

***Campus Ariquemes***  
**Coordenação do Curso Bacharel em Agronomia**

**ISABELLE TALITA DÁROS BEVILACQUA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM PASTAGENS QUEIMADAS EM ARIQUEMES**

ARIQUEMES - RO  
2025

**ISABELLE TALITA DÁROS BEVILACQUA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM PASTAGENS QUEIMADAS EM ARIQUEMES**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso e coorientador Dr. Luciano dos Reis Venturoso.

ARIQUEMES - RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

B571a

Bevilacqua, Isabelle Talita Dáros.  
Atributos físicos do solo em pastagens queimadas em Ariquemes /  
Isabelle Talita Dáros Bevilacqua. - Ariquemes, 2025.  
23 f. : il.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lenita Aparecida Conus Venturoso.  
Coorientador(a): Prof. Dr. Luciano dos Reis Venturoso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -  
IFRO, Ariquemes, 2025.

1. densidade do solo. 2. estabilidade de agregado. 3. degradação  
do solo. I. Venturoso, Lenita Aparecida Conus (orient.). II. Venturoso,  
Luciano dos Reis (coorient.). III. Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Renilce Silva Moraes, CRB-11/906

**ISABELLE TALITA DÁROS BEVILACQUA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM PASTAGENS QUEIMADAS EM ARIQUEMES**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Ariquemes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Agronomia, sob a orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso e coorientador Dr. Luciano dos Reis Venturoso.

**Aprovado em: 25/11/2025 pela banca examinadora**

---

Dr. Ueliton Oliveira de Almeida

---

Esp. Tiago Luis Cipriani

---

Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso

---

Dr. Luciano dos Reis Venturoso

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, sabedoria e proteção concedidas ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

À minha família, pelo apoio incondicional durante a faculdade, em especial aos meus pais e às minhas irmãs, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando-me e acreditando no meu potencial.

Às minhas amigas e colegas de turma, pela parceria e colaboração em todas as etapas do desenvolvimento deste projeto, especialmente durante as coletas de dados.

Expresso minha gratidão especial à minhas amigas Melissa Graia e Vanessa Gretzler, por todo apoio em cada fase do trabalho — desde as coletas até a avaliação e tabulação dos dados — sendo fundamental tanto no aspecto físico quanto psicológico.

Aos meus orientadores, pelo suporte, dedicação, paciência e pelos conhecimentos compartilhados, que foram essenciais para a realização deste estudo.

Ao IFRO e ao GPPV, pelo apoio institucional, fornecimento das instalações e disponibilização dos materiais necessários para a execução deste trabalho.

E, por fim, ao meu esposo Douglas Bevilacqua, pelo apoio, compreensão e incentivo constante ao longo desses últimos anos, tornando esta conquista ainda mais significativa.

## RESUMO

### ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM PASTAGENS QUEIMADAS EM ARIQUEMES

Na região Amazônica, a utilização das queimadas é em geral praticada em atividades relacionadas ao uso do solo, sendo relacionadas aos desmatamentos, renovações de pastos e controle de pragas e doenças no setor agropecuário. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar a influência da prática da queimada sobre a qualidade física do solo em diferentes sistemas de manejo de pastagens no município de Ariquemes, Rondônia. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por áreas de pastagens com delimitação de 2 hectares cada, com diferentes manejos em áreas de produtores rurais próximo ao IFRO- *Campus* Ariquemes, sendo: pastagem sem prática de manejo do solo (P1); pastagem queimada no ano de estudo (P2); pastagem queimada há um ano (P3); pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz (P4); e pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária (P5). Foram avaliados os atributos físicos do solo, densidade aparente do solo (Ds), índice de estabilidade de agregados (IEA), diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de agregados com diâmetro superior a 2 mm (AGRI). A prática da queimada em pastagens aumentou a densidade do solo. A estabilidade de agregados foi alterada significativamente pelos sistemas de manejo do solo na profundidade de 0,20 a 0,40 m. Os sistemas de manejo do solo que integram lavoura com pastagens favorecem positivamente os atributos físicos do solo.

**Palavras-chave:** densidade do solo; estabilidade de agregado; degradação do solo.

## ABSTRACT

### PHYSICAL SOIL ATTRIBUTES IN BURNED PASTURES IN ARIQUEMES

In the Amazonic region, the use of burning is generally practiced in activities related to the use of soil, being associated with deforestation, pasture renewal, and disease and pest control in the agricultural sector. In this context, the main objective of this study was to evaluate the influence of burning practices on soil physical quality under different pasture management systems in the city of Ariquemes, Rondônia. The adopted experimental design was completely casualized, with five treatments and six repetitions. These treatments consisted of pasture areas with 2 hectares of delimitation each, under different management practices in areas of rural producers near IFRO, Ariquemes Campus, such as: pasture without soil management practices (P1); pasture burned in the year of the study (P2); pasture burned one year before the study (P3); pasture burned and followed by conventional tillage and rice cultivation (P4); and pasture undergoing renovation with crop-livestock integration (P5). The evaluated soil attributes were bulk density (Ds), aggregate stability index (IEA), geometric mean diameter (DMG), weighted mean diameter (DMP), and the index of aggregates with a diameter superior than 2 mm (AGRI). Soil bulk density was altered by the soil management, that increased with the burning practice in pastures. The aggregate stability was affected by soil management systems at 0.20 to 0.40 meters soil depth. Also, all management systems which integrated crops and livestock positively influenced soil physical attributes.

