, Camila Eckstein, Enaile Sindeaux, Raiane Gosenheimer Peruffo*

## Introdução

O agronegócio brasileiro tem sido o principal responsável por sustentar a balança comercial nas últimas décadas. Entre todas as cadeias, a atividade pecuária deve ser destacada devido ao seu potencial para produzir carne bovina proveniente de animais criados em pastagens sem uma dependência maciça de suplementos de grãos e/ou aditivos. Embora existam alguns benefícios do modelo brasileiro, a produtividade invariavelmente está abaixo das expectativas em muitas fazendas, principalmente devido à disponibilidade de pastagens degradadas e baixa adoção de tecnologia. Além disso, o gado alimentado com capim no Brasil normalmente vive toda a sua vida em pastagens com baixa ou mínima diversidade de plantas, sem sombreamento e sob condições tropicais. Os sistemas silvipastoris têm potencial para mitigar efeitos climáticos como o estresse por calor (Baliscei et al., 2012; Galindo et al., 2013), reduzindo as perdas relacionadas ao baixo consumo de matéria seca (Wheelock et al., 2010), falhas na reprodução (Walsh et al., 2011) e saúde animal (Peli et al., 2013). No entanto, o sombreamento potencialmente pode piorar o parasitismo nos rebanhos criados nestes sistemas conforme descrito por Faria et al. (2016). Por outro lado, alguns estudos mostraram que os sistemas silvipastoris poderiam influenciar a ecologia da macrofauna edáfica, elevando as chances de controle biológico contra parasitas de bovinos (Soca et al., 2002; Auad et al., 2011). De acordo com Giraldo et al. (2011), as árvores fornecem um habitat adequado para escaravelhos e outros decompostos de esterco bovino, e algumas espécies atuam como predadores de parasitos que afetam negativamente o gado. O objetivo do presente estudo foi avaliar a riqueza, a abundância, a diversidade e a frequência de espécies de coleópteros em pastagem aberta e sistema silvipastoril estabelecido com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu consorciado com árvores de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, H13 clone). Além disso, em ambos os sistemas, o estudo avaliou também a decomposição de bolos fecais, as condições microclimáticas e a taxa de lotação de novilhos Nelore.

## Desenvolvimento

O estudo foi realizado nas instalações da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, Brasil (11°51 'S, 55°35' W, elevação de 370 m). O clima foi classificado de acordo com os critérios de Köppen, como o clima da monção Am, que alterna entre uma estação chuvosa e seca (Alvarez et al., 2013). A temperatura média anual é de 25,5 °C, com temperaturas médias mínimas de 20,2 °C e máximas de 33,0 °C. A umidade relativa média anual do ar é de 70%, com precipitação anual de 2.250 mm (Embrapa, 2017). Os animais foram submetidos a pastejo contínuo variando a taxa de lotação de acordo com a necessidade, mantendo a altura do dossel em 30 cm, assumindo uma variação de até 15%. Em dezembro de 2015 e novembro de 2016, foram aplicados 50 kg N ha<sup>-1</sup>, 50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e 40 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> sob a forma de ureia, cloreto de potássio e superfosfato, respectivamente, em todas as pastagens em avaliação. Foram utilizados dois tratamentos para realizar o estudo envolvendo a ecologia da macrofauna: a) gado em pastagem em monocultivo (PM), com estabelecimento de *B. brizantha*; b) sistema silvipastoril (SSP), com eucaliptos dispostos em três fileiras (direção leste-oeste) espaçados a 30 metros de distância, compondo a pastagem com *B. brizantha*. Foi adotado um espaçamento de 3 m x 3 m entre linhas e plantas, totalizando 270 árvores por hectare. Cinco data-loggers (Hobo® pro-v2 | Onset) foram distribuídos em transectos para avaliar o microambiente; sendo responsáveis pela coleta de dados de temperatura e umidade no SSP. O rebanho experimental incluiu 24 novilhos Nelore (*Bos indicus*), cada tratamento foi composto por 12 animais traçadores, ou seja, animais fixos nos sistemas e utilizados para coleta de dados. Os animais foram pesados a cada 28 dias, após 16 horas de jejum de sólidos e líquidos. A taxa de lotação foi calculada dividindo-se o peso vivo (PV) dos animais (traçadores e reguladores) pelo número de dias que permaneceu em cada unidade experimental (Petersen; Lucas Junior, 1968). Vinte e cinco bolos fecais de 1 kg cada foram distribuídas no meio do tratamento PM. Para o tratamento SSP, duas linhas de 25 bolos também com 1 kg foram colocadas em transecto, 25 delas em paralelo à linha de eucalipto a 15 metros de distância e outras 25 dispostas da mesma maneira a 7,5 metros de distância. A avaliação foi realizada com base em um índice de degradação, variando de 0 a 4, classificando cinco bolos fecais por dia, a cada 4 dias, totalizando 20 dias de avaliação em maio e novembro de 2016. As amostragens quinzenais foram realizadas de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 para medir a abundância, frequência e riqueza de besouros em ambos os tratamentos (PM e SSP). As amostragens foram realizadas de acordo com a metodologia de Campiglia (2002), adaptada conforme Figura 1. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com quatro repetições de dois hectares cada.



