

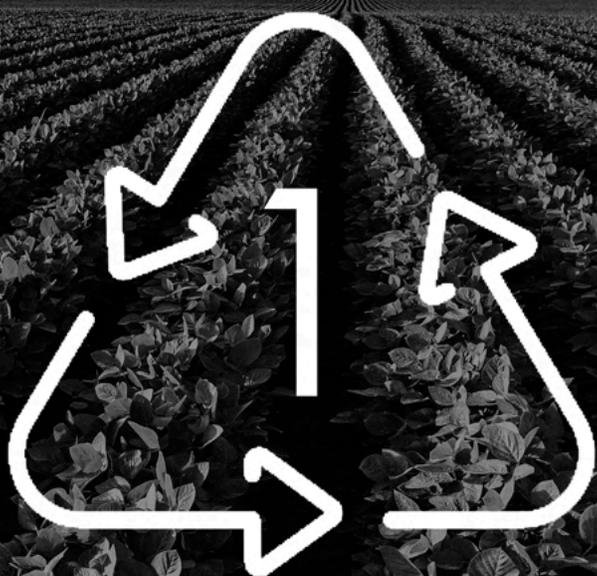
# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**Pedro Henrique Abreu Moura**  
**Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro**  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 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-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

## Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

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

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-700-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.007212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## 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.

## APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste primeiro volume estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas como: agroecologia, sistemas agroflorestais e de integração lavoura-pecuária-floresta, controle biológico de pragas e outros temas correlacionados a sustentabilidade na agricultura.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO BAIXO PARNAÍBA-MA**

James Ribeiro de Azevedo

Maria da Conceição da Costa de Andrade Vasconcelos

Gênesis Alves de Azevedo

Mauricio Marcon Rebelo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129111>

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **CULTIVO DE BACABIZEIRO EM SISTEMA AGROFLORESTAL NA AMAZÔNIA**

Alef Ferreira Martins

Jaqueline Araújo da Silva

Jaqueline Lima da Silva

Tainara Monteiro Nunes

Graziele Rabelo Rodrigues

Thalia Maria de Sousa Dias

Tinayra Teyller Alves Costa

Sinara de Nazaré Santana Brito

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Layse barreto de Almeida

Gabriela Ribeiro Lima

Antônia Benedita da Silva Bronze

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129112>

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA. UM ESPAÇO PARTICIPATIVO E REFLEXIVO NA CARREIRA DE GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE NACIONAL DE ROSARIO**

Marcelo Milo Vaccaro

Silvia Cechetti

Marcelo Larripa

Claudia Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129113>

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **VIABILIDADE ECONOMICA DE UM PROJETO AGROECOLÓGICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FATORES DETERMINANTES E FATORES COADJUVANTES DE SUCESSO**

Sandro César Salvador

Elaine Makishi

Beatriz Micai

Daniel Fábio Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129114>

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>41</b>
ANÁLISE DA PAISAGEM NO ENTORNO DE PROPRIEDADES COM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO GOIANO	
Daniela de Lima	
Manuel Eduardo Ferreira	
Samantha Salomão Caramori	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115</a>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>64</b>
COMO OS PARÂMETROS CINÉTICOS DE ENZIMAS PODEM INDICAR A QUALIDADE DE SOLOS DE CERRADO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA	
Ana Flávia de Andrade Lopes	
Malu da Costa Santana	
Leciana de Menezes Sousa Zago	
Isabella Cristina Ferreira de Lima	
Samantha Salomão Caramori	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>76</b>
VIABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE ENGAJADA NO SISTEMA SILVIPASTORIL: ESTUDO DE CASO	
Hadassa Landherr Friske	
Débora Natália Brumati	
Jaíne da Silva	
Marcos Adriano Martello	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>87</b>
PRODUCCIÓN DE NARANJA ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA A PEQUEÑOS PRODUCTORES ORGANIZADOS EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
Brisa Guadalupe Gómez Ochoa	
Alejandro Hernández Carlos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118</a>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>98</b>
O CRÉDITO E OS TÍTULOS DE CRÉDITO RURAL COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL DA PROPRIEDADE	
Domingos Benedetti Rodrigues	
Tamara Silvana Menuzzi Diverio	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119">https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119</a>	

**CAPÍTULO 10..... 110**

**POTENCIAL DE USO DO FUNGO ENTOMOPATHOGENICO *Isaria spp.***

Ingrid de Araujo Reis  
Edna Antônia da Silva Brito  
Thayná da Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291110>

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

**MERCADO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL**

Thayná Cruz Ferreira  
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky  
Edna Antônia da Silva Brito  
Indyra Ingrid de Araújo Reis  
Diego Lemos Alves  
Gleiciane Rodrigues dos Santos  
Alice de Paula de Sousa Cavalcante  
Josiane Pacheco de Alfaia  
Gledson Luiz Salgado de Castro  
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes  
Gisele Barata da Silva  
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291111>

**CAPÍTULO 12..... 134**

**NANOTECNOLOGIA VERDE E SUAS APLICAÇÕES NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA**

Micheline Thais dos Santos  
Tale Lucas Vieira Rolim  
Viviane Ferreira Araújo  
Maria Ercília Lima Barreiro  
Elizabeth Simões do Amaral Alves  
Breno Araújo de Melo  
Sybelle Georgia Mesquita da Silva  
Romero Marcos Pedrosa Brandão – Costa  
Juanize Matias da Silva Batista  
Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291112>

**CAPÍTULO 13..... 144**

**EMBALAGEM POLIMÉRICA AGRÍCOLA REPELENTE**

Cesar Tatari

Adelcio Cleiton de Almeida Carneiro

Antony Victor Fernandes

Douglas Cunha Silva

Márcio Callejon Maldonado

Ricardo Alexandre Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291113>

**CAPÍTULO 14..... 158**

**ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO CONTAMINADO BIORREMEIDIADO CON BIOSÓLIDOS**

Hernán Kucher

Silvana Irene Torri

Erika Pacheco Rudz

Ignacio van oostveldt

Adelia González Arzac

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291114>

**CAPÍTULO 15..... 167**

**ABORDAGEM QUANTITATIVA, UTILIZANDO OS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, DURANTE O PERÍODO ENTRE 2003 À 2018**

Educélio Gaspar Lisbôa

Ionara Santos Siqueira

Cinthia de Oliveira Rodrigues

Érico Gaspar Lisbôa

Leonardo Augusto Lobato Bello

Heriberto Wagner Amanajás Pena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291115>

**CAPÍTULO 16..... 182**

**MODELO HIDRÁULICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SUBUNIDADES IRREGULARES DE RIEGO POR GOTEO**

Jorge Cervera Gascó

Jesús Montero Martínez

Amaro del Castillo Sánchez-Cañamares

Santiago Laserna Arcas

José María Tarjuelo Martin-Benito

Miguel Ángel Moreno Hidalgo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291116>

**CAPÍTULO 17..... 190**

**PLANO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DA SUB-BACIA DE TEJALPA-TERRERILLOS NO NEVADO DE TOLUCA**

Marcia Adriana Yáñez Kernke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291117>

**CAPÍTULO 18.....209**

MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS - PA

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros

Flávio Henrique Santos Rodrigues

Adriano Anastácio Cardoso Gomes

Ermano Prévair

Peola Reis de Sousa

Wellington Leal dos Santos

Keila Aparecida Moreira

Luciana da Silva Borges

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291118>

**CAPÍTULO 19.....223**

RESERVADO PRODA D'ÁGUA: ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO PARA BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO ASSENTAMENTO SERRA VERDE EM BARRA DO GARÇAS - MT

Ivo Luciano da Assunção Rodrigues

Martha Tussolini

Enzo Negri Cogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291119>

**CAPÍTULO 20.....228**

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE NINFAS DE LÍBELULAS (ODONATA) EM LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Lays Laianny Amaro Bezerra

Rafael Pereira da Cruz

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291120>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....237**

**ÍNDICE REMISSIVO.....238**

## ANÁLISE DA PAISAGEM NO ENTORNO DE PROPRIEDADES COM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO GOIANO

Data de aceite: 01/11/2021

### Daniela de Lima

Secretaria de Estado da Educação de Goiás e  
Rede Municipal de Goiânia  
Goiânia, Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/5408368978969334>

### Manuel Eduardo Ferreira

Universidade Estadual de Goiás, Câmpus  
Central Anápolis  
Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis, Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/1179478052817833>

### Samantha Salomão Caramori

Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal  
131, Câmpus Samambaia  
Goiânia, Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/4498594723433539>

**RESUMO:** Os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) tem sido indicados como alternativa para a melhoria da qualidade do solo, da produtividade agrícola e pecuária onde há pastagem ou agricultura tradicionais. Neste estudo avaliou-se temporalmente a paisagem de três sistemas de ILPF no Cerrado goiano, num recorte temporal de 10 anos, entre 2006 e 2016. Foram obtidas as imagens de satélite *Landsat 5* (2006) e *Landsat 8* (2016) e gerados buffers de 10 km a partir das propriedades analisadas para caracterizar as áreas por mapas e por métricas das propriedades e seus entornos. Os sistemas de integração se mostraram mais adequados ambientalmente, já que são planejados e que levam em conta alguns fatores importantes

que estruturam a paisagem, como relevo e tipo de solo. Tais áreas alcançaram os melhores valores globais de métricas, com índices de forma, tamanho e fragmentação, e densidade de bordas mais apropriados. Isto indica que os sistemas agropecuários tradicionais de ocupação do solo não são as melhores alternativas para conservação da paisagem, principalmente ao fazerem uso de técnicas como a de irrigação por pivôs centrais ou mesmo pela prática monocultora, que traz diversos prejuízos ambientais, dentre eles a perda de fertilidade do solo e a escassez da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** ILPF. Agrossilvipastoril. Geoprocessamento.