**Keywords:** soil bulk density; aggregate stability; soil degradation.

## 1 INTRODUÇÃO

Na região Amazônica, a utilização das queimadas tem sido praticada em atividades relacionadas ao uso do solo, sendo geralmente relacionadas ao desmatamento, renovações de pastagens e controle de pragas no setor agropecuário (Sampaio *et al.*, 2007; Marengo; Nobre; Salazar, 2010), e por serem associadas ao uso do solo, constituem um dos principais agentes modificadores da paisagem, alterando as características físicas, químicas e biológicas da superfície terrestre (Cardozo, 2014).

Em 2024 foram registrados 163.345 km<sup>2</sup> de área queimada na Amazônia, o que o torna o 2º maior bioma que sofreu com as queimadas no Brasil no mesmo ano (INPE, 2025), sendo a maioria dessas queimadas associadas a abertura de novas áreas para a utilização no ramo agropecuário. No Estado de Rondônia há aproximadamente 179,4 milhões de hectares destinados à pecuária, e, só no município de Ariquemes há cerca de 265,7 mil hectares de pastagem, onde grande parte estão em moderada ou severa degradação (LAPIG, 2023).

Os cultivos convencionais reduzem com maior intensidade a matéria orgânica do solo, pois utilizam práticas como o revolvimento do solo, (Silva; Sales; Veloso, 2016) e com isso, tem uma baixa adição de resíduos orgânicos. Geralmente, o revolvimento do solo potencializa as perdas por erosão e a oxidação da matéria orgânica, especialmente em ambientes tropicais e subtropicais.

A longo prazo, as queimadas acarretam a exposição do solo deixando-o à mercê da chuva, sol e vento, levando ao aumento dos processos erosivos (Capeche, 2012), causando danos aos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Redin *et al.*, 2011). Durante o processo da queimada a camada superficial do solo é fortemente afetada pelo grande aumento da temperatura, havendo assim uma rápida redução dos microrganismos habitantes do solo (Bonfim *et al.*, 2003), esses micro-organismos compõem a fauna edáfica do solo, relacionando-se a processos importantes na manutenção da produtividade nos sistemas agrícolas, como a influência no ambiente físico e químico (Giracca *et al.*, 2003), favorecendo a porosidade do solo, auxiliando na decomposição da matéria orgânica e conseqüentemente, provocando melhorias na agregação do solo (Santos *et al.*, 2019).

O processo de agregação do solo envolve um conjunto de elementos, entre eles, a matéria orgânica, que atua como agente cimentante, unindo as partículas do

solo e, no aumento da estabilidade de agregados (Borges *et al.*, 2016), que é um dos indicadores da qualidade do solo, pois, é um atributo físico muito sensível às práticas de manejo do solo, sendo também um dos aspectos a ser considerado para determinar o manejo adequado para manter a sustentabilidade e a capacidade produtiva dos sistemas agrícolas (Stefanoski *et al.*, 2013). O aumento da estabilidade de agregados acarreta uma melhor estruturação do solo, uma vez que irá promover mais espaços porosos que possibilitam o melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, da fauna do solo e dos fluxos de água e ar (Salton *et al.*, 2008).

Dentre os métodos mais utilizados para determinar o estado de agregação do solo, tem destaque o peneiramento úmido, que consiste em depositar uma amostra representativa das camadas superficiais do solo sobre peneiras de diâmetro de malha decrescente que são submetidas a ciclos oscilantes verticais em água (Wendling *et al.*, 2005). Este método pode ser expresso por índices tais como o diâmetro médio geométrico (DMG) que representa uma estimativa das classes dos agregados de maior ocorrência e diâmetro médio ponderado (DMP), o qual representa a proporção da classe de agregados de maior tamanho (Ferreira, 2019).

Outro atributo físico que deve ser considerado para determinar a qualidade do solo é a densidade do solo, pois representa o arranjo das partículas do solo, podendo ser influenciada pelo uso e manejo empregado nesse solo, uma vez que se possa alterar a disposição destas partículas (Ferreira, 2019). A densidade do solo é definida como a massa por unidade de volume de solo seco, e esse volume inclui tanto as partículas sólidas como o seu espaço poroso (Brady; Weil, 2013).

Um solo é considerado fisicamente adequado para o crescimento de plantas quando apresenta boa retenção e infiltração de água, bom arejamento, boa estabilidade de agregados e pouca resistência ao crescimento radicular, e isso pode ser alcançado com um manejo que atenda as condições edafoclimáticas locais (Reinert; Reichert, 2019). As avaliações dos atributos físicos do solo e suas correlações tornam-se de suma importância, pois, o uso isolado de indicadores do solo não tem sido suficiente para explicar a perda ou o ganho potencial de sistemas de manejo e uso do solo (Carneiro *et al.*, 2009).