**Figura 1.** Armadilha do tipo *Pitfall*.

Foto: Luciano Bastos Lopes.

As armadilhas foram alocadas usando-se fezes frescas de gado como iscas em um período de 24 horas. Em cada tratamento havia quatro repetições, sendo estabelecido um transecto contendo cinco armadilhas em cada um, com 7,5 m entre armadilhas adjacentes, sendo uma no centro do renque, duas no Norte e duas no lado Sul. Não foi possível classificar as espécies 47 a 53, porém elas foram incluídas nas análises. A diversidade de espécies foi calculada utilizando dois índices de diversidade de espécies: riqueza de espécies ( $S$  = número de espécies presentes) e índice Shannon (Shannon; Weaver, 1963). Diversidade, abundância e frequência foram comparadas entre os sistemas PM e SSP, bem como a distância das armadilhas no SSP. As análises de correlação entre a umidade em cada distância no sistema silvipastoril foram contrastadas com a abundância de besouros. Complementarmente, usamos a abundância de todas as espécies capturadas no sistema silvipastoril para construir um dendograma usando a medida de distância euclidiana e o Método do Grupo de Pares com o auxílio do programa estatístico R (R core Team, 2016). Para as variáveis relacionadas aos animais, em cada repetição foram mantidos pelo menos três animais distribuídos aleatoriamente. Para a degradação do esterco foi utilizado o teste de Kruskal Wallis. Os dados foram analisados utilizando modelos paramétricos misturados com uma estrutura especial na matriz de covariância, utilizando um procedimento MIXED no software estatístico SAS (Littell et al., 2006). Após 24 meses de amostragem, a frequência, a diversidade, a riqueza e a abundância da macrofauna foram determinadas ao nível de taxonomia mais específico possível (Tabela 1). A abundância foi muito similar, 37982 em PM versus 37933 em SSP. No total, foram coletadas 34 espécies, todas presentes em ambos os sistemas. *Labarrus lividus* é a espécie mais abundante em PM, seguida por *Trichillidium* sp; e no SSP *Trichillidium* sp é o mais abundante seguido por *Labarrus lividus*. *Digitonthophaus gazela* é a terceira espécie mais abundante em ambos os tratamentos.



**Figura 2.** *Digitonthophaus gazella*.

Foto: Luciano Bastos Lopes.

Com base na localização das armadilhas no SSP, a abundância entre as diferentes distâncias foi comparada usando-se a análise de agrupamento hierárquico. O número de insetos capturados sob os renques (c | 4,233 indivíduos) é menor do que os indivíduos recuperados em armadilhas distribuídas nas distâncias 15 (norte e sul) e 7,5 (norte e sul), representadas pelas letras a (5,584), b (6,759), d (6.605), e (6.846) (Figura 3). Além da análise de cluster, verificou-se a correlação entre o número de coleópteros em cada armadilha (todas as distâncias) e a temperatura média e umidade relativa.

