

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

CAIO BASTOS MACHADO

**COMBINAÇÕES DE PREPARO DO SOLO E SUCESSÕES DE CULTURAS EM
RONDÔNIA: ATRIBUTOS DE QUALIDADE E ESTOQUE DE CARBONO**

Rolim de Moura
2023

CAIO BASTOS MACHADO

**COMBINAÇÕES DE PREPARO DO SOLO E SUCESSÕES DE CULTURAS EM
RONDÔNIA: ATRIBUTOS DE QUALIDADE E ESTOQUE DE CARBONO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas Amazônicos, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Agroecossistemas Amazônicos, sob orientação do Dr. Fabio Régis de Souza.

Rolim de Moura
2023

Catalogação da Publicação na Fonte
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

M149c Machado, Caio Bastos.

Combinações de preparo do solo e sucessões de culturas em Rondônia: atributos de qualidade e estoque de carbono / Caio Bastos Machado. - Rolim de Moura, 2023.

84f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Régis de Souza.

Coorientador: Prof.^a Dra. Elaine Cosma Fiorelli.

Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas Amazônicos-PPGAA, Fundação Universidade Federal de Rondônia.

1. Plantio Direto. 2. Conservação do solo. 3. Atributos do solo. 4. Física do solo. I. Souza, Fabio Régis de. II. Fiorelli, Elaine Cosma. III. Título.

Fernando Pessoa (BS05)

CDU 631.417.1



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS - ROLIM DE MOURA

CAIO BASTOS MACHADO

FOLHA DE APROVAÇÃO

COMBINAÇÕES DE PREPARO DO SOLO E SUCESSÕES DE CULTURAS EM RONDÔNIA: ATRIBUTOS DE QUALIDADE E ESTOQUE DE CARBONO

Defesa de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas Amazônicos da Universidade Federal de Rondônia como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas Amazônicos. Aprovada no dia 02 de Agosto de 2023, pela Banca Examinadora (PORTARIA Nº 97/2023/CRM/UNIR) constituída pelos Docentes:

Prof. Dr. Fábio Régis de Souza

(Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas Amazônicos/UNIR

Profa. Dra. Elaine Cosma Fiorelli

Membro da Banca

Departamento de Engenharia Florestal/UNIR

Prof. Dr. Adriano Reis Prazeres Mascarenhas

Membro da Banca 2

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UNIR

Pesq. Dr. Júlio Cesar Salton

Membro da Banca 3

Embrapa Agropecuária Oeste

Rolim de Moura, 02 de Agosto de 2023



Documento assinado eletronicamente por **ELAINE COSMA FIORELLI, Docente**, em 04/10/2023, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ADRIANO REIS PRAZERES MASCARENHAS, Docente**, em 04/10/2023, às 12:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julio Cesar Salton, Usuário Externo**, em 04/10/2023, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **FABIO REGIS DE SOUZA, Docente**, em 05/10/2023, às 11:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unir.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1506121** e o código CRC **0490B1FB**.

Dedico essa conquista primeiramente a Deus, aos meus pais, esposa, filho, amigos, professores e todos que contribuíram de alguma forma durante esse trajeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus Pais Alvarez Machado e Kely Cristina de Bastos Machado, minha companheira Bruna Lima dos Santos pelo apoio concedido.

Ao meu orientador Dr. Fabio Régis de Souza e minha coorientadora, Dra. Elaine Cosma Fiorelli, pela oportunidade, incentivo e apoio durante esse período muito importante de pesquisa e ensinamentos.

A todos professores que contribuíram com seus ensinamentos durante esse período.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	10
PRIMEIRA PARTE	11
1. Introdução geral.....	11
2. Referências bibliográficas.....	13
SEGUNDA PARTE	14
ARTIGO 1 - O MANEJO DO SOLO E SUCESSÃO DE CULTURAS CONTRIBUEM PARA O INCREMENTO DE ESTOQUES DE CARBONO NA AMAZÔNIA	14
Introdução	15
Material e métodos	17
Características da região do estudo.....	17
Desenho, implantação e condução do experimento.....	17
Amostragem do solo	20
Avaliação da densidade do solo.....	20
Metodologia para determinação do COS, ESTC e CBM	21
Análise estatística	21
Resultados e Discussão.....	21
Conclusões.....	34
Referências bibliográficas	35
Introdução	42
Material e Métodos	44
Características da área experimental	44
Design experimental	44
Implantação e condução do experimento	46
Amostragem do solo	48
Determinação dos parâmetros físicos e químicos do solo.....	48
Análise estatística	48
Resultados e Discussões	48

Conclusões.....	64
Referências bibliográficas	65

APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho foi subdividido em duas partes. A primeira é composta por uma introdução geral, com a contextualização do tema do trabalho, objetivos gerais e específicos. A segunda parte foi estruturada em dois artigos, considerando experimentos realizados em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura media após 16 anos de implantação.

O primeiro artigo é referente ao estoque de carbono do solo em função do manejo do solo e sucessão de culturas na Amazônia Ocidental. O segundo foi elaborado com enfoque no estudo de indicadores de qualidade física e química do solo sob manejos do solo e sucessão de cultura na Amazônia Ocidental.

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO GERAL

Na Amazônia Ocidental, a conversão de florestas nativas em áreas agrícolas ocorreu em grandes áreas durante a colonização do estado de Rondônia para o cultivo de pastagens e de outros seguimentos agrícolas. Como consequência, os solos perderam ao longo de tempo a matéria orgânica e a qualidade que tinham antes, devido ao desmatamento e manejo inadequado (SCHLINDWEIN et al., 2012)

O manejo do solo é a combinação de todas as operações de preparo do solo, práticas culturais, calagem, adubação e outros tratamentos conduzidos ou aplicados ao solo visando à produção de culturas (SOUZA et al., 2019). Entre os sistemas mais utilizados no meio agropecuário para promover o preparo do solo, pode-se mencionar o sistema convencional, tido como preparo primário, que consiste em operações voltadas para supressão da vegetação, destoca, limpeza, enleiramento e sistematização dos plantios (BERTOL et al., 2019).

Além disso, existem os sistemas conservacionistas possuem como princípios a integração de técnicas que envolvem o mínimo revolvimento do solo, a diversificação de espécies pela rotação e sucessão de culturas, gerando maior produção de fitomassa e sistema radicular diferenciados, e mantendo resíduos culturais na superfície do solo durante todo o ciclo de cultivo (GIRARDELLO et al., 2017).

São diversos os benefícios trazidos pelos sistemas conservacionistas, tais como, capacidade de reduzir os processos erosivos do solo, melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, contribui com o meio ambiente reduzindo os efeitos provocados pelas emissões de gases de efeito estufa, incrementa a biodiversidade e contribui positivamente para o ciclo hidrológico (MOTTER et al., 2015).

O manejo inadequado do solo promove alterações influenciando na sua qualidade por afetar os atributos químicos, físicos e biológicos. Nos atributos químicos, induz a redução do pH, o aumento da concentração de alumínio e manganês, a diminuição da disponibilidade de

37 macro e micronutrientes, alta capacidade de troca de ânions e baixa capacidade de troca de
38 cátions (DURIGAN, 2013).

39 Quanto aos atributos biológicos, o manejo inadequado pode promover alterações
40 diminuindo a biomassa microbiana e atividade biológica do solo (COSTA et al., 2020). A
41 degradação física, está relacionada aos processos que acarretam em perda de solo por erosão,
42 redução da matéria orgânica, carbono orgânico do solo e compactação. A compactação do solo
43 é definida como o aumento da densidade e diminuição da sua porosidade quando submetido à
44 pressão ou esforço contínuo (FURLANI & SILVA, 2016).

45 Desse modo a alterações dos atributos do solo proporcionam a diminuição da
46 qualidade do solo que de forma ampla é definida como a capacidade que o solo possui para
47 desempenhar as funções agrícolas e a capacidade de preservação dessas funções para o uso
48 futuro (CIAIS et al., 2016). Desse modo, fica evidente que o sistema de manejo do solo
49 empregado exerce influência nos atributos do solo melhorando ou diminuindo sua qualidade.

50 Como forma de mensurar as alterações que os sistemas de manejo do solo
51 proporcionam nos processos referentes a perdas e ganhos de qualidade do solo, são existentes
52 os indicadores de qualidade do solo, que monitorados ao longo do tempo, são capazes de
53 detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo empregado. Os indicadores
54 podem ser físicos, químicos e biológicos e devem ser sensíveis as variações de manejo, clima,
55 condições de campo e de fácil mensuração (DORAN e PARKIN, 1994).

56 Levando-se em consideração que os sistemas de manejo e as culturas implantadas ao
57 longo do tempo podem influenciar no aumento e diminuição da qualidade do solo, o objetivo
58 da pesquisa foi avaliar os indicadores de qualidade físicos, químicos e biológico do solo em
59 função de sistemas de manejo do solo e sucessões de culturas de longa duração.

60

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 62 BERTOL, I.; MARIA, I.C.; SOUZA, L.S. **Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Viçosa:
63 SBCS, 2019.
- 64 CIAIS, P.; C. SABINE; G. BALA; L. BOPP; V. BROVKIN; J. CANADELL; A. CHHABRA;
65 R. DEFRIES; J. GALLOWAY; M. HEIMANN; C. JONES; C. LE QUÉRÉ; R.B. MYNENI;
66 S. PIAO; P. THORNTON. CARBON AND OTHER BIOGEOCHEMICAL CYCLES. IN:
67 STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A.
68 NAUELS, Y. XIA, V. BEX; P.M. MIDGLEY (EDS.). **CLIMATE CHANGE 2013: THE**
69 **PHYSICAL SCIENCE BASIS. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment**
70 **Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press,
71 Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- 72 COSTA, A. A., MACHADO, E. B. N., LUDUVICO, G. A., & MACEDO, I. L. M. Atributos
73 físicos e estoque de carbono em áreas sob diferentes formas de uso do solo no Cerrado do Oeste
74 da Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32294-32306, 2020.
- 75 DORAN, J. W. e PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.;
76 COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) **Defining soil quality for a**
77 **sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.
- 78 DURIGAN, M. R. **Mudança no estoque de carbono e nitrogênio do solo em função da**
79 **conversão do uso da terra no Pará**. 2013. 101 f. Dissertação. (Mestre em Agronomia, Área
80 de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz"
81 - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- 82 FURLANI, C. E. A. & SILVA, R. P. (2016). **Compactação do solo**. Disponível em:
83 [http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOAN GE](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOAN%20GE)
84 [LIFURLANI/compactacao.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOAN%20GE). Acesso em 22/05/2023.
- 85 GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; LANZANOVA, M. E.; TASCA, A.
86 Resistência do solo à penetração e desenvolvimento radicular da soja sob sistema plantio direto
87 com tráfego controlado de máquinas agrícolas. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 2,
88 p. 86-96, abr./jun., 2017.
- 89 MOTTER, P., ALMEIDA, H. D., VALLE, D., & MELLO, I. (2015). Plantio direto: A
90 tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 144.
91 murundus” em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p.1194.
- 92 SCHLINDWEIN, J. A., MARCOLAN, A. L., FIORELI-PERIRA, E. C., DE LUNA
93 PEQUENO, P. L., & MILITÃO, J. S. T. L. Solos de Rondônia: Usos e Perspectivas. **Revista**
94 **Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 1, n.1, p. 213-231, 2012.
- 95 SOUZA, L. S.; BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; MELO FILHO, J. F.; LEPSCH, I. F.;
96 RAMALHO FILHO, A. Terminologia básica utilizada em manejo e conservação do solo e da
97 água. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. (ed.). **Manejo e conservação do**
98 **solo e da água**. 1. ed. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2019. p. 1-17.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 - O MANEJO DO SOLO E SUCESSÃO DE CULTURAS CONTRIBUEM PARA O INCREMENTO DE ESTOQUES DE CARBONO NA AMAZÔNIA**Resumo**

É crescente o interesse em recuperar a qualidade física, química e biológica para promover aumento da fertilidade do solo e recuperar áreas degradadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar em um experimento de longa duração o carbono orgânico do solo, carbono da biomassa microbiana e densidade do solo em função de sistemas de manejo do solo e sucessões de culturas. O estudo foi conduzido em Rolim de Moura, RO, sob um Latossolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em arranjo de parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocados os manejos do solo plantio direto alternativo (PDA), plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) e nas subparcelas as sucessões de culturas: milho x milho + braquiária (M/B) milho x caupi (M/CA), soja x milho + braquiária (S/B) e soja x caupi (S/CA) com três repetições. O experimento foi implantado no ano de 2007. O atributo físico do solo avaliado foi a densidade. Os atributos biológicos foram carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), carbono orgânico do solo (COS) e estoque de carbono (ESTC). Para cada análise foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-0,5; 0,5-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. O PD não sofreu alteração na densidade do solo até a camada de 0,40 m após 16 anos de cultivo. O PD e PDA ao longo do tempo proporcionaram maior acúmulo de carbono orgânico do solo até a camada de 0,10 m. O PD proporcionou maior atividade biológica na camada superficial de até 0,05 m. As sucessões com presença de gramínea aumentaram o CBM do solo na camada até 0,05 m. Após 16 anos, o PDA e PD proporcionaram os maiores ESTC até a camada de 0,40 m. As sucessões de culturas aumentaram o COS ao longo do tempo.

Palavras-chave: Plantio direto. Física do solo. Conservação do solo

Abstract

Soil represents an important component of the ecosystem, influencing air and water quality. There is a growing interest in recovering the physical, chemical and biological quality to promote an increase in soil fertility and recover degraded areas. The aim of this study was to evaluate soil organic carbon, microbial biomass carbon and soil density as a function of soil management systems and succession of long-term crops. The study was carried out in Rolim

133 de Moura/RO, under a Red-Yellow Latosol. The experimental design adopted was in a split-
134 plot arrangement. In the plots, the soil managements were allocated alternative no-tillage
135 (PDA), no-tillage (PD) and conventional planting (PC) and in the subplots the succession of
136 cultures: corn x corn + brachiaria (M/B) corn x cowpea (M/ CA), soybean x corn + brachiaria
137 (S/B) and soybean x cowpea (S/CA) with three replicates. The experiment was implemented in
138 2007. The physical attribute of the evaluated soil was density. The biological attributes were
139 Soil Microbial Biomass Carbon (CBM), Soil Organic Carbon (SOC) and Carbon Stock (ESTC).
140 For each analysis, soil samples were collected in layers 0-0.5; 0.5-0.10; 0.10-0.15; 0.15-0.20;
141 0.20-0.30 and 0.30-0.40 m. The PD does not change the physical attribute soil density up to the
142 0.40 m layer after 16 years of cultivation. The PD and PDA over time provided greater
143 accumulation of soil organic carbon up to the 0.10 m layer. PD provided greater biological
144 activity in the surface layer up to 0.05 m. The successions with the presence of grass increased
145 the carbon of the soil microbial biomass in the 0.0 to 0.05 m layer. After 16 years, PDA and PD
146 provided the highest carbon stocks per hectare up to the 0.40 m layer. Crop successions
147 increased soil organic carbon over time.

148 **Keywords:** No-tillage. Soil attributes. Soil conservation

149

150 **Introdução**

151 A conversão de florestas nativas em áreas agrícolas é uma das ações responsáveis pelas
152 alterações dos atributos do solo, contribuindo com a perda gradual da fertilidade natural do solo.
153 Este problema se agrava em regiões de clima tropical, onde ocorre a intensificação dos
154 processos de intemperismo, devido às elevadas temperaturas, umidade do ar, precipitação
155 pluviométrica e maior presença de organismos atuantes nos processos de formação do solo
156 (DURIGAN, 2013).

157 Os resultados são alterações na qualidade química, física e biológica do solo,
158 promovendo diminuição nos teores de matéria orgânica e conseqüentemente no estoque de
159 carbono orgânico do solo (COSTA et al., 2020). A perda de carbono no solo além de diminuir
160 a qualidade do solo pode gerar problemas ambientais, potencializando as emissões de CO₂ para
161 atmosfera, contribuindo com os processos de aquecimento global. O solo é o maior
162 compartimento terrestre de carbono e armazena cerca de 1500 Pg C no primeiro metro de

163 camada (CIAS et al., 2013).

164 Estima-se que os solos localizados nas regiões tropicais podem armazenar 2,5 vezes
165 mais carbono do que a biomassa acima do solo (BARROS; FEARNSIDE, 2016). Nesse
166 contexto, o processo de colonização da Amazônia, especificamente no estado de Rondônia,
167 onde a floresta amazônica deu lugar a áreas de pastagens e isso tem implicações significativas
168 para o ciclo de carbono.

169 Em sua revisão Araújo et al. (2022) verificaram que em pesquisas conduzidas na
170 Amazônia brasileira ocorre predominância de trabalhos no Pará e Amazonas, quando
171 comparadas aos demais estados. Os trabalhos realizados na Amazônia Ocidental, na maioria
172 das vezes, avaliam a conversão da floresta em áreas de pastagem ou de cultivo (FEARNSIDE
173 e BARBOZA, 1998; BATJES e DIJKSOORN, 1999; MAIA et al., 2009, ZEFERINO et al.,
174 2023).

175 Ou seja, fica evidente que pesquisas avaliando o sequestro de carbono no solo em função
176 de manejos do solo e sucessões de culturas na Amazônia são escassas e muitas vezes não
177 comparam plantio direto e preparo convencional do solo. Neste contexto, algumas pesquisas
178 avaliaram os efeitos de sistemas de manejo sobre os estoques de C do solo em Rondônia, estes
179 autores verificaram que o plantio direto pode promover aumento no carbono orgânico do solo
180 após a conversão da vegetação nativa. Os mesmos autores indicaram que são necessários
181 experimentos que avaliem sistemas de preparo no solo nestas regiões. (MAIA et al. 2010;
182 PEREIRA et al. 2017; MACHADO et al. 2021).

183 Quando o plantio direto está associado à rotação e ou sucessão de culturas com mais
184 de uma cultura por safra, pode levar a um maior aporte de resíduos e nutrientes (CARVALHO
185 et al., 2009). No entanto, as informações sobre as taxas de acúmulo de carbono no solo em áreas
186 de sucessão na Amazônia são escassas ou inconclusivas. Nessas regiões tropicais é um grande
187 desafio acumular carbono no solo, nas quais as condições climáticas intensificam muito a
188 degradação de moléculas orgânicas devido à elevada atividade microbológica do

189 solo. Levando-se em consideração que os sistemas de manejo e as culturas implantadas
 190 influenciam na dinâmica de carbono no solo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o
 191 carbono orgânico do solo, carbono da biomassa microbiana e densidade do solo em função de
 192 sistemas de manejo do solo e sucessões de culturas de longa duração.

193

194 **Material e métodos**

195 *Características da região do estudo*

196 O experimento teve início em dezembro de 2007, momento em que foi implantado na
 197 fazenda experimental da Fundação Universidade Federal de Rondônia *Campus Rolim de Moura*
 198 (latitude 11° 48' 13" W e longitude 61° 48' 12", altitude de 290 m).

