

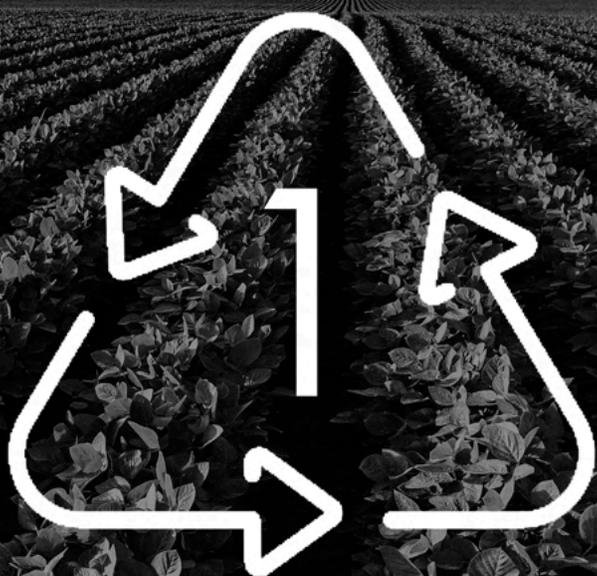
# CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



**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 Cremo

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>

**CAPÍTULO 5..... 41**

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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115>

**CAPÍTULO 6..... 64**

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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116>

**CAPÍTULO 7..... 76**

VIABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE ENGAJADA NO SISTEMA SILVIPASTORIL: ESTUDO DE CASO

Hadassa Landherr Friske

Débora Natália Brumati

Jaine da Silva

Marcos Adriano Martello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117>

**CAPÍTULO 8..... 87**

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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118>

**CAPÍTULO 9..... 98**

O CRÉDITO E OS TÍTULOS DE CRÉDITO RURAL COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL DA PROPRIEDADE

Domingos Benedetti Rodrigues

Tamara Silvana Menuzzi Diverio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119>

**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 PRODAD'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**

## COMO OS PARÂMETROS CINÉTICOS DE ENZIMAS PODEM INDICAR A QUALIDADE DE SOLOS DE CERRADO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA- FLORESTA

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 06/08/2021

**Ana Flávia de Andrade Lopes**

Universidade Estadual de Goiás  
Anápolis-GO

<http://lattes.cnpq.br/6782697056062718>

**Malu da Costa Santana**

Universidade Estadual de Goiás  
Anápolis-GO

<http://lattes.cnpq.br/2949337440259762>

**Leciana de Menezes Sousa Zago**

Universidade Estadual de Goiás  
Anápolis-GO

<http://lattes.cnpq.br/9983026430565848>

**Isabella Cristina Ferreira de Lima**

Universidade Estadual de Goiás  
Anápolis-GO

<http://lattes.cnpq.br/0050536528623346>

**Samantha Salomão Caramori**

Universidade Estadual de Goiás  
Anápolis-GO

<http://lattes.cnpq.br/1179478052817833>

**RESUMO:** A aferição de parâmetros cinéticos enzimáticos fornece informações sobre todo o processo catalítico diante das mudanças provocadas no solo devido ao seu uso. O objetivo deste estudo foi o de investigar a qualidade de solos de Cerrado em sistemas de ILPF utilizando indicadores biológicos do solo. As amostras de solo coletadas foram separadas em grupo A,

B e C. No grupo A foi utilizada a determinação da atividade da polifenoloxidase, utilizando o substrato L-3,4- dihidroxifenilalanina (L-DOPA), levando em conta a profundidade do solo. No solo do grupo B foi utilizada a determinação da atividade de  $\beta$ -glicosidase (EC 3.2.1.21), dispondo-se do p-nitrofenil- $\beta$ -D-glicopiranosídeo como substrato, levando em consideração o tempo de manutenção dos sistemas. No grupo C a atividade de fosfatase ácida (EC 3.1.3.2) foi testada, utilizando o p-nitrofenil fosfato como substrato. No grupo A, os dados da cinética demonstraram que, na profundidade 0-10 cm da amostra de solo, existe uma maior concentração de microorganismos de metabolismo aeróbico e que, na profundidade 10-20 cm, os valores de  $K_m$  indicam uma piora na qualidade do solo. No grupo B, os dados analisados indicam uma semelhança nos parâmetros, porém é possível concluir que na área de implantação mais antiga há uma diferença na capacidade de troca catiônica. No grupo C Os parâmetros analisados demonstram que as amostras de solo em Cerrado nativo apresentam melhores índices de qualidade em relação às áreas antropizadas, e que as áreas manejadas em ILPF ainda apresentam atividade microbiana e enzimática com proximidade à condição do Cerrado nativo. Os resultados sugerem que áreas de Cerrado nativo possuem melhores indicadores de qualidade do solo, mas que o manejo em ILPF pode contribuir para a manutenção da fertilidade e servir como uma prática de agropecuária sustentável para o Cerrado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fosfatase. Beta-Glicosidase. Indicadores de Qualidade. Manejo