Os sistemas integrados apresentam-se como uma das estratégias para maximizar os efeitos benéficos ao ambiente, aliando o aumento da produtividade com a conservação dos recursos naturais, com grande potencial para recuperar áreas que foram desmatadas, que estão degradadas ou com baixa produtividade, pois, associa

produção agrícola, pecuária e florestal numa mesma área, sendo realizado em cultivo consorciado, em rotação ou sucessão (Balbino *et al.*, 2011). A recuperação de áreas degradadas com a utilização de ILPF, traz resultados positivos para o solo, melhorando os atributos físicos e, conseqüentemente, proporcionando condições mais favoráveis para a atividade dos microrganismos e maior eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas (Silva; Sales; Veloso, 2016).

Nos sistemas de conservação do solo, a ausência de revolvimento por implementos agrícolas estimula a manutenção e formação de agregados do solo, e a matéria orgânica adicionada ao solo fica protegida da ação dos organismos decompositores, dessa forma, ocasiona o aumento da quantidade de compostos orgânicos preservados da ação biológica (Assad *et al.*, 2019). Como grande parte da biodiversidade brasileira está concentrada na Amazônia, é de suma importância conhecer e avaliar os impactos que as queimadas trazem, uma vez que é um manejo muito utilizado pelos produtores rurais (Cabral; Moraes Filho; Borges, 2013).

Diante do exposto, e com o crescente aumento das queimadas, constata-se que a determinação das alterações nos atributos físicos do solo em manejos utilizando a queimada em pastagens pode nortear a implantação de manejos conservacionistas e reduzir a degradação do solo na região, portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da prática da queimada sobre a qualidade física do solo em diferentes sistemas de manejo de pastagens no município de Ariquemes.

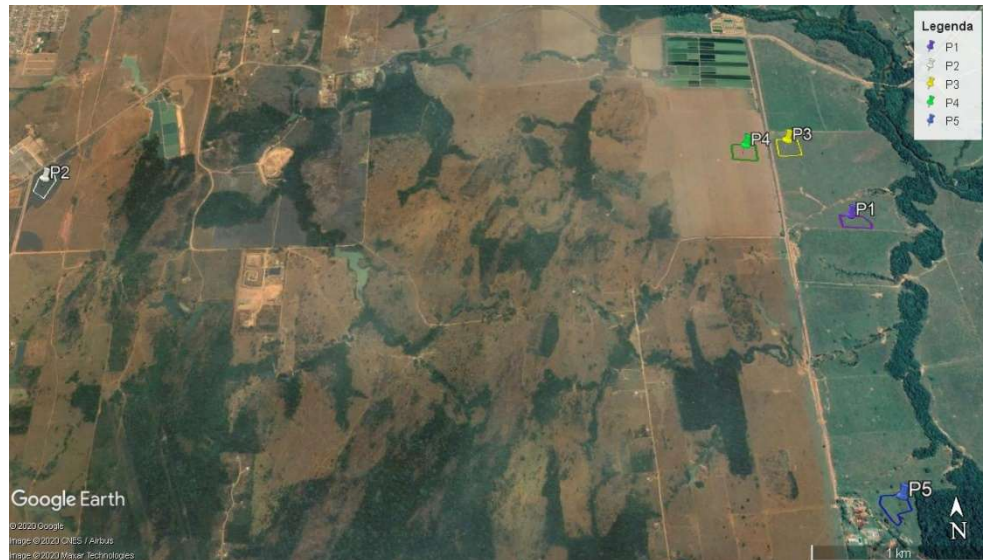
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em áreas de pastagens no município de Ariquemes, Rondônia. O clima segundo a classificação de Köppen fica submetido ao grupo tropical chuvoso, tipo Aw, com total pluviométrico anual oscilando entre elevado e moderadamente elevado e nítido período de estiagem, com média anual de precipitação entre 1400 e 2600 mm, e temperatura média anual do ar variando entre 24 a 26°C (Rondônia, 2012).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, as coletas e análises foram realizadas de setembro e outubro de 2020, época com baixo índice pluviométrico, e as análises realizadas em novembro e dezembro do mesmo ano. Os tratamentos foram compostos por áreas de pastagens com diferentes manejos, sendo: Pastagem sem prática de manejo do solo (P1); Pastagem queimada no ano de estudo (P2); Pastagem queimada há um ano (P3); Pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz (P4); e Pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária (P5). As áreas de pastagem foram selecionadas por serem pasto a mais de dez anos, com pastejo contínuo, queimado de forma acidentalmente, e ausência de manejos do solo ou da forrageira até o ano de 2019/2020, quando começaram as intervenções no solo, exceto na pastagem sem prática de manejo. A área de renovação com adoção de lavoura pecuária deu início a integração no ano de 2017, com a integração de pastagem e milho silagem.

As áreas foram compostas por aproximadamente 2,0 hectares localizadas em quatro propriedades diferentes, sendo duas na Fazenda Rio Branco (P1 e P3), uma na Chácara Miranda (P2), uma na Fazenda Indaiá (P4) e uma no Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes (P5), localizadas na RO 257, sentido a cidade de Machadinho do Oeste, sendo as mesmas próximas umas às outras, conforme apresentado na Figura 1, e, com a mesma classificação de solo, sendo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

Figura 1- Localização geográfica das áreas de pastagem no município de Ariquemes.