199 O clima da região é do tipo Am, com temperatura média mensal em torno de 26 °C,
 200 precipitação média anual de 2.300 mm e umidade relativa média em torno de 85% (ALVARES
 201 et al., 2013).

202 O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico
 203 (Tabela 1), conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (SIBCS)
 204 (SANTOS, 2018).

205 **Tabela 1** – Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo nas áreas de
 206 experimentação agrícola, coletado na profundidade de 0-20 cm, em Rolim de Moura, Rondônia,
 207 Brasil.

pH	MOS	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	Areia	Silte	Argila
(H ₂ O)	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			cmol _c kg ⁻¹			%		g kg ⁻¹	
5,6	26	0,9	0,18	1,2	0,4	0,1	3,9	31	558	132	311

208 MOS= matéria orgânica do solo; V= saturação por bases.

209

210 *Desenho, implantação e condução do experimento*

211 Nas parcelas principais estão dispostos os tratamentos referentes ao sistema de preparo
 212 do solo, sendo esses classificados em três PC, PD e PDA, a diferenciação entre os tratamentos
 213 está relacionada pela intensidade de mobilização do solo (Tabela 2).

214 **Tabela 2** - Descrição dos sistemas de manejo do solo utilizados na área de experimentação
 215 agrícola, em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Manejo do solo	Código	Descrição
Plantio convencional	PC	Teve início no ano de 2007 com operações anuais de três gradagens utilizando uma grade média, sendo as realizadas antes da safra.
Plantio Direto	PD	Não é realizado preparo do solo, sendo o único revolvimento na linha de semeadura.
Plantio Direto Alternativo	PDA	Foi realizado operações de subsolagem antes da implantação da safra nos anos de 2007, 2011, 2015, 2020 e 2021.

216

217 O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos
 218 arranjados em esquema de parcelas subdivididas 3 x 4, com 3 repetições. As parcelas foram
 219 representadas pelos diferentes manejos do solo (PC, PDA e PD). Nas sub parcelas, estavam
 220 alocadas as sucessões de culturas (M/B, M/CA, S/B, S/CA).

221 Nas subparcelas estão alocadas as sucessões de culturas apresentando diferentes
 222 quantidades de produção de resíduos vegetais e onde as plantas foram cultivadas de dezembro
 223 a abril (primeira safra) e de abril a junho (segunda safra). As sucessões corresponderam a quatro
 224 combinações de culturas (milho x milho + braquiária, milho x caupi, soja x milho + braquiária,
 225 soja x caupi) (Tabela3).

226

227 **Tabela 3** - Histórico das sucessões de culturas nos diferentes manejos do solo em Rolim de
 228 Moura, Rondônia, Brasil.

Sucessões de culturas	Símbolo	Histórico
Milho x milho + braquiária	M/B	De 2007 até 2014 foi semeado milho na safra e milho na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeado milho na safra e milho na safrinha em consórcio com a <i>Brachiaria ruziziensis</i> , a qual era semeada quando o milho apresentava no estágio V4.
Milho x feijão/caupi	M/CA	De 2007 até 2014 foi semeado milho na safra e feijão comum na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeado milho na safra e caupi na safrinha.
Soja x milho + braquiária	S/B	De 2007 até 2014 foi semeada soja na safra e milho na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeada soja na safra e milho na safrinha em consórcio com a <i>Brachiaria ruziziensis</i> , a qual era semeada quando o milho

apresentava no estágio V4.

Soja x feijão/caupi	S/CA	De 2007 até 2014 foi semeada soja na safra e feijão comum na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeada soja na safra e caupi na safrinha.
---------------------	------	---

229

230 Em outubro de 2021 foi realizada a calagem utilizando doses recomendadas nos
231 diferentes manejos do solo, sendo essas de 2564 kg de calcário por ha⁻¹ no PDA, 2520 kg de
232 calcário por ha⁻¹ no PC e 3030 kg de calcário por ha⁻¹ no PD procurando elevar a saturação de
233 bases para 60%.

234 Quanto aos manejos que receberam operação de preparo do solo, as operações foram
235 realizadas em outubro do ano de 2021, de acordo com o estabelecido para cada manejo (Tabela
236 2). Para isso, os implementos utilizados foram uma grade aradora de dupla ação de discos, com
237 discos de 28” e um arado subsolador com cinco hastes espaçadas 0,50 m cada uma, trabalhando
238 na camada de 0,40 m. No PD o preparo que antecede o plantio foi através do uso de herbicida
239 N-(fosfometil) glicina (Glifosato) a 960 g i.a ha⁻¹ e Ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) 720
240 g i.a. ha⁻¹ para realizar dessecação das plantas daninhas e flumioxazina a 60 mL p.c. ha⁻¹ como
241 pré-emergente, sendo os herbicidas aplicados com pulverizador costal com capacidade de 20
242 L.

243 A semeadura para implantação das culturas na safra foi realizada na segunda quinzena
244 de dezembro de 2021. Para isso, utilizou-se uma semeadora adubadora de 5 (cinco) linhas. A
245 cultivar de soja implantada foi RK6719IPRO e cultivar de milho foi a GNZ7720VIP3. Para a
246 cultura da soja a semeadura foi realizada visando atingir uma população de 250.000 plantas ha⁻¹
247 ¹.

248 Para a cultura do milho a implantação foi realizada visando atingir uma de população
249 de 70.000 plantas ha⁻¹. A fonte de adubo utilizada foi uma mistura do formulado 4-30-16 (NPK),
250 em uma dose de 200 Kg ha⁻¹ com adicional de 50 kg de superfosfato simples aplicado no sulco
251 de plantio em todos os tratamentos. A adubação de cobertura com cloreto de potássio foi a lanço
252 20 dias após a semeadura, sendo aplicado uma dose de 100 Kg ha⁻¹.

253 As sementes de soja foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*
254 *japonicum*, com objetivo de atender a demanda de nitrogênio da cultura, a dose utilizada foi
255 100 ml para 50 Kg de semente. Após completar o ciclo, as culturas foram colhidas e a palhada
256 foi devolvida para a área. Em março de 2022, foi implantada a safrinha, utilizando-se o milho
257 a braquiária e o feijão caupi (variedade BRS Tumucumaque).

258 Para controle de plantas daninhas em pós emergência, foi utilizado o controle químico
259 por meio da aplicação de herbicida (Glifosato) na dose de 1 kg i.a. ha⁻¹, conforme as
260 recomendações técnicas estabelecidas na bula. Para controle de doenças fitopatogênicas, foi
261 utilizado o fungicida com princípio ativo Epoxiconazol + Piraclostrobina para controlar
262 ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizie*) e cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), na dose
263 de 95 g i.a. ha⁻¹. Para controle de pragas, utilizou-se o inseticida com ingrediente ativo
264 clorpirifós, para controlar lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*,) na dose de
265 0,6 L ha⁻¹ e também foi empregado inseticida com ingrediente ativo (Imidacloprid + Beta-
266 ciflutrina) na dose de 750 mL i.a. ha⁻¹, para controlar percevejo e mosca branca. As aplicações
267 foram realizadas seguindo todas as recomendações da bula.

268

269 *Amostragem do solo*

270 De fevereiro até março de 2022 foram feitas as amostragens de solo nas diferentes
271 áreas compostas pelos tratamentos (PC, PD e PDA). Foram abertas trincheiras na entrelinha da
272 cultura da soja em cada subparcela, totalizando 36 trincheiras. As camadas amostradas foram
273 0-0,5; 0,5-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m. Para análise da densidade do
274 solo, foram coletadas amostras indeformadas com a utilização de anéis volumétricos de metal.
275 Para análise dos atributos biológicos do solo, foi realizada a coleta de amostras deformadas nas
276 diferentes camadas e condicionado o solo em sacos plásticos.

277

278 *Avaliação da densidade do solo*

279 Para avaliação do atributo físico densidade do solo foram coletadas amostras

280 indeformadas de solo utilizando cilindros metálicos com volume de 92,35 cm³. Posterior ao
281 preparo das amostras, essas amostras foram levadas à estufa a 105 °C, por 48 h, para
282 determinação da densidade do solo pelo método do anel volumétrico segundo a metodologia
283 descrita em (TEIXEIRA, 2017).

284

285 *Metodologia para determinação do COS, ESTC e CBM*

286 Para a determinação do COS, utilizou-se o método da oxidação dos compostos
287 orgânicos do solo, por dicromato em meio ácido, descrito em Rodrigues et al. (2016). O estoque
288 de carbono (ESTC) foi calculado conforme metodologia proposta por Fernandes e Fernandes
289 (2008).

290 Foi avaliado também para fins de estimar o incremento de carbono no solo em
291 diferentes épocas dados de carbono orgânico do solo dos anos de 2011 e 2022, considerando a
292 camada de 0,0 a 0,10 m.

293 A determinação do teor de carbono de biomassa microbiana (CBM) nas amostras de
294 solo foram realizadas de acordo com o método da fumigação-extração descrito por Vance et al.
295 (1987) modificado por Silva et al. (2007).

296

297 *Análise estatística*

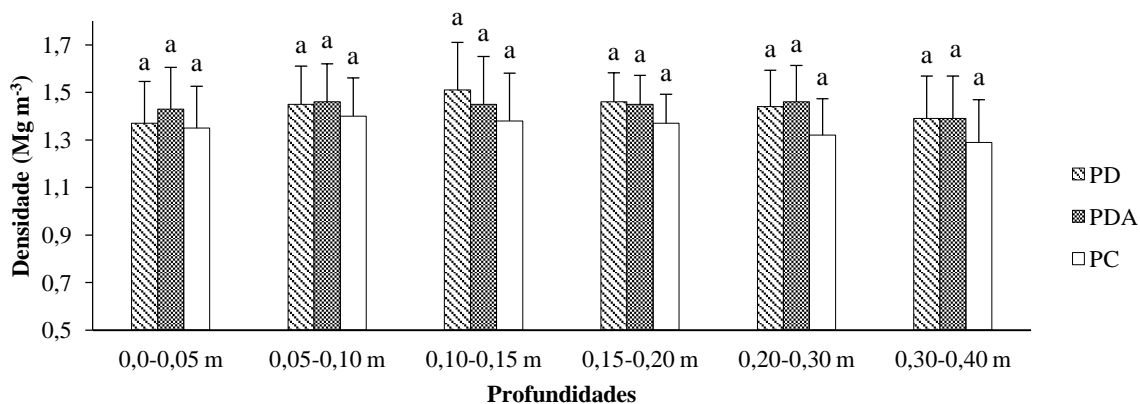
298 Os resultados obtidos foram submetidos à teste de normalidade Shapiro Wilk e análise
299 de variância, sendo os tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de significância, com
300 auxílio do programa estatístico computacional Agroestat.

301

302 **Resultados e Discussão**

303 Analisando a densidade do solo, nota-se que não houveram diferenças significativas
304 entre os sistemas de manejo do solo (Figura 1). Esses resultados mostram que ao longo de 16
305 anos na Amazônia Ocidental o plantio direto (PD) não proporcionou aumento da densidade do

306 solo quando comparado ao plantio convencional (PC).



307
 308 **Figura 1** - Densidade do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de
 309 manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e
 310 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. PD: plantio direto; PDA:
 311 plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

312
 313 Os resultados encontrados divergem da literatura, pois, inúmeras pesquisas indicam
 314 que os sistemas de manejo do solo podem ao longo do tempo afetar os atributos físicos do solo.
 315 Por exemplo, o sistema de plantio direto, por não promover nenhum revolvimento do solo,
 316 tende a aumentar a densidade do solo (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2006; BERGAMIN
 317 et al., 2010; VALADÃO et al., 2015).

318 As tendências observadas podem estar relacionadas à melhoria nos atributos físicos do
 319 solo que o sistema conservacionista proporcionou ao longo do tempo. Esta melhoria ocorreu
 320 principalmente por meio do incremento de diversos resíduos vegetais e pela ação dos sistemas
 321 radiculares promovidos pelas sucessões de culturas associado à capacidade de conservação da
 322 estrutura do solo pelo não revolvimento. Este processo promove o aumento dos teores de
 323 matéria orgânica que, por sua vez, promove melhorias às condições físicas do solo
 324 principalmente na reestruturação de sua agregação.

325 Para Souza et al. (2021) os sistemas de manejo alteram a densidade, causando algum
 326 nível de compactação do solo em relação às condições naturais. Essas alterações podem ser de
 327 aumento ou diminuição desse atributo no solo, o aumento da densidade ocorre geralmente em

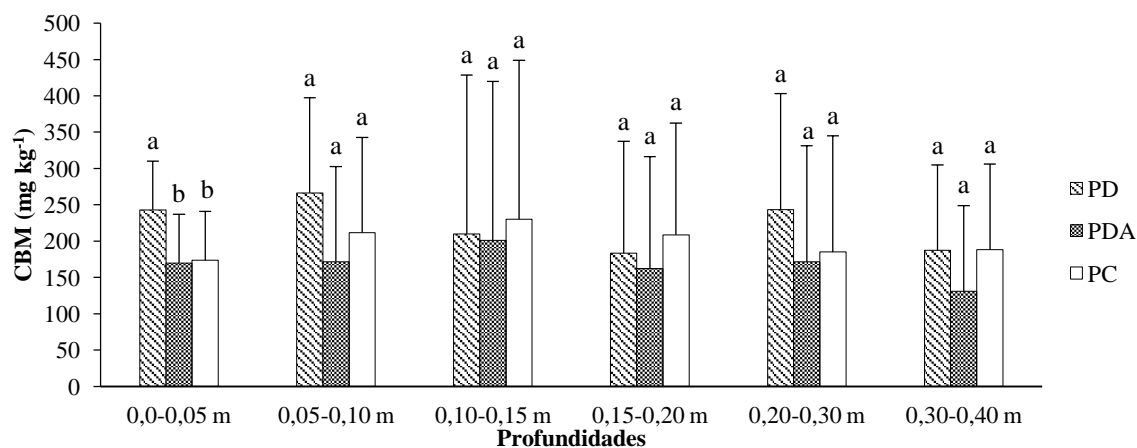
328 consequência da perda de matéria orgânica do solo. Em complemento, Ferreira (2016) reportou
329 que os sistemas de manejo influenciam nos resíduos presentes na superfície do solo e na matéria
330 orgânica.

331 A matéria orgânica confere maior capacidade do solo em resistir aos processos de
332 compressão por máquinas, implementos agrícolas e pisoteio de animais, o que causa uma
333 reorganização das partículas tornando-as mais adensadas (MENEZES, PUJA; MACHADO,
334 2020), desse modo quando o solo sofre alguma perturbação, retorna a uma condição semelhante
335 à anterior.

336 Os valores de densidade encontrados em todos os sistemas de manejo de solo e
337 sucessão de culturas estão abaixo daqueles considerados críticos ao desenvolvimento radicular
338 das plantas. Reinert e Reichert (2001) e Mascarenhas et al. (2017) revelaram que em solos de
339 textura média o limite considerado crítico é de $1,55 \text{ Mg m}^{-3}$. Esses resultados mostram que ao
340 longo do tempo houve um aumento da qualidade física do solo.

341 O indicador biológico de qualidade do solo carbono da biomassa microbiana (CBM),
342 por ser parte viva da matéria orgânica do solo, apresenta mais sensibilidade em ser alterada
343 pelos sistemas de manejo do solo, de acordo com os resultados encontrados o CBM sofreu
344 influências em relação ao sistema de manejo do solo na camada superficial de até 0,05 m, sendo
345 o manejo conservacionista PD o que apresentou o maior acúmulo de CBM, sendo superior em
346 28,5% em relação ao PC. Nas demais camadas não houveram diferenças entre os tratamentos
347 (Figura 2).

348



349
 350 **Figura 2** - Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM) em um Latossolo Vermelho-
 351 Amarelo sob diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10
 352 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) em Rolim de Moura, Rondônia,
 353 Brasil. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

354
 355 Esse resultado está relacionado com a maior quantidade de material orgânico
 356 encontrado nessa camada superficial do solo no PD, esse manejo possui maior capacidade em
 357 acumular material orgânico na superfície do solo, isso acontece porque além de gerar maior
 358 quantidade de resíduos, também proporciona a manutenção desses resíduos pelo não
 359 revolvimento do solo, esses fatores fazem com que ocorra uma decomposição lenta e assim
 360 maior acúmulo de matéria orgânica no solo, na camada superficial onde sofre mais ações dos
 361 microrganismos presentes no solo.

362 A presença de maiores teores de CBM no PD na camada superficial do solo pode ser
 363 atribuída ao aumento do teor de matéria orgânica, a qual proporciona aumento na atividade
 364 microbiana, tendo em vista que as moléculas compostas por carbono são fonte de energia e
 365 nutrientes para os microrganismos (BRUSSAARD et al., 2007; COLODRO et al., 2007).
 366 Maiores teores de CBM no PD, quando comparado com PC, são evidenciados em diversas
 367 pesquisas com solos (BALOTA et al., 1998; FIGUEIREDO et al., 2007; LEITE et al., 2010;
 368 NÚÑEZ et al., 2021).

369 Zhang et al. (2018) explicam que a decomposição mais lenta em sistemas
 370 conservacionistas ocorre devido a não incorporação dos resíduos vegetais, que resulta em

371 menor ação microbiana devido a menor área de contato dos resíduos com o solo. Sá et al.
 372 (2015), mostraram em suas pesquisas que os sistemas de cultivo que proporcionam elevada
 373 entrada de biomassa vegetal contribuem na manutenção de uma cobertura permanente do solo,
 374 tendo a capacidade de proporcionar condições semelhantes àsquelas dos ecossistemas não
 375 perturbados, como florestas, savanas e campos naturais.

376 Ao analisar a interação entre os sistemas de manejo do solo com as sucessões de
 377 culturas na camada superficial do solo de até 0,05 m, foram observadas influências
 378 significativas no acúmulo de CBM (Tabela 4). As sucessões que tinham a gramíneas/braquiária
 379 em consórcio na safrinha M/B e S/B proporcionaram no PD o maior acúmulo de CBM.

380

381 **Tabela 4** - Carbono da biomassa microbiana do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob
 382 diferentes sistemas de sucessão de culturas na camada de 0,0- a 0,05 m em Rolim de Moura,
 383 Rondônia, Brasil.

Manejo do solo	Sucessão de culturas			
	M/B	M/CA	S/B	S/CA
	CBM (mg kg ⁻¹)			
PD	296,57 aA	158,50 aA	313,36 aA	204,17 aA
PDA	234,56 abA	258,88 aA	120,33 bA	65,83 aA
PC	115,51 bAB	295,00 aA	76,29 bB	208,06 aAB

384 Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, DMS (5%). M:
 385 milho; CA: feijão-caupi; S: soja; B: Braquiária. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio
 386 convencional.