**Tabela 1.** Abundância e frequência de coleópteros em monocultivo de pastagem e em sistema silvipastoril na região Centro-Norte do estado de Mato Grosso.

| Classificação                  | Monocultivo pastagem |             | Sistema Silvipastoril |             |
|--------------------------------|----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                                | Abundancia           | Frequência* | Abundancia            | Frequência* |
| <i>Onthophagus buculus</i>     | 1056                 | 168         | 1434                  | 193         |
| <i>Canthidium</i> sp.1         | 110                  | 16          | 205                   | 35          |
| <i>Ontherus camberforti</i>    | 622                  | 132         | 851                   | 149         |
| <i>Digitonthophaus gazella</i> | 6443                 | 338         | 6099                  | 304         |
| Histeridae 1                   | 53                   | 9           | 112                   | 26          |
| Histeridae 2                   | 143                  | 34          | 194                   | 34          |
| <i>Trichillidium</i> sp.       | 8509                 | 369         | 10547                 | 335         |
| <i>Canthon</i> sp. 1           | 5                    | 0           | 22                    | 2           |
| <i>Ataenius</i> sp. 1          | 217                  | 50          | 231                   | 50          |

Continua...

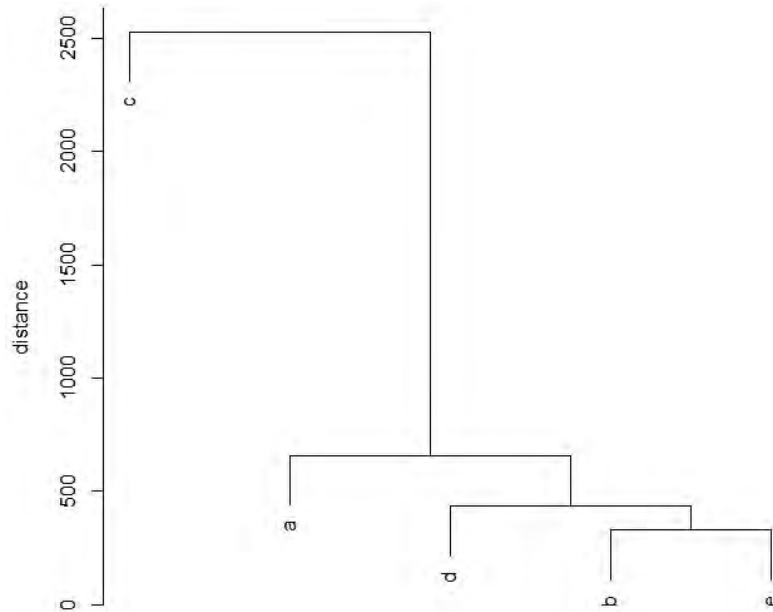


**Tabela 1.** Continuação.

| Classificação                       | Monocultivo pastagem |                           | Sistema Silvipastoril |                           |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                                     | Abundancia           | Frequência <sup>(1)</sup> | Abundancia            | Frequência <sup>(1)</sup> |
| Histeridae 3                        | 68                   | 14                        | 49                    | 11                        |
| Histeridae 4                        | 5                    | 2                         | 16                    | 1                         |
| <i>Uroxys</i> sp. 1                 | 105                  | 17                        | 86                    | 15                        |
| <i>Canthon</i> sp. 2                | 15                   | 2                         | 131                   | 25                        |
| <i>Labarrus lividus</i>             | 9527                 | 366                       | 7323                  | 315                       |
| Aphodiinae 2                        | 2696                 | 190                       | 1988                  | 185                       |
| Aphodiinae 3                        | 1423                 | 230                       | 1678                  | 267                       |
| <i>Ontherus</i> sp.2                | 93                   | 11                        | 105                   | 20                        |
| <i>Ontherus</i> sp.3                | 111                  | 21                        | 128                   | 33                        |
| <i>Dichotomius bos</i>              | 1974                 | 248                       | 1933                  | 234                       |
| Aphodiinae 4                        | 558                  | 91                        | 484                   | 96                        |
| <i>Dichotomius nisus</i>            | 490                  | 99                        | 541                   | 99                        |
| <i>Pseudocanthon aff. xanthurus</i> | 41                   | 7                         | 16                    | 3                         |
| Aphodiinae 5                        | 1464                 | 130                       | 2001                  | 152                       |
| <i>Ontherus</i> sp.4                | 220                  | 34                        | 620                   | 53                        |
| <i>Canthidium</i> sp.2              | 98                   | 12                        | 236                   | 36                        |
| Esp 37                              | 28                   | 7                         | 23                    | 3                         |
| Nitidulidae                         | 721                  | 87                        | 655                   | 99                        |
| <i>Canthon aff. Muticus</i>         | 7                    | 2                         | 4                     | 0                         |
| Esp.47                              | 59                   | 14                        | 12                    | 2                         |
| Esp.49                              | 11                   | 1                         | 3                     | 0                         |
| Esp.50                              | 9                    | 1                         | 5                     | 0                         |
| Esp.51                              | 40                   | 8                         | 179                   | 25                        |
| Esp.52                              | 5                    | 0                         | 14                    | 3                         |
| Esp.53                              | 1056                 | 168                       | 8                     | 1                         |
| <b>Abundancia total</b>             | <b>37982</b>         |                           | <b>37933</b>          |                           |