### ANALYSIS OF THE LANDSCAPE SURROUNDING CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION SYSTEMS IN THE BRAZILIAN CERRADO, GOIÁS

**ABSTRACT:** The Crop-Livestock-Forest (CLF) integration systems were provided as an alternative for improving soil quality, agricultural and livestock productivity where there is traditional pasture or agriculture. In this study, the landscape of three ILPF systems in the Cerrado of Goiás was temporally evaluated over a 10-year period between 2006 and 2016. From Landsat 5 (2006) and Landsat 8 (2016) satellite images 10 km buffers from the properties were created to characterize and analyze areas using maps and metrics of properties and their surroundings. The CLF systems are more environmentally friendly since they are planned and take into account some important factors that structure the landscape, such as relief and soil type.

Such areas achieved the best overall metric values, with the most common shape, size and fragmentation indices, and border density. This indicates that traditional agricultural systems of land occupation are not the best alternatives for landscape conservation, mainly when using techniques such as irrigation by central pivots or even by monoculture practice, which brings several environmental losses, among them the loss of soil fertility and water scarcity.

**KEYWORDS:** CLF. Agrosilvopastoral. Geoprocessing.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é o ecossistema de savana mais rico do mundo, devido ao elevado grau de endemismo das espécies de flora e fauna que habitam este ambiente (cerca de 40%), potencializadas por um sistema de solos, clima, hidrografia e relevo bastante peculiares dentre os biomas brasileiros (KLINK e MACHADO, 2005; BRASIL, 2015), inclusive pela larga extensão territorial (pouco mais de 2 milhões de km<sup>2</sup>, ao longo de 10 unidades da federação).

Por outro lado, este complexo vegetacional encontra-se bastante ameaçado há várias décadas. Levantamentos do projeto TerraClass Cerrado, referentes ao ano de 2013 (BRASIL, 2015) confirmaram este processo de incorporação do uso do solo pelas atividades agropecuárias, indicando em 50% a perda de áreas nativas (destes, 35% apenas em áreas de pastagens. Cerca de 50 hectares de Cerrado são desmatados a cada hora, endossando o risco de extinção e/ou intensa fragilidade ambiental pelas próximas 4 décadas (FERREIRA et al., 2013; STRASSBURG et al., 2017).

Na perspectiva do agronegócio, as porções de Cerrado no Centro-Oeste brasileiro, juntamente com aquelas na região Nordeste, são reconhecidas como uma das principais fronteiras agrícolas do país (processo iniciado na década de 1970), possivelmente uma das últimas fronteiras em todo o globo terrestre (LAMBIN et al., 2014; STRASSBURG et al., 2017).

Uma alternativa à expansão de áreas de Cerrado para o agronegócio é o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que apesar de recente no bioma Cerrado (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011), a sua utilização vem se mostrando interessante para a recuperação de pastagens degradadas ou com baixa produtividade bovina, em geral associadas ao cultivo de eucalipto. Além de ser uma estratégia para recuperação de pastagens e consequente aumento na produtividade pecuária, há também a possibilidade de compensação das emissões de gases de efeito estufa emitidos pelos animais (BALBINO et al., 2012).

Seja pela expansão da agricultura, seja pela pecuária, ambas atividades agrícolas representam fontes de risco para o Cerrado, ao exceder a utilização de pesticidas e fertilizantes (HEDLUNG; LONGO; YORK, 2020), sobretudo com uma pecuária prioritariamente extensiva e extrativista. Neste caso, em contraponto às práticas monocultoras tradicionais, alguns benefícios dos sistemas de integração, como maior lucratividade, baixos custos

de produção, geração de empregos e preservação ambiental, são elementos altamente importantes para a sustentabilidade no setor agropecuário (MARTINS; REZENDE, 2020).

O sistema ILPF, também chamado agrossilvipastoril, integra componentes como rotação, consórcio ou sucessão em uma mesma área, sendo que o elemento lavoura pode ser utilizado na fase inicial de implantação do elemento florestal, ou em ciclos ao longo do desenvolvimento do sistema. Os sistemas devem ser planejados levando-se em consideração os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das unidades de produção (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

A ILP proporciona benefícios recíprocos à lavoura e à pecuária, reduzindo as causas da degradação física, química e biológica do solo, resultantes de cada uma das explorações. A introdução do componente florestal em sistemas de integração agropecuária gerou o conceito mais amplo de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), com inúmeras possibilidades de combinação espaço-temporal entre os componentes agrícola, pecuária e florestal, resultando em diferentes sistemas (silvipastoril, silviagrícola, agropastoril e agrossilvipastoril) (KLUTHCOUSKI e STONE, 2003).

Nos sistemas de integração ocorre a complementaridade e a sinergia entre os componentes bióticos e abióticos, de forma que os meios de produção disponíveis possam ser utilizados de maneira mais eficiente. É uma forma de uso da terra ambientalmente adequado e competitivo, que também apresenta vantagens sobre a paisagem.

Apesar de os sistemas mistos de produção agrícola serem mais sustentáveis do que as monoculturas especializadas em produção de grãos e fibra, a adoção do sistema de integração lavoura-pecuária ainda é pequena no Brasil, possivelmente devido ao maior custo de implantação e maior complexidade para manutenção (VILELA et al., 2012).

O estudo desses elementos de uma paisagem, bem como suas interações, constitui-se de grande relevância para proposições de técnicas de manejo e conservação dos remanescentes florestais. Aliadas às técnicas de geoprocessamento, as métricas da paisagem são ferramentas importantes na análise das transformações ocorridas na paisagem em distintas escalas temporais e espaciais, sendo utilizadas na análise do funcionamento e quantificação das mudanças espaciais ocorridas na paisagem (BEZERRA et al., 2011). Elas descrevem e mensuram informações referentes à estrutura da paisagem, permitem a sua comparação, auxiliam na identificação de mudanças ocorridas ao longo do tempo, dentre outras aplicações.

A hipótese deste trabalho é a de que áreas que incorporaram sistema ILPF melhoraram a qualidade ambiental de sua paisagem com relação ao NDVI e aos fragmentos vegetais, como diminuição de fragmentos e aumento da área verde remanescente.

## **METODOLOGIA**

As áreas de estudo estão localizadas no estado de Goiás, nos municípios de

Ipameri, Cristalina e Cachoeira Dourada (Figura 1). Em cada município encontra-se uma propriedade que adota o sistema ILPF, conforme descrito nesta seção.

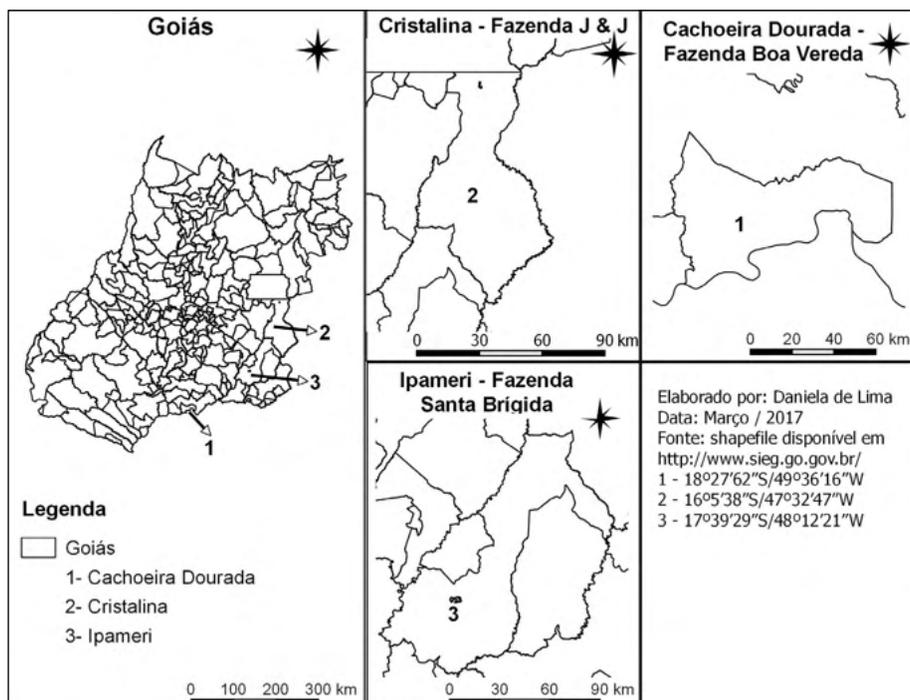


Figura 1: Localização das áreas de estudo no estado de Goiás. Detalhe para cada propriedade contendo sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

O município de Ipameri está localizado à latitude de 17° 43' 19" S, longitude 48° 09' 35" W e altitude de 800 m, na mesorregião do Sul Goiano. O solo de Ipameri é classificado como Latossolo Vermelho amarelo, segundo a atual nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), apresentando textura argilosa.

O município de Cristalina está localizado à **latitude** 16° 46' 07" S, longitude 47° 36' 49" W e altitude de 1189 m, na mesorregião do Leste Goiano, considerado entorno de Brasília, sendo que a propriedade analisada se encontra no distrito de Campos Lindos. As principais classes de solos reconhecidas na área são Cambissolos, Latossolos Vermelho, Latossolos Vermelho-Amarelos e os Petroplintossolos (UFV/SEPLAN, 2004).

Por fim, o município de Cachoeira Dourada está localizado à latitude de 18° 29' 30" S, longitude 49° 28' 30" W e altitude de 459 m, na mesorregião do Sul Goiano. A região da Cachoeira Dourada é uma paisagem plana formada por uma superfície de aplainamento regional (RPSIVB) com níveis entre 400 e 550 m, com dissecação média, que são características de relevos pertencentes à Bacia do Paraná e, secundariamente, com rochas pré-cambrianas (LATRUBESSE e CARVALHO 2006). Existem basaltos maciços, cinza-

escuros, finos, homogêneos e, às vezes, tonsiloides com disjunções colunares. Existe uma gama de depósitos aluviais não muito extensos e que compreende acúmulos de calha e sedimentos de várzea, compostos por areias finas a grossas, cascalhos e lentes de material silto-argiloso e turfa (GOIÁS, 2020).