387

388 Esses resultados podem ser atribuídos a dois fatores, a primeira situa-se no fato da
 389 adição anual de resíduos vegetais fornecidos pelas sucessões com gramíneas que possui uma
 390 relação C/N mais elevada por serem plantas de metabolismo C₄. Deste modo, estes resíduos
 391 estimulam a biomassa microbiana por liberarem diversos compostos orgânicos. Já o segundo
 392 fator está associado ao não revolvimento do solo do sistema conservacionista PD. Assim, as
 393 taxas de decomposição e mineralização são mais lentas, promovendo maior conservação destes
 394 resíduos na superfície do solo e, conseqüentemente, maior produção de material orgânico.

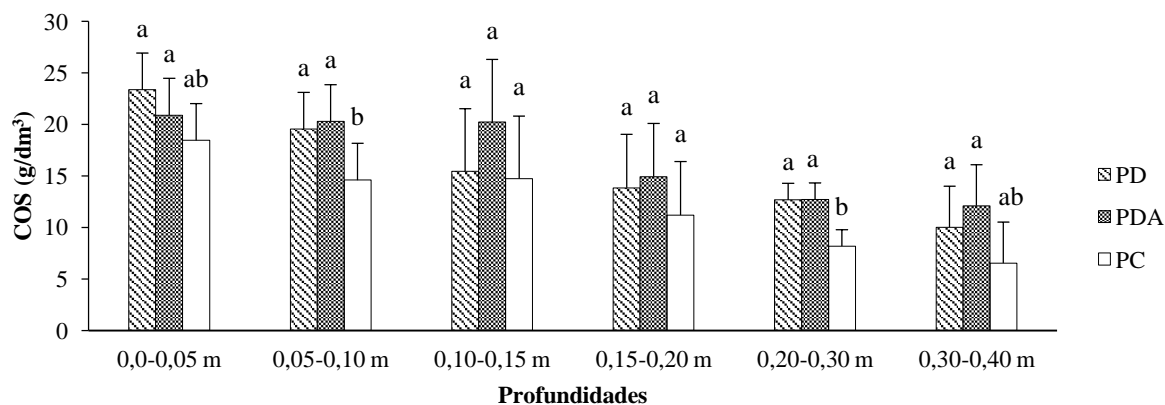
395 A cobertura vegetal do solo pode afetar a quantidade de carbono presente na biomassa
396 microbiana por fornecer matéria orgânica e nutrientes para os microrganismos do solo,
397 estimulando seu crescimento e aumentando a quantidade de carbono presente na biomassa
398 microbiana.

399 Em ambientes com cobertura do solo outros fatores também são afetados como a
400 temperatura e a umidade do solo, o que pode influenciar o crescimento e atividade dos
401 microrganismos do solo. Shiwakoti et al. (2019) comentam que o CBM na camada do solo de
402 até 0,10 m é maior no PD, devido ao acúmulo de carbono através da maior entrada de diferentes
403 tipos de resíduos culturais, o autor ainda destaca a influência das raízes das gramíneas que
404 possuem um sistema radicular abundante.

405 Já o PC, apresentou menor teor de CBM devido ao preparo do solo que promoveu
406 diminuição dos resíduos vegetais em superfície e consequente diminuição da matéria orgânica
407 do solo. Para Shi et al. (2013), o carbono da biomassa microbiana pode ser diminuído com o
408 aumento da perturbação do solo, devido a menor quantidade de material orgânico deixado na
409 superfície e, conseqüentemente, menor matéria orgânica do solo.

410 O sistema de manejo do solo propiciou mudanças significativas no carbono orgânico
411 do solo (COS) (Figura 3). Na camada superficial do solo de até 0,05 m o PD apresentou maior
412 acúmulo de carbono orgânico juntamente com o plantio direto alternativo (PDA), quando
413 comparado ao PC.

414 O manejo conservacionista PD acumulou 21% de COS a mais quando comparado ao
415 PC. Resultados semelhantes ocorreram também na camada compreendida entre 0,05 a 0,10 m
416 e 0,20-0,30, onde o PD e PDA foram superiores ao PC. Já na camada de 0,30 a 0,40 m, o PDA
417 foi superior ao PC e não se diferenciou do PD. Quando analisado o efeito das sucessões de
418 culturas no acúmulo de COS não foram obtidas diferenças entre os tratamentos avaliados.



419
 420 **Figura 3** - Carbono orgânico do solo (COS) solo em um Latossolo vermelho-amarelo sob
 421 diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a
 422 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%), Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. PD: plantio
 423 direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

424
 425 Esses resultados demonstram a capacidade que os sistemas conservacionistas possuem
 426 em atuar como dreno de CO₂ atmosférico acumulando carbono orgânico no solo. Este maior
 427 acúmulo está relacionado ao efeito dos princípios desses sistemas, que preconizam o
 428 incremento de resíduos vegetais associado ao não revolvimento do solo. Assim o PD influencia
 429 tanto na proteção do carbono orgânico presente no solo e também no seu acúmulo, isso ocorre
 430 devido o PD também favorecer a atividade biológica no solo, uma vez que a ausência de
 431 revolvimento do solo preserva e pode aumentar a vida microbiana presente no solo.

432 Essa atividade biológica é responsável pela decomposição da matéria orgânica, que é
 433 uma fonte importante de carbono orgânico do solo. Estes aspectos foram abordados por Thapa
 434 et al. (2023) em suas pesquisas, os autores expuseram que o preparo planejado de cobertura
 435 morta após seis anos de PD promoveu o aumento da concentração de COS quando comparado
 436 ao PC. Este efeito foi associado à ausência da perturbação do solo e à cobertura superficial de
 437 resíduos ocorrentes em sistemas conservacionistas.

438 Deste modo, ocorre maior conservação do solo, os resíduos vegetais de espécies com
 439 diferentes relações de carbono e nitrogênio e diferentes sistemas radiculares geram quantidades
 440 de resíduos e tempo de decomposição diferenciados, esses fatores juntamente com o não

441 revolvimento do solo gera ao longo do tempo melhorias na estrutura do solo, aumentando a
442 agregação, que é a principal forma de armazenamento e proteção do carbono no solo.

443 Corroborando com essas informações, Plaza-Bonilla et al. (2010) relatam que o PD
444 aumenta o acúmulo de carbono orgânico do solo por meio de uma melhor agregação do solo e
445 o protege nos agregados. Para Topa et al. (2021) os agregados do solo, como unidades
446 funcionais da estrutura física, são essenciais na estabilização da matéria orgânica, que por sua
447 vez evita perdas de carbono do solo por mineralização.

448 A perda dessa proteção está relacionada com o menor acúmulo de carbono encontrado
449 no PC, esse manejo promove uma perturbação na estrutura do solo devido ao intenso e contínuo
450 revolvimento através de implementos agrícolas, essa perturbação gera diversas rupturas nos
451 agregados do solo expondo o carbono que estava protegido em seu interior, essa exposição
452 permite que o carbono sofra ações de mineralização e decomposição pela biomassa microbiana
453 do solo liberando o carbono na forma de CO₂ para atmosfera, esse processo traz além da perda
454 da qualidade física, química e biológica do solo traz também impactos ambientais contribuindo
455 para o efeito estufa.

456 Bordonal et al. (2017) relataram que no solo o conteúdo de carbono possui capacidade
457 de melhorar a qualidade por meio das interações existentes com os atributos físicos, químicos
458 e biológicos. Nas camadas intermediárias do solo não ocorre diferenciação com relação ao
459 acúmulo de carbono. Esse resultado pode ser decorrente do revolvimento do solo promovido
460 pelo uso de grade no PC, fazendo com que parte do carbono orgânico contido na camada
461 superficial seja depositado em camadas subjacentes, desse modo o PC igualou ao PD e PDA
462 quanto aos teores de COS nas camadas intermediárias de 0,10 a 0,20 m.

463 A porcentagem de redução do COS entre a camada superficial de até 0,05 m com a
464 camada subsuperficial de 0,30 a 0,40 m dos manejos de PD, PDA e PC, os teores de COS
465 reduziram 42,9%, 57,9% e 35,4%, respectivamente. Esses resultados demonstram a dinâmica
466 no estoque de COS no perfil do solo, onde os teores desse atributo vão decrescendo com a

467 profundidade.

468 Essa redução em camadas mais profundas pode estar associada à taxa relativamente
469 lenta de mudança no ambiente do subsolo em comparação com o solo da superfície, devido ao
470 contato direto com a atmosfera, o solo superficial apresenta mudanças mais acentuadas de
471 temperatura e umidade do que o subsolo (HIRANO et al., 2003).

472 O solo superficial tem maior probabilidade de secar, o que pode ser atribuído à
473 decomposição da serapilheira em vez da mineralização do subsolo (JOOS et al., 2010). A
474 distribuição vertical do COS deve-se principalmente ao efeito da deposição dos resíduos
475 culturais sobre o solo e na concentração de raízes nas camadas mais superficiais do solo.

476 Ao ser analisado a interação entre os sistemas de manejo do solo com as sucessões de
477 culturas, foram encontrados efeitos significativos na camada superficial do solo de 0,05 a 0,10
478 m de camada (Tabela 5). Nessa camada as sucessões M/B, S/B e S/CA proporcionaram maior
479 acúmulo de COS no sistema conservacionista PD e PDA quando comparado ao PC que obteve
480 os menores acúmulos.

481
482 **Tabela 5** - Carbono orgânico do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes
483 sistemas de sucessão de culturas na camada de 0,05 a 0,10 m em Rolim de Moura, Rondônia,
484 Brasil.

Manejo do solo	Sucessão de culturas			
	M/B	M/CA	S/B	S/CA
	COS (g/dm ³)			
PD	20,30 aA	17,96 aA	18,36 abA	21,53 aA
PDA	18,40 aA	19,83 aA	22,03 aA	20,90 aA
PC	12,76 bA	17,43 aA	15,16 bA	13,06 bA

485 Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, DMS (5%). M:
486 milho; CA: feijão-caupi; S: soja; B: Braquiária. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio
487 convencional.

488
489 Os sistemas de manejo conservacionistas que possuem como premissa a rotação e
490 sucessão de cultura associado ao não revolvimento do solo possuem maior capacidade na
491 manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, esses resíduos vegetais são os

492 principais responsáveis pelo incremento de compostos orgânicos no solo, além dos resíduos em
493 superfície as culturas também proporcionam através de diferentes sistemas radiculares
494 incremento de compostos orgânicos em camada, gerando o aumento do carbono orgânico no
495 perfil do solo. De acordo com Lemos et al. (2016) a fitomassa gerada pelos resíduos vegetais
496 da parte aérea e das raízes, comumente, são a principal fonte de carbono nos solos.

497 Ao analisar a sucessão M/B, foi observado incremento de COS 37,14% maior no
498 sistema PD quando comparado ao PC. Resultado semelhante ocorreu com a sucessão S/CA, na
499 qual foi obtido para PD incremento 39,34% maior de COS em relação à PC. Esses resultados
500 são decorrentes ao não revolvimento do solo no PD, ou seja, ocorre manutenção dos resíduos
501 vegetais da parte aérea e das raízes das plantas em sucessão, gerando fontes de carbono no solo.

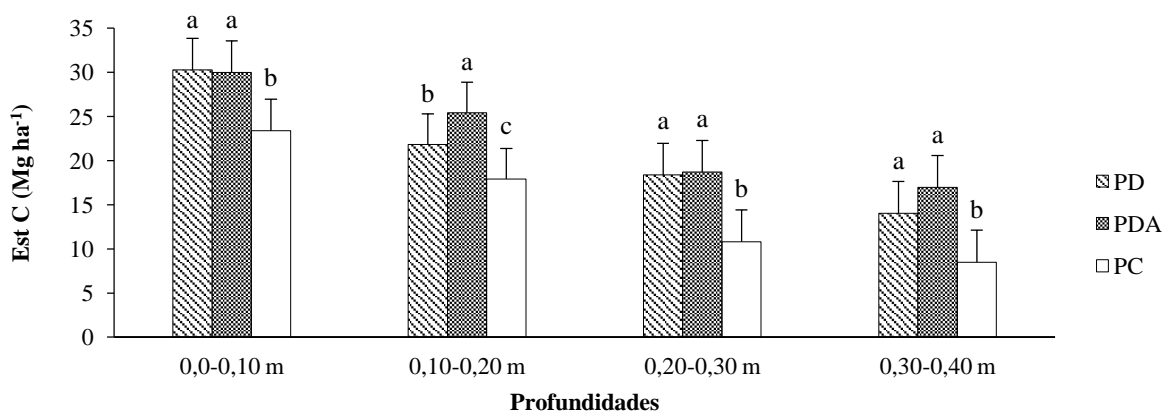
502 Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes et al. (2023) avaliando
503 diferentes sistemas de cultivo. Os autores constataram que a presença de resíduos vegetais na
504 superfície do solo no PD, com cultivo contínuo de milho, levou a um maior armazenamento de
505 carbono orgânico no solo em comparação com os outros manejos do solo.

506 Esses resultados mostram a importância do sistema conservacionista no aumento da
507 qualidade do solo, o PC com o intenso e contínuo uso da prática de gradagem proporcionou o
508 fracionamento e incorporação dos resíduos deixados pelas culturas, com isso houve maior
509 exposição desses resíduos a ação de mineralização dos microrganismos.

510 Esses resultados estão de acordo com Sá et al. (2014), onde mostra que a superioridade
511 do sistema de PD no acúmulo de carbono total está relacionado ao não revolvimento do solo,
512 associado ao pousio com gramíneas a presença de plantas espontâneas durante o pousio dos
513 tratamentos, à cobertura morta produzida pelas sucessões e ao possível aumento na densidade
514 radicular, favorecendo acúmulo de carbono nas camadas superficiais do solo. Por outro lado, o
515 PC pelo intenso e contínuo revolvimento do solo age diminuindo a cobertura morta na
516 superfície do solo. Lal (2015) mostra que existe uma forte relação entre a cobertura vegetal e o
517 reservatório de carbono orgânico do solo, no qual reduções excessivas na cobertura vegetal

518 intensificam os riscos de degradação do solo e esgotamento do carbono orgânico.

519 O estoque de carbono (ESTC) apresentou diferenças entre os sistemas de manejo do
 520 solo na camada de 0,0 a 0,10 m. Nestas camadas, PD e PDA foram superiores ao PC em 22,73%
 521 e 22,01%, respectivamente, e não apresentaram diferenças entre si. Nas demais camadas até
 522 0,40 m, o PC manteve o mesmo comportamento possuindo o menor ESTC quando comparado
 523 aos demais tratamentos (Figura 4).



524
 525 **Figura 4** – Estoque de carbono (ESTC) em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes
 526 sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,10; 0,10 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m,
 527 DMS (5%) em Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. PD: plantio direto; PDA: plantio direto
 528 alternativo; PC: plantio convencional.

529
 530 O estoque de carbono no solo leva em consideração a densidade do solo e a espessura
 531 da camada avaliada, de acordo com as análises realizadas durante a pesquisa o atributo
 532 densidade não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, isso indica que a
 533 diferenciação no estoque de carbono é devido a influência que os sistemas de manejos
 534 proporcionaram na matéria orgânica do solo, o PD e PDA por não promoverem o revolvimento
 535 do solo influenciaram no aumento e manutenção da matéria orgânica que é fonte de carbono no
 536 solo.

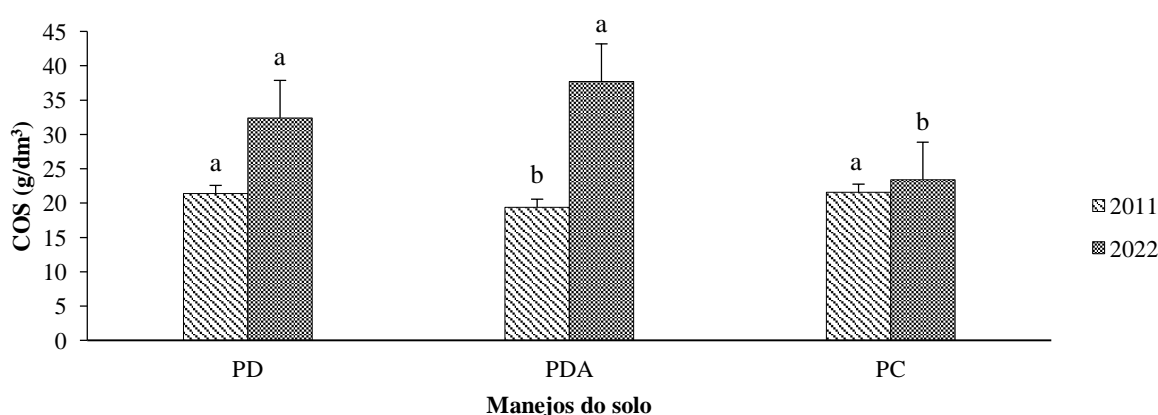
537 Analisando o ESTC entre as camadas, constatou-se que houve decréscimo com o
 538 aumento da profundidade. Comparando a camadas de 0,0 a 0,10 e 0,30 a 0,40 m os teores
 539 estocados no PD, PDA e PC foram respectivamente 30,26 Mg ha⁻¹, 29,98 Mg ha⁻¹ e 23,38 Mg

540 ha^{-1} para camada de 0,0 a 0,10 e $14,01 \text{ Mg ha}^{-1}$, $16,96 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $8,48 \text{ Mg ha}^{-1}$ para camada de
541 0,30 a 0,40 m.

542 De acordo com Jerke (2011) a distribuição vertical do carbono no solo deve-se
543 principalmente ao efeito da deposição dos resíduos culturais sobre o solo e na concentração de
544 raízes nas camadas mais superficiais do C solo. Desse modo conforme o avanço da
545 profundidade ocorre a diminuição da ação dos resíduos vegetais e raízes que são matéria prima
546 na formação de material orgânico. Desse modo evidencia-se que as maiores alterações no
547 estoque de carbono no solo, ocorrem nas camadas superficiais conferindo nessas camadas as
548 maiores mudanças na qualidade do solo.

549 Ao longo do tempo os sistemas de manejo do solo na Amazônia Ocidental
550 influenciaram no aumento de COS (Figura 5). Analisando o acumulo de COS no ano de 2011
551 os teores encontrados foram de 21,4; 19,4 e $21,6 \text{ g/dm}^3$ no PD, PDA e PC, respectivamente. Em
552 2022 os mesmos sistemas proporcionaram os teores de 32,4; 37,7; $23,4 \text{ g/dm}^3$, esses resultados
553 mostram que após 11 anos o PD e PDA aumentaram os teores de COS em 33,9% e 48,54%,
554 respectivamente.