\*Legenda: Pastagem sem prática de manejo do solo (P1); Pastagem queimada no ano de estudo (P2); Pastagem queimada há um ano (P3); Pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz (P4); e Pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária (P5).

Na Tabela 1 encontra-se as análises químicas dessas áreas, coletadas no início do experimento, sendo utilizadas para a caracterização dos solos nos sistemas de manejos.

Tabela 1. Análise química do solo em pastagens com diferentes sistemas de manejos na profundidade de 0,0 a 0,20 m.

Área	pH	MO	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	H <sub>2</sub> O	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- cmolc.dm <sup>-3</sup> -----							%
P1	5,28	30,2	2,72	0,12	0,08	1,26	0,56	4,06	1,94	6,00	32,4
P2	5,32	25,4	2,86	0,12	0,10	1,26	0,36	3,56	1,74	5,30	32,6
P3	5,06	27,8	4,28	0,13	0,12	1,44	0,72	4,90	2,29	7,18	31,6
P4	5,20	30,0	5,02	0,25	0,08	1,58	0,88	4,42	2,71	7,10	37,8
P5	5,62	29,6	4,68	0,17	0,0	2,52	1,38	3,10	4,07	7,14	56,8

Áreas: P1- Pastagem sem prática de manejo do solo; P2- Pastagem queimada no ano de estudo; P3- Pastagem queimada há um ano; P4 - Pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz; P5- Pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária.

Foram avaliados os atributos físicos do solo, densidade aparente do solo (Ds), índice de estabilidade de agregados (IEA), diâmetro médio geométrico (DMG),

diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de agregados com diâmetro superior a 2 mm (AGRI).

Para avaliação da densidade do solo, em cada área, foram abertas 6 trincheiras de aproximadamente 0,60 m de comprimento por 0,50 m de largura para a coleta das amostras indeformadas de solo, utilizando-se anéis volumétricos, para as profundidades de 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,25; 0,25-0,30; 0,30-0,35 e 0,35-0,40 m. Os anéis foram envolvidos em filme plástico, para evitar a perda de umidade, e transportados para o laboratório para realização da análise. No laboratório, procedeu-se a toailete dos anéis, os quais foram pesados (massa úmida) em balança de precisão, e acondicionados em estufa de secagem a 105°C, por um período de 24 horas. Posteriormente, os anéis foram pesados novamente, para determinação da massa de solo seco, segundo a metodologia de Claessen *et al.* (1997), para determinação da densidade do solo, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$D_s = M_{ss} / V_{solo}$$

Onde:  $M_{ss}$  é a massa de solo seco e  $V_{solo}$  é o volume de solo.

Para as análises da estabilidade de agregado (DMG, DMP, IEA e AGRI), foram coletadas em 6 trincheiras, de aproximadamente 0,60 x 0,50 m, amostras nas profundidades de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m, no qual retirou-se blocos de solo com estruturas levemente alteradas, que foram colocados para secar ao ar (TFSA), e quando secas, as amostras foram submetidas ao peneiramento, em peneiras com malha de 4,0 mm e posteriormente em peneira de 2,0 mm, segundo método descrito por Kiehl (1979). Os agregados retidos nesta última peneira foram pesados, e 25 g de TFSA em triplicata, foram avaliados por meio da análise de estabilidade de agregado via úmida, em aparelho de oscilação vertical (Yoder), com dois conjuntos de cinco peneiras de 13,0 cm de diâmetro na seguinte ordem de malhas: 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm, 0,25 mm e 0,106 mm. A primeira amostra de 25 g coletada foi colocada em recipiente de alumínio, de peso conhecido, e acondicionado em estufa de secagem a 105°C por um período de 24 horas, sendo posteriormente pesado, para obtenção dos valores de umidade do solo. As demais amostras foram colocadas nas primeiras peneiras do conjunto, sobre discos de papel umedecidos, sendo as amostras umedecidas por capilaridade, e depois da amostra totalmente úmida, a primeira peneira foi transferidas para o conjunto novamente.

O aparelho de oscilação vertical (Yoder) foi preenchido com água, nivelando-o de acordo com a amostra de solo. As amostras permaneceram em agitação por 15 minutos, adotando-se 32 rotações por minuto. Passado este tempo, o conjunto de peneiras foi retirado do aparelho e a fração de solo contida em cada peneira transferida, com o auxílio de água, para recipientes de alumínio numerados e de peso conhecido. Os recipientes contendo o solo foram colocados em estufa de secagem a 105°C por um período de 24 horas, os quais foram pesados, e, com os dados obtidos, procedeu-se a tabulação dos cálculos de diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG), do índice de estabilidade de agregados (IEA) e do índice de agregados superior a 2 mm (AGRI), estes índices de agregação foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)$$

Onde  $x_i$  é o diâmetro médio das classes (mm) e  $w_i$  é a proporção de cada classe em rotação total, de acordo com Castro Filho; Muzilli; Podanoschi (1998).