As áreas de estudo foram avaliadas pela análise de imagens Landsat 5-TM e Landsat 8-OLI, conforme Tabela 1. Foi determinado um *buffer* de 10 km no entorno de cada uma das propriedades, a fim de se estudar a influência da implantação dos sistemas ILPF em sua região e de testar a hipótese deste trabalho, apresentada na introdução.

As imagens foram analisadas e classificadas manualmente, considerando as classes de uso do solo agricultura, pastagem e área urbana. Desta classificação foram gerados mapas de uso do solo das propriedades e seu raio de 10 Km de entorno, mapas de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Todos os mapas foram elaborados utilizando o programa QGIS, versão 2.18.

A análise de relevo foi realizada com o uso dos dados de SRTM (*shuttle radar topographic mission*) e as classes de declividade dos terrenos foram distribuídas de acordo com a classificação de relevo da Embrapa (EMBRAPA, 1979). A análise da fragilidade física da área de estudo (dissecação) foi baseada em metodologia de Ross (2000), através da comparação das classes de declividade do relevo, que estabelece parâmetros comparativos entre declividade e vulnerabilidade da área, através de cinco classes, variando de muito fraca a muito forte (Ross, 2000). Assim, as categorias clinográficas foram reclassificadas de acordo com as classes de declividade dadas pela Embrapa e serviram de base comparativa para a análise das categorias de fragilidade das áreas de estudo (EMBRAPA, 1979).

Propriedade	Município	Localização	Satélite/ Sensor	Órbita/ Ponto	Data da imagem
Fazenda Santa Brígida	Ipameri-GO	17°29'S 48°12'21"W (fl. 22)	Landsat 8 OLI Landsat 5 TM	221/72	19/06/2016 24/06/2006
Fazenda J & J	Cristalina-GO	16°5'38"S 47°32'47"W (fl. 23)	Landsat 8 OLI Landsat 5 TM	221/71	19/06/2016 24/06/2006
Fazenda Boa Vereda	Cachoeira Dourada-GO	18°27'62"S 49°36'16"W (fl. 22)	Landsat 8 OLI Landsat 5 TM	222/73	26/06/2016 22/07/2006*

Tabela 1 – Dados das propriedades rurais dos satélites/sensores utilizados para análise neste trabalho.

\*As imagens Landsat 5 TM desta propriedade foram adquiridas em mês diferente das demais, pelo fato de não haver disponibilidade de imagens neste mesmo mês e sem comprometimento de nuvens.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fazenda J & J - Cristalina – GO

A partir da década de 1970 a chegada de produtores rurais e as condições naturais favoráveis ao cultivo fez com que a agricultura se desenvolvesse na região, tendo sua metodologia baseada principalmente na irrigação. Atualmente a cidade abriga algumas indústrias voltadas para o beneficiamento da produção agrícola. Assim, a economia da região está baseada na produção agrícola, sendo este setor o maior responsável pelo Produto Interno Bruto (PIB) gerado na cidade, além de gerar o maior número de empregos no município.

Observando-se as imagens de satélite e os mapas de uso do solo (Figura 2A-D), detecta-se pequenas mudanças na paisagem ocorridas nessa área, como por exemplo o crescimento da área urbana (edificada), ligeira redução da vegetação nativa, diminuição das áreas agrícolas e aumento das áreas destinadas à pastagem.

Na análise do NDVI (Figura 2E-F) as mudanças na paisagem também são confirmadas, com valores ligeiramente mais altos em 2006, uma vez que a área de estudo estava mais ocupada por plantios temporários/irrigados, sem descartar possíveis variações na sazonalidade entre os dois momentos.

A análise temporal na propriedade J & J e seu entorno demonstra que houve um aumento da utilização de irrigação por pivô central (Figuras 2C-D), entendido como um aprimoramento tecnológico no entorno dessa propriedade na década atual, o que é indicado pelas formas geométricas circulares constantes nas imagens de satélite.

O uso dos pivôs centrais, ou sistema autopropelido de irrigação por aspersão, é aplicado a uma gama extensa de culturas, incluindo hortaliças, forrageiras e gramíneas, estas últimas em associação ao pastejo natural de animais criados extensivamente (JACINTO, 2001). Imagens de satélite são ferramentas apropriadas à identificação de tais sistemas, devido ao formato específico que estes conferem à paisagem, representados de maneira bem definida, o que pode ser observado na Figura 2.

De acordo com o mapa gerado por NDVI relativo ao ano de 2006 (Figura 2E), observa-se à noroeste da área pesquisada extensa região em vermelho, com índice de -0.02, demonstrando se tratar de áreas com vegetação estressada/seca ou ralas, provenientes de solo exposto/preparado para o cultivo, inclusive nos locais com utilização de pivô central.

Nas áreas de vegetação nativa, principalmente relativas à vegetação ripária, observa-se tonalidade de verde, demonstrando a pequena expressividade da cobertura nativa (Figura 2E), além da sua distribuição esparsa, não havendo grandes concentrações desta classe no recorte estudado. Nas áreas referentes aos sistemas de integração observou-se um NDVI com valor de 0,18, evidenciando o baixo índice de área plantada durante o ano de 2006, tratando-se possivelmente de um período de preparo da terra para plantio (Figura 2E).

Já nos mapas relativos ao NDVI de 2016 (Figura 2F), a porção leste da área estudada aparece com maior ocorrência de baixos índices de vegetação, enquanto a região noroeste,

outrora com menores índices, neste recorte temporal demonstra melhoria principalmente pelas áreas que receberam culturas irrigadas. As áreas com pivô central em toda porção do recorte estudado apresentaram cobertura mais vigorosa (NDVI de 0,5), dada a resposta da vegetação à irrigação. Neste período, os dados relativos à vegetação nativa (Figura 2F) são evidenciados principalmente na porção nordeste da área estudada, onde observa-se a perda de índice desta classe.

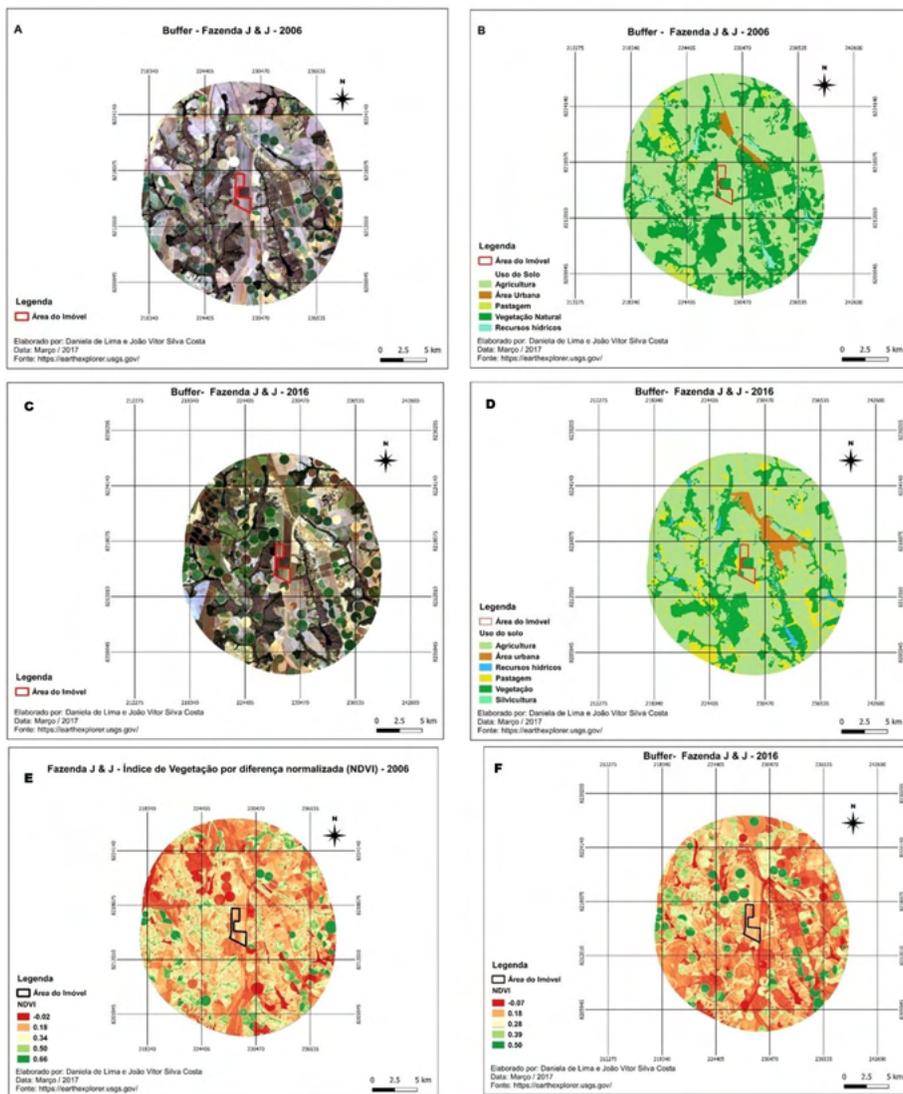


Figura 2: Entorno da Fazenda J & J em 2006 e 2016, com buffer de 10 km. (A, C: satélite; B, D: Uso do solo). Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para o entorno da Fazenda J & J, com buffer de 10 km (E: ano de 2006; F: ano de 2016).

De maneira geral, observou-se um decréscimo nos índices de vegetação para o período estudado, sendo que o valor relativo à maior cobertura vegetal em 2006 sofreu decréscimo em 0.16, enquanto as áreas que já apresentavam maior fragilidade vegetacional diminuíram mais 0.05 pontos em seu NDVI (Figura 3).

Os gráficos relativos às médias anuais de NDVI entre 2006 e 2016 indicam que os índices da propriedade, se comparados a pontos de vegetação natural e pastagem em seu entorno, apresentaram valores melhores, demonstrando cobertura vegetal mais efetiva dentro do sistema ILPF (Figura 3).