## HOW THE ENZYME KINETIC PARAMETERS CAN INDICATE THE QUALITY OF SOILS ON CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION IN BRAZILIAN CERRADO

**ABSTRACT:** The measurement of enzymatic kinetic parameters provides information about the entire catalytic process in view of the changes caused in the soil due to its use. The aim of this study was to investigate the quality of Cerrado soils in ILPF systems using soil biological indicators. The collected soil samples were separated into groups A, B and C. In group A, the determination of the polyphenol oxidase activity was used, using the substrate L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA), taking into account the depth of the soil. In group B soil, the determination of  $\beta$ -glucosidase activity (EC 3.2.1.21) was used, using p-nitrophenyl- $\beta$ -D-glycopyranoside as substrate, taking into account the maintenance time of the systems. In group C the acid phosphatase activity (EC 3.1.3.2) was tested using p-nitrophenyl phosphate as substrate. In group A, the kinetic data showed that, at the 0-10 cm depth of the soil sample, there is a higher concentration of aerobic metabolism microorganisms and that, at the 10-20 cm depth, the  $K_m$  values indicate a deterioration in quality from soil. In group B, the analyzed data indicate a similarity in the parameters, however, it is possible to conclude that, there is a difference in the cation exchange capacity in the older implantation area. In group C The analyzed parameters demonstrate that soil samples in native Cerrado have better quality indices compared to anthropized areas, and that areas managed in ILPF still have microbial and enzyme activity close to the condition of native Cerrado. The results suggest that areas of native Cerrado have better indicators of soil quality, but that management in ILPF can contribute to the maintenance of fertility and serve as a sustainable agricultural practice for the Cerrado.

**KEYWORDS:** Phosphatase. Beta-Glucosidase. Quality Indicators. Sustainable management. CLF.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, muitos desafios são impostos à agricultura, devido às grandes extensões de áreas e da ampla diversidade de culturas para se manter a grande produtividade. Dessa maneira, deve-se pensar em ao mesmo tempo maximizar a quantidade de produtos agrícolas de elevada qualidade, assim como em conservar os recursos naturais do sistema.

A qualidade do solo está diretamente relacionada com a capacidade que ele tem de funcionar continuamente para que possa sustentar plantas, animais e seres vivos. Desse modo, é relevante pensar em mecanismos de agroecossistemas sustentáveis, de forma que o solo continue fértil para próximos cultivos.

Os indicadores de qualidade do solo são utilizados para avaliar se as funções do solo estão tendo um bom desempenho e se os microrganismos estão em quantidades disponíveis para promover a ciclagem de nutrientes por meio da mineralização de matéria orgânica (MENDES et al., 2018). Em alguns casos, a modificação na população e na atividade

microbiana pode prevalecer sobre mudanças nas propriedades físico-químicas, refletindo nos parâmetros do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Tendo em vista que a amplificação da produção, em sistemas de integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF), pode ocasionar diversos benefícios ao produtor e ao meio ambiente, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo (CORDEIRO et al., 2015), neste trabalho foram testadas enzimas polifenoloxidases e  $\beta$ -glicosidase como indicadores de qualidade.

Uma forma de se investigar os efeitos de manejo nas enzimas do solo é pelos estudos de cinética, pois a afinidade da enzima pelo substrato é medida em concentrações variadas, com valores próximos aos encontrados no solo para os substratos naturais. Pela cinética michaeliana é possível identificar se determinada enzima sofreu alteração de afinidade pelo seu substrato pela medida da constante de Michaelis-Menten, o  $K_m$ , e pela análise da curva que descreve a relação entre disponibilidade de substrato e incrementos na velocidade inicial da reação (LEITE et al., 2018).

## OBJETIVOS

Analisar a qualidade de solos de Cerrado em sistemas Agroflorestais pela cinética de polifenoloxidase e  $\beta$ -glicosidase;

Relacionar o tempo de implantação do sistema agroflorestal com os parâmetros cinéticos das enzimas;

Demonstrar se a implantação do sistema agroflorestal contribui para a melhoria da qualidade do solo através da análise das enzimas polifenoloxidase e  $\beta$ -glicosidase, apontando essa contribuição.