$$DMG = \frac{\exp \sum_{i=1}^n w_i \cdot \log x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Onde  $\ln[x_i]$  é o logaritmo natural do diâmetro médio das classes e  $p_i$  é o peso (g) retido em cada peneira, segundo Castro Filho (2002).

$$IEA = \frac{ws - wp < 0,25}{ws} \cdot 100$$

Onde  $ws$  é o peso da amostra e  $wp < 0,25$  corresponde ao peso (g) dos agregados da classe menores que 0,25 mm, segundo Castro Filho (2002).

$$AGRI = w_i > 2 \cdot 100$$

Onde  $w_i > 2$  representa a proporção de agregados maior que 2,0 mm, segundo Wendling *et al.* (2005).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SISVAR, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentou diferença significativa para todos os parâmetros físicos analisados na pesquisa, exceto para DMG, DMP, IEA e AGRI nas profundidades de 0,0-0,20 m.

Para a densidade do solo, observou-se de modo geral, que em todas as profundidades amostradas houve significância estatística, variando entre 0,87 a 1,45 Mg.m<sup>-3</sup> entre os sistemas de manejos (Tabela 2). Diversos autores sugeriram a densidade do solo crítica para solos de textura argilosa, valores que variam de 1,30 a 1,40 Mg.m<sup>-3</sup> (Reichert; Reinert; Braida, 2003; Argenton *et al.*, 2005; Klein, 2006).

Tabela 2. Densidade do solo em pastagens com diferentes sistemas de manejos, até 0,40 m de profundidade.

Manejo	Densidade do solo (Mg.m <sup>-3</sup> )							
	0,00-0,05	0,05- 0,10	0,10- 0,15	0,15- 0,20	0,20- 0,25	0,25- 0,30	0,30- 0,35	0,35- 0,40
P1	1,14 ab	1,26 b	1,23 b	1,28 b	1,28 b	1,26 b	1,24 b	1,22 b
P2	1,23 a	1,41 a	1,40 a	1,42 a	1,45 a	1,42 a	1,45 a	1,40 a
P3	1,10 b	1,20 bc	1,24 b	1,28 b	1,25 b	1,22 bc	1,22 b	1,18 b
P4	0,87 c	1,03 d	1,24 b	1,25 b	1,23 b	1,18 c	1,12 c	1,15 b
P5	1,08 b	1,13 c	1,25 b	1,26 b	1,20 b	1,24 bc	1,19 bc	1,19 b
CV%	5,77	4,43	4,48	3,60	3,90	3,66	4,00	3,73

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; P1: Pastagem sem prática de manejo do solo; P2: Pastagem queimada no ano de estudo; P3: Pastagem queimada há um ano; P4: Pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz; P5: Pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária.

O solo com pastagem queimada no ano do estudo (P2) obteve os maiores valores de densidade, principalmente nas profundidades 0,20-0,25 e 0,30-0,35 m com 1,45 Mg.m<sup>-3</sup> em ambas as profundidades. Araújo; Torrena e Silva (2004) afirmaram que valores de densidade de solo em torno de 1,65 Mg.m<sup>-3</sup> para solos arenosos e de 1,45 Mg.m<sup>-3</sup> para solos argilosos, têm sido associados à alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento do sistema radicular das plantas. Destacou-se ainda que a partir da profundidade de 0,05-0,10 m, a densidade do solo nessa área apresentou valores maiores que todos os outros

manejos, confirmando que, a área era uma pastagem degradada, com intenso pisoteio animal durante todo o ano, desde a sua abertura, com ausência de correção de solo ou descompactação mecânica e/ou cultural. Além disso, considerando que a área foi submetida à queimada em torno de 40 dias antes das coletas, colaborou para o enfraquecimento da estrutura, tendo em vista que a redução da cobertura vegetal, bem como o menor teor de matéria orgânica nessa área, propiciou o efeito direto do pisoteio no solo, favorecendo o aumento da compactação.

Estudos realizados por Silva; Sales e Veloso (2016), sob área de pastagem cultivada em sistema extensivo na Amazônia brasileira no estado do Pará, em um Latossolo Amarelo de textura argilosa, verificaram que o sistema de manejo conservou a densidade do solo dentro dos níveis adequados para o desenvolvimento das plantas, variou de 1,16 a 1,21 Mg.m<sup>-3</sup> até 0,50 m de profundidade, demonstrando assim que áreas com pastagem cultivadas, alcançam uma boa qualidade do solo, ao contrário de áreas que se encontram em algum teor de degradação e com super lotação animal.

A área de pastagem onde foi realizada a queimada e posterior preparo convencional do solo (P4) apresentou a menor densidade nas camadas superficiais 0,0-0,05 e 0,05-0,10 m de profundidade, fato atribuído ao revolvimento do mesmo. No entanto, a partir da profundidade de 0,10 m, os valores se aproximaram das demais áreas, evidenciando uma camada mais compactada entre 0,10-0,15 e 0,20-0,25 m. Esse aumento da densidade em subsuperfície, conhecido como “pé-de-grade”, pode usualmente ser identificado nas áreas submetidas ao manejo convencional repetido, no qual o tráfego de máquinas e a alteração da superfície, originam uma camada compactada na região logo inferior da área manejada pela ação da grade, reduzindo a infiltração hídrica e limitando o crescimento das raízes (Cavalaris; Gemtos; Karamoutis, 2023).