555

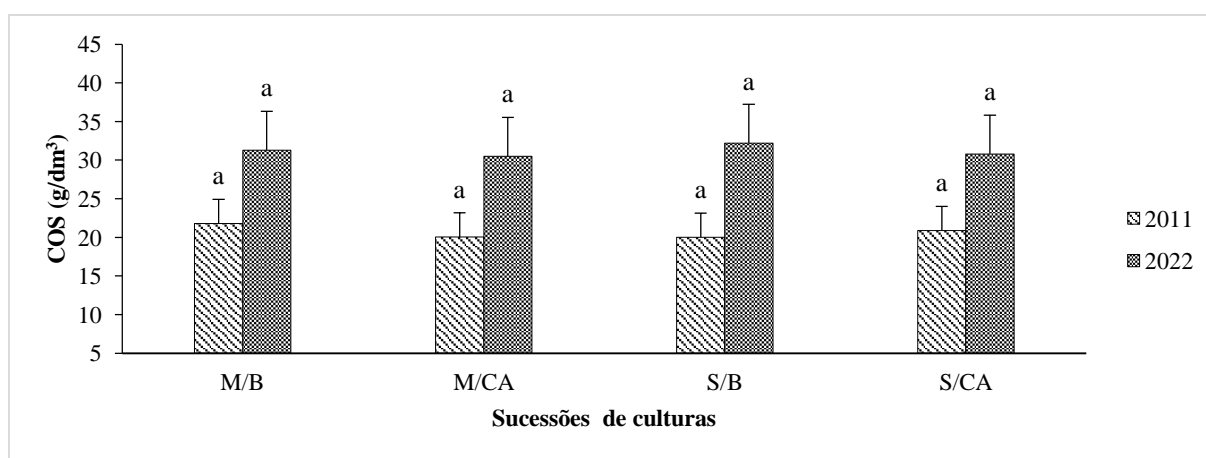


556

557 **Figura 5** - Carbono orgânico do solo (COS) solo em um Latossolo vermelho-amarelo sob
558 sistemas de manejo do solo na camada de 0 a 0,10, nos anos de 2011 e 2022, DMS (5%), Rolim
559 de Moura, Rondônia, Brasil. Letras minúsculas iguais no mesmo ano não diferem entre si ao
560 nível de 5% de significância. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio
561 convencional.

562 Por outro lado, o PC promoveu um aumento de apenas 7% nos teores de COS ao longo
 563 de 11 anos. Esses resultados são devido ao não revolvimento do solo no PD e ao revolvimento
 564 mínimo no PDA que só ocorre a pratica de subsolagem a cada quatro anos. Esse fator promove
 565 maior proteção do COS, que fica protegido da ação de mineralização e decomposição
 566 promovida pela flora microbiana do solo. Em contrapartida o PC por promover operações de
 567 gradagem do solo anualmente acaba rompendo os agregados do solo e expondo o COS à ação
 568 microbiana como também a ação de agentes químicos e físicos que contribuem para perdas de
 569 carbono para atmosfera.

570 As sucessões de culturas não proporcionaram diferenças significativas no acúmulo de
 571 COS quando analisado os anos de 2011 e 2022 individualmente (Figura 6). Considerando os
 572 teores de carbono acumulados nos respectivos anos avaliados nota-se que as sucessões de
 573 culturas M/B, S/CA, M/CA e S/B influenciaram aumentando o acúmulo desse atributo
 574 respectivamente em 30,35%, 32,14%, 33,11% e 37,26% ao longo de 11 anos de cultivo.



575 **Figura 6** - Carbono orgânico do solo (COS) solo em um Latossolo vermelho-amarelo sob
 576 sucessões de culturas na camada de 0 a 0,10, nos anos de 2011 e 2022, DMS (5%), em Rolim
 577 de Moura, Rondônia, Brasil. Letras minúsculas iguais no mesmo ano não diferem entre si ao
 578 nível de 5% de significância. M: milho; CA: feijão-caupi; S: soja; B: Braquiária.

580

581 Esse acúmulo ao longo do tempo é devido à continua deposição no solo de resíduos

582 vegetais fornecidos pelas plantas em sucessão, esses resíduos aumentam a matéria orgânica do
583 solo que é a principal fonte de COS.

584 Através desse estudo foi possível verificar que as práticas de manejos do solo
585 desempenham um papel significativo na dinâmica do carbono no solo. O PD foi capaz de gerar
586 maior conservação e a adição de matéria orgânica, tendendo a aumentar o teor de carbono
587 orgânico do solo ao longo do tempo. Por outro lado, práticas de manejo intensivas, como o PC
588 proporcionou diminuição do carbono orgânico do solo, o que pode levar à degradação do solo
589 e à perda de qualidade.

590 É importante destacar que a quantidade de carbono orgânico do solo não é apenas um
591 indicador de sua qualidade, mas também desempenha um papel fundamental no sequestro de
592 carbono atmosférico e na mitigação das mudanças climáticas. Portanto, a promoção de práticas
593 de manejo que aumentem o teor de carbono orgânico do solo não só beneficia a agricultura,
594 mas também contribui para a sustentabilidade ambiental em níveis mais amplos.

595 Contudo, este estudo destaca a importância de pesquisas futuras para continuar a
596 investigar as complexas relações do sistema solo-planta-atmosfera com as práticas de manejo e
597 sucessões de culturas no estoque de carbono orgânico do solo e sustentabilidade agrícola para
598 orientar a tomada de decisões nos agroecossistemas amazônicos.

599

600 **Conclusões**

601 O sistema de plantio direto não sofre alteração no atributo físico densidade do solo até
602 a camada de 0,40 m após 16 anos de cultivo.

603 O sistema de plantio direto e plantio direto alternativo ao longo do tempo
604 proporcionaram maior acúmulo de carbono orgânico do solo até a camada de 0,10 m.

605 O plantio direto proporcionou maior atividade biológica na camada superficial de até
606 0,05 m.

607 As sucessões com presença de gramínea aumentaram o carbono da biomassa
608 microbiana do solo na camada de 0,0 a 0,05 m.

609 As sucessões de culturas aumentaram o carbono orgânico do solo ao longo do tempo.

610 Após 16 anos o PDA e PD proporcionaram os maiores estoques de carbono por hectare
611 até a camada de 0,40 m.

612

613 **Referências bibliográficas**

614 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK,
615 G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.
616 711 – 728, 2013.

617 ARAUJO, E. C. G., SANQUETTA, C. R., PELISSARI, A. L., & DALLA CORTE, A. P.
618 Revisão bibliométrica e estado da arte do estoque de carbono em pastagem na
619 Amazônia. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa,
620 ago. 2022. ISSN 2447-9187. Disponível em:
621 <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/6986>>. Acesso em: 04 Jul.
622 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2022id6986>.

623 BALOTA, ELCIO LIBORIO. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Ed. rev. Editora
624 Midiograf. Londrina. 2017.

625 BALOTA, E. L., COLOZZI-FILHO, A., ANDRADE, D. S., & HUNGRIA, M. Biomassa
626 microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de
627 culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 641-649, 1998.

628 BATJES, N. H.; DIJKSHOORN, J. A. Carbon and nitrogen stocks in the soils of the Amazon
629 Region. **Geoderma**, v. 89, n. 3-4, p. 273-286, 1999.

630

631 BRUSSAARD, L.; RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural
632 sustainability. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v.121, n.3, p.233-244, 2007.

633 CARVALHO, J. L. N., CARLOS E. P. C., FEIGL, B. J., PÍCCOLO, M. D. C., GODINHO, V.
634 D. P., HERPIN, U., & CERRI, C. C. Conversion of cerrado into agricultural land in the south-
635 western Amazon: carbon stocks and soil fertility. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 233-241, 2009.

636 CIAIS; P.; C. SABINE; G. BALA; L. BOPP; V. BROVKIN; J. CANADELL; A. CHHABRA;
637 R. DEFRIES; J. GALLOWAY; M. HEIMANN; C. JONES; C. LE QUÉRÉ; R.B. MYNENI;
638 S. PIAO; P. THORNTON. CARBON AND OTHER BIOGEOCHEMICAL CYCLES. IN:
639 STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A.
640 NAUELS, Y. XIA, V. BEX; P.M. MIDGLEY (EDS.). CLIMATE CHANGE 2013: THE
641 PHYSICAL SCIENCE BASIS. **Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment**
642 **Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press,
643 Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

- 644 COLODRO, G.; ESPÍNDOLA, C. R.; CASSIOLATO, A. M. R.; ALVES, M. C. Atividade
645 microbiana em um Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de**
646 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.195-198, 2007.
- 647 COSTA, A. A., MACHADO, E. B. N., LUDUVICO, G. A., & MACEDO, I. L. M. Atributos
648 físicos e estoque de carbono em áreas sob diferentes formas de uso do solo no Cerrado do Oeste
649 da Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32294-32306, 2020.
- 650 MAGALHÃES, A. C., BATISTA, D. R., CARDOSO, E. J., VIEIRA, E. B., ANDRADE, E. J.
651 D., BARBOSA, F. E., ... & DE FREITAS, B. A. **A importância dos solos para o ecossistema.**
652 2015. Disponível em:
653 [https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO](https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf)
654 [S%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf](https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf). Acesso em: 26 fev. 2023.
- 655 OLIVEIRA BORDONAL, R., LAL, R., RONQUIM, CC, DE FIGUEIREDO, EB,
656 CARVALHO, JLN, MALDONADO JR, W., & LA SCALA JR, N. Mudanças na quantidade e
657 qualidade do carbono do solo devido à conversão do uso da terra para plantação de cana-de-
658 açúcar (*Saccharum officinarum*) no sul do Brasil. **Agricultura, ecossistemas e meio ambiente**,
659 v. 240, p. 54-65, 2017.
- 660 SOUZA, F. R., BERGAMIN, A. C., FIORELLI, E. C., SCHLINDWEIN, J. A., VENTUROSO,
661 L. A. C., DOS REIS VENTUROSO, L., & DE ALMEIDA, W. S. Sistema plantio direto no
662 sudoeste da Amazônia Ocidental. **Solos da Amazônia Ocidental**, p. 45.2021.
- 663 FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.;
664 FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do
665 solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1097- 1104, 2003.
- 666 FEARNSIDE, P. M., & BARBOSA, R. I. Soil carbon changes from conversion of forest to
667 pasture in Brazilian Amazonia. **Forest ecology and management**, v. 108, n. 1-2, p. 147-166,
668 1998.
- 669 FERNANDES, M. M. H., DA SILVA, M. F., FERRAUDO, A. S., & FERNANDES, C. Soil
670 structure under tillage systems with and without cultivation in the off-season. **Agriculture,**
671 **Ecosystems & Environment**, v. 342, p. 108237, 2023.
- 672 FERREIRA, Cláudia dos Reis. Indicadores da qualidade do solo em uma cronossequência sob
673 sistema plantio direto em Guaíra - PR. 2016. 91 f. **Tese** (Doutorado em Ciência, Tecnologia e
674 Inovação em Agropecuária). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal
675 Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.
- 676 FIGUEIREDO, C. C. D., RESCK, D. V. S., GOMES, A. C., FERREIRA, E. A. B., & RAMOS,
677 M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de
678 manejo em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31,
679 p. 551-562, 2007.
- 680 FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V., FILLA, V. A.; GOMES, R.
681 P. **Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo.**
682 **Unimar Ciências**, v. 26, p. 08-25, 2017.
- 683 FUENTES-LLANILLO, R.; GUIMARÃES, M. de F.; TAVARES FILHO, J. Morfologia e
684 propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais. **Revista Brasileira**

- 685 **de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 524-530, maio 2013. DOI:
686 <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500009>.
- 687 FURLANI, C. E. A. & SILVA, R. P. (2016). **Compactação do solo**. Disponível em:
688 [http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOAN GE](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGE)
689 [LIFURLANI/compactacao.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOAN GE). Acesso em 22/05/2023.
- 690 JERKE, Caroline. Distribuição do carbono orgânico em solo sob plantio direto, em função de
691 fontes e modos de aplicação de fertilizantes fosfatados. 2011. 83f. **Dissertação** (Mestrado em
692 Agronomia) Faculdade De Agronomia e Medicina Veterinária Da Universidade De Brasília.
- 693 HIRANO, T., KIM, H., & TANAKA, Y. Long-term half-hourly measurement of soil CO₂
694 concentration and soil respiration in a temperate deciduous forest. **Journal of Geophysical**
695 **Research: Atmospheres**, v. 108, n. D20, 2003. DOI: 10.1029/2003JD003766.
- 696 JOOS, O., HAGEDORN, F., HEIM, A., GILGEN, A. K., SCHMIDT, M. W., SIEGWOLF, R.
697 T. W., & BUCHMANN, N. Summer drought reduces total and litter-derived soil CO₂ effluxes
698 in temperate grassland—clues from a 13 C litter addition experiment. **Biogeosciences**, v. 7, n. 3,
699 p. 1031-1041, 2010.
- 700 LAL, Rattan. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. **Sustainability**, v. 7, n. 5, p.
701 5875-5895, 2015.
- 702 LEITE, L. F., GALVÃO, S. R., HOLANDA NETO, M. R., ARAÚJO, F. S., & IWATA, B. F.
703 Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do
704 Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1273-1280, 2010.
705 <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001200004>.
- 706 LEMOS, E. C. M., VASCONCELOS, S. S., SANTIAGO, W. R., DE OLIVEIRA JUNIOR, M.
707 C. M., & DE A. SOUZA, C. M. The responses of soil, litter and root carbon stocks to the
708 conversion of forest regrowth to crop and tree production systems used by smallholder farmers
709 in Eastern Amazonia. **Soil Use and Management**, v. 32, issue 4, p. 504 - 514, 2016. DOI:
710 10.1111 / sum.12308.
- 711 MAIA, S. M., OGLE, S. M., CERRI, C. E., & CERRI, C. C. Effect of grassland management
712 on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, v. 149,
713 n. 1-2, p. 84-91, 2009.
- 714 MAIA, S. M., OGLE, S. M., CERRI, C. C., & CERRI, C. E. Changes in soil organic carbon
715 storage under different agricultural management systems in the Southwest Amazon Region of
716 Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 106, n. 2, p. 177-184, 2010.
- 717 MASCARENHAS, A. R. P., SCCOTI, M. S. V., MELO, R. R., CORRÊA, F. L. O.; SOUZA,
718 E. F. M., ANDRADE, R. A., BERGAMIN, A. C., MÜLLER, M. W. Atributos físicos e
719 estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-
720 Ocidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, p. 19-27, 2017.
- 721 MENEZES, K. C., PUIA, J. D., & MACHADO, A. H. R. A importância da elasticidade da
722 matéria orgânica e de sua atuação na estabilidade dos agregados para o controle da compactação
723 do solo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1349-1356,
724 2020.

- 725 NUNES, M. R., KARLEN, D. L., VEUM, K. S., MOORMAN, T. B., & CAMBARDELLA, C.
726 A. Biological soil health indicators respond to tillage intensity: A US meta-
727 analysis. **Geoderma**, v. 369, p. 114335, 2020.p. 329-335, 1988.
- 728 NÚÑEZ, I. B., ROJAS, L. Q., OLIVEIRA, M. V. D. F., DELGADO, O. T., CEDRO, W. L.,
729 RIVERA, Y. R., ... & SCHLINDWEIN, J. A. Biomassa microbiana e carbono orgânico do solo
730 sob diferentes manejos e sucessão de culturas. **Extensão rural: práticas e pesquisas para o**
731 **fortalecimento da agricultura familiar-volume 2**, v. 2, n. 1, p. 126-138, 2021.
- 732 PLAZA-BONILLA, Daniel; CANTERO-MARTÍNEZ, Carlos; ÁLVARO-FUENTES, Jorge.
733 Tillage effects on soil aggregation and soil organic carbon profile distribution under
734 Mediterranean semi-arid conditions. **Soil Use and Management**, v. 26, n. 4, p. 465-474, 2010.
- 735 REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto
736 irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.; ROSA, G. & CERETTA, C. **Irrigação por**
737 **aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2001. p.114-131.
- 738 ROCHA, A. F. B., SIQUIEROLI, A. C. S., SILVA, A. D. A., CARNEIRO, A. M. D. L.,
739 VASCONCELOS, B. N. F., & GONDIM, D. D. R. Indicadores de qualidade do solo em
740 sistemas agroecológicos no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v. 34, p. e62940, 2022.
- 741 RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões**
742 **tropicais**. **Campinas**: Embrapa Territorial, 2020. 34p. Disponível em:
743 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1128267>.
- 744 RODRIGUES, M. D. J. M., DA SILVA, L. M., & WADT, P. G. S. Espectroscopia no
745 infravermelho próximo para a quantificação de carbono em solos da bacia do Acre. **Biota**
746 **Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 119 - 124, 2016. Disponível em
747 <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota> Acesso em 23 de abril de 2023.
- 748 DE MORAES SÁ, J. C., TIVET, F., LAL, R., BRIEDIS, C., HARTMAN, D. C., DOS
749 SANTOS, J. Z., & DOS SANTOS, J. B. Long-term tillage systems impacts on soil C dynamics,
750 soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v.
751 136, p. 38-50, 2014.
- 752 SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; DOS ANJOS, L.H.C.; DE OLIVEIRA, V.A.;
753 LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. DE; ARRUDA FILHO, J.C. DE;
754 OLIVEIRA, J.B. DE & CUNHA, T.J.F. (2018) – **Sistema brasileiro de classificação de solos**.
755 5. Ed. rev. e ampl. Brasília DF: Embrapa, 356 p.
- 756 SHI, S., ZHANG, W., ZHANG, P., YU, Y., & DING, F. A synthesis of change in deep soil
757 organic carbon stores with afforestation of agricultural soils. **Forest Ecology and**
758 **Management**, v. 296, p. 53-63, 2013.
- 759 SHIWAKOTI, S., ZHELJAZKOV, V. D., GOLLANY, H. T., KLEBER, M., & XING, B.
760 Effect of tillage on macronutrients in soil and wheat of a long-term dryland wheat-pea
761 rotation. **Soil and Tillage Research**, v. 190, p. 194-201, 2019.
- 762 SILVA, C. T. C. B. **Efeito da cobertura do solo sobre atributos físicos e microbiológicos**.
763 São Cristóvão, Sergipe. 2019. 19 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia
764 em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2019.

- 765 ILVA, M. A. de A. e. **Desenvolvimento radicular das culturas de feijão, soja e milho, sob**
766 **diferentes manejos de solo, irrigadas por pivô central.** 2007. 140 f. Tese (Doutorado em
767 Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de
768 Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.
- 769 STÖCKER, C. M., MONTEIRO, A. B., BAMBERG, A. L., CARDOSO, J. H., MORSELLI,
770 T. B. G. A., & DE LIMA, A. C. R. Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas
771 agroflorestais. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, p.
772 848-859, 2017.
- 773 TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B.; SALDANHA, M. F. C.; PÉREZ, D. V. Complexo
774 sortivo do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA,
775 W. G. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 240-244.
776 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209>.
- 777 THAPA, V. R., GHIMIRE, R., PAYE, W. S., & VANLEEUEWEN, D. Soil organic carbon and
778 nitrogen responses to occasional tillage in a continuous no-tillage system. **Soil and Tillage**
779 **Research**, v. 227, p. 105619, 2023.
- 780 TOPA, D., CARA, I.G., JIȚĂREANU, G. Long term impact of different tillage systems on
781 carbon pools and stocks, soil bulk density, aggregation and nutrients: A field meta-
782 analysis. **Catena**, v. 199, p. 105102, 2021.
- 783 ZHANG, Y., LI, X., GREGORICH, E. G., MCLAUGHLIN, N. B., ZHANG, X., GUO, Y., ...
784 & SUN, B. No-tillage with continuous maize cropping enhances soil aggregation and organic
785 carbon storage in Northeast China. **Geoderma**, v. 330, p. 204-211, 2018.
- 786 ZEFERINO, L. B., LUSTOSA FILHO, J. F., DOS SANTOS, A. C., CERRI, C. E. P., & DE
787 OLIVEIRA, T. S. Soil carbon and nitrogen stocks following forest conversion to long-term
788 pasture in Amazon rainforest-Cerrado transition environment. **CATENA**, v. 231, p. 107346,
789 2023.