## METODOLOGIA

As fases de descrição e coleta foram idênticas para os grupos A, B e C.

### 1) Descrição das áreas de amostragem

O estudo foi realizado em dois grupos de solos, chamados de grupo A e grupo B, de três áreas de ILPF, com diferentes idades de implantação, localizada na Fazenda Boa Vereda, em Cachoeira Dourada, GO (18°27'43"S, 49°35'58"W). Foram usados os sistemas ILPF implantados em 2009 (ILPF10), 2011 (ILPF8) e 2014 (ILPF5), em *Latossolo Vermelho-Argiloso* (EMBRAPA, 2006).

### 2) Coleta de amostragem do solo e separação de agregados

Foram coletadas amostras dos dois grupos de solo no final do período de seca, entre os meses de agosto e setembro de 2019. Essas amostras foram recolhidas manualmente usando pá de corte, abrindo valas de aproximadamente 0,1 m<sup>2</sup> de largura e 0,2 m de profundidade. Foram coletadas aleatoriamente amostras compostas constituídas pela

junção de três subamostras de solo. No ILPF foram coletadas três amostras compostas na profundidade 0-0,2 m e em cada subárea do sistema agroflorestal (entre renque: entre as fileiras de árvores; no renque: entre plantas na linha de Eucalipto), totalizando seis amostras compostas em cada ILPF. A amostragem foi realizada em três ILPF (ILPF10, ILPF8, ILPF5), totalizando de 18 amostras compostas. Todas as amostras foram peneiradas (<2 mm) para remoção de raízes, gravetos, pedras e cascalho e acondicionadas em sacos de polietileno a 4 °C (EMBRAPA, 2011).

Foi determinado o teor de umidade secando 5 g de solo a 105 °C por 48 h a fim de se utilizar massa seca como referência nas pesagens das amostras.

A avaliação dos parâmetros físico-químicos foi realizada por um laboratório especializado em análise de solo, usando as metodologias descritas pela EMBRAPA (2011), com alguns detalhes descritos a seguir. O teor de argila, silte e areia foi medido pelo método do densímetro. O pH do solo foi mensurado por eletrodo imerso em suspensão de solo e CaCl<sub>2</sub>. O teor de fósforo (P) e potássio (K) foi extraído por Mehlich I; cálcio (Ca) e magnésio (Mg) extraídos em KCl e determinados por titulação de EDTA. O alumínio trocável (Al) foi determinado pela extração com solução KCl. A capacidade de troca catiônica, saturação por bases e saturação por alumínio foi calculada a partir destes dados. O teor de carbono orgânico total (COT) e matéria orgânica do solo (MOS) foram determinados pelo método de oxidação do dicromato e a leitura ao espectrofotômetro. O nitrogênio total (NT) foi avaliado pelo método de destilação a vapor.

### 3) Características bioquímicas do solo

#### 3.1) Grupo A

A determinação da atividade de polifenoloxidase foi efetuada de acordo com a metodologia de Sinsabaugh et al. (1999), com algumas modificações. O substrato L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA) (0,8 mL) foi adicionado a 0,16 g de massa seca de solo. Após incubação, em temperatura ambiente por 60 min, 0,3 mL da mistura reacional vertida em poços de microplaca e a absorbância foi mensurada a 460 nm. A atividade enzimática foi calculada com base no coeficiente de extinção molar e expressa em  $\mu\text{mol}$  de 3-dihidroindol-5,6-quinona-2-carboxilato de metila (DIQC)/h/g de solo. Foram construídas curvas de cinética com as enzimas utilizando-se substratos em concentrações variadas de zero até o atingimento de  $V_{\text{max}}$ , ou seja, até que não se observe incrementos na velocidade da reação, mantendo-se a quantidade de solo (enzima) e demais componentes constantes durante todo o experimento. As curvas foram analisadas plotando-se um gráfico de pontos  $V \times [S]$ , sendo  $[S]$  a variável independente. Sobre esta distribuição será ajustada uma regressão hiperbólica para se estimar os valores de  $K_m$  e  $V_{\text{max}}$  pela equação de Michaelis-Menten.

#### 3.2) Grupo B

A atividade de  $\beta$ -glicosidase (EC 3.2.1.21) foi testada conforme descrito por Baldrian

et al. (2005), utilizando-se o *p*-nitrofenil- $\beta$ -D-glicopiranosídeo como substrato. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de *p*-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  solo  $\text{h}^{-1}$  a 400 nm. Foram construídas curvas de cinética com as enzimas utilizando-se substratos em concentrações variadas de zero até o atingimento de  $V_{\text{max}}$ , ou seja, até que não se observe incrementos na velocidade da reação, mantendo-se a quantidade de solo (enzima) e demais componentes constantes durante todo o experimento. As curvas foram analisadas plotando-se um gráfico de pontos  $V \times [S]$ , sendo  $[S]$  a variável independente.