O solo da pastagem em renovação com adoção de integração lavoura pecuária (P5) apresentou valores de densidade semelhantes aos solos das áreas sem prática de manejo (P1) e queimada há um ano (P3) nas profundidades 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, e a partir dessa profundidade resultados foram semelhantes também a área P4. Essa resposta pode ser atribuída à mineralização da matéria orgânica residual após a queimada anterior, ligada à inclusão dos resíduos vegetais e à mecanização para o plantio do milho antes da renovação do pasto. Vieira; Melloni e Melloni (2016) avaliando o efeito imediato do fogo sobre atributos físicos, químicos e

microbiológicos de um Argissolo em pastagem em Itajubá, MG, também constataram que não houve diferença significativa para densidade em seus sistemas de manejo estudados (pastagem queimada e não queimada), com os valores da densidade variando entre 1,11 e 1,21 Mg.m<sup>-3</sup>.

Os parâmetros físicos de análise de agregados são apresentados na Tabela 3, onde verificou-se ausência de diferença significativa entre os sistemas de manejos avaliados na camada superficial de 0,00-0,20 m, enquanto na profundidade de 0,20-0,40 m houve efeito significativo do manejo na estrutura do solo.

Tabela 3. Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Índice de Estabilidade de Agregado (IEA) e Índice de Agregados de Diâmetro Superior a 2 mm (AGRI). do solo em pastagens com diferentes sistemas de manejos.

Manejos	Indicadores (0,00-0,20 m)			
	DMG (mm)	DMP (mm)	IEA (%)	AGRI (%)
P1	2,44	2,74	96,95	86,84
P2	2,32	2,64	96,54	82,91
P3	2,59	2,79	98,33	88,71
P4	2,32	2,60	97,27	80,65
P5	2,28	2,62	96,89	81,24
CV%	8,52	4,17	1,13	6,26
Indicadores (0,20-0,40 m)				
P1	1,83 ab	2,26 ab	95,05 ab	62,89 ab
P2	1,71 ab	2,22 ab	93,59 bc	62,42 ab
P3	1,85 ab	2,31 a	94,83 abc	65,85 ab
P4	2,00 a	2,39 a	95,98 a	70,26 a
P5	1,49 b	2,02 b	92,66 c	52,23 b
CV%	12,63	6,55	1,36	13,77

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; P1: Pastagem sem prática de manejo do solo; P2: Pastagem queimada no ano de estudo; P3: Pastagem queimada há um ano; P4: Pastagem queimada, com posterior preparo convencional e cultivo de arroz; P5: Pastagem em renovação com adoção de integração lavoura-pecuária.

Freitas *et al.* (2013), em estudo sobre produção familiar da Amazônia e os impactos causados pelos agroecossistemas nos atributos do solo, avaliando as

camadas 0,05, 0,5-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, por dois anos agrícolas consecutivos (2010/2011 e 2011/2012) também constataram alterações na estabilidade de agregados em solos submetidos à queimada, todavia os resultados do estudo indicaram uma redução no tamanho dos agregados, sendo, em curto prazo, influenciada pela queimada.

Destaca-se que o tamanho dos agregados e o estado de agregação do solo podem ser determinados de várias formas, todavia, os parâmetros mais utilizados são o DMG que representa uma estimativa do tamanho da classe de agregados de maior ocorrência; o DMP que é tanto maior, quanto maior a porcentagem de agregados retidos nas peneiras com malhas maiores; e o IEA que representa uma medida da agregação total do solo, não considerando a distribuição por classes de agregados (Castro Filho; Muzilli; Podanoschi, 1998; Hickmann *et al.*, 2011).

Os maiores valores de DMP, DMG e IEA na profundidade de 0,20-0,40 m ocorreu na área de pastagem queimada, com posterior cultivo do arroz (P4), diferindo da área de pastagem em renovação (P5), todavia foram semelhantes as demais áreas. Dados semelhantes foram encontrados por Teixeira *et al.* (2025) que ao avaliarem a estabilidade dos agregados do solo em uma propriedade rural no município de Irati, PR, com áreas de floresta, agricultura e pastagem com árvore e sem árvore, observaram na área de agricultura valores de DMP e IEA superiores aos das pastagens, mas ligeiramente mais baixos nas camadas superficiais em comparação com a floresta, fato atribuído pelos autores ao revolvimento periódico do solo por implementos agrícolas, o qual, mesmo em sistemas de preparo reduzido, afeta a formação e a estabilidade dos agregados.

Resultados maiores de DMG e DMP foram encontrados por Vieira *et al.* (2016) ao estudarem a estabilidade de agregado em um Argiloso Vermelho Amarelo composto por pastagem, sendo observado os valores 5,29 mm para o DMG e 5,01 mm para o DMP para o ambiente que não foi utilizada a queima, e no ambiente que adotou a prática da queimada foram encontrados valores de 4,57 mm para DMG e 4,80 mm para DMP.