790 ARTIGO 2 - INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO SOB
791 MANEJOS DO SOLO E SUCESSÃO DE CULTURA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

792

793 **Resumo**

794 O solo representa um importante componente do ecossistema, influenciando a qualidade do ar
795 e da água. É crescente o interesse em recuperar a qualidade física e química do solo para promover
796 aumento da fertilidade do solo e recuperar áreas degradadas. O objetivo do presente trabalho
797 foi avaliar em um experimento de longa duração os indicadores químicos e físicos do solo e em
798 função de sistemas de manejo do solo e sucessões de culturas. O estudo foi conduzido em Rolim
799 de Moura/RO, sob um Latossolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental adotado
800 inteiramente casualizado com arranjo de parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocados os
801 manejos do solo plantio direto alternativo (PDA), plantio direto (PD) e plantio convencional
802 (PC) e nas subparcelas as sucessões de culturas: milho x milho + braquiária (M/B) milho x
803 caupi (M/CA), soja x milho + braquiária (S/B) e soja x caupi (S/CA) com três repetições. O
804 experimento foi implantado no ano de 2007. O atributo físico do solo avaliado foi a densidade.
805 Os atributos biológicos foram Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), carbono
806 orgânico do solo (COS) e estoque de carbono (ESTC). Para cada análise foram coletadas
807 amostras de solo nas camadas de 0-0,5; 0,5-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40
808 m. O PD não sofreu alteração nos atributos físicos macroporosidade, microporosidade e
809 porosidade total até a camada de 0,40 m do solo após 16 anos de cultivo. As maiores alterações
810 nos atributos químicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e soma de bases do solo ocorrem na camada superficial do
811 solo de 0 a 0,05 m no PD. O PD e PDA proporcionaram maior CTC até a camada de 0,10 m.
812 Após 16 anos de implantação o PDA proporcionou a correção do pH até a camada de 0,40 m.
813 As sucessões com S/B e M/B proporcionaram aumento da CTC na camada superficial de 0,05
814 a 0,10 m. A ausência de revolvimento do solo no sul da Amazônia Ocidental não provoca
815 alterações na qualidade física do solo até a camada de 0,40 m do solo após 16 anos de cultivo.

816 O PD, incrementou os teores de P mais expressivamente na camada superficial e ainda em
817 camadas mais profundas do solo. A partir de 0,05 m o PD ao longo do tempo se mostra capaz
818 de corrigir o pH do solo até camadas mais profundas, não se diferenciando do sistema de plantio
819 convencional.

820 **Palavras-chave:** Plantio direto. Atributos do solo. Conservação do solo.

821

822 **Abstract** - Soil represents an important component of the ecosystem, influencing air and water
823 quality. There is a growing interest in recovering the physical and chemical quality of the soil
824 to promote increased soil fertility and recover degraded areas. The objective of the present work
825 was to evaluate chemical and physical indicators of the soil and in function of soil management
826 systems and succession of long-term crops. The study was carried out in Rolim de Moura, RO,
827 under a Red-Yellow Latosol. The experimental design adopted was in a split-plot arrangement.
828 In the plots, the soil managements were allocated alternative no-tillage (PDA), no-tillage (PD)
829 and conventional planting (PC) and in the subplots the succession of cultures: corn x corn +
830 brachiaria (M/B) corn x cowpea (M/ CA), soybean x corn + brachiaria (S/B) and soybean x
831 cowpea (S/CA) with three replicates. The experiment was implemented in 2007. The physical
832 attribute of the evaluated soil was density. The biological attributes were Soil Microbial
833 Biomass Carbon (CBM), Soil Organic Carbon (SOC) and Carbon Stock (ESTC). For each
834 analysis, soil samples were collected in layers 0-0.5; 0.5-0.10; 0.10-0.15; 0.15-0.20; 0.20-0.30
835 and 0.30-0.40 m. The PD does not change the physical attributes macroporosity, microporosity
836 and total porosity up to the 0.40 m soil layer after 16 years of cultivation. The greatest changes
837 in chemical attributes Ca^{2+} , Mg^{2+} , P and soil base sum occur in the soil surface layer from 0 to
838 0.05 m in the PD. PD and PDA provided higher CEC up to the 0.10 m layer. After 16 years of
839 implementation, the PDA provided pH correction up to the 0.40 m layer. Successions with S/B
840 and M/B increased the CEC in the surface layer from 0.05 to 0.10 m. The PD increased the P
841 contents more expressively in the superficial layer and even in deeper layers of the soil. From

842 0.05 m, the PD over time is capable of correcting the soil pH to deeper layers, not differing
843 from the conventional planting system.

844 Keywords: No-tillage. Soil attributes. Soil conservation

845

846 **Introdução**

847 A conversão de florestas em áreas de agropecuária foi incentivada pelo governo federal
848 a partir da década de 80 para o desenvolvimento e ocupação da região norte do Brasil. O
849 desmatamento da Amazônia e o manejo inadequado dos solos causaram desde então redução
850 de matéria orgânica e um desequilíbrio da estabilidade existente nos agroecossistemas. Neste
851 processo, houve uma evolução acelerada da degradação do solo, provocando a redução da
852 qualidade do solo (SCHLINDWEIN et al., 2012).

853 A qualidade do solo pode ser estimada por seus indicadores biológicos, químicos e
854 físicos. Esses indicadores expressam a capacidade de um solo para manter suas funções e
855 serviços ecossistêmicos entre os limites de inflexão do agroecossistemas; portanto, são
856 determinantes nas decisões de manejo e uso da terra. A qualidade do solo é definida como a
857 capacidade que o solo possui para desempenhar as funções agrícolas e a capacidade de
858 preservação dessas funções para o uso futuro (CIAS et al., 2016).

859 O manejo errôneo do solo contribui e promove alterações nos atributos químicos
860 gerando solos com pH baixo, aumento da concentração de alumínio e manganês, baixa
861 disponibilidade de macro e micronutrientes, alta capacidade de troca de ânions e baixa
862 capacidade de troca de cátions (DURIGAN, 2013). Os indicadores de qualidade química do
863 solo estão correlacionados com a capacidade do solo de fornecer nutrientes para as plantas e
864 reter elementos químicos ou diminuir aqueles que são tóxicos ao crescimento e
865 desenvolvimento das plantas, dentre eles podem se avaliar o pH do solo, a capacidade de troca
866 catiônica (CTC), a matéria orgânica e os níveis de macro e micronutrientes.

867 De acordo com Barbosa e Oliveira (2022), os atributos químicos mais utilizados como
868 indicadores são: pH do solo, condutividade elétrica (CE), capacidade de troca catiônica (CTC),
869 disponibilidade de cátions trocáveis (Ca, Mg, Na e K), soma de bases e saturação por bases
870 (V%). Manejo do solo pode promover alteração nos atributos físicos do solo, modificando
871 principalmente a estrutura, a porosidade, a resistência mecânica à penetração e a capacidade de
872 infiltração de água (CAVALCANTE et al., 2021)

873 Desse modo o sistema de manejo do solo empregado promove alterações nos atributos
874 do solo melhorando ou diminuindo sua qualidade. O manejo do solo é a combinação de todas
875 as operações de preparo do solo, práticas culturais, calagem, adubação e outros tratamentos
876 conduzidos ou aplicados ao solo visando à produção de culturas (SOUZA et al., 2019). Entre
877 os sistemas de manejo mais utilizados estão presentes o preparo convencional sendo o mais
878 difundido entre os produtores rurais e o sistema de plantio direto, em expansão no Brasil
879 (SOUZA et al., 2021).

880 Além do preparo do solo, as culturas também possuem capacidade de influenciar na
881 qualidade do solo por meio do incremento de resíduos vegetais e pela ação de diferentes
882 sistemas radiculares de espécies de vegetais em sucessão e rotação de cultura. Portanto,
883 diversificar as espécies de uma propriedade seguindo um programa sequencial devidamente
884 planejado e ordenado é fundamental para o sucesso da implantação desse manejo (SILVA,
885 2007).

886 Como forma de mensurar as alterações dos processos referentes a perdas e ganhos de
887 qualidade do solo, são existentes os indicadores de qualidade do solo. Estes indicadores quando
888 monitorados ao longo do tempo permitem detectar alterações da qualidade do solo em função
889 do manejo. Os indicadores podem ser físicos e químicos e devem ser sensíveis às variações de
890 manejo, clima, condições de campo e de fácil mensuração. A qualidade física do solo pode ser
891 avaliada pela densidade, porosidade, conteúdo de água e resistência do solo à penetração
892 (DORAN e PARKIN, 1994).

893 Os estudos de longa duração avaliando os indicadores químicos e físicos nos sistemas
 894 de manejo do solo em Agroecossistemas Amazônicos são incipientes, carecendo de mais
 895 atenção para maiores e melhores detalhamentos sobre as respostas nestes ambientes.

896 Diante disso, esse trabalho propôs avaliar em um experimento de longa duração os
 897 indicadores de qualidade físicos e químicos do solo em função de sistemas de manejo do solo
 898 e sucessões de culturas.

899

900 **Material e Métodos**

901 *Características da área experimental*

902 O experimento teve início em dezembro de 2007 e foi implantado na fazenda
 903 experimental da Fundação Universidade Federal de Rondônia *Campus* de Rolim de Moura
 904 (latitude 11° 48' 13" W e longitude 61° 48' 12", altitude de 290 m).

905 O clima da região é do tipo Am, com temperatura média mensal em torno de 26 °C,
 906 precipitação média anual de 2.300 mm e umidade relativa média em torno de 85% (ALVARES
 907 et al., 2013). O solo predominante na área experimental é o Latossolo Vermelho-Amarelo
 908 distrófico de textura media (Tabela 1), conforme os critérios do Sistema Brasileiro de
 909 Classificação de Solo-SIBCS (SANTOS, 2018).

910 **Tabela 1** – Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo nas áreas de
 911 experimentação agrícola, coletado na profundidade de 0-20 cm em Rolim de Moura, Rondônia,
 912 Brasil.

pH	MOS	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	Areia	Silte	Argila
(H ₂ O)	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			cmol _c kg ⁻¹			%		g kg ⁻¹	
5,6	26	0,9	0,18	1,2	0,4	0,1	3,9	31	558	132	311

913 MOS= matéria orgânica do solo; V= saturação por bases.

914

915 *Design experimental*

916 Nas parcelas principais estão dispostos os tratamentos referentes ao sistema de preparo
 917 do solo, sendo esses classificados em Plantio convencional (PC), Plantio Direto (PD) e Plantio
 918 Direto Alternativo (PDA), a diferenciação entre os tratamentos está relacionada pela
 919 intensidade de mobilização do solo (Tabela 2).

920

921 **Tabela 2** - Descrição dos sistemas de manejo do solo utilizados na área de experimentação
 922 agrícola, Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Manejo do solo	Símbolo	Descrição
Plantio convencional	PC	Teve início no ano de 2007 com operações anuais de três gradagens utilizando uma grade média, sendo as realizadas antes da safra.
Plantio Direto	PD	Não é realizado preparo do solo, sendo o único revolvimento na linha de semeadura.
Plantio Direto Alternativo	PDA	Foi realizado operações de subsolagem antes da implantação da safra nos anos de 2007, 2011, 2015, 2020 e 2021.

923

924 O delineamento amostral utilizado foi o inteiramente casualizados, com os tratamentos
 925 arranjados em esquema parcelas subdivididas 3 x 4, com 3 repetições. As parcelas foram
 926 representadas pelos manejos (PC, PDA e PD). Nas sub parcelas, estavam alocadas as sucessões
 927 de culturas (M/B, M/CA, S/B, S/CA).

928 Nas subparcelas estão alocadas as sucessões de culturas apresentando diferentes
 929 quantidades de produção de resíduos vegetais e onde as plantas foram cultivadas de dezembro
 930 a abril (primeira safra) e de abril a junho (segunda safra). As sucessões corresponderam a quatro
 931 combinações de culturas (milho x milho + braquiária; milho x Feijão-caupi, soja x milho +
 932 braquiária, soja x Feijão-caupi) (Tabela 3).

933

934 **Tabela 3** - Histórico das sucessões de culturas nos diferentes manejos do solo, Rolim de
 935 Moura, Rondônia, Brasil.

Sucessões de culturas	Símbolo	Histórico
Milho x milho + braquiária	M/B	De 2007 até 2014 foi semeado milho na safra e milho na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeado milho na safra e milho na safrinha em consórcio com a <i>Brachiaria ruziziensis</i> , a qual era semeada quando o milho apresentava no estágio V4.
Milho x feijão/caupi	M/CA	De 2007 até 2014 foi semeado milho na safra e feijão comum na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeado milho na safra e caupi na safrinha.

Soja x milho + braquiária	S/B	De 2007 até 2014 foi semeada soja na safra e milho na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeada soja na safra e milho na safrinha em consórcio com a <i>Brachiaria ruziziensis</i> , a qual era semeada quando o milho apresentava no estágio V4.
Soja x feijão/caupi	S/CA	De 2007 até 2014 foi semeada soja na safra e feijão comum na safrinha. De 2015 a 2021 foi semeada soja na safra e caupi na safrinha.

936

937 *Implantação e condução do experimento*

938 A calagem foi realizada para elevar a saturação de bases para 60% conforme
 939 recomendação das culturas implantadas, este procedimento foi realizado em em outubro de
 940 2021. As doses foram de acordo com recomendado para cada manejo do solo, sendo essas de
 941 2564 kg de calcário por ha⁻¹ no PDA; 2520 kg de calcário por ha⁻¹ no PC e 3030 kg de calcário
 942 por ha⁻¹ no PD procurando elevar a saturação de bases para 60%.

943 As operações de preparo do solo foram realizadas em outubro do ano de 2021, de acordo
 944 com o estabelecido para cada manejo (Tabela 2). Os implementos utilizados foram uma grade
 945 aradora dupla ação de discos, com discos de 28” e um arado subsolador com cinco hastes
 946 espaçadas 0,50 m cada uma, trabalhando na camada de 0,40 m.

947 No PD o preparo para a semeadura foi através de dissecação das plantas de cobertura
 948 aplicando o herbicida N-(fosfometil) glicina (Glifosato) a 960 g i.a. ha⁻¹ e Ácido
 949 diclorofenoxiacético (2,4-D) 720 g i.a. ha⁻¹ e flumioxazina a 60 mL p.c. ha⁻¹ como pré-
 950 emergente, sendo os herbicidas aplicados com pulverizador costal com capacidade de 20L.

951 A semeadura para implantação das culturas na safra foi realizada na segunda quinzena
 952 de dezembro de 2021, onde utilizou-se uma semeadora adubadora dotada de 5 (cinco) linhas.

953 A cultivar de soja utilizada na safra 2021 foi RK6719IPRO e de Milho GNZ7720VIP3.
 954 Para a cultura da soja a semeadura foi realizada visando atingir uma população de 250.000
 955 plantas ha⁻¹. Para a cultura do milho a implantação foi realizada visando atingir uma de
 956 população de 70.000 plantas ha⁻¹. A fonte de adubo utilizada foi uma mistura do formulado 4-
 957 30-16 (NPK), em uma dose de 200 Kg ha⁻¹ com adicional de 50 Kg de supersimples aplicado

958 no sulco de plantio, em todos os tratamentos. A adubação de cobertura com cloreto de potássio
959 foi a lanço 20 dias após a semeadura, sendo aplicado 100 Kg ha⁻¹.

960 As sementes de soja foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*
961 *japonicum*, com objetivo de atender a demanda de nitrogênio da cultura, a dose utilizada foi
962 100 ml para 50 Kg de semente. Em março de 2022, foi implantada a safrinha, utilizando-se o
963 milho a braquiária e o feijão caupi (variedade BRS Tumucumaque).

964 O controle fitossanitário foi realizado por meio do uso de herbicidas seletivos para cada
965 cultura, sendo que para o milho foi utilizado o Glifosato e 2,4 D e para a soja a Flumioxazina e
966 o Glifosato. Para o controle dos percevejos, lagartas e mosca-branca foram utilizados
967 Imidacloprido + beta-ciflutrina. Para combater a ferrugem foi utilizado Estrobilurina + Triazol,
968 tanto na soja como no milho.

969 O controle de plantas daninhas em pós emergência foi realizado por meio do uso de
970 herbicidas seletivos para cada cultura, sendo que para o milho foi utilizado o Glifosato e 2,4 D
971 e para a soja a Flumioxazina e o N-(fosfometil) glicina (Glifosato), conforme recomendações
972 técnicas estabelecidas na bula. Para controle de doenças fitopatogênicas foi utilizado o
973 fungicida com princípio ativo Epoxiconazol + Piraclostrobin para controlar Ferrugem da Soja
974 (*Phakopsora pachyrhizie*) e Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), na dose de 95 g i.a ha⁻¹.

975 Para controle de pragas utilizou-se o inseticida com ingrediente ativo Clorpirifós, para
976 controlar lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*,) na dose de 0,6 L ha⁻¹ e
977 também foi empregado inseticida com ingrediente ativo (Imidacloprid + Beta-ciflutrina) na
978 dose de 750 mL do princípio ativo ha⁻¹, para controlar percevejo e mosca branca. As aplicações
979 foram realizadas seguindo todas as recomendações da bula.

980

981 *Amostragem do solo*

982 De fevereiro a março de 2022 foram feitas as coletas de amostras de solo nos diferentes
983 manejos do solo (PC, PD e PDA). Foram abertas trincheiras na entrelinha da cultura da soja em
984 cada subparcela, totalizando 36 trincheiras.

985 As camadas amostradas foram 0-0,5; 0,5-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-
986 0,40 m. Para análise dos atributos físicos macroporosidade, microporosidade, porosidade total
987 foram coletadas amostras indeformadas de solo com a utilização de anéis volumétricos de
988 metal. Para as análises dos atributos químicos, foi realizado coleta nas diferentes camadas e
989 condicionado o solo em sacos plásticos.

990

991 *Determinação dos parâmetros físicos e químicos do solo*

992 Os atributos físicos da solo porosidade total, macroporosidade, microporosidade,
993 densidade do solo e os atributos químicos do solo pH em água, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^+ , P, acidez
994 potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), soma de bases (S) e CTC potencial (T), foram avaliados de acordo com
995 metodologias descritas por Teixeira (2017).