### 3.3) Grupo C

A atividade de fosfatase ácida (EC 3.1.3.2) foi testada conforme descrito por Baldrian et al. (2005), utilizando o *p*-nitrofenil fosfato como substrato. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de *p*-nitrofenol  $\text{g}^{-1}$  solo  $\text{h}^{-1}$  a 400 nm. Foram construídas curvas de cinética com as enzimas, utilizando substratos em concentrações variadas de zero até o atingimento de  $V_{\text{max}}$ , ou seja, até que não se observe incrementos na velocidade da reação, mantendo-se a quantidade de solo (enzima) e demais componentes constantes durante todo o experimento. As curvas foram analisadas plotando-se um gráfico de pontos  $V \times [S]$ , sendo  $[S]$  a variável independente. Sobre esta distribuição foi ajustada uma regressão hiperbólica para se estimar os valores de  $K_m$  e  $V_{\text{max}}$  pela equação de Michaelis-Menten (LEITE et al., 2018).

## RESULTADOS

### 1.1 Grupo A

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise de atributos físicos e químicos das amostras de solo em ILPF com 5, 8 e 10 anos de implantação à época da coleta.

Propriedades físico-químicas do solo	ILPF5	ILPF8	ILPF10
pH	4,9 $\pm$ 0,1	4,9 $\pm$ 0	5,5 $\pm$ 0,06
cálcio (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	2,4 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,3	4,9 $\pm$ 0,1
Magnésio (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	1,37 $\pm$ 0,1	1,4 $\pm$ 0,1	1,9 $\pm$ 0,1
H+Al (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	3,87 $\pm$ 0,1	3,8 $\pm$ 0,1	3,27 $\pm$ 0,15
CTC (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	7,83 $\pm$ 0,1	7,9 $\pm$ 0,6	10,17 $\pm$ 0,1
Fósforo (Melich I) (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	2 $\pm$ 1,0	4,8 $\pm$ 3,1	3 $\pm$ 1,0
Potássio (cmolc/dm <sup>-3</sup> )	0,2 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0	0,11 $\pm$ 0,02
Matéria orgânica do solo (%)	3,77 $\pm$ 0,1	3,6 $\pm$ 0,1	3,87 $\pm$ 0,15
V%	50,7 $\pm$ 1,5	51 $\pm$ 1,7	68 $\pm$ 2,0
Nitrogênio total (%)	0,2 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0	0,2 $\pm$ 0,01
Carbono orgânico total (%)	2,19 $\pm$ 0,1	2,09 $\pm$ 0	2,24 $\pm$ 0,09
Argila (%)	45 $\pm$ 0	28 $\pm$ 1,0	29 $\pm$ 0
Silte (%)	26 $\pm$ 0	23 $\pm$ 1,0	21,3 $\pm$ 0,3

Tabela 1: Atributos físico-químicos do solo coletado em área de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.

Os dados da Tabela 1 mostram uma grande semelhança entre os parâmetros analisados no que tange o tempo de manutenção dos sistemas. Dentre os dados que apresentaram diferenças, é possível observar que na área com implantação mais antiga (ILPF 10) há duas vezes mais Cálcio ( $4,9 \text{ cmolc/dm}^3$ ) em relação às demais. Este dado reflete também na diferença apresentada para a Capacidade de Troca Catiônica (21% maior do que ILPF 5 e ILPF 8) e na saturação por bases (30% maior do que as demais áreas de ILPF).

Quanto à composição textural pode-se observar que a área de ILPF 5 apresenta maior teor de argila e menor teor de areia, mesmo fazendo parte da mesma propriedade rural.

Nas Figura 1 e 2 estão os resultados da cinética de polifenoloxidase utilizando o substrato L-DOPA. O substrato L-3,4- dihidroxifenilalanina (L-DOPA) (0,8 mL) foi adicionado a 0,16 g de massa seca de solo, e a leitura da atividade enzimática foi realizada considerando as concentrações de L-DOPA de 0,39 a  $100 \text{ mmol L}^{-1}$ , por meio de uma diluição seriada.