O AGRI é um parâmetro diretamente relacionado ao DMP e reflete a porcentagem de agregados maiores que 2,0 mm (Wendling *et al.*, 2005), e no presente estudo a área composta pela pastagem queimada, com posterior preparo convencional para cultivo de arroz (P4) obteve maior índice AGRI na profundidade 0,20-0,40 m do que o solo da pastagem em renovação com a adoção de integração

lavoura-pecuária (P5), porém não diferindo dos demais sistemas de manejos estudados, com porcentagens próximas a 70%. Esse efeito diverge dos encontrados por Santos *et al.* (2011), que evidenciaram a maior estabilidade física do solo sob a integração da lavoura-pecuária em comparação às áreas de pastejo contínuo, validando a ideia de que o manejo integrado é uma alternativa para mitigar processos de degradação.

Assim, verificou-se uma predominância de agregados menores nas áreas que tiveram efeito do fogo, corroborando com diversos autores que relataram que as alterações nas propriedades físicas são evidenciadas pela diminuição do tamanho de agregados, do volume de macroporos, e da sua taxa de infiltração de água (Redin *et al.*, 2011, Vieira *et al.*, 2016, Alves; Cunha, 2022). Em estudo realizado sobre a influência da temperatura no diâmetro e estabilidade de agregados em chernossolo, no Canadá, Thomaz (2011), avaliou três intensidades diferentes (controle, 200, 300 e 580°C), e assim, verificou que na temperatura a partir de 200°C no solo é notável a destruição de agregados maiores (2,0 mm), em decorrência, provavelmente, da destruição de agentes cimentantes, como a matéria orgânica, afetando também os valores de DMG, DMP e IEA.

De modo associado, os indicadores apontam que a unificação da lavoura e a pecuária, costuma fomentar a qualidade física do solo, diminuindo a densidade visível e favorecendo o desenvolvimento de agregados mais resistentes. Esses dados obtidos, estão de acordo com os dados elencados por Lima *et al.* (2023), os quais identificaram melhorias na densidade e na estabilidade estrutural em sistemas de integração da lavoura e pecuária sob diferentes intensidades de pastejo.

#### 4 CONCLUSÕES

A prática da queimada em pastagens aumenta a densidade do solo.

A estabilidade de agregados é alterada significativamente pelos sistemas de manejo do solo na profundidade de 0,20 a 0,40 m.

Os sistemas de manejo do solo que integram lavoura com pastagens favorecem positivamente os atributos físicos do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. C. P. L.; CUNHA, M. C. A estabilidade dos agregados sob efeito do fogo no Parque Nacional das Emas. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v. 11, n. 2, p. 1–14, 2022. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/13479>. Acesso em: 10 out. 2025.
- ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000200012>. Acesso em: 10 out. 2025.
- ARGENTON, J.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; BORTOLUZZI, E. C. Deficiência de aeração em Latossolo Vermelho argiloso induzida por compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 477-486, 2005.
- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; CORDEIRO, L. A. M.; EVANGELISTA, B. A. **Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados**. In: BUNGENSTAB, D. J. (Org.). *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 835 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1112696/1/PLSequestroCarbonoAssad.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 1163-1175, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/921371/1/iLPFAdrianoAlbinoGladys.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BONFIM, V. R.; RIBEIRO, G. A.; SILVA, E.; BRAGA, G. M. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 87-89, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000100012>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BORGES, W. L. B.; SOUZA, I. M. D.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Estabilidade de agregados em Latossolos sob plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v. 11, p. 156-162, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i3a5378>. Acesso em: 10 out. 2025.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704 p.

CABRAL, A. L. A.; MORAS FILHO, L. O.; BORGES, L. A. C. **Uso do fogo na agricultura: legislação, impactos ambientais e realidade na Amazônia.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 5, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/19800827952013577>. Acesso em: 10 out. 2025.

CAPECHE, C. L. **Impactos das queimadas na qualidade do solo, degradação ambiental e manejo conservação do solo e da água.** In: II ENCONTRO Científico do Parque Estadual dos Três Picos, Cachoeira de Macacu, p.17-18, 2012.

CARDOZO, F. S. **Estimativas de áreas queimadas para o estado de Rondônia e suas implicações na modelagem do balanço de radiação.** 2014. 109 p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 2014. Disponível em: [https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/material3os/2017\\_Resende\\_QueimadasPorcaoNordesteCerrado\\_MSc\\_UFSJDelRei\\_DE3os.pdf](https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/material3os/2017_Resende_QueimadasPorcaoNordesteCerrado_MSc_UFSJDelRei_DE3os.pdf). Acesso em: 10 out. 2025.

CARNEIRO, M. A.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010006832009000100016>. Acesso em: 10 out. 2025.

CASTRO FILHO, C. Atributos do solo avaliados pelos seus agregados. In: MORAES, M. H.; MULLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (Org.). *Qualidade física do solo: métodos de estudo, sistemas de preparo e manejo do solo.* Jaboticabal: **Funep**, 2002. p. 21-26.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527-538, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000300019>. Acesso em: 10 out. 2025.