996

997 *Análise estatística*

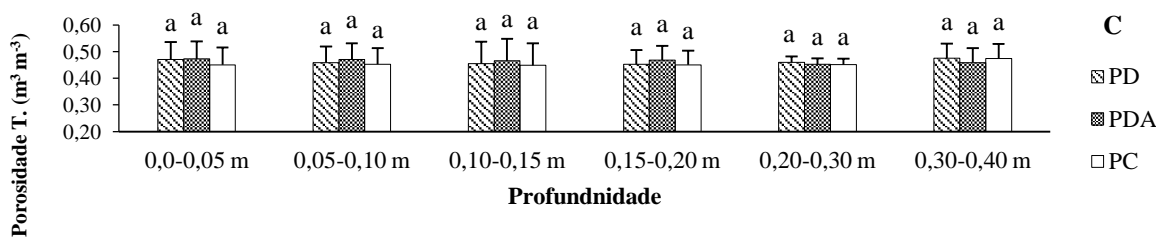
998 Os resultados obtidos foram submetidos à teste de normalidade Shapiro Wilk e análise
999 de variância, sendo os tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de significância, com
1000 auxílio do programa estatístico computacional Agroestat.

1001

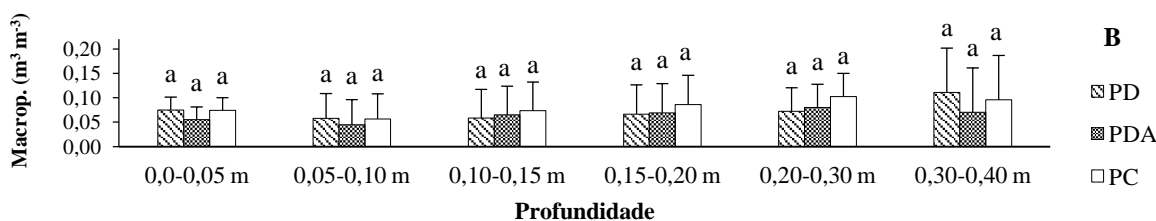
1002 **Resultados e Discussões**

1003 Após 16 anos da implantação dos manejos do solo, nota-se que os manejo do solo podem
1004 ao longo do tempo afetar os atributos físicos do solo. Verifica-se nas Figuras 1A, 1B e 1C que
1005 o PD em estudo não alterou a micro, macro porosidade do solo até a camada de 0,40 m.

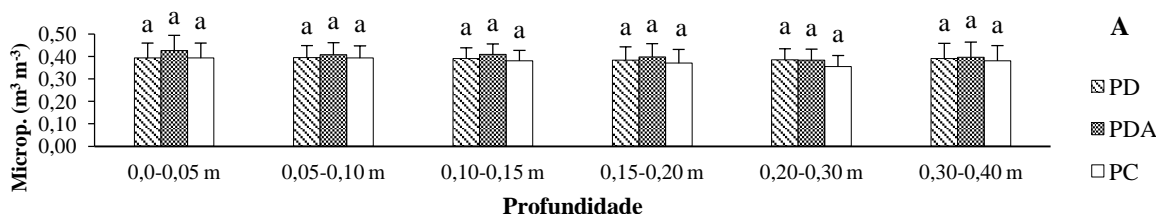
1006



1007



1008



1009 **Figura 1** - Porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo em um Latossolo
 1010 Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a
 1011 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) Rolim de Moura, 2023.
 1012 PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

1013

1014 Esse tipo de sistema por não promover nenhum revolvimento do solo tende a aumentar
 1015 a compactação do solo e diminuir a macroporosidade e porosidade total e aumentar a
 1016 microporosidade do solo, principalmente na camada superficial, resultados esses que não foram
 1017 encontrados nessa pesquisa, ao ser analisado os atributos físicos, macroporosidade,
 1018 microporosidade e porosidade total não houve diferenças significativas entre os sistemas de
 1019 manejo do solo (Figura 1).

1020 Inúmeras pesquisas mostram problemas com compactação do solo em superfície e
1021 subsuperfície em sistemas de manejo com continuo tráfego de maquinas agrícolas e
1022 revolvimento do solo limitado à linha de semeadura (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2006;
1023 BERGAMIN et al., 2010; VALADÃO et al., 2015).

1024 Esses resultados podem estar relacionados à melhoria nos atributos físicos do solo que
1025 o sistema conservacionista proporcionou ao longo do tempo. Essa melhoria ocorre
1026 principalmente por meio do incremento de diversos resíduos vegetais e pela ação dos sistemas
1027 radiculares promovidos pelas sucessões de culturas associado a capacidade de conservação da
1028 estrutura do solo pelo não revolvimento, esse processo promove o aumento da matéria orgânica
1029 do solo que age melhorando as condições físicas do solo.

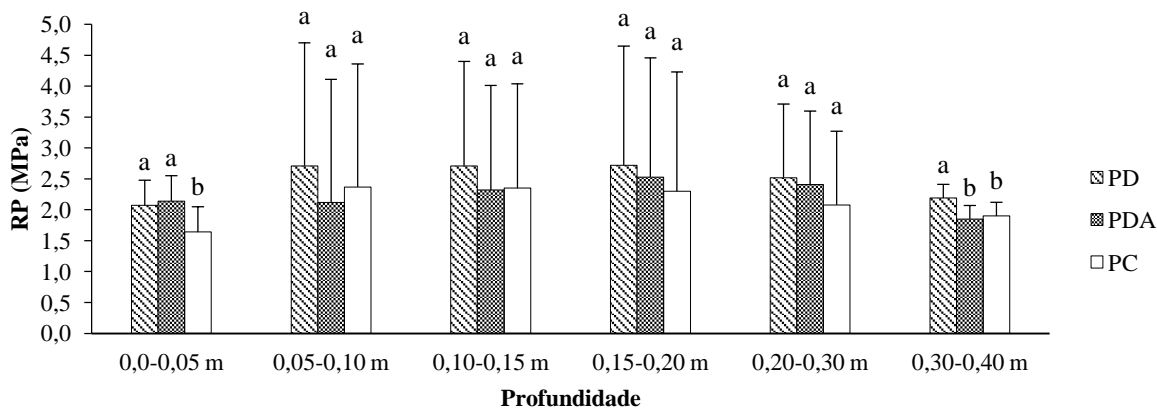
1030 Bertollo e Levien (2019) concluíram em sua pesquisa que o plantio direto promove a
1031 reestruturação de solos degradados e compactados pela ação de plantas de cobertura e da
1032 matéria orgânica em decomposição que possui a capacidade de agregação das partículas do
1033 solo. Os sistemas radiculares de diferentes espécies também desempenham função fundamental
1034 na melhoria das condições físicas do solo. As raízes das plantas afetam a estrutura do solo por
1035 meio de uma variedade de mecanismos, incluindo penetração direta, ancoragem, extração de
1036 água e exsudação de compostos na rizosfera (BENGOUGH et al., 2016).

1037 Blanco-Caqui e Ruis (2018) afirmam que a adoção do sistema PD, aumenta a
1038 concentração de carbono orgânico do solo e age melhorando qualidade física do solo a longo
1039 prazo. Esta afirmação corrobora com os resultados deste trabalho, os quais apontam que após
1040 16 anos de implantação do PD não foi observada diminuição na qualidade física do solo quando
1041 comparado ao PC.

1042 Os valores de porosidade total apresentaram-se dentro do considerado para a maioria
1043 das culturas. De acordo com Kiehl (1979), o solo ideal para a produção agrícola deve possuir
1044 uma porosidade total próximo a $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

1045 Os sistemas de manejo do solo influenciaram na resistência à penetração (RP) nas
 1046 camadas de 0 a 0,05 e 0,30 a 0,40 m (Figura 2). Quando analisado o efeito da sucessões de
 1047 culturas, essas não proporcionaram diferenças significativas. Na camada superficial de até 0,05
 1048 m no perfil do solo o PC proporcionou a menor resistência a penetração quando comparado ao
 1049 PD e PDA que não se diferenciaram.

1050



1051

1052 **Figura 2** - Resistência a penetração do solo (RP) do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo
 1053 sob diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15;
 1054 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m em Rolim de Moura, 2023. PD: plantio direto; PDA:
 1055 plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

1056

1057 Este resultado era esperado, devido a ação das práticas de preparo do solo realizada ao
 1058 longo dos anos e também pela realização da gradagem 120 dias antes da avaliação
 1059 proporcionando um efeito de pulverização do solo nesta camada onde foi promovida o
 1060 revolvimento do solo. Corroborando com esses resultados, Torres et al. (2011) avaliaram um
 1061 Latossolo Vermelho de textura franco-argilo-arenosa e verificaram menores valores de RP sob
 1062 PC, os autores associaram esses resultados ao revolvimento da camada superficial
 1063 frequentemente preparada pelo uso de implementos agrícolas.

1064 Em contrapartida os sistemas de manejos conservacionistas por não proporcionarem
 1065 revolvimento do solo e pela ação do tráfego de máquinas e implementos agrícolas tendem a
 1066 apresentar maior compactação nas camadas superficiais do solo. Com isso, ocorre o aumento
 1067 da RP nessa camada. Blanco-Caquí e Ruis (2018) expuseram que o PD pode aumentar a

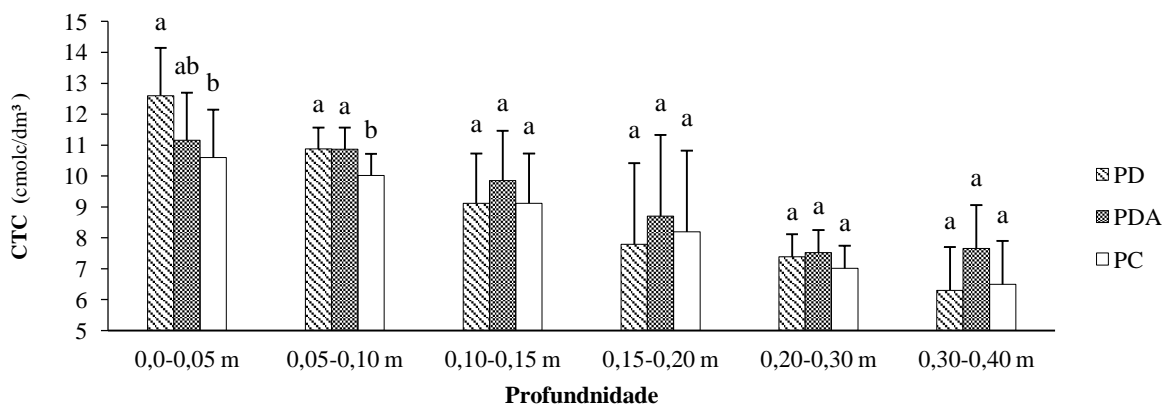
1068 compactação do solo e que esse aumento, provavelmente, se deve à consolidação do solo e à
1069 falta de revolvimento do solo.

1070 Girardello et al. (2014) propuseram o valor crítico para RP de 3,0 MPa para a cultura da
1071 soja, pois, constataram redução na produtividade em 10% da cultura em Latossolo vermelho de
1072 textura argilosa sob plantio direto. Secco (2003), em um Latossolo Vermelho distrófico de
1073 textura argilosa, determinou que a RP na faixa de 2,65 a 3,26 MPa proporcionou decréscimos
1074 na produtividade de trigo, milho e soja de 18,3; 34,0; e 24,3 %, respectivamente. Tormena et
1075 al. (2007) relataram que a RP em PD pode chegar em valores próximos de 3,5 MPa.

1076 Baseado nessas pesquisas, os valores de RP encontrados nos diferentes sistemas de
1077 manejos avaliados mostraram-se adequados para o desenvolvimento radicular das culturas. O
1078 sistema de PD apresentou na camada superficial de 0,0 a 0,05 m valor de 2 MPa e o sistema de
1079 PC apresentou 1,64 MPa. Esses resultados revelam que a longo prazo o PD na Amazônia
1080 ocidental não provoca a compactação do solo principalmente nas camadas superficiais, esse
1081 efeito ocorre devido a maior ação do sistema radicular nessas camadas, pela melhoria dos
1082 atributos físicos promovido pela matéria orgânica do solo. O acúmulo de matéria orgânica no
1083 solo, proporcionado pelo uso de plantas de cobertura, influencia na RP aumentando a umidade
1084 crítica para compactação (BRAIDA et al.,2006)

1085 Para o PD, após 16 anos de implantação, foi observado aumento CTC do solo na
1086 camada de 0,0-0,05 e 0,05-0,10 m (Figura 3). Nas camadas mais profundas não há diferença
1087 entre os manejos do solo para CTC. Quando analisado o efeito da sucessões de culturas, essas
1088 não proporcionaram diferenças significativas.

1089



1090

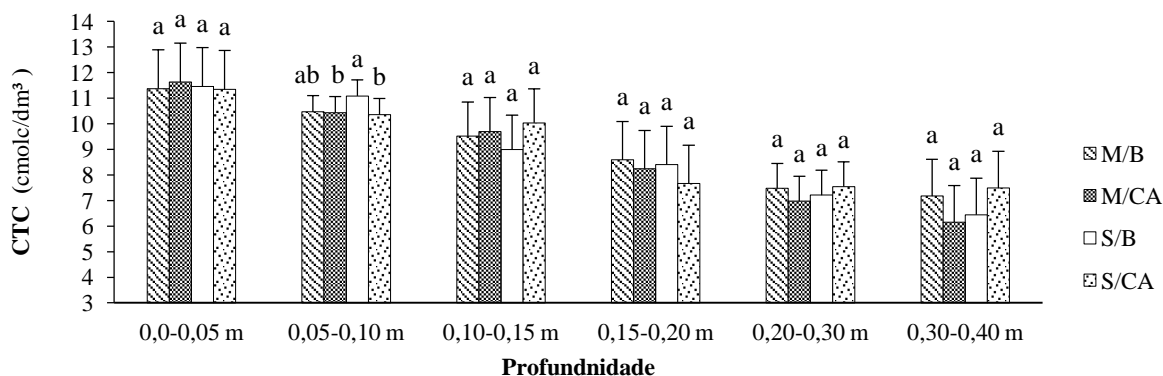
1091 **Figura 3** - Capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em um Latossolo vermelho-amarelo
 1092 sob diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15;
 1093 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m em Rolim de Moura, 2023. PD: plantio direto; PDA:
 1094 plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

1095

1096 A CTC está diretamente relacionada à quantidade e à qualidade dos colóides orgânicos
 1097 do solo, desse modo a matéria orgânica apresenta um papel fundamental na CTC, uma vez que
 1098 ela é capaz de formar complexos orgânicos com os cátions, esses são formados quando as
 1099 moléculas de matéria orgânica do solo, como ácidos húmicos e fúlvicos, ligam-se aos cátions
 1100 presentes na solução do solo.

1101 De acordo com Carvalho et al. (2014), a matéria orgânica acumulada na camada
 1102 superficial do solo pode levar ao aumento da CTC, devido ao aumento das cargas negativas.
 1103 Esse efeito é ainda mais importante em solos tropicais, por apresentarem solos mais
 1104 intemperizados com predominância de argilas 1:1 e oxídicas de baixa atividade, conforme
 1105 indicado por Delarmelinda et al. (2010). Estes autores destacaram ainda que cerca de 70 a 90%
 1106 da CTC total em solos tropicais é proveniente de matéria orgânica.

1107 A sucessão S/B promoveu incremento na CTC do solo na camada 0,05-0,10 m e não se
 1108 diferenciou da sucessão M/B, ambas possuem como característica a presença de gramíneas do
 1109 gênero braquiária nos sistemas produção (Figura 4).

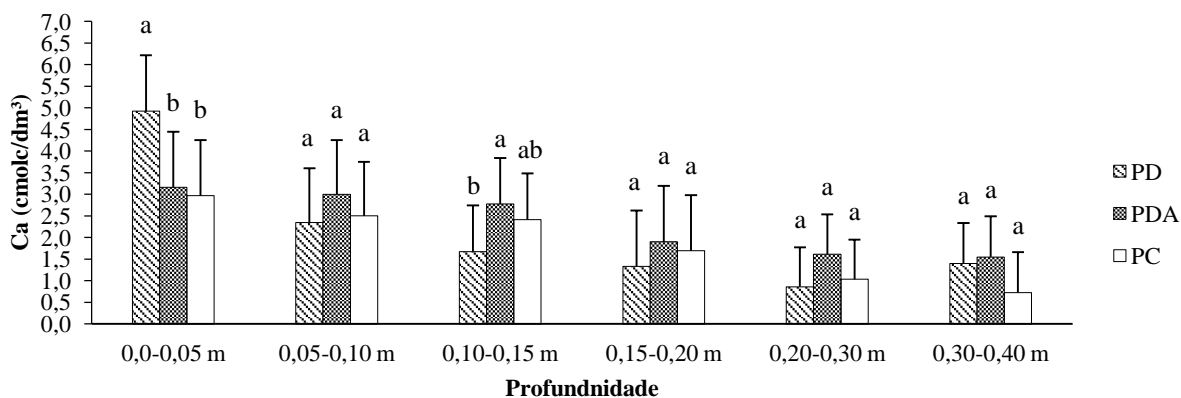


1110 **Figura 4** - Capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo
 1111 sob diferentes sistemas de sucessão de culturas nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a
 1112 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m em Rolim de Moura 2023. PD: plantio direto;
 1113 PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.
 1114
 1115

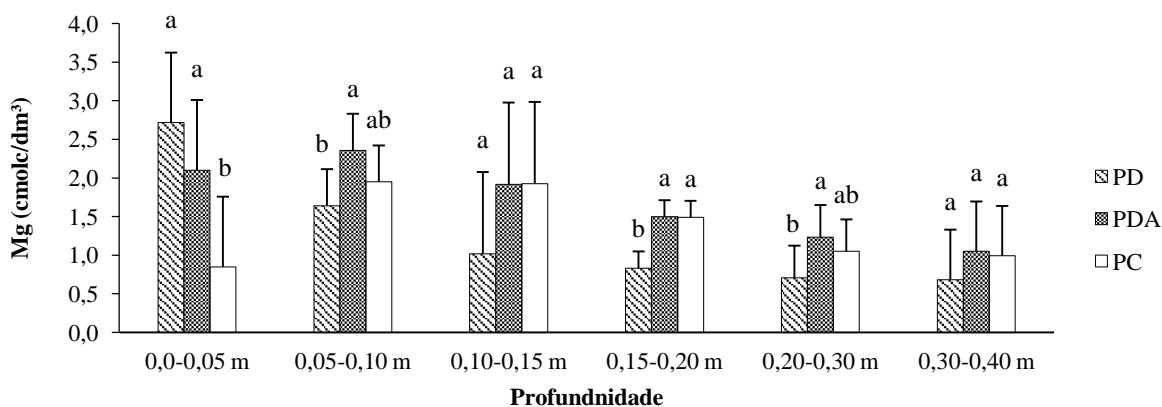
1116 Esses resultados podem ter relação com a utilização das gramíneas em especial do
 1117 gênero braquiária por serem mais eficientes em gerar fitomassa e manter a cobertura do solo
 1118 por maior período, esses fatores geram um aumento da matéria orgânica do solo, principalmente
 1119 nas camadas superficiais, essa adição de matéria orgânica ao solo aumenta a CTC, uma vez que
 1120 a matéria orgânica é a principal fonte de cargas negativas no solo.