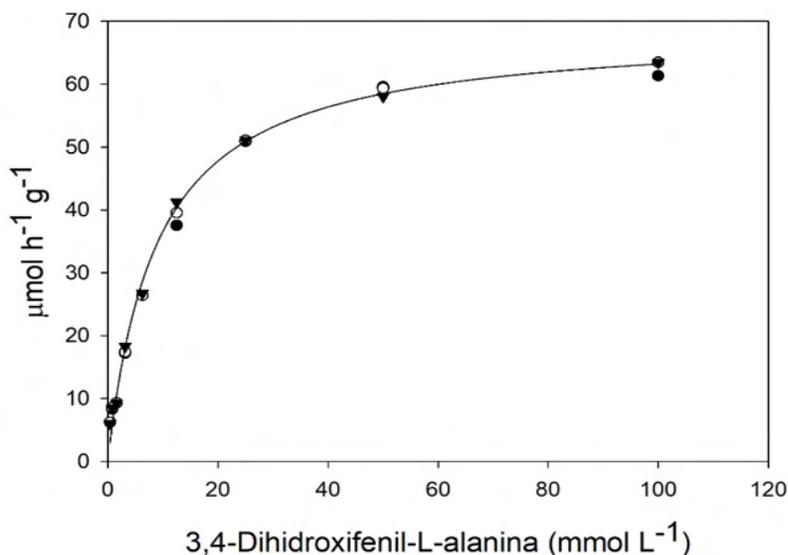


Figura 1 - Cinética da polifenoloxidase de solos em ILPF coletados na profundidade de 0 a 10 cm (0 a 0,1 m).

A Figura 1 apresenta os dados de cinética com as amostras de solo coletadas na profundidade de 0 a 10 cm. Esta profundidade é aquela camada superficial do solo que recebe mais oxigênio, pois está em contato direto com o ar atmosférico e que, por isto, também contém maior concentração de microrganismos de metabolismo aeróbio.

O experimento utilizando o solo de ILPF coletado na profundidade de 10 a 20 cm, empregando as 3 amostras de solo de ILPF com 8 anos de implantação, foi preparado no laboratório de biotecnologia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Os dados da cinética da polifenoloxidase estão presentes na Figura 2.

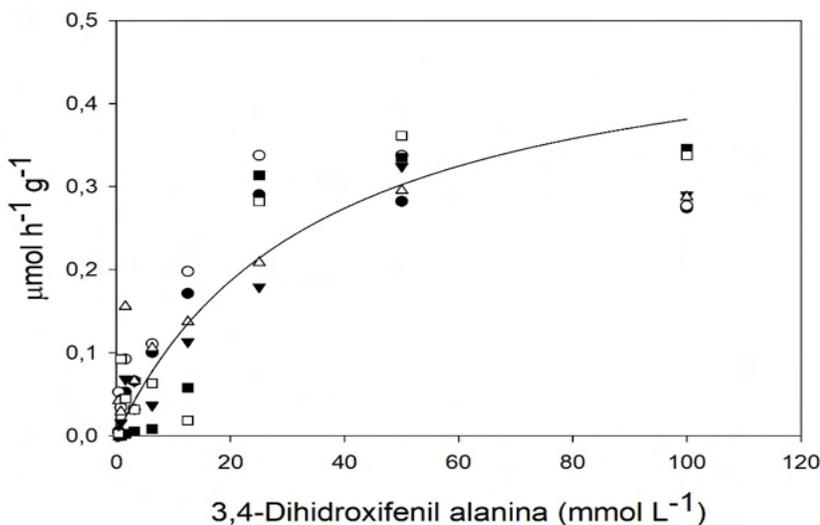


Figura 2 – Cinética da polifenoloxidase de solos em ILPF coletados na profundidade de 10 a 20 cm (0,1 a 0,2 m).

A Figura 2 apresenta a cinética de atividade de polifenoloxidase na profundidade entre 10 e 20 cm. A velocidade máxima atingida foi estimada em  $19,5 \mu\text{mol/h/g}$  e o valor da constante de Michaelis-Menten, estimado em  $35,2 \text{ mmol/L}$ .

É possível verificar que a  $V_{\text{max}}$  estimada da camada 0-10 cm ( $68,7 \mu\text{mol/h/g}$ ) é cerca de três vezes maior do que aquela observada pela cinética da camada 10-20 cm ( $19,5 \mu\text{mol/h/g}$ ). Além disto, os valores de  $K_m$  também sugerem que há uma piora na qualidade do solo em relação à capacidade cinética da polifenoloxidase de acordo com o parâmetro profundidade do solo. Na camada 0-10 cm o  $K_m$  estimado foi de  $8,77 \text{ mmol/L}$ , enquanto que na camada entre 10 e 20 cm este valor foi quatro vezes maior do que o anterior.