CAVALARIS, C.; GEMTOS, T.; KARAMOUTS, C. Rotational tillage practices to deal with soil compaction: effects on soil organic matter, penetration resistance and bulk density. **Soils**, v. 7, n. 4, art. 90, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/soilsystems7040090>. Acesso em: 10 out. 2025.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212 p.

FERREIRA, M. M. **Caracterização física do solo.** In: VAN LIER, Q. J. (Org.). Física do solo. Viçosa: SBCS, 2019. p. 19-24.

FREITAS, I. C.; SANTOS, F. C. V.; CUSTÓDIO FILHO, R.; CORRECHEL, V.; SILVA, R. B. Agroecossistemas de produção familiar da Amazônia e seus impactos nos atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1310-1317, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001200009>. Acesso em: 10 out. 2025.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 9, n. 3, p. 257-261, 2003. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10109277>. Acesso em: 10 out. 2025.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B. A. Morfologia e estabilidade de agregados de Argissolo sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2191-2198, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600034>. Acesso em: 10 out. 2025.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa Queimadas – Monitoramento por Satélite**. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/aq1km/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relação solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KLEIN, V. A. Densidade crítica de um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 947-954, 2006.

LAPIG – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. **Atlas de Pastagens**. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>. Acesso em: 5 nov. 2025.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C.; SALAZAR, L. F. Regional climate change scenarios in South America in the Late XXI Century. **Nova Acta Leopoldina**, v. 112, n. 384, p. 251-265, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/313615817\\_Future\\_change\\_of\\_climate\\_in\\_South\\_America\\_in\\_the\\_late\\_XXI\\_century\\_intercomparison\\_of\\_scenarios\\_from\\_three\\_regional\\_climate\\_models](https://www.researchgate.net/publication/313615817_Future_change_of_climate_in_South_America_in_the_late_XXI_century_intercomparison_of_scenarios_from_three_regional_climate_models). Acesso em: 5 nov. 2025.

REDIN, M.; SANTOS, G. F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 388, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050983243>. Acesso em: 5 nov. 2025.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 829-836, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/274250019\\_Qualidade\\_dos\\_solos\\_e\\_sustentabilidade\\_de\\_sistemas\\_agricolas](https://www.researchgate.net/publication/274250019_Qualidade_dos_solos_e_sustentabilidade_de_sistemas_agricolas). Acesso em: 5 nov. 2025.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Qualidade física dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, e0190068, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/337869744\\_Qualidade\\_fisica\\_dos\\_solos](https://www.researchgate.net/publication/337869744_Qualidade_fisica_dos_solos). Acesso em: 5 nov. 2025.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim Climatológico de Rondônia-2010**. Porto Velho. COGEO. 2012. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/boletim-climatologico-2010-cons-marcelo-final1-pdf-free.html>. Acesso em: 20/11/2025.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BORN, M. CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S01006832008000100002>. Acesso em: 10 out. 2025.

SAMPAIO, G.; NOBRE, C.; COSTA, M. H.; SATYAMURTY, P.; SOARESFILHO, B. S.; CARDOSO, M. F. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. 1-7, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2007GL030612>. Acesso em: 10 out. 2025.

SANTOS, E. D.; SORIANE, R.; LEITE, C. A. M.; BARBOSA, C. A. C.; SILVA, M. C. M.; COLOMBO, M. C.; CHAGAS, T. L. K.; AMARAL, H. F. Avaliação da qualidade física dos agregados sob influência da macrofauna invertebrada. **Revista Terra & Cultura**, v. 34, n. esp. Ciências Agrárias, p. 52-63, 2019. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatestes/article/view/580>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M.; BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1339-1348, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000030>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e carbono do solo em sistemas ILPF no Pará. **Agropecuária Técnica**, v. 37, p. 96-104, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1052980/1/Agrotec2016.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G.; COSTA, K. A. P.; FLÁVIO NETO, J.; BRITO, M. F.; SILVA, F. C.; SEVERIANO, E. C. Crop-livestock integration and the physical resilience of a degraded Latosol. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, supl. 2, p. 2973-2990, 2019. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/34530>. Acesso em: 17 nov. 2025.

STEFANOSKI, D. C.; ANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1301-1309, 2013.

TEIXEIRA, E. M.; WALUS, J.; BEDNARZ, J. A.; GAVLAK, G.; ANTONELI, A.; GLORENTINO, R. W.; STROPARO, E. C. Avaliação da estabilidade dos agregados do solo em áreas de criação de animais em propriedade rural no Paraná-BR. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 6, art. 194, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/18764>. Acesso em: 10 nov. 2025.

THOMAZ, E. L. Influência da temperatura no diâmetro e estabilidade de agregados em Chernossolo, Saskatchewan, Canadá. **Asociación Argentina de Ciencia del Suelo**, 2011. Disponível em: <https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/24>. Acesso em: 10 nov. 2025.

VIEIRA, A. N.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; GUIMARÃES, M. C.; FREITAS, M. S.; PECORARO, D. Fogo e seus efeitos na qualidade do solo de pastagem. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, p. 1703-1711, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1703-1711>. Acesso em: 10 nov. 2025.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.5, p.487-494, 2005.