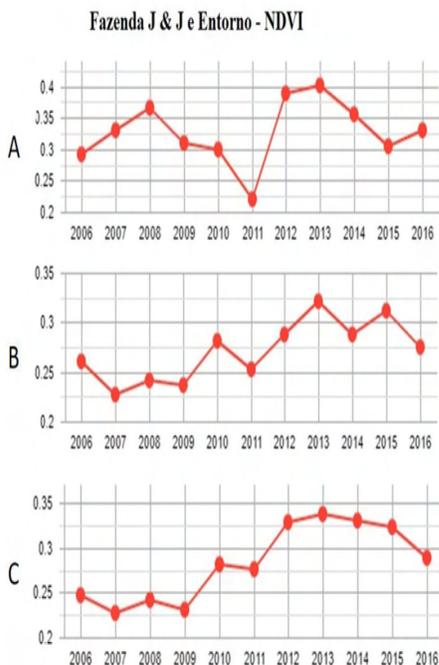


Figura 3: Variação dos valores de NDVI – Fazenda J & J (A) e pontos amostrais no entorno em Cristalina, Goiás (B: vegetação; C: pastagem convencional) em série temporal entre 2006 e 2016.

Fonte: Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/UFG.

A Tabela 2 apresenta os dados relativos às métricas da paisagem analisada para os anos 2006 e 2016, respectivamente. O campo **NumP (Number of Patches)** apresenta um aumento expressivo da fragmentação da paisagem de 2006 para 2016, principalmente nas áreas de pastagem, de 22 para 420 fragmentos (19 vezes para o número de fragmentos de paisagem). Em relação à classe agricultura, houve também o aumento dos fragmentos de 781 para 1472 manchas. Como consequência, a vegetação natural no período analisado perdeu 93 fragmentos (Tabela 2).

Se compararmos tais índices com os mapas de uso de solo dos períodos analisados

(Figuras 2B e 2D), percebe-se uma diminuição das áreas destinadas à agricultura e à vegetação nativa, com o aumento de áreas destinadas ao pasto. Pode-se afirmar que as áreas relativas à ocupação agrícola visivelmente perderam homogeneidade e foram fragmentadas pela formação de segmentos convertidos em pasto.

A área da classe (CA), aponta que a vegetação nativa do entorno da Fazenda J & J sofreu perda de 96 fragmentos de área, expressos por uma área de classe de 4741,74 ha no período analisado (Tabelas 2). Por outro lado houve avanço das pastagens, com aumento de área de 1155,96 ha em 2016 e da agricultura com aumento de 2732,92 ha no mesmo período.

A métrica de borda (**Edge Density, ED**) indica que no recorte temporal estudado para o *buffer* da Fazenda J & J, o elemento que possui maior extensão e melhor forma é a agricultura, assim, exercendo maior influência nos processos ecológicos da paisagem. Observa-se maior significância da densidade de bordas no ano de 2006, principalmente da vegetação nativa (Tabela 1). No ano de 2016 nota-se que a área que mais sofreu aumento foi a pastagem com ED passando de 10,63% para 22,95% (Tabela 2).

As métricas da paisagem que compõem a Fazenda J & J e seu *buffer* indicam que em 2006 a agricultura era a classe com maior área (CA = 25.638,88), e também a mais fragmentada (781 manchas), apresentando densidade de bordas de 10,56%, com fragmentos de tamanho médio de 328,28 m e com a mais alta variação em tamanhos do *buffer* neste ano (PSCoV = 400,79), indicando que existem diversos fragmentos com tamanho acima desta média de 328,28 m.

O índice de forma dos fragmentos relativos ao entorno da Fazenda J & J (Tabela 2) sofreu diminuição no recorte temporal analisado, o que poderia ser justificado pelo aumento da implantação de pivôs, que promovem a marca circular na paisagem. Em 2006 houve o predomínio de fragmentos da ocupação agrícola (NumP = 781), mantendo-se com o maior número de fragmentos em 2016 (NumP = 1472). O índice de tamanho médio dos fragmentos (**MPS**) indica que, em 2006, as classes de agricultura e vegetação nativa tiveram valores mais baixos que os da pastagem, mas o coeficiente de variação das duas classes (**PSCoV**) indica uma grande variabilidade do tamanho médio das manchas destas classes, mostrando que existem vários fragmentos acima desta média, fator que se repete nos dados obtidos para o ano de 2016.

Métricas da paisagem - *Buffer* Fazenda J & J

Ano	Classe	NumP	CA (ha)	ED (%)	MSI	MPS (m)	PSCoV (%)
2006	Agricultura	781	25638,88	10,56	1,94	328,28	400,79
	Pastagem	22	1403,46	10,63	2,34	637,93	172,89
	Vegetação	499	14571,00	12,66	2,02	292,00	384,27

2016	Agricultura	1472	28371,80	12,94	1,90	19,27	330,18
	Pastagem	420	2559,42	22,95	1,78	6,09	336,42
	Vegetação	406	9829,26	12,82	1,92	24,21	464,40
	Silvicultura	7	85,61	12,66	1,58	12,22	168,08

Tabela 2: Métricas da paisagem - Entorno da Fazenda J & J (Cristalina, Goiás) 2006 e 2016.

NumP = número de fragmentos; CA = área de classe; ED = densidade de bordas; MSI = índice de circunferência; MPS = tamanho médio das manchas; PSCoV = Coeficiente de Variação

A vegetação mostrou-se mais vulnerável em relação ao índice de circunferência, tanto em 2006 (2,02) quanto em 2016 (1,92). A associação das métricas que indicam tamanho e forma são indicadores da intensidade dos efeitos de bordas, no caso da vegetação do entorno da Fazenda J & J, observamos que em 2016 houve diminuição dos fragmentos de vegetação nativa, com coeficiente de variação alto, aliados a um índice de circunferência de 1,92%.

Os indicadores obtidos demonstram que os fragmentos de vegetação nativa diminuíram, possuem formato alongado, alcançando portanto, efeitos de bordas mais intensos. Os efeitos de fragmentação do hábitat são controlados por dois processos principais: os efeitos internos nos fragmentos ligados à formação de borda de floresta e a influência externa do hábitat matriz na dinâmica do fragmento (GASCON et al., 2001). A zona de bordas está altamente exposta a ventos, diferenças micrometeorológicas acentuadas em pequenos espaços, facilidade de acesso para o gado, animais domésticos e caçadores, e também reflete negativamente na própria fertilidade do solo (BARRETO-GARCIA, SCORIZA, PAULA, 2019).

Em relação ao relevo da área de estudo, avaliada com os dados SRTM, a menor altitude da área do *buffer* da Fazenda J & J, com base na cota clinográfica, foi de 890 m, e a maior de 1047 m, apresentando amplitude altimétrica de 157 m, subdivididas em 9 classes hipsométricas, com relevo mais plano e elevado na região norte. A média da altitude no *buffer* é de 983,69 m, enquanto que na propriedade esta fica entre 977 e 1012 m, com relevo médio classificado entre plano, suave ondulado e ondulado (0 a 20% de declividade). A maior parte das vertentes estão voltadas para o oeste, sendo este relevo marcado por maiores elevações, porém planificado, característico de áreas de planalto.

No entorno da propriedade rural estudada, observa-se a predominância de relevo ondulado e forte-ondulado (8 a 45%), representada pelas áreas com menores declividades, características de depressões intermontanas, que correspondem à superfícies rebaixadas e suavemente dissecadas, com altitudes médias que chegam a 700 m (CASSETI, 2005).

A área do *buffer* se encontra sobre Sistemas Agradacionais e Sistemas Denudacionais, que, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás (2005), são as formações geomorfológicas predominantes no estado de Goiás. Os maiores graus de declividade das encostas estão em áreas com menores altitudes.

De acordo com as categorias de declividade/fragilidade, a área onde está localizada

o sistema agropastoril analisado possui muito baixa fragilidade com relação à ocupação; já a grande parte do *buffer*, que compete ao entorno da propriedade, demonstra alto grau de fragilidade para ocupação, principalmente quando se observa a ocupação agrícola em 2006 de áreas com relevo forte-ondulado, onde o grau de fragilidade é forte ou muito forte (ROSS, 2000).

A substituição da agricultura pelos pastos ao longo da década analisada foi uma alternativa ao uso do solo, devido à fragilidade agrícola demonstrada em áreas de encostas. Por outro lado, tais áreas estariam mais estáveis se mantidas com a cobertura do solo original. A declividade da área, associada aos resultados obtidos com as métricas da paisagem indicam que a migração de espécies de mamíferos é viável devido à incidência de corredores de vegetação natural, que são responsáveis pela circulação de espécies. A interposição de barreiras promove mudança na dinâmica da população remanescente, impedindo sua circulação territorial e conseqüentemente, o movimento colonizatório.

As métricas geradas para o *buffer* da fazenda J & J indicam que o tamanho dos fragmentos de vegetação natural, tanto em 2006 quanto em 2016 suportam uma fauna de mamíferos de médio porte, além de possuírem extensões de corredores de vegetação natural suficientes para promover a dispersão destas espécies, sendo possível a troca de fauna.

Comparando as métricas obtidas entre 2006 e 2016, observa-se que houve intensa fragmentação da paisagem na área do *buffer* de entorno da Fazenda J & J, com práticas de uso e ocupação do solo inadequadas para a composição do relevo, como a produção agrícola em áreas de fragilidade muito forte e também a conversão destas áreas agrícolas em pasto. Houve a manutenção de vegetação nativa principalmente em áreas onde o relevo apresenta declividade acima de 75%. Isso se deve ao fato de tais áreas exigirem um manejo mais oneroso para ocupação agrícola, tanto pela declividade, quanto pelo tipo de solo, uma vez que são predominantemente ocupadas por Petroplintossolos (característico de relevos mais movimentados) e Cambissolos, mais suscetíveis à erosão (OLIVEIRA et al., 2014).