<sup>(1)</sup>Número total de capturas (20 armadilhas x 46 amostragens).

De acordo com as análises, não há evidências estatísticas de variação na abundância entre armadilhas (transectos 1 a 5), independentemente das distâncias, correlacionando-se com a temperatura média ( $p = 0,62$ ) e a umidade relativa média ( $p = 0,80$ ) do dia.



**Figura 3.** Análise hierárquica de agrupamentos entre armadilhas distribuídas em distâncias diferentes em SSP.

Do mesmo modo, uma análise da correlação entre o número de insetos e a umidade relativa foi calculada, incluindo todas as armadilhas do SSP durante todo o período do estudo. A correlação foi estatisticamente significativa ( $p < 0,0001$ ), demonstrando que existe uma forte influência da estação da chuva na população de coleópteros. Finalmente, não houve diferenças estatísticas entre os escores de degradação dos bolos fecais nos SSP e PM, bem como entre os locais de deposição em nenhuma das duas avaliações (maio e novembro). Inesperadamente, no presente estudo não houve diferenças entre os tratamentos relacionados a abundância, riqueza e frequência de insetos com base em dois anos de amostragem. Pode-se verificar que a diversidade do índice de espécies é semelhante, 2.257 (PM) em comparação com 2.293 (SSP).

Os resultados contradizem outros estudos realizados em áreas tropicais de produção de gado, nos quais os agricultores usam diferentes proporções de árvores forrageiras, arbustos e gramíneas, obtiveram paisagens heterogêneas contribuindo para a conservação e manutenção da diversidade de espécies (Harvey et al., 2006; Rös et al., 2012).

Soca et al. (2002) encontraram um maior número de indivíduos por metro quadrado no sistema silvipastoril implementado em Cuba, composto predominantemente pelo capim *Panicum máximo* e *Albizia lebbek* (1.000 plantas por hectare). As diferenças relacionadas às forragens, espécies de árvores e densidade podem ser relevantes se comparados os resultados obtidos em Mato Grosso. Estudos recentes sugerem que os sistemas silvipastoris também podem facilitar a remoção de esterco e dispersão de sementes, atuando como reservatórios para a diversidade de besouros (Slade et al., 2011). Broom et al. (2013) encontraram 2,7 vezes maior remoção de esterco no sistema silvipastoril na Colômbia. Além disso, o número de moscas do chifre no sistema silvipastoril foi 40% menor do que em