1121 Corroborando com esses resultados, Chaves (2019) reportaram que ao utilizarem capins
 1122 BRS Paiaguás e BRS Piatã como cobertura em sistema de interação lavoura e pecuária foi
 1123 verificado aumento significativo da CTC do solo. O autor atribuiu este aumento ao potencial
 1124 desses capins como produtores de palhada, resultando conseqüentemente no incremento da
 1125 matéria orgânica.

1126 Os maiores teores no solo de Ca^{2+} foram obtidos na camada superficial de 0,0 a 0,05 m
 1127 no PD. nessa camada o PD apresentou um aumento no teor de Ca^{2+} de 35,9% quando
 1128 comparado com PDA e 39,7% ao PC. Para o Mg, no PD foi observado um acúmulo 68,7%
 1129 maior quando comparado ao PC, e não apresentou diferenças significativas do PDA (Figura 5).
 1130 As diferentes sucessões de culturas não influenciaram de forma significativa os teores de Ca^{2+}
 1131 e Mg^{2+} no solo.
 1132



1133



1134

1135 **Figura 5** - Teores de Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}) em um Latossolo vermelho-amarelo sob
 1136 diferentes sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a
 1137 0,20; 0,20- a 0,30 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) Rolim de Moura, 2023. PD: plantio direto; PDA:
 1138 plantio direto alternativo; PC: plantio convencional.

1139

1140 Os maiores teores de Ca^{2+} na camada superficial do plantio direto está relacionado à
 1141 ausência do revolvimento do solo, o que reduz a incorporação do calcário que é a principal
 1142 fonte de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo. No sistema PD, o calcário foi aplicado em superfície e desse
 1143 modo a liberação do Ca^{2+} e Mg^{2+} ocorre na camada superficial do solo, nessa camada no manejo
 1144 PD apresenta maior CTC pelo maior teor de material orgânico fazendo com que grande parte
 1145 dos cátions fiquem adsorvidos nos colóides minerais e orgânicos presentes nessa camada
 1146 superficial do solo.

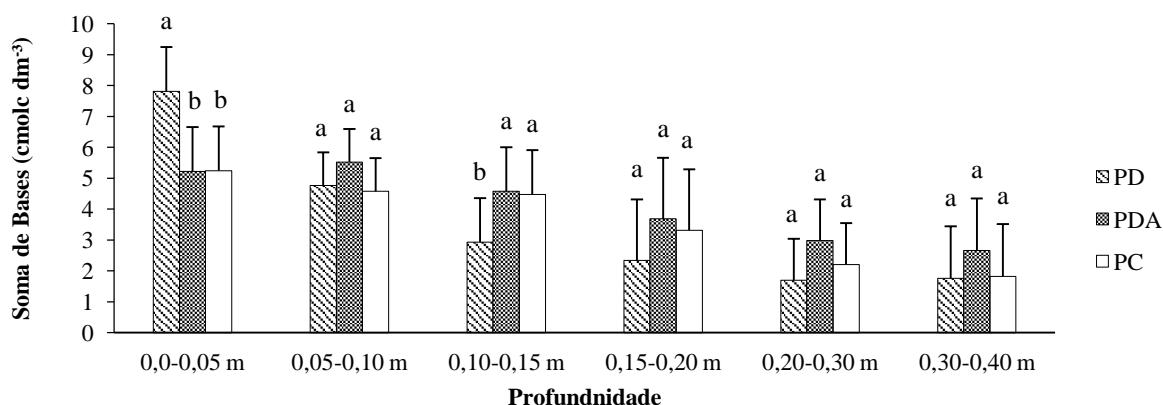
1147 Resultados semelhantes foram encontrados por Lv et al. (2023), onde os autores
 1148 mostram em sua pesquisa que o PD aumentou significativamente as concentrações de Ca^{2+} e
 1149 Mg^{2+} do solo em 10% e 7% em comparação com o PC, respectivamente. De acordo com os
 1150 autores o sistema conservacionista aumenta a concentração de matéria orgânica do solo, desse

1151 modo o Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis tendem a formar complexos com compostos orgânicos, ficando
 1152 adsorvidos nos colóides orgânicos.

1153 Vale salientar que mesmo não havendo incorporação com a operação de gradagem, este
 1154 não se diferenciou significativamente do PC em camadas mais profundas. Em sistemas com
 1155 revolvimento como o PC o calcário é incorporado e pode melhorar sua distribuição ao longo
 1156 do perfil do solo.

1157 Hanke et al. (2022) verificaram que os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ foram, superiores no
 1158 PD quando comparado ao PC, evidenciando que a retirada das operações de revolvimento do
 1159 solo é capaz, mesmo em curtos períodos de tempo gerar manutenção de maiores teores desses
 1160 macronutrientes no solo. Os autores destacam que esses resultados são devido a fatores como
 1161 maior manutenção dos íons pela menor perda de solo e maior taxa potencial de infiltração e
 1162 retenção de água, ocasionando maior interação dos elementos com os sítios de carga elétrica da
 1163 superfície dos argilominerais e da matéria orgânica do solo

1164 O PD proporcionou maior soma de bases (SB) no solo na camada mais superficial do
 1165 solo de 0,0 a 0,05 m, nessa camada o PD incrementou em 32,9% os teores da SB quando
 1166 comparado ao PC e 33,2% quando comparado ao PDA. Em camadas subjacentes houve um
 1167 decréscimo nos teores desse macronutriente, na camada de 0,10 a 0,15 m o PDA e PC foram
 1168 superiores ao PD e não se diferenciaram (Figura 6).



1169 **Figura 6** - Soma de bases do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas
 1170 de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30
 1171 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) Rolim de Moura, 2023. PD: plantio direto; PDA: plantio direto
 1172 alternativo; PC: plantio convencional.

1174

1175 Possivelmente, no sistema PD houve facilitação da adsorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis
 1176 por meio de trocas com o H^+ de grupos funcionais orgânicos, aumentando a saturação de
 1177 bases no complexo coloidal (THOMAS et al., 2007).

1178 Analizando os efeitos da interação entre sistemas de manejo do solo com as sucessões
 1179 de culturas na SB do solo, houveram efeitos significativos na camadas de 0,0 a 0,05 m a 0,05 a
 1180 0,01 m do solo (Tabela 3). Na camada 0,0 - 0,05 m o PD aumentou a SB quando cultivado
 1181 com as sucessões de culturas M/CA, S/B e S/CA. Na camada de 0,05 a 0,10 m o PDA
 1182 proporcionou maior SB sob o cultivo de sucessões M/B e S/B. A sucessão S/CA no PD e PDA
 1183 foram superiores ao PC para camada 0,05-0,10 m.

1184 Quando avaliada a interação entre as sucessões de culturas nos sistemas de manejo do
 1185 solo na SB, houveram diferenças no PD para camada de 0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m. Na camada
 1186 superficial de 0,0 a 0,05 m as sucessões que proporcionaram maior SB foram S/B e S/CA e
 1187 também não apresentam diferenças significativas da M/CA. Na camada de 0,05 a 0,10 no PD
 1188 a maior SB foi proporcionada quando implantado a sucessão S/CA que não se diferenciou da
 1189 sucessão S/B (Tabela 4).

1190

1191 **Tabela 4** - Soma de bases do solo em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas
 1192 de sucessão de culturas na camada de 0,0-0,05 e 0,05 - 0,10 m em Rolim de Moura, 2023.

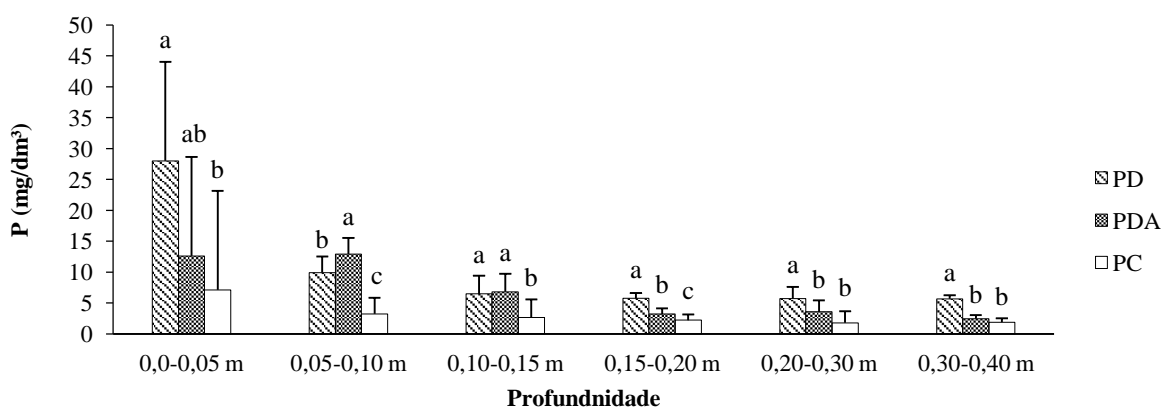
Manejo do solo	Sucessão de culturas			
	M/B	M/CA	S/B	S/CA
Soma de bases (mg kg ⁻¹ solo)				
<i>Camada 0,0-0,05 m</i>				
PD	6,67aB	7,56aAB	8,50aA	9,10aA
PDA	4,60aA	5,13bA	6,40bA	4,73bA
PC	5,53aA	5,33bA	5,53bA	4,56bA
<i>Camada 0,05-0,10 m</i>				
PD	3,96bB	5,26aB	3,60bAB	6,23aA
PDA	6,16aA	4,86aA	5,93aA	5,13abA
PC	4,30bA	5,56aA	4,33abA	4,10bA

1193 Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, DMS (5%). M:
 1194 milho; CA: feijão-caupi; S: soja; B: Braquiária. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo; PC: plantio
 1195 convencional.
 1196

1197 Os vegetais podem influenciar a SB do solo por meio da ciclagem de nutrientes, que
 1198 envolve a absorção de nutrientes pelas plantas e a posterior devolução desses nutrientes ao solo
 1199 por meio da decomposição de resíduos vegetais. A adição de matéria orgânica ao solo aumenta
 1200 a atividade microbiana, o que pode ajudar a liberar nutrientes essenciais para as plantas. Desse
 1201 modo sistemas de manejo que reduzam a velocidade de decomposição da matéria orgânica do
 1202 solo possuem maior capacidade em aproveitar os benefícios que os vegetais desempenham na
 1203 qualidade do solo, por promoverem maior cobertura vegetal e consequente aumento de material
 1204 orgânico no solo.

1205 O PD aos longo dos 16 anos de cultivo aumentou o teor de P em todas as camadas
 1206 avaliadas. Na camada superficial de 0,0 a 0,05 o resultado foi mais expressivo onde o PD
 1207 promoveu um acúmulo de P na ordem de 74,5% a mais quando comparado ao PC. Conforme
 1208 avançou em camada mais profundas do solo, ocorreu um decréscimo nos teores de P no solo,
 1209 comparando a camada superficial de até 0,05 m com a camada subsuperficial de 0,30 a 0,40 m
 1210 a redução dos teores de P no PD, PDA e PC foram de 79,75%, 80,58% e 73,49%,
 1211 respectivamente (Figura 7). As sucessões de culturas não influenciaram de forma significativa
 1212 nos teores de P no solo.

1213



1214

1215 **Figura 7** - Teores de Fósforo (P) em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas
1216 de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30
1217 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) Rolim de Moura 2023. PD: plantio direto; PDA: plantio direto
1218 alternativo; PC: plantio convencional.
1219

1220 Esses resultados estão relacionados aos efeitos dos sistemas de manejo e também a
1221 dinâmica desse nutriente no solo. Sabe-se que mobilidade do P nos solos é governada pelas
1222 características do solo e do fertilizante, como formulações de grânulos de fertilizantes, teor de
1223 matéria orgânica do solo, teor e tipo de argila, capacidade de troca catiônica do solo, pH do
1224 solo, estado inicial de P, resistência à sorção do solo, Ca, Fe e Al trocáveis do solo e teor de
1225 umidade do solo (SCHMITT et al., 2017; MEYER et al., 2023)

1226 De acordo com Santos (2009) avaliando o modo de aplicação do P a lanço e em sulco
1227 de semeadura mostra que quando aplicados a lanço em superfície, o P tem distribuição mais
1228 homogênea na camada mais superficial, quando aplicado no sulco de semeadura, o P fica
1229 concentrado próximo ao sulco concentrando-se mais entre 3 e 10 cm de profundidade.

1230 Salienta-se que mesmo com ausência de revolvimento do solo no PD, com redução ao
1231 longo das camadas mais profundas e baixa taxa de migração do P no perfil do solo este
1232 incrementou os teores de P em camadas mais profundas do solo, esse fator é ainda mais
1233 expressivo na camada superficial no PD, pelo não revolvimento do solo o P nesse sistema não é
1234 incorporado, desse modo ocorre os maiores acúmulos provocados pela adição de fertilizantes e
1235 ciclagem de nutrientes.

1236 O oposto ocorre no PC, a prática de preparo do solo com uso de grades distribui o
1237 fertilizante e resíduos vegetais em camada no perfil do solo. Analisando o incremento do P nos
1238 primeiros 0,20 m de profundidade ao longo de 16 nos de implantação do experimento,
1239 verificou-se que houve um aumento de 55, 39 e 16 vezes do PD, PDA e PC, respectivamente,
1240 nesse período destaca-se o PD que comparado ao PC incrementou 39 vezes mais os teores de P
1241 no solo entre o período de 2007 a 2023.

1242 Corroborando com esses resultados Shiwakoti et al. (2019), avaliando um experimento
1243 de 20 anos de duração mostrou que a concentração de P sob plantio direto aumentou ao longo
1244 do tempo nos 10 cm superiores do solo 2,7 vezes entre o período de 1995 a 2015. Esse acúmulo
1245 no sistema de plantio direto na camada superficial é esperado pelo fato da ausência de mistura
1246 do solo, sendo o P menos móvel no solo em comparação com os outros nutrientes.

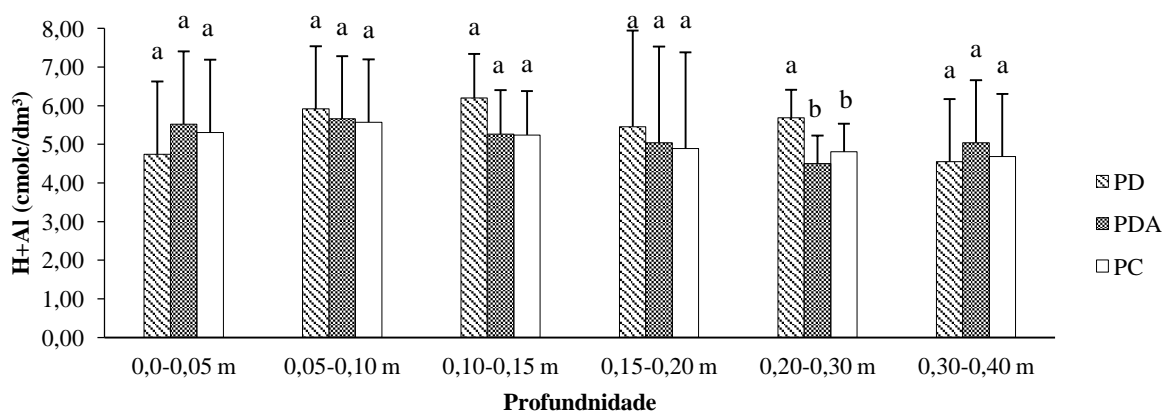
1247 Provavelmente o PD por promover maior deposição de resíduos vegetais em cobertura
1248 e maior produção de matéria orgânica do solo na camada superficial tende a acumular nessa
1249 camada maior quantidade de P. Corroborando com esses resultados Lv et al. (2023)
1250 pesquisando em diferentes sistemas de manejo do solo encontrou na camada superficial do solo
1251 os maiores teores de P no sistema de PD em comparação com o PC.

1252 Os autores destacam que em particular, o P move-se lentamente no solo e é facilmente
1253 fixado, geralmente enriquecido na camada superficial do solo. Pereira et al. (2018) avaliando o
1254 mesmo experimento da atual pesquisa também encontrou na camada superficial de até 0,10 m
1255 os maiores teores de fósforo. De acordo com os autores esse resultado foi esperado pois o
1256 fósforo é muito reativo e pouco móvel no solo e não se perde facilmente com a lixiviação no
1257 perfil do solo, sendo a concentração superficial favorecida pela adubação em superfície e
1258 ciclagem de nutrientes.

1259 Considerando que já são 16 anos de implantação deste experimento, nota-se que houve
1260 uma redução expressiva nos teores de P da camada superficial em comparação a camada
1261 subsuperficial do solo, porém foi possível constatar que o PD continuou acumulando mais P
1262 em relação ao PC até a camada de 0,40 m. Jesus Diniz et al. (2021) verificaram maiores teores
1263 de P em maiores camadas no sistema de PD num experimento com 4 anos de duração.

1264 Para acidez potencial houve diferença significativa somente na camada 0,20-0,30 m,
1265 onde o PD promoveu maior concentração de $H^+ + Al^{3+}$ (Figura 8). As sucessões de culturas não
1266 influenciaram de forma significativa na acidez potencial do solo.

1267



1268

1269 **Figura 8** - Acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes
 1270 sistemas de manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20-
 1271 a 0,30 e 0,30 a 0,40 m, DMS (5%) Rolim de Moura 2023.

1272

1273 O PD pode aumentar a acidez potencial do solo em camada devido a não incorporação

1274 do calcário, que é frequentemente utilizado para corrigir a acidez do solo, desse modo a

1275 aplicação do corretivo em cobertura acaba não atingindo de forma mais eficiente camadas mais

1276 profundas pela baixa mobilidade do calcário, esse fator contribui para o aumento da acidez

1277 potencial em camadas mais profundas quando comparado a camadas superficiais.