Embora o  $K_m$  não seja considerado uma medida precisa da afinidade enzimática, este parâmetro indica que, no caso da camada 10 a 20 cm, que é necessário o fornecimento de quatro vezes mais substrato para que a polifenoloxidase desta camada atinja a metade de sua velocidade máxima, que ainda é menor do que aquela que na amostra entre 0-10 cm é capaz de obter. Esta piora na condição de mineralização em camadas tão próximas sugere um alerta de que o solo possa sofrer processos de perda por compactação (do gado, por exemplo), ou por falta de adubação, por exemplo.

## 1.2 Grupo B

Pode-se verificar que o  $V_{\max}$  estimado da camada de 0-0,1 m ( $124,69 \mu\text{mol} / \text{h} / \text{g}$ ) possui a maior atividade, que é cerca de vinte vezes a atividade máxima observada na cinética da camada de 0,1-0,2 m ( $6,49 \mu\text{mol} / \text{h} / \text{g}$ ) (Figuras 1 e 2). Na camada 0-0,1 m, o  $K_m$  estimado é de  $4,67 \text{ mmol} / \text{L}$ , enquanto na camada entre 0,1 e 0,2 m, o valor sobe para seis vezes o valor da camada anterior, apresentando  $23,88 \text{ mmol} / \text{L}$ . Isto se deve provavelmente porque a camada superficial (0-0,1 m) está em contato direto com o ar atmosférico, logo possui mais oxigênio disponível ao metabolismo microbiano. Como consequência tem-se uma maior diversidade de microrganismos, o que leva à produção de enzimas mais competitivas, por isto os valores de  $V_{\max}$  maiores e  $K_m$  menores do que o observado para a camada entre 0,1 e 0,2 m.

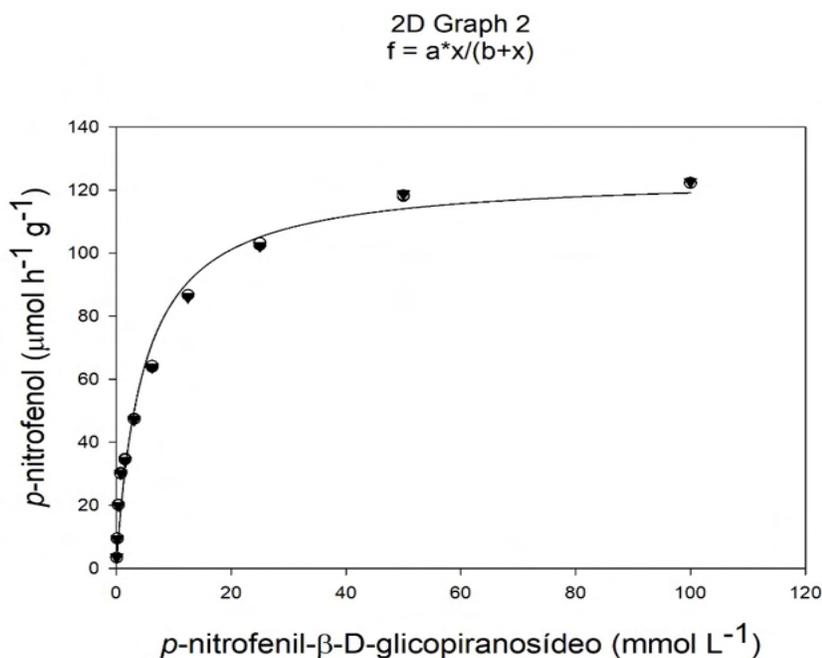


Figura 3: Cinética da enzima  $\beta$ -glicosidase em áreas de integração lavoura-pecuária-floresta em profundidade do solo entre 0 e 0,1m.

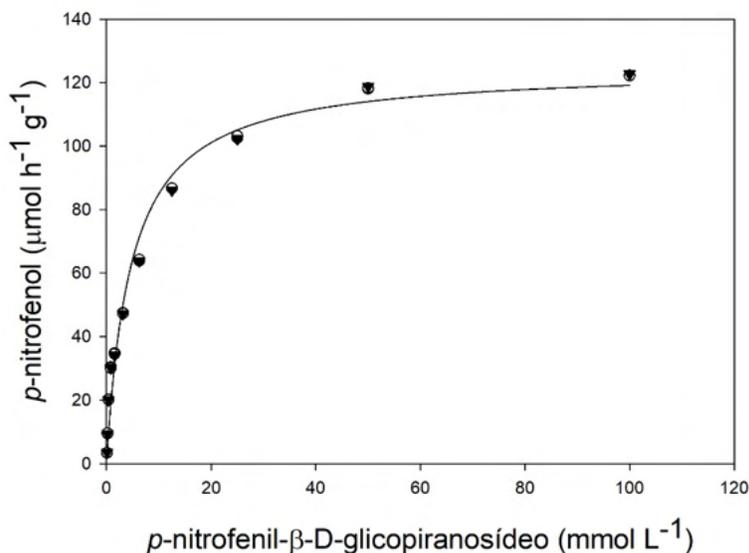


Figura 4: Cinética da enzima β-glicosidase em áreas de integração lavoura-pecuária-floresta em profundidade do solo entre 0,1 e 0,2 m.