### **Fazenda Boa Vereda – Cachoeira Dourada - GO**

Na Fazenda Boa Vereda, o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta foi implantado em 2009, tendo sido implantado em um pasto extremamente degradado, cultivo de eucalipto, soja, milho e capim, além da atividade de pecuária. Através do processamento e da análise visual e quantitativa das imagens de satélite referentes à propriedade e seu entorno (Figura 4), foi observado que a paisagem sofreu expressiva modificação antrópica. Em 2016 vê-se o crescimento razoável da área urbana, além da manifestação de áreas de silvicultura. As áreas de pasto em 2016 se mostram, em grande parte, transformadas em áreas agrícolas voltadas ao cultivo da cana-de-açúcar, fator que pode ser explicado pela instalação de várias usinas sucroalcooleiras em Cachoeira Dourada (GO).

Com relação aos recursos hídricos, foi observada a diminuição de 0,56% na área do

*buffer* (Figura 4C-D). O arrendamento de terras realizado pelas usinas de cana-de-açúcar favorece o esgotamento dos nutrientes do solo e outros recursos ambientais, como a água, áreas de reservas e de proteção permanente, fator este que pode explicar a redução dos recursos hídricos do *buffer* dentro do espaço temporal analisado (PAULA, 2016).

Um fato a ser destacado é o aumento das áreas que comportam vegetação nativa, demonstrando que, no *buffer* analisado, as áreas que outrora se destinavam à ocupação por pasto foram convertidas em agricultura, enquanto as áreas de Cerrado nativo foram ampliadas em 1,06% (Figura 4C-D). Nesse recente processo de expansão do cultivo da cana-de-açúcar, a maioria das terras eram ocupadas por agricultura de grãos e pecuária, o que vem promovendo disputas por terras nesta região entre a cana, grãos e pastagens, e demonstrando a maior preferência por áreas já convertidas, e menor por áreas com vegetação nativa (CASTRO et al., 2010).

A análise visual dos mapas de NDVI para a fazenda Boa Vereda e seu entorno (Figura 4E-F) indica decréscimo desse índice no período analisado. O mapa gerado para 2006 (Figura 4E) apresenta a maior pontuação do NDVI em 0,70, enquanto que em 2016 (Figura 4F) tem-se o maior índice em 0,37. De forma geral, a área do *buffer* sofreu queda em seus índices de vegetação em toda sua extensão (Figuras 4-5).

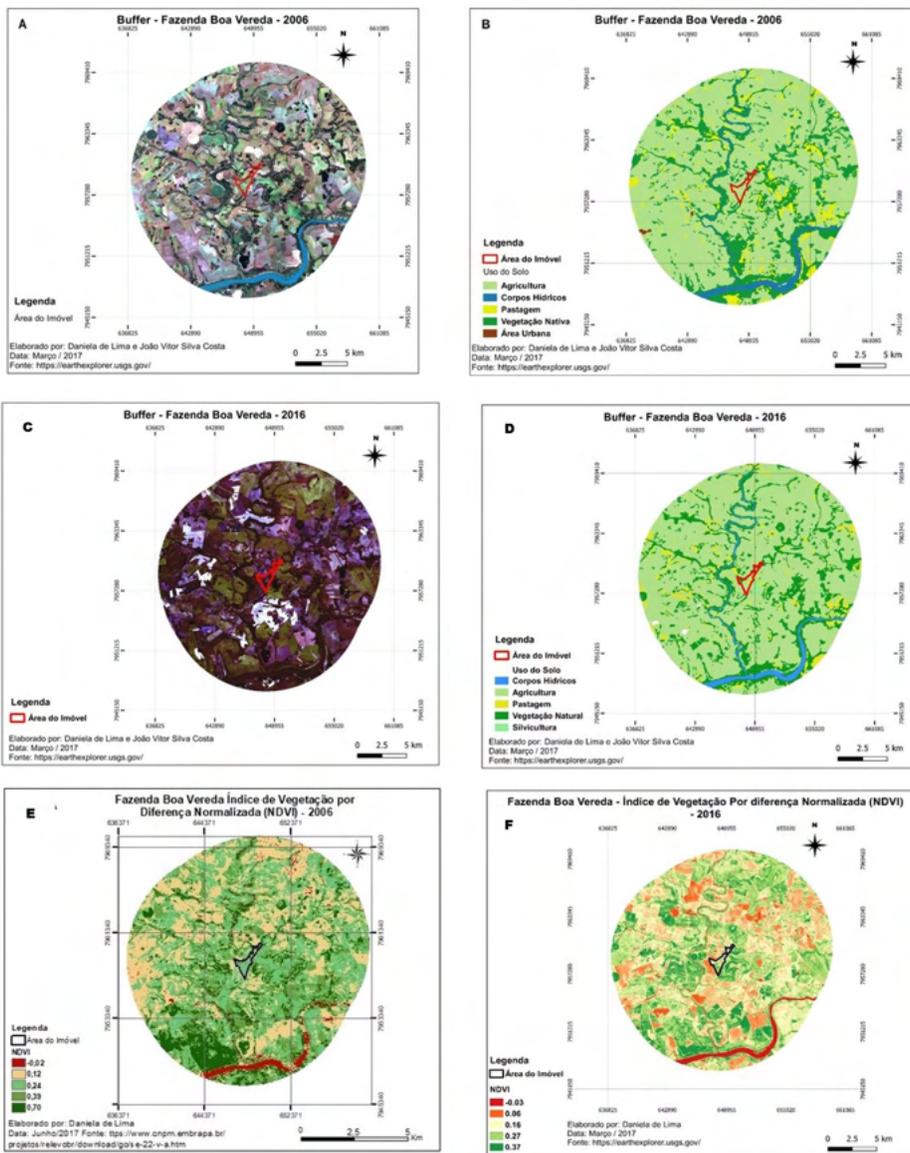


Figura 4: Entorno da Fazenda Boa Vereda em 2006 e 2016. (A,C: satélite; B,D: Uso do solo). Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para o entorno da Fazenda Boa Vereda. (E: ano de 2006; F: ano de 2016).

Antes da implantação do sistema ILPF na área da Fazenda Boa Vereda ainda não era realizada a silvicultura e o NDVI deste período traz um índice geral de 0,24 pontos (Figura 5A). Em 2016 o NDVI passa a variar entre 0,37 (nas áreas com silvicultura, agricultura e vegetação nativa) e 0,16 nas áreas de pasto (Figura 5), demonstrando melhores índices de vegetação. Os dados relativos às médias anuais de NDVI entre 2006 e 2016 indicam que após a implantação do sistema de integração (2009), houve melhora nos índices de NDVI se

comparados a pontos de vegetação natural e pastagem em seu entorno.

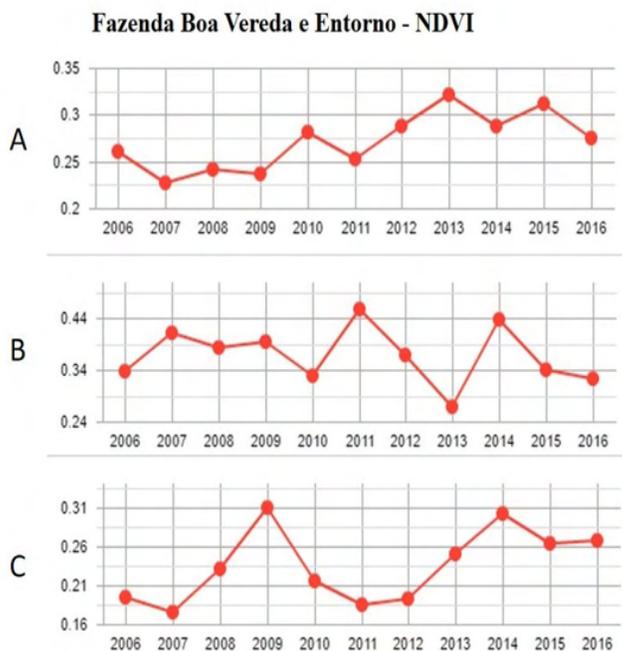


Figura 5: Variação dos valores de NDVI – Fazenda Boa Vereda (A) e pontos amostrais no entorno em Cachoeira Dourada, Goiás (B: vegetação; C: pastagem convencional) em série temporal entre 2006 e 2016.

Fonte: Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/UFG.

Nas métricas geradas para a *buffer* da Fazenda Boa Vereda (Tabela 3) há diminuição do número de manchas de vegetação nativa, assim como a densidade de suas bordas (ED). Em contrapartida, estas manchas passaram a ocupar um maior percentual de área que em 2006. Em 2016, o índice de circunferência dos fragmentos de vegetação (MSI) sofreu leve aumento, assim como o tamanho médio das manchas (MPS) e o coeficiente de variação da classe (PSCoV), que foi a maior de todas as classes em 2016 (620,58%), mostrando que há muitos fragmentos com tamanho acima da média do valor encontrado através do MSI.

Corroborando com o que já havia sido indicado pelos mapas de uso de solo, as áreas destinadas à agricultura foram ampliadas, substituindo os espaços ocupados até então por pastagens. Acompanhando esta tendência, o número de manchas (NumP) da classe agrícola sofreu vertiginoso aumento, enquanto que as manchas da classe pastagem diminuíram. Em 2006, os pastos apresentavam grande variação no tamanho médio dos fragmentos (758,29%), variação esta que também sofreu redução em 2016.

Em 2016 houve o surgimento da silvicultura, registrando 3 fragmentos desta classe de uso do solo (Tabela 3). A área ocupada por esta classe está em torno de 186,20 ha,

apresentando os menores valores de densidade de borda (ED) em todo período analisado, enquanto que seu índice de forma é o maior de todo o período, indicando maior retalhamento e, conseqüentemente, maior fragilidade em relação à interação com a matriz. O tamanho médio de seus fragmentos (MPS) é também o maior das classes dentro do período, com variação desta média (PSCoV) sendo a mais baixa encontrada, ou seja, não há grande variabilidade entre o tamanho das três manchas de silvicultura encontradas.

Apesar do aumento das áreas que comportam a vegetação nativa, é importante observar a queda nos Índices de Vegetação por Diferença Normalizada, uma vez que em 2016 o NDVI desta classe era de 0,70, caindo para 0,37 em 2016, apontando perda de densidade da vegetação nativa.