pastagens em sistema de monocultivo, provavelmente devido à remoção de esterco mais rápida e ao aumento do número de predadores de moscas. Este último ponto, é muito importante ressaltar devido à possibilidade de esses insetos funcionarem como controle biológico para parasitos de gado, como mostrado por Flechtmann et al. (1995). Soca et al. (2002) enfatizaram seus resultados correlacionando a diversidade da fauna edáfica no sistema integrado, os autores encontraram taxas mais elevadas de decomposição de esterco nos sistemas silvipastoril (94% após sete dias), enquanto no sistema sem árvores foi mais lento (40%). No entanto, de acordo com os resultados encontrados, não houve diferenças na decomposição dos bolos fecais comparando PM e SSP. Isso faz sentido, uma vez que a abundância de besouros foi praticamente a mesma entre os tratamentos, como mostrado acima. Barth (1993) destacou a importância da metodologia em estudos que utilizam bolo fecal como unidades experimentais. De acordo com os autores, muitos fatores afetam a degradação e a colonização do bolo, incluindo a localização, composição, teor de umidade, peso, área superficial e conteúdo de matéria orgânica. Além disso dessas variáveis mencionadas acima, outras possibilidades devem ser consideradas. Rodrigues et al. (2013) verificaram a presença de escaravelhos em três ambientes, obtendo 36,88, 42,73 e 20,18 indivíduos por armadilha, em pastagem, lavoura e floresta nativa, respectivamente. A pastagem apresentou o maior índice de diversidade. Os autores concluem que a diversidade de espécies de coleópteros era superior onde havia maior abundância e regularidade do esterco bovino. Isto pode ser uma explicação plausível para os resultados do presente estudo, uma vez que o PM e SSP mantiveram taxas de lotação semelhantes sob pastejo contínuo. Não houve diferenças entre PM e SSP para a taxa média de lotação, taxa de lotação máxima e ganho médio diário ( $P < 0,05$ ). Para ambos os sistemas, a taxa de lotação média e máxima e o ganho diário médio foram 2,1 e 2,89 AU.ha<sup>-1</sup>; 6,25 e 5,54 AU.ha<sup>-1</sup>; e 561 e 701 g.dia<sup>-1</sup> para 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente. Independentemente do sistema de produção avaliado neste estudo e com base nos resultados mencionados acima, há informações adicionais que precisam ser debatidas. Conforme mostrado na Figura 1, nas áreas sob sombreamento havia um número menor de indivíduos, diferentemente dos pontos localizados ao longo do pasto, não importando se fosse na face sul ou norte das fileiras, ou distância (7,5 m e 15 m). Como mencionado anteriormente, a diversidade de besouros pode ser superior, onde houve maior abundância e regularidade do esterco bovino, predominantemente na PM nesse caso. Esta é uma possibilidade para se explicar os resultados encontrados neste estudo, embora não possamos dados comportamentais dos animais. No entanto, no SSP pôde-se verificar que, sob o renque e nos primeiros metros a partir das linhas laterais de árvores praticamente não há forragem devido ao sombreamento. Além disso, há uma camada substancial de biomassa, incluindo ramos que podem reduzir o acesso dos animais. Consequentemente, a menor oferta de forragem e a presença de serapilheira sob árvores podem reduzir a quantidade de material fecal influenciando a abundância desses insetos. Esta consideração pode ser reforçada, uma vez que a temperatura e a umidade não foram capazes de alterar o comportamento dos coleópteros. De acordo com as análises estatísticas, não houve correlação entre a abundância

para cada distância, e entre temperatura e/ou umidade. Apesar de autores como (Davis et al., 2002) destacarem que as alterações na estrutura vegetativa modificam fatores microclimáticos como a intensidade da luz e a temperatura e umidade do ar e do solo, nossos dados não mostraram diferenças significativas relacionadas às variáveis microclimáticas à 30 cm do solo. Mendes e Linhares (2006) encontraram maior abundância no período mais quente e úmido, de outubro a março, bem como Pinto et al. (2004) relataram a ocorrência de picos de emergência de coleópteros relacionados a índices de alta precipitação, demonstrando a capacidade desses insetos de modificar a densidade populacional de acordo com as variações climáticas. Da mesma forma, neste estudo, foram obtidos resultados similares, mostrando que existe uma correlação significativa ( $p < 0,001$ ) entre a estação das chuvas e o número de insetos, independentemente da presença de árvores ou não, e as distâncias entre as armadilhas e árvores.

## Considerações finais

Com base nos resultados, podemos concluir que não há diferenças significativas relacionadas à riqueza, abundância, diversidade e frequência dos besouros de estrume entre PM e SSP. A única variável significativa correlacionada com o número de insetos foi a umidade, demonstrando que há um aumento maior da população durante a estação chuvosa, independentemente da presença de árvores ou não. Além disso, como a PM e o SSP são muito semelhantes no que diz respeito à ecologia dos besouros, não há diferenças relacionadas à degradação de bolos fecais, independentemente da estação do ano. Supondo que os resultados representam a realidade do SSP em Mato Grosso, a presença de árvores não aumentou o potencial de controle biológico dos coleópteros contra alguns parasitos de interesse pecuário que dependem do bolo fecal para seu ciclo biológico. No entanto, outras questões relacionadas com a saúde animal nesses sistemas integrados precisam de mais estudos, incluindo a resposta imune de animais manejados supostamente em melhores condições ambientais e sob menor risco de estresse por calor.