### 1.3 Grupo C

Os resultados da cinética de Michaelis-Menten para a atividade de fosfatase estão apresentados na Figura 5, para a amostra de solos coletada em área de Cerrado Nativo na mesma propriedade rural em que há ILPF.

As estimativas dos valores de  $V_{max}$  e  $K_m$  para o modelo de regressão hiperbólico de Michaelis-Menten foram  $156,4 \mu\text{mol h}^{-1}\text{g}^{-1}$  e  $9,28 \mu\text{mol L}^{-1}$ , respectivamente (Figura 5A). O modelo de regressão apresentou um coeficiente de variação abaixo de 3%, o que demonstra a confiabilidade da análise.

Na área de ILPF8, região escolhida para a análise cinética da fosfatase, a estimativa de  $V_{max}$  foi de  $138 \mu\text{mol h}^{-1}\text{g}^{-1}$  e de  $6,86 \mu\text{mol L}^{-1}$  para o valor de  $K_m$  (Figura 5B). Embora haja uma diminuição na velocidade máxima da reação, há uma adaptação dos microrganismos na produção de fosfatases com menor  $K_m$ , ou seja, de enzimas que formam o complexo ES mais rapidamente, pois requerem menos substrato para atingir a metade de  $V_{max}$  (LEITE et al., 2018).

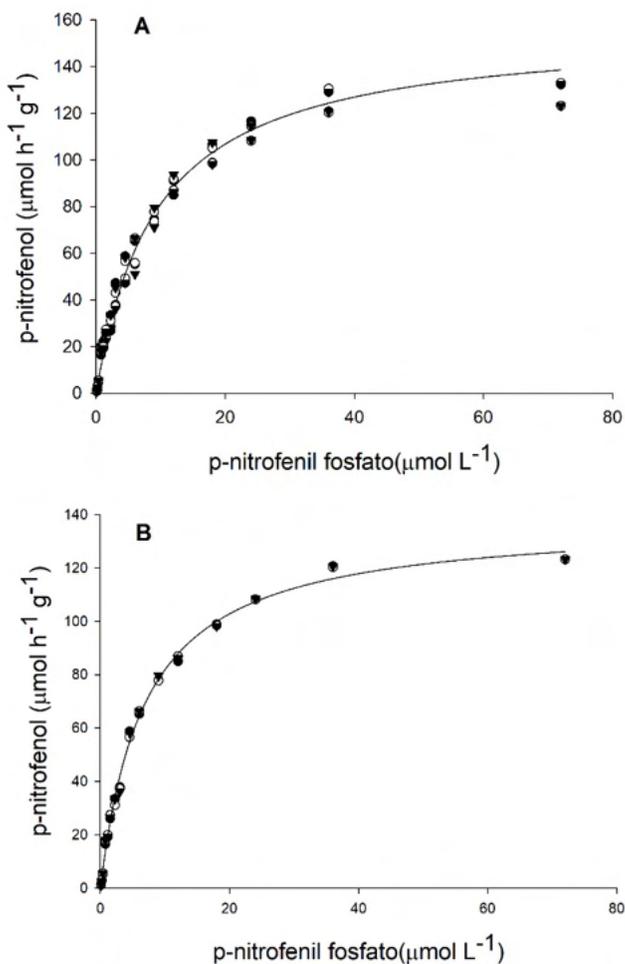


Figura 5. Comportamento cinético da fosfatase ácida presente em solos de Cerrado nativo em áreas de integração lavoura-pecuária-floresta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram analisadas polifenolxidasas e  $\beta$ -glicosidasas como indicadores da qualidade de solos em áreas de Integração Lavoura, Pecuária, Floresta, pois elas responderam diferentemente em relação à disponibilidade de recursos, como nutrientes (substrato) e oxigênio (profundidade).

Estes fatores são importantes para se analisar como os microrganismos no solo reagem frente às variações ambientais e como isto pode refletir na mineralização de matéria orgânica, trazendo informações sobre o efeito do manejo do solo.