Métricas da paisagem - Buffer Fazenda Boa Vereda - 2006							
Ano	Classe	NumP	CA (ha)	ED (%)	MSI	MPS (m)	PSCoV (%)
2006	Agricultura	283	11021,20	32,52	2,15	38,94	308,57
	Pastagem	697	20365,90	61,39	1,89	29,21	758,29
	Vegetação	463	8308,26	32,98	1,90	17,94	439,05
2016	Agricultura	907	21432,15	54,03	1,81	23,62	584,19
	Pastagem	434	9922,14	30,21	1,88	22,86	379,28
	Vegetação	398	8532,09	31,00	1,92	21,43	620,58
	Silvicultura	3	186,20	1,72	2,92	62,06	50,45

Tabela 3: Métricas da paisagem - Entorno da Fazenda Boa Vereda (Cachoeira Dourada - GO) em 2006 e 2016.

NumP = número de fragmentos; CA = área de classe; ED = densidade de bordas; MSI = índice de circunferência; MPS = tamanho médio das manchas; PSCoV = Coeficiente de Variação

Representando os níveis de dissecação do relevo, a análise hipsométrica da fazenda Boa Vereda e seu entorno mostra que a área está entre 377 e 630 m de altitude, com amplitude altimétrica de 253 m, subdivididas em 9 classes hipsométricas, com observação de relevos mais planos e rebaixados nos espaços por onde correm os rios que drenam o *buffer*.

A Fazenda Boa Vereda está entre 390 e 480 m de altitude, tendo a média da altitude no *buffer* em torno de 443,33. A propriedade apresenta relevo classificado entre plano e suave-ondulado (0 a 8% de declividade), enquanto que seu *buffer* apresenta, além do relevo classificado como plano e suave-ondulado, também relevo ondulado, alcançando o máximo de 20% de declividade, o que lhes confere muito baixa, baixa e média categoria de fragilidade de dissecação/erosão (ROSS, 2000); conseqüentemente, tal forma de relevo denota aptidão do solo para boa parte do *buffer*, uma vez que o risco de erosões na área é menor. Tais números corroboram a afirmação de Borges (2011), quando este explica que essas áreas

possuem alta aptidão agrícola para o plantio da cana, construída a partir das demandas da planta e também do mercado, e mais uma vez indicando a motivação na mudança de uso do solo em grandes áreas do *buffer* dentro deste recorte temporal.

De forma geral, os tamanhos médios dos fragmentos das classes de uso do solo do *buffer* da Fazenda Boa Vereda são pequenos com intensa variação de sua média. Somados aos elevados índices de forma, que é o caso da propriedade, os pequenos fragmentos indicam que no local existe acentuado efeito de borda. A área possui pequenos e esparsos fragmentos de vegetação nativa, havendo a incidência de alguns corredores de vegetação natural, principalmente de mata ciliar.

O relevo desta área é formado por dissecações tabulares e elevações de topo plano, com baixa declividade, geralmente interrompidas por relevos residuais de topos tabulares e níveis topográficos, embutidos na superfície geral dos planaltos. As áreas com relevos residuais correspondem aos morros “testemunhos” areníticos da Formação Marília, que são arenitos agregados por cimento de carbonato de cálcio e/ou argilas, o que lhes conferem maior resistência em relação ao intemperismo e à erosão (LATRUBESSE; CARVALHO, STEVAUX, 2005).

### **Fazenda Santa Brígida – Ipameri – GO**

Na Fazenda Santa Brígida e seu entorno (Ipameri, Goiás), há a indicação de significativas modificações na paisagem, detectadas pelo processamento e análise das imagens de satélite (Figura 6A-D), evidenciando uma conversão das áreas agrícolas e de Cerrado em pastagens, semelhante ao observado no entorno da Fazenda J & J (Figura 2).

A Fazenda Santa Brígida adota o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta desde o ano de 2006, sendo implantado em um pasto degradado, através do plantio inicial de soja e milho. Após três anos foi incorporado o componente florestal ao sistema através do plantio de eucalipto. Em 2016 houve crescimento da área urbana e o surgimento de áreas de silvicultura, através do plantio de *Eucalyptus*, tanto na propriedade quanto fora dela, principalmente nas porções leste e noroeste do *buffer* (Figura 6A-B).

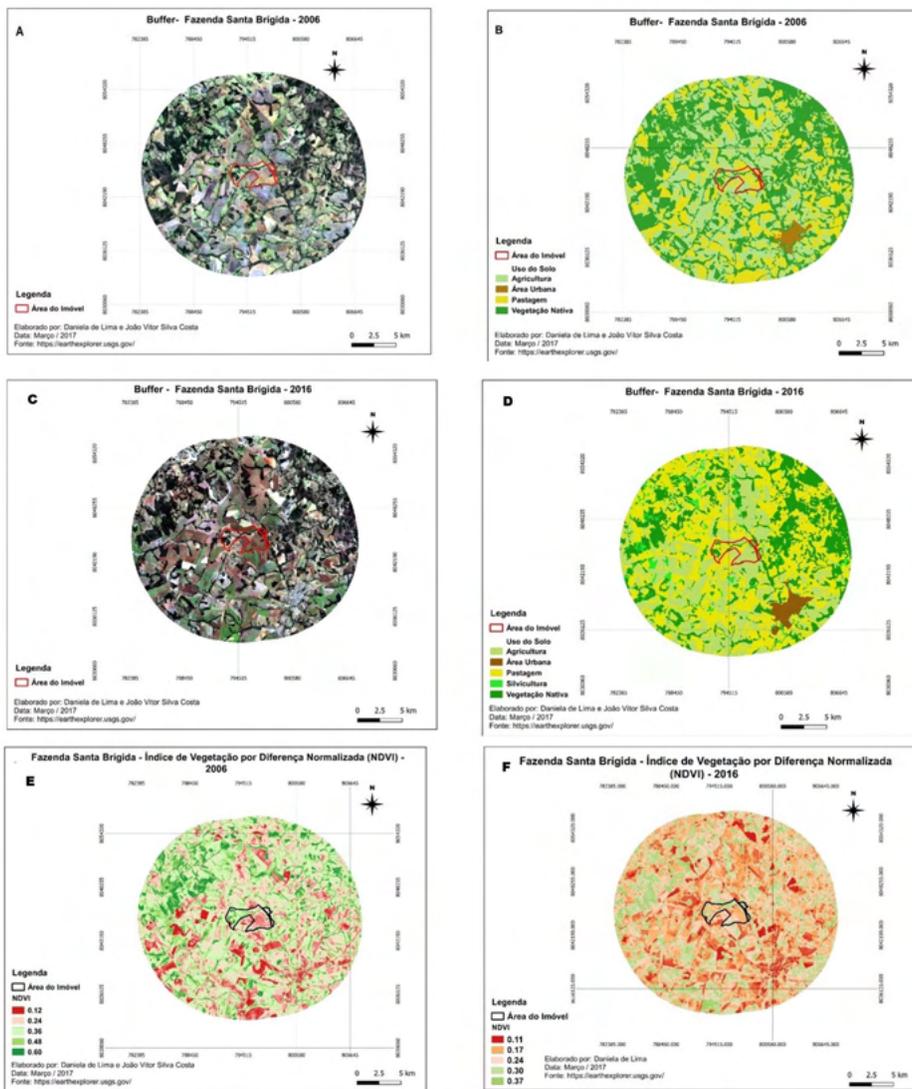


Figura 6: Entorno da Fazenda Santa Brígida em 2006 e 2016. (A: satélite; B: Uso do solo). Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para o entorno da Fazenda Santa Brígida (E: ano de 2006; F: ano de 2016).

Dentro do recorte temporal desta pesquisa, a mudança que se mostrou mais expressiva no *buffer* foi a modificação no uso do solo, onde em 2006 abrigava Cerrado e culturas agrícolas, e com áreas mais expressivas com pastagem em 2016 (Figura 6). Apesar da redução do uso do solo em áreas de cultivo agrícola, em 2016 (Figura 6C) foram detectadas duas propriedades a sudoeste do *buffer*, que fazem uso de irrigação por pivô central, o que não foi identificado nas imagens que competem ao ano de 2006 (Figura 6A). Em quase toda a extensão do *buffer* houve perda de vegetação nativa, sendo que os maiores fragmentos de

Cerrado (2016) estão localizados a nordeste da área de estudo, foram convertidos a pasto. As porções que foram convertidas em silvicultura são áreas que em 2006 abrigavam culturas agrícolas.

As análises relativas ao NDVI para esta propriedade e seu entorno demonstram que houve perda nos índices de vegetação no recorte temporal estudado (Figura 7). Na área total do *buffer* no ano de 2006 havia mais fragmentos com valores maiores de NDVI do que em 2016 (Figura 6E-F).

No ano de 2006 foi observado que havia apenas um fragmento de pasto localizado ao norte da propriedade na Fazenda Santa Brígida. Dez anos depois este fragmento foi convertido em área agrícola. Os valores de NDVI saltaram de 0,24 em 2006 para 0,30 em 2016 (Figura 6A-B). Com exceção desta área de pasto convertida em agricultura, de forma geral observa-se no restante da propriedade uma relativa perda de vegetação nativa (Figuras 6A-D), o que é comprovado também pelos índices de NDVI, caindo de 0,6 em áreas com maior índice vegetacional (2006) para 0,37 (2016), acompanhando a dinâmica do entorno (*buffer*) (Figuras 6E-F).

Tanto dentro da propriedade quanto fora dela, áreas destinadas à silvicultura foram as que apresentaram os melhores índices de vegetação (0,30) no ano de 2016, abaixo apenas das áreas com vegetação nativa (0,37) (Figura 6F).