## Referências

- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AUAD, A. M.; CARVALHO, C. A. de. Análise faunística de coleópteros em sistema silvipastoril. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 31-39, 2011.
- BALISCEII, M. A.; SOUZA, W. de; BARBOSA, O. R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. de O. Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 34, n. 4, p. 409-415, 2012.
- BARTH, D. Importance of methodology in the interpretation of factors affecting degradation of dung. **Veterinary Parasitology**, v. 48, n. 1-4, p. 99-108, 1993.

- BROOM, D. M.; GALINDO, F. A.; MURGUEITIO, E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. **Proceeding Biological Science**, v. 280, n. 1771, 20132025, 2013.
- DAVIS, A. L. V.; AARDE, R. J. van; SCHOLTZ, C. H.; DELPORT J. H. Increasing representation of localized dung beetles across a chronosequence of regenerating vegetation and natural dune forest in South Africa. **Global ecology and Biogeography**, v. 11, n. 3, p. 191-209, 2002.
- FARIA, E. F.; LOPES, L. B.; KRAMBECK, D. dos R.; PINA, D. dos S.; CAMPOS, A. K. Effect of the integrated livestock-forest system on recovery of trichostrongylid nematode infective larvae from sheep. **Agroforestry Systems**, v. 90, n. 2, p. 305-311, 2016.
- FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; GASPARETO, C. L. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. 5. Seleção de besouros coprófagos. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 277-286, 1995.
- GALINDO, F.; OLEA, R.; SUZÁN, G. Animal welfare and sustainability. In: International Workshop on Farm Animal Welfare, 1., 2013, São Paulo. São Paulo, SP: IWFAP, 2013. Disponível em: <<http://www.workshopdebemestaranimal.com.br/indexen.html>>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- GIRALDO, C.; ESCOBAR, F.; CHARÁ, J. D.; CALLE, Z. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, n. 2, p. 115-122, 2011.
- HARVEY, C. A.; MEDINA, A.; SÁNCHEZ, D. M.; HERNÁNDEZ, B.; SAENZ, J. C.; MAES, J. M. CASANOVES, F.; SINCLAIR, F. L. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. **Ecological Applications**, v. 16, n. 5, p. 1986-1999, 2006.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS para modelos mistos**. 2. ed. Cary, NC: SAS Institute, 2006.
- MENDES, J.; LINHARES, A. X. Coleoptera associated with undisturbed cow pats in pastures in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 6, p. 715-723, 2006.
- PELI, A.; SCAGLIARINI, L.; BERGAMINI, P. FAMIGLI.; PROSPERI, A. Effetto dello stress da caldo sull'immunità del bovino da carne. **Large Animal Review**, v. 19, p. 215-218, 2013.
- PETERSEN, R. G.; LUCAS JUNIOR, H. L. Computing methods for the evaluation of pastures by means of animal response. **Agronomy Journal Abstract**, v. 60, n. 6, p. 682-687, 1968.
- PINTO, R.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus urophylla* na região amazônica brasileira. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 111-119, 2004.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: Austria, 2016.
- RODRIGUES, M. M.; UCHÔA, M. A.; IDE, S. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) in three landscapes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 1, p. 211-220, 2013.
- RÖS, M.; ESCOBAR, F.; HALFFTER, G. How dung beetles respond to a human-modified variegated landscape in Mexican cloud forest: a study of biodiversity integrating ecological and biogeographical perspectives. **Diversity and Distributions**, v. 18, n. 4, p. 377-389, 2012.
- SHANNON, C.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Illinois: University of Illinois Press, 1963.
- SLADE, E. M.; MANN, D. J.; LEWIS, O. T. Biodiversity and ecosystem function of tropical forest dung beetles under contrasting logging regimes. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 166-174, 2011.
- SOCA, M.; SIMON, L.; SANCHEZ, S.; GOMEZ, E. Dinamica parasitologica en bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. **Agroforesteria en las Americas**, v. 9, n.33-34, p. 38-42, 2002.

WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3-4, p. 127-138, 2011.

WHEELOCK, J. B.; SANDERS, S.; BAUMGARD, L. H. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 644-655, 2010.