Os parâmetros analisados demonstram que as amostras de solo em Cerrado nativo apresentam melhores índices de qualidade em relação às áreas antropizadas. Por outro

lado, as áreas manejadas em ILPF ainda apresentam atividade microbiana e enzimática com proximidade à condição do Cerrado nativo. Esta melhor condição do solo em relação ao uso extensivo representa uma alternativa mais sustentável à agropecuária, o que pode também incentivar ao produtor a recuperar seu pasto com este tipo de manejo ao invés de desmatar novas áreas de remanescentes de Cerrado quando o solo de pastagem perde sua fertilidade original.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo. **Biosci J**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (editores técnicos) **Lavoura-pecuária-floresta**. - Brasília, DF: Embrapa, 2011.

BALDRIAN, P.; VALÁSKOVA, V.; MERHAUTOVÁ, V.; GABRIEL, J. Degradation of lignocellulose by *Pleurotus ostreatus* in the presence of copper, manganese lead and zinc. *Research Microbiology*, 2005, v. 156, n. 6, p. 670-676.

BŁOŃSKA, E., et al. The relationship between soil properties, enzyme activity and land use. **Forest Research Papers**, v. 78, n. 1, p. 39-40. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/frp-2017-0004>. Acesso em: 30 jan. 2019.

CORDEIRO, L. A. M. et al. (eds.) **Integração lavoura-pecuária-floresta** : o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de método de análise de solo. 2. Ed. Brasília: Embrapa Solos, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

LEITE, M. V. M.; BOBUL'SKA, L.; ESPÍNDOLA, S. P.; CAMPOS, M. R. C.; AZEVEDO, L. C. B.; FERREIRA, A. S. Modeling of soil phosphatase activity in land use ecosystems and topsoil layers in the Brazilian Cerrado. **Ecological Modeling**, 2018, v. 385, p. 182-188.

LEHMAN, R.M.; CAMBARDELLA, C.A.; STOTT, D.E.; ACOSTA-MARTINEZ, V.; MANTER, D.K.; BUYER, J.S.; MAUL, J.E.; SMITH, J.L.; COLLINS, H.P.; HALVORSON, J.J.; KREMER, R.J.; LUNDGREN, J.G.; DUCEY, T.F.; JIN, V.L.; KARLEN, D.L. Understanding and enhancing soil biological health: the solution for reversing soil degradation. **Sustainability**, v. 7, s.n., p. 988–1027, 2015.

MENDES, I.C.; SOUSA, D.M.G.; REIS-JÚNIOR, F.B.; LOPES, A.A.C. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. **Circular Técnica** 38, 1ª. Ed., Planaltina-DF: Embrapa, p. 1-23, 2018.

POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.; CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 19, n. 2, 159-164, 1997.

SINSABAUGH, R.L.; KLUG, M.J.; COLLINS, H.P.; YEAGER, P.E.; PETERSEN, S.O. Characterizing soil microbial communities. In: ROBERTSON, G.P.; COLEMAN, D.C.; BLEDSOE, C.S.; SOLLINS, P. **Standard Soil Methods for Long-Term Ecological Research**. New York: Oxford University Press, p. 318-348, 1999.

SOIL SURVEY STAFF: Keys to soil taxonomy. Edition 12. Washington: USDA- Natural Resources Conservation Service, 2014.

## 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

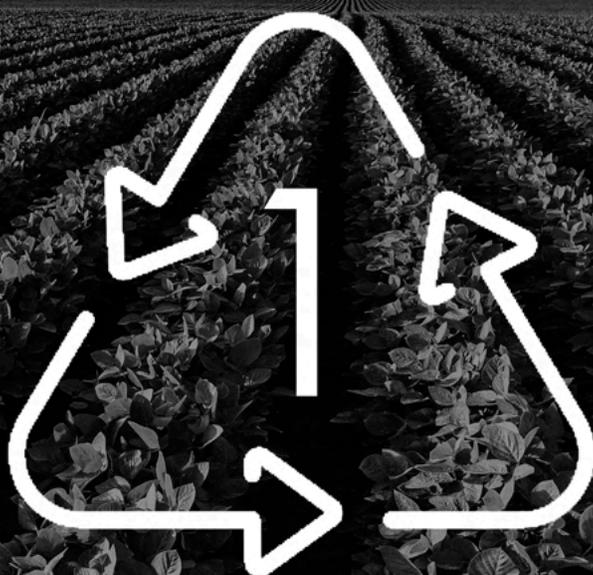
Sustentável 7, 9, 10, 19, 30, 36, 40, 61, 64, 65, 74, 76, 78, 84, 85, 108, 121, 123, 127, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 156, 157, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 190

## 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](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
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)