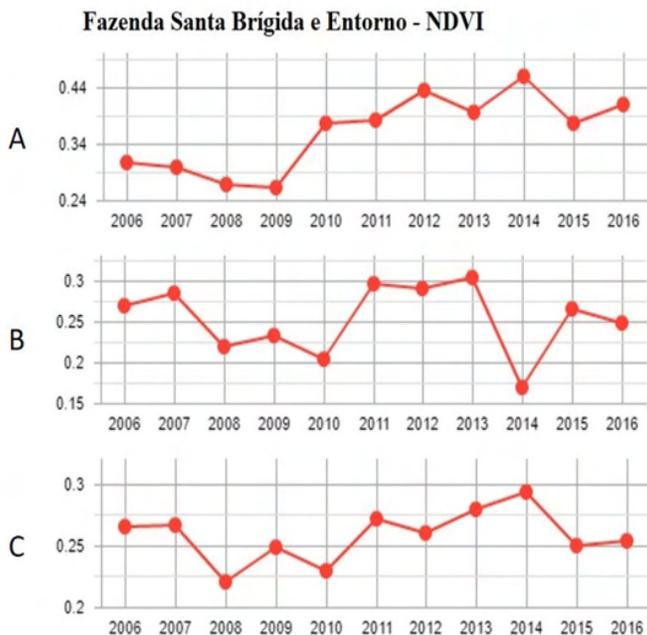


Figura 7: Variação dos valores de NDVI – Fazenda Santa Brígida (A) e pontos amostrais no entorno em Ipameri, Goiás (B: vegetação; C: pastagem convencional) em série temporal entre 2006 e 2016.

Fonte: Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/UFG.

Nos três primeiros anos (2006/2009) de implantação do sistema o índice de vegetação era baixo (Figura 7), já a partir de 2009, quando houve a inserção do componente florestal, observa-se aumento no índice de vegetação, indicando a melhoria após a implantação das árvores ao sistema. Apesar de ser a classe mais fragmentada neste período, a vegetação natural se mostra como a matriz da paisagem deste *buffer*, fator até então inédito neste estudo (Tabela 4).

A pastagem se destacou como a maior área de classe (CA) em 2016, mas a vegetação nativa ainda se mostrou como elemento predominante desta paisagem, com melhor riqueza de estrutura, uma vez que sua densidade de bordas (ED) se manteve como a maior dentro do período (44,71%), e com índice de circunferência (MSI) de 1,82 (Tabela 4), enquanto que a pastagem apresentou densidade de bordas de 42,47% e índice de forma de 2,04. Em 2006 a pastagem se mostrava bastante fragmentada, com pequenas manchas distribuídas pela área de estudo, enquanto que em 2016 a área desta classe se tornou mais homogênea, com a ocupação de um espaço maior por manchas maiores, e o índice de forma dos fragmentos subiu de 1,82 (2006) para 2,04 (2016) (Tabela 4).

A silvicultura, que era inexistente em 2006, aparece em 2016 com número de fragmentos (NumP) maior que o da pastagem, mas com área (CA) bastante inferior, com tamanho médio das manchas pequeno (MPS), e com a variação deste tamanho médio menor do que todas as classes (PSCoV = 172,41%); isso indica que a classe é bastante fragmentada, com pequenos fragmentos espalhados pelo *buffer*.

De forma geral, de 2006 para 2016 a agricultura sofreu redução de área (Figuras 6B, D), com fragmentos menores em seu tamanho médio (MPS) e em sua variação (PSCoV), além de ter seu índice de forma também reduzido de 2,05 para 1,77, medidas que indicam uma classe com manchas menores e mais fragmentada.

Métricas da paisagem - Buffer Fazenda Santa Brígida - 2006							
Ano	Classe	NumP	CA (ha)	ED (%)	MSI	MPS (m)	PSCoV (%)
2006	Agricultura	734	16530,70	52,73	2,05	22,52	495,68
	Pastagem	473	11720,20	29,46	1,82	24,77	252,55
	Vegetação	1494	18095,80	73,42	1,98	12,11	394,94
2016	Agricultura	1022	13239,20	39,82	1,77	12,95	437,24
	Pastagem	351	19913,00	42,47	2,04	56,73	506,45
	Vegetação	1078	11234,50	44,71	1,82	10,42	316,42
	Silvicultura	363	1624,59	8,86	1,64	4,47	172,41

Tabela 4: Métricas da paisagem do entorno da Fazenda Santa Brígida (Ipameri - GO) em 2006 e 2016.

NumP = número de fragmentos; CA = área de classe; ED = densidade de bordas; MSI = índice de circunferência; MPS = tamanho médio das manchas; PSCoV = Coeficiente de Variação.

As formas de relevo da área estão localizadas em uma transição entre duas bacias sedimentares (Bacia Sedimentar do Paraná e Bacia Sedimentar do Araguaia-Tocantins), pertencentes ao Planalto Rebaixado de Goiânia e ao Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, predominando as formas de morros intercalados com planícies fluviais, colinas e topos planos (GOIÁS, 2005). De acordo com os padrões de texturas estabelecidos por Latrubesse, Carvalho e Stevaux (2005), a análise visual comparativa determinou que o padrão de dissecação do *buffer* da Fazenda Santa Brígida é considerado forte.

Conforme as categorias de declividade/fragilidade propostas por Ross (2000) e com a reclassificação das classes de declividade dadas pela Embrapa (1999), a área onde está localizada a Fazenda Santa Brígida possui três níveis de fragilidade com relação à ocupação, sendo que a maior porção da propriedade vai de  *muito baixa* ou  *baixa fragilidade* à ocupação, sendo sua porção leste, mais próximo de seu limite, que apresenta médio grau de fragilidade em relação à ocupação. Assim como a propriedade, sua área de entorno (*buffer*) também apresenta três graus de fragilidade para ocupação: muito baixo, baixo e médio, sendo as maiores porções relativas à média fragilidade localizadas nas porções leste, nordeste e noroeste da área de estudo.

Os mapas de uso do solo do *buffer* da Fazenda Santa Brígida em 2016 (Figura 6D) apontam para a ausência de corredores dentre os fragmentos florestais, com ilhas de vegetação natural esparsas ao longo do *buffer*. O aparecimento de barreiras na paisagem modificada altera a dinâmica populacional das espécies sobreviventes, comprometendo a sua mobilidade e capacidade de migração. De acordo com Pereira e Cestaro (2016), paisagens com a existência de corredores possuem significativo movimento de espécies entre manchas. A presença de novos habitats matriz (por ex. pastagens) pode limitar a dispersão, movimentos e colonização.

Nos mapas dos anos de 2006 e 2016 (Figura 6B, D) a densidade de bordas é alta, assim como o índice de forma, fatores que são negativos à conservação. Estes fatores indicam a haver um intenso efeito de borda, gerando isolamento dos habitats e das populações nestes locais devido às modificações acentuadas provocadas por este efeito (PRADO et al., 2017).

A análise clinográfica do *buffer* da Fazenda Santa Brígida indicou haver variação de 696 m a 942 m, com amplitude altimétrica de 246 m, subdivididos em 9 classes hipsométricas. A propriedade situa-se na faixa de 808-942 m de elevação, com as faixas com maiores altitudes distribuídas entre a região norte e central do *buffer*, alcançando a porção oeste já no limite da propriedade. O relevo mais ondulado se concentra nas regiões leste, nordeste e noroeste.

As áreas mais planas, com pouca rugosidade e menor dissecação, são menos suscetíveis à erosão, estando uma parte generosa da propriedade compreendida dentro destas especificações. O relevo médio do *buffer* está classificado entre plano, suave-ondulado e ondulado (0 a 20% de declividade).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos no período 2006-2016, nas três áreas de estudo, demonstram que as áreas que abrigam sistemas de ILPF apresentam melhor eficiência ambiental. Ao sofrerem menor fragmentação de classes, também sofrem menor fragmentação de habitats, fator considerado ambientalmente positivo, pois fragmentos maiores apresentam maior diversidade, sendo este tamanho um condicionante de maior riqueza de espécies.

As áreas em ILPF mantiveram, de forma geral, menores densidades de bordas em relação aos apresentados pelas áreas do entorno (*buffers*) às propriedades, indicando menor suscetibilidade à queimadas e desmatamentos, por exemplo. Essas áreas apresentaram melhores índices de forma, demonstrando formatos mais regulares, com menos reentrâncias que as áreas do entorno (*buffers*) às propriedades.

Proporcionalmente, os tamanhos médios dos fragmentos das propriedades em ILPF apresentaram melhor valor que os das áreas dos *buffers*, com menor variação nesta medida.

Para o ano de 2016, os índices de vegetação por diferença normalizada (NDVI) adquiridos dentro das propriedades que adotam os sistemas de integração se mostraram mais satisfatórios que em áreas com agricultura ou pastagem em seu entorno, exceto algumas áreas que utilizam irrigação por pivô central (cujo NDVI é normalmente mais alto mesmo com cultivos devido à irrigação).

Pode-se afirmar que a configuração de uso do solo para os elementos que compõem as paisagens que comportam os sistemas de integração é adequada, demonstrando que, apesar dos pontos de atenção já citados, o sistema promove boa interação quando estabelecido em condições adequadas à estrutura da paisagem.

Apesar dos modelos de sistemas de integração existentes no Brasil serem moldados a partir do plantio de árvores vindas de outros países, sendo o caso do eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), os sistemas de integração são mais sustentáveis que aqueles voltados à agricultura e pecuária tradicionais.

## REFERÊNCIAS

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília: **Embrapa**, p. 130. 2011.

BALBINO, L. C. CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). **Informações Agrônomicas**, v. 138, p. 1-18, 2012.

BARRETO-GARCIA; P. A. B.; SCORIZA, R. N.; PAULA, A. Edge effect on chemical attributes of soil in a seasonal forest. **Revista Árvore**, v.43, n. 1, e430109, 2019.

BEZERRA, C.G. et al. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES. **Espaço & Geografia**. 14(2), p. 257-277, 2011.

BORGES, Vonedirce M. S. **Formação de uma nova centralidade do setor sucroenergético no Cerrado: o caso de Quirinópolis, estado de Goiás.** 237 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Goiás: Goiânia, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biomas/category/62-cerrado>>. Acesso em: 10 março 2015, 16:30:25.

CASSETI, V. **Geomorfologia.** [S.l.], [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php#titulo1.4.1>>. Acesso em: 18 jun. 2017, 14:32:15. v. 15, 2010.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BÔRGES, V. M. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 30, p. 171-191, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: **Reunião Técnica de Levantamento de Solos**, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Santos H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO-FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F., 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA JR., L. G.; MIZIARA, F.; SOARES-FILHO, B. S. Modeling landscape dynamics in the central Brazilian savanna biome: future scenarios and perspectives for conservation. **Journal of Land Use Science**, v. 8, n. 4, p. 403-421, 2013.

GASCON, C.; LAURENCE, W. F.; LOVEJOY, T.E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia Central. In: **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais.** GARAY, I.; DIAS, B. (eds.), Rio de Janeiro: Vozes, p: 174-189, 2001.

GOIÁS. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás:** Relatório Final. Goiânia, 2005.

GOIÁS. **Sistema Estadual de Geoinformação**, 2020. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento. <http://www.sieg.go.gov.br/siegmapas/mapa.php>. Acesso em 21 de junho de 2020.

HEDLUNG, J.; LONGO, S. B.; YORK, R. Agriculture, Pesticide Use, and Economic Development: A Global Examination (1990–2014). **Rural Sociology**, v. 85, n. 2, p. 519-544, 2020.

JACINTO, L.U. A pecuária do futuro com a ajuda da irrigação. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 51, p.50-54, 2001.

KLINK, C. A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L.F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. Piracicaba: **POTAFOS.** Encarte Técnico, Informações Agronômicas, 106. p. 20, 2004.

LAMBIN, E. F. MEYFROIDT, P.; RUEDA, X.; BLACKMAN, A.; BÖRNER, J.; CERUTTI, P.O.; DIETSCH, T.; JUNGSMANN, L.; LAMARQUE, P.; LISTER, J.; WALKER, N.F.; WUNDER, S. Effectiveness and synergies of policy instruments for land use governance in tropical regions. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 129-140, 2014.

LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M.; STEVAUX, J. C. **Mapa geomorfológico do estado de Goiás**. Superintendência de Geologia e Mineração. Governo do Estado de Goiás. 1:250.000, 2005.

LATRUBESSE EM, CARVALHO TM (2006) **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiás, Secretaria de Indústria e Comércio, Goiânia, 128 pp. Series Geologia e Mineração, number 2.

MARTINS, M. R.; REZENDE, M. L. Use of crop-livestock-forest and protection of permanent preservation areas in smallholders family farms: report of an extensionist experience. **Em Extensão**, v. 19, n. 1, p. 98-105, 2020.

OLIVEIRA, V. A.; MELLO, C. R.; DURÃES, M. F.; SILVA, A. M. Soil erosion vulnerability in the verde river basin, southern minas gerais. *Ciênc. Agrotec.*, v.38, n. 3, p.262-269, 2014.

PAULA, V. M. A territorialização da agroindústria canavieira em Cachoeira Dourada (GO) e as transformações socioespaciais. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Goiânia: Universidade Federal Goiás, 2016.

PEREIRA, V. H. C.; CESTARO, L. A. Corredores ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 58, p. 16-33, 2016.

PRADO, P. K. B.; SANTOS, A. F. A.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; CLAUDINO, W. V.; EISENLOHR, M. A. C. Fragilidade ambiental dos fragmentos florestais do Parque Estadual Cristalino, por métricas da paisagem. **Nativa**, Sinop, v.5, esp., p.548-554, 2017.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

STRASSBURG, B. B. N. BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B. S.; BALMFORD, B. A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 0099, p. 1-3, 2017.

UFV/SEPLAN. Mapa de Solos 1:250.000 – Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba. **Superintendência de Geologia e Mineração**, Goiânia, 2004.

VILELA, L.; MARTHA-JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES-JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavourapeçuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.46, n.10, p. 1127-1138, 2012.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem 7, 10, 98, 100, 167, 176, 230

Agricultura 3, 1, 2, 3, 6, 7, 17, 20, 21, 24, 29, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 65, 87, 89, 90, 91, 95, 97, 98, 99, 116, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 144, 145, 150, 151, 156, 157, 166, 183, 193, 199, 221, 222, 224, 227, 235

Agricultura familiar 1, 2, 3, 7, 29, 38, 39, 40

Agricultura orgânica 87, 89, 90, 91

Agricultura verde 135

Agroecologia 3, 4, 1, 3, 4, 6, 7, 19, 29, 35, 39, 131, 132, 236

Agronegócio 11, 40, 42, 78, 86, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 123

Agronomía 21, 158, 166

Agropecuária 43, 62, 63, 64, 74, 85, 102, 119, 133, 237

Agrossilvipastoril 41, 43

Agrotóxicos 4, 5, 30, 31, 35, 39, 120, 124, 125, 140, 145

Água 8, 1, 4, 12, 41, 52, 79, 114, 115, 120, 121, 136, 139, 145, 147, 148, 151, 152, 173, 209, 210, 211, 213, 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233

Amazônia 4, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 62, 110, 120, 167, 209, 234

### B

Biosólidos 7, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Bombeamento 8, 223, 224, 227

### C

Colheita 9, 15, 16, 19, 36, 139

Contabilidade rural 76, 79, 80

Controle biológico 3, 4, 111, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 228, 230, 232, 233, 235

Crédito rural 5, 6, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Culturas 9, 13, 14, 16, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 46, 47, 57, 58, 65, 77, 78, 112, 115, 116, 126, 127, 128, 130, 211, 224

### D

Dengue 228, 229, 230, 233, 234, 235, 236

Desempenho 16, 18, 39, 65, 174, 176, 180, 209, 210, 211, 221

Desenvolvimento sustentável 7, 10, 19, 40, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Diversidade biológica 229

**E**

Eficiência econômica 29

Efluentes industriais 158, 159

Embalagens 144, 145, 148, 150

Energia fotovoltaica 182, 184

Espécies 9, 10, 12, 13, 14, 18, 42, 51, 60, 61, 78, 79, 103, 111, 112, 114, 115, 116, 145, 146, 229, 230, 231, 232, 233

**F**

Fungos entomopatogênicos 110, 111, 112, 113, 114, 116, 119

**G**

Geoprocessamento 41, 43, 48, 54, 58

Gestão 7, 3, 6, 40, 62, 106, 109, 131, 135, 172, 180, 181, 190

**I**

ILPF 41, 42, 43, 44, 45, 48, 53, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74

Impacto ambiental 32, 138, 144

Indicadores 2, 3, 7, 19, 23, 26, 27, 50, 64, 65, 66, 73, 74, 95, 167, 170, 171, 173, 174, 175, 180, 183

Inflação 167, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 180

Inseto-praga 121

**M**

Manejo 5, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 43, 51, 62, 64, 66, 73, 74, 77, 79, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 125, 127, 128, 130, 131, 133, 137, 138, 139, 157, 182, 183, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 207, 211, 221, 232, 235, 237

Meteorológico 210

Método alternativo 228

**N**

Nanotecnologia 6, 7, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Nanotecnologia ambiental 135

## P

Plantas 4, 5, 14, 15, 16, 18, 62, 65, 67, 76, 78, 79, 81, 84, 91, 92, 113, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 157, 160, 204, 210, 218, 222, 232

Polímero repelente 144, 145

Produção 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 51, 66, 71, 72, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 150, 151, 152, 171, 172, 174, 175, 179, 181, 211, 221, 222

Productores 5, 2, 5, 6, 19, 22, 26, 30, 32, 34, 37, 39, 41, 43, 64, 65, 66, 70, 73, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 116, 120, 122, 139, 150, 156, 169, 173, 175, 180, 200

## Q

Qualidade 64, 74

## R

Recursos hídricos 51, 52, 182, 190, 222, 223

Regressão linear 7, 167, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180

Remediation 143, 159, 166

Roda d'água 223, 224, 225, 226, 227

## S

Segurança alimentar 1, 2, 3, 5, 7, 9, 18, 19, 137

Silvipastoril 5, 43, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Sistema agroflorestal 4, 8, 9, 14, 16, 17, 18, 19, 66, 67

Solo 4, 9, 12, 13, 16, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 85, 95, 96, 102, 120, 121, 122, 127, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 164, 173, 204, 209, 210, 211, 218

Suelos contaminados 158, 159, 160, 164, 165

Sustentabilidade 3, 3, 14, 17, 29, 30, 33, 38, 40, 43, 76, 77, 78, 86, 115, 116, 125, 127, 135, 136, 144, 156, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 181, 232

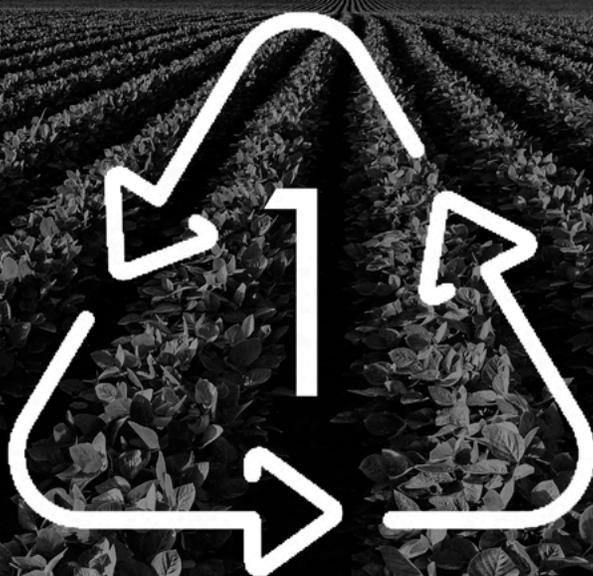
Sustentável 7, 9, 10, 19, 30, 36, 40, 61, 64, 65, 74, 76, 78, 84, 85, 108, 121, 123, 127, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 156, 157, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 190

## V

Vegetação 4, 13, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 210, 232

Viabilidade 4, 5, 10, 19, 29, 30, 35, 36, 38, 76, 77, 79, 80, 81, 85, 86, 104, 106, 113, 114, 172, 213

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



🌐 [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)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)