1278 Os valores de pH do solo variaram significativamente em todas camadas no perfil do solo,

1279 na camada superficial de 0,0 a 0,05 m o pH foi mais elevado no sistema de PD e PDA quando

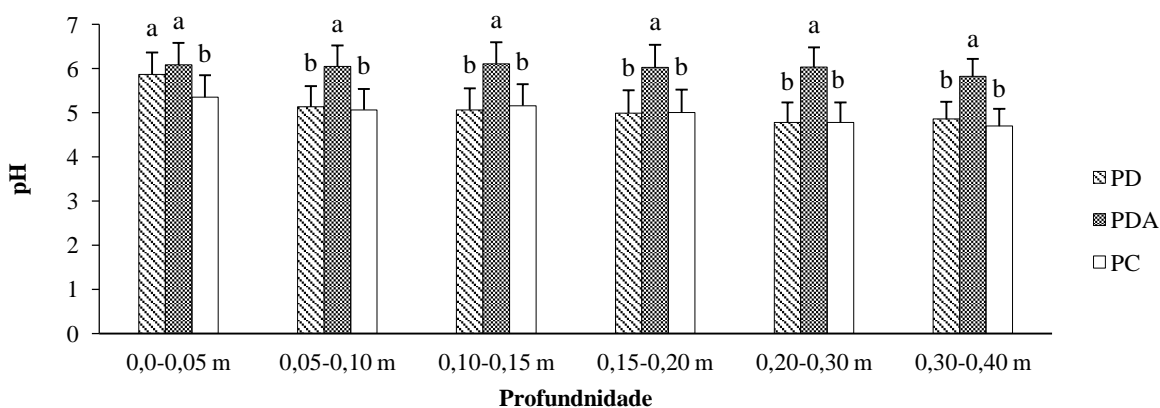
1280 comparado ao PC e não obtiveram diferenças entre si. Conforme o aprofundou-se no solo o

1281 PDA manteve os valores de pH próximos aos encontrados na camada superficial ficando

1282 superior ao PD e PC, no PD houve uma acidificação do solo a partir da camada de 0,05 a 0,10

1283 m e não se diferenciou do PC (Figura 9). Quando avaliado as diferentes sucessões de culturas

1284 não houve diferenças significativas nos valores de pH do solo.



1285

1286 **Figura 9** - Valores de pH em um Latosolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de
 1287 manejo do solo nas camadas de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20; 0,20- a 0,30 e
 1288 0,30 a 0,40 m em Rolim de Moura 2023. PD: plantio direto; PDA: plantio direto alternativo;
 1289 PC: plantio convencional.

1290

1291 O maior teor do pH em água encontrado na camada superficial de 0,0 a 0,05 m do PD
 1292 em comparação ao PC pode estar relacionado a ação de correção do calcário que foi aplicado 8
 1293 meses antes da avaliação, nesse sistema por não haver incorporação do corretivo a ação de
 1294 correção fica mais restrita aos primeiros 0,05 m de camada do solo, outro fator que contribui
 1295 para o aumento do pH na camada superficial do solo no PD é a matéria orgânica do solo que
 1296 pode aumentar o pH do solo, por meio da liberação bases por meio da decomposição da matéria
 1297 orgânica, que neutralizam os ácidos no solo, foi o que ocorreu na pesquisa, nessa camada o PD
 1298 obteve o maior acúmulo de soma de bases.

1299 Silva et al. (2015) auxiliam na compreensão deste raciocínio ao mencionarem que os
 1300 maiores valores de pH em solos sob manejos conservacionistas podem estar relacionados a
 1301 adição de cátions básicos ao solo em função do aporte contínuo de material orgânico nesses
 1302 sistemas de cultivo, desse modo a adição do composto orgânicos influenciam anulando as
 1303 cargas positivas da matriz mineral do solo pela adsorção específica de ânions orgânicos,
 1304 resultando na diminuição da acidificação do solo.

1305 Corroborando com esses resultados, Freitas Iwata et al. (2020) encontraram teores de
 1306 pH próximos a neutralidade em áreas sob manejo conservacionista, mostrando que a condição
 1307 ideal desse atributo está associada aos melhores níveis de conservação do solo.

1308 Nas demais camadas do perfil do solo avaliada a partir de 0,05 m foi possível constatar
1309 que o PD mesmo recebendo aplicação em superfície de calcário, ao longo do tempo se mostra
1310 capaz de corrigir o pH do solo até camadas mais profundas, não se diferenciando do sistema de
1311 PC que promove a incorporação do corretivo através da utilização de implementos agrícolas.

1312 De acordo com Vargas et al. (2019) verificaram que após doze anos da aplicação do
1313 calcário, seja em superfície ou incorporado, notaram significativa migração da correção da
1314 acidez ao longo do perfil do solo. Esses resultados indicam que a aplicação da dose correta de
1315 calcário possibilita a correção da acidez do solo e o aumento de Ca e Mg abaixo da camada
1316 onde o corretivo de acidez do solo é incorporado (FAGERIA et al., 1991).

1317 O comportamento do pH no sistema de PDA pode estar relacionado à prática de
1318 subsolagem realizada cinco dias após a calagem e quatro meses antes da coleta do solo, esse
1319 procedimento atingiu até a camada de 0,40 m no perfil do solo, a subsolagem por promover
1320 rompimento do solo em profundidade, cria poros que pode facilitar a solubilização do corretivo
1321 e bases para camadas mais profundas, auxiliando na correção do solo, esses processos são ainda
1322 mais intensificados na Amazônia Ocidental onde ocorre alto índice pluviométrico atingindo
1323 cerca de 2.300 mm.

1324 Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2010) onde constatou que a
1325 calagem combinada com a subsolagem contribuiu para a redução da acidez ativa e da acidez
1326 trocável do solo. O autor associa esse resultado a movimentação do cálcio ao longo do perfil do
1327 solo, que foi facilitada pelo aumento da permeabilidade provocado pela subsolagem e
1328 consequentemente de seu efeito corretivo na acidez do solo.

1329 Santos et al. (2018) aplicando a dose recomendada em superfície, constatou após 18
1330 anos uma mudança positiva dos atributos associados à acidez do solo até a camada de 0,60 m.
1331 O autor explica que esses resultados podem ter ocorrido pelo alto regime pluviométrico da
1332 região avaliada (até 1800 mm ano⁻¹) que favorece a percolação de partículas finas de calcário

1333 e os produtos de sua solubilização através dos macroporos ou rachaduras radiculares para as
1334 camadas mais profundas do solo.

1335 Desse modo através dos resultados encontrados na realização do estudo foi possível
1336 constatar que em os diferentes sistemas de manejo do solo têm impactos distintos nas
1337 propriedades químicas e físicas do solo. Esses indicadores oferecem uma base sólida para
1338 avaliar a qualidade física e química do solo em diferentes sistemas de manejo permitindo ajustes
1339 precisos nas práticas de manejo.

1340 No entanto, é essencial destacar que os resultados deste estudo são específicos para as
1341 condições e sistemas de manejo avaliados. A complexidade dos Agroecossistemas Amazônicos
1342 e a variabilidade geográfica exigem uma abordagem adaptativa e uma compreensão das
1343 interações solo-planta em diferentes ambientes de manejo.

1344

1345 **Conclusões**

1346 Para as condições de estudo, a ausência de revolvimento do solo no sul da Amazônia
1347 Ocidental não provoca alterações na qualidade física do solo até a camada de 0,40 m do solo
1348 após 16 anos de cultivo.

1349 O PD melhora os indicadores químicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e SB do solo na camada superficial
1350 do solo. O PD aumenta a CTC até a camada de 0,10 m.

1351 Após 16 anos de implantação o plantio direto alternativo proporcionou a correção do
1352 pH até a camada de 0,40 m.

1353 As sucessões com presença de gramíneas do gênero braquiária S/B e M/B
1354 proporcionaram aumento da CTC na camada superficial de 0,05 a 0,10 m.

1355 O PD, incrementou os teores de P mais expresivamente na camada superficial e ainda
1356 em camadas mais profundas do solo.

1357 A partir de 0,05 m o PD ao longo do tempo se mostra capaz de corrigir o pH do solo até
1358 camadas mais profundas, não se diferenciando do PC.

1359

1360 **Referências bibliográficas**

1361 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK,
1362 G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.
1363 711 – 728, 2013.

1364 ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a
1365 redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira**
1366 **de Ciência do Solo**, v. 28, p. 519-531, 2004.

1367 AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R.
1368 Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: dinâmica do
1369 nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p.739-749, 2004.

1370 ALMEIDA, D. de O. Fauna edáfica e atributos microbiológicos de solos sob sistemas de
1371 manejo no subtropical brasileiro. 2012. 95 f. **Tese** (Doutorado em Ciência do Solo) –
1372 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60484/000857000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso
1373 em: 1 fev. 2023.
1374

1375 ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e
1376 propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de Cerrado sob preparo convencional
1377 e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.1227-1237,
1378 2008.

1379 ALVAREZ, V. V. H., NOVAIS, R. D., BARROS, N. D., CANTARUTTI, R. B., & LOPES, A.
1380 **S. Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES,
1381 P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em
1382 Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas
1383 Gerais, 1999. p. 25- 32.

1384 ANDERSON, J. P., & DOMSCH, K. H. A pPhysiological method for the quantitative
1385 measurement of microbial biomass in soils. **Soil biology and biochemistry**, v. 10, n. 3, p. 215-
1386 221, 1978.

1387 ANDRADE, R.D.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de
1388 um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
1389 Campina Grande, v.13, n.4, p. 411-418, 2009.

1390 ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality.
1391 In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. Methods for assessing soil quality. **Madison, Soil**
1392 **Science Society of America**, 1996. p.123- 141. (SSSA Special Publication, 49).

1393 ASMAR JÚNIOR, J. Utilização dos atributos químicos como indicadores da qualidade do solo
1394 na bacia hidrográfica do Rio das Almas na região de goianésia, estado de Goiás. 2019. 69 f.
1395 **Dissertação** (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) -Centro Universitário de
1396 Anápolis.

1397 BALBINO, L. C.; BRUAND, A.; COUSIN, I.; BROSSARD, M.; QUÉTIN, P.; GRIMALDI,
1398 M. **Change in the hydraulic properties of a Brazilian clay Ferralsol on clearing for**
1399 **pasture**. *Geoderma*, v.120, p.297-307, 2004.

- 1400 BALL, B. C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L. J. Field assessment of soil structural. Quality: a
1401 development of the Peerlkamp test. **Soil Use and Management**, v. 23, p. 329–337, 2007.
- 1402 BARBIERI, M., DOSSIM, M. F., DALLA NORA, D., DOS SANTOS, W. B., BEVILACQUA,
1403 C. B., DE ANDRADE, N., ... & ANTONIOLLI, Z. I. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob
1404 plantio direto em sucessão e rotação de culturas de inverno e verão. **Revista de Ciências**
1405 **Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 122-134, 2019.
- 1406 BARBOSA, T. DA C. S.; DE OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores químicos e biológicos de
1407 qualidade do solo utilizados no monitoramento da degradação em ambientes semiáridos: análise
1408 do estado da arte. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 17403-17423, 2022.
- 1409 BERGAMIN, A. C., VITORINO, A. C. T., FRANCHINI, J. C., SOUZA, C. M. A. D., &
1410 SOUZA, F. R. D. Compactação em um Latossolo Vermelho distroférico e suas relações com
1411 o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p.
1412 681-691, 2010.
- 1413 BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W.
1414 A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e
1415 sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
1416 v.28, n.1, p.155-163, 2004.
- 1417 BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W.
1418 A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e
1419 sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
1420 v.28, n.1, p.155-163, 2004.
- 1421 BERTOL, I.; AMARAL, A. J.; VIDAL, V. E.; PAZ, G. A.; BARBOSA, F. T. Relações da
1422 rugosidade superficial do solo com o volume de chuva e com a estabilidade de agregados em
1423 água. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 543-553, 2006.
- 1424 BERTOLLO, A.M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha.
1425 **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208-218, 2019.
- 1426 BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta
1427 sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio
1428 direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 449-457, 2000.
- 1429 BOSERUP, E. **Evolução Agrária e Pressão Demográfica**. São Paulo: Hucitec e Polis, 1987,
1430 141p.
- 1431 BRADFORD, J.M. Penetrability. In: KLUTE, A. **Methods of soil analyses – physical and**
1432 **mineralogical methods**. 2 ed. Madison: ASA – SSSA, 1986. p.463-478.
- 1433 BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. Resíduos Vegetais na
1434 Superfície e Carbono Orgânico do Solo e suas Relações com a Densidade Máxima Obtida no
1435 Ensaio Proctor. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, 30:605-614, 2006.
- 1436 C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. (Ed.). **Sustainable management of soil organic**
1437 **matter**. New York: CABI, 2001. p. 9-22.
- 1438 CIAIS; P.; C. SABINE; G. BALA; L. BOPP; V. BROVKIN; J. CANADELL; A. CHHABRA;
1439 R. DEFRIES; J. GALLOWAY; M. HEIMANN; C.JONES; C. LE QUÉRÉ; R.B. MYNENI; S.

- 1440 PIAO; P. THORNTON. CARBON AND OTHER BIOGEOCHEMICAL CYCLES. IN:
1441 STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A.
1442 NAUELS, Y. XIA, V. BEX; P.M. MIDGLEY (EDS.). CLIMATE CHANGE 2013: THE
1443 PHYSICAL SCIENCE BASIS. **Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment**
1444 **Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press,
1445 Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- 1446 CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas:
1447 Fundação Cargill, 1983. 44p.
- 1448 CARDOSO, E. J. B. N., VASCONCELLOS, R. L. F., BINI, D., MIYAUCHI, M. Y. H.,
1449 SANTOS, C. A. D., ALVES, P. R. L., ... & NOGUEIRA, M. A. Soil health: looking for suitable
1450 indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil
1451 health. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 274-289, July/august., 2013.
- 1452 CARTER, M. R. Organic matter and sustainability. In: REES, R. M., BALL, B. Chioderoli CA,
1453 Mello LMM, Grigolli PJ, Furlani CEA, Silva JOR, Cesarin AL. Atributos físicos do solo,
1454 produtividade de soja em sistema de consórcio milho, braquiária. **Revista Brasileira de**
1455 **Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2012; 16:37-43.
- 1456 CARVALHO, A. M., MARCHÃO, R. L., SOUZA, K. W. & BUSTAMANTE, M. M. C. Soil
1457 fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crops and tillage regimes. **Revista**
1458 **Ciência Agrônômica**, v. 45(5), p. 914–921,2014.
- 1459 CENCIANI, Karina. Diversidade bacteriana em solos da Amazônia: variabilidade dos gêneros
1460 associados ao processo de nitrificação. 2007. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.
- 1461 CAVALCANTE, D. M., E SILVA, A. P. F., DE ALMEIDA, B. G., FREIRE, F. J., DOS
1462 SANTOS SILVA, T. H., & CAVALCANTE, F. M. S. Physical soil quality indicators for
1463 environmental assessment and agricultural potential of Oxisols under different land uses in the
1464 Araripe Plateau, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 209, p. 104951, 2021.
- 1465 CHAVES, F. de F. A. Atributos físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo sob
1466 diferentes espécies de gramíneas. 2019. 44f. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em
1467 Ciências Agrárias - PPGCA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.
- 1468 CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, J.O.R.
1469 & CESARIN, A.L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio
1470 milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**., 16:37-43, 2012.
- 1471 CONUS, L. A. **Atributos físicos do solo em função do manejo e sucessão de culturas em**
1472 **ambiente amazônico**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências
1473 Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.
- 1474 CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. GOMES, A. C. Comportamento de diferentes
1475 sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado.
1476 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999.
- 1477 DADALTO, J. P., FERNANDES, H. C., TEIXEIRA, M. M., CECON, P. R., & MATOS, A. T.
1478 D. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Engenharia Agrícola**,
1479 v. 35, p. 506-513, 2015.

- 1480 DANTAS, J. O.; PERIN, L.; ANDRADE, A. R.; BARROS, C. C.; FARIAS, F. J.; MENEZES,
1481 B. F.; MENEZES, V. M. M.; ALVES, A. E. O.; ARAÚJO-PIOVEZAN, T. G. **Artrópodes e**
1482 **microbiota do solo em sistema agroecológico de produção no semiárido nordestino**, Simão
1483 Dias, Sergipe. In: SOUSA, C. S.; LIMA, F. S.; SABIONI, S. C. Agroecologia: métodos e
1484 técnicas para uma agricultura sustentável. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021. p. 267-281.
1485 DOI: <https://doi.org/10.37885/978-65-87196-73-2>.
- 1486 DANTAS, M. E.; ADAMY, A. **Compartimentação do relevo do estado de Rondônia**. In:
1487 ADAMY, A. (org.). Geodiversidade do estado de Rondônia. Porto Velho: CPRM, 2010. cap.
1488 3, p. 37-54. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15691/](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15691/Geodiversidade_RO.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
1489 [Geodiversidade_RO.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15691/Geodiversidade_RO.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Acesso em: 11 jan. 2021.
- 1490 De ALMEIDA, B. G., de FREITAS, P. L., TEIXEIRA, W., VIANA, J., & DONAGEMMA, G.
1491 (2017). **Manual de métodos de análise de solo**, v. 3, p. 82-94, 2017.
- 1492 DE FREITAS IWATA, B., COSTA, M. C. G., LEITE, L. F. C., NASCIMENTO, B. L. M., DE
1493 SOUSA ALMEIDA, K., DOS SANTOS BARBOSA, D. L., ... & BRANDÃO, M. L. S. M.
1494 Manejo de resíduos em argissolo sob agrofloresta no semiárido cearense/Waste management in
1495 argisol under agroforestry in the cearense semiarid. **Brazilian Journal of Development**, v. 6,
1496 n. 4, p. 20702-20716, 2020.
- 1497 DE MAGALHÃES, A. C., BATISTA, D. R., CARDOSO, E. J., VIEIRA, E. B., ANDRADE,
1498 E. J. D., BARBOSA, F. E., ... & DE FREITAS, B. A. **A importância dos solos para o**
1499 **ecossistema**. 2015. Disponível em:
1500 [https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO](https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf)
1501 [S%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf](https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DO%20SOLOS%20PARA%20O%20ECOSSISTEMA.pdf). Acesso em: 26 fev. 2023.
- 1502 DE SOUZA, F. R., BERGAMIN, A. C., FIORELLI, E. C., SCHLINDWEIN, J. A.,
1503 VENTUROSO, L. A. C., DOS REIS VENTUROSO, L., & DE ALMEIDA, W. S. Sistema
1504 plantio direto no sudoeste da Amazônia Ocidental. **Solos da Amazônia Ocidental**, p. 45.2021.
- 1505 DE VARGAS, J. P., DOS SANTOS, D. R., BASTOS, M. C., SCHAEFER, G., & PARISI, P.
1506 B. Application forms and types of soil acidity corrective: Changes in depth chemical attributes
1507 in long term period experiment. **Soil and Tillage Research**, v. 185, p. 47-60, 2019.
- 1508 DELARMELINDA, E. A., SAMPAIO, F. A. R., DIAS, J. R. M., TAVELLA, L. B. & SILVA,
1509 J. S. Green manure and changes on chemical characteristics of a soil in the Ji-Paraná-RO region.
1510 **Acta Amazonica**, v. 40(3), p. 625–628, 2010.
- 1511 DE-POLLI, H.; GAMA-RODRIGUES, EF da; GUERRA, JGM. Determinação da biomassa
1512 microbiana do solo: avanços e limitações. **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE**
1513 **DO SOLO E NUTRIÇÃO DAS PLANTAS**, v. 24, 2000.
- 1514 DEXTER, A.R. Advances in characterization of soil structure. **Soil Till. Res.**, 11:199-238,
1515 1988.
- 1516 DORAN, J. W. e PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.;;
1517 COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) Defining soil quality for a
1518 sustainable environment. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.
- 1519 DOS SANTOS, D. R., TIECHER, T., GONZATTO, R., SANTANNA, M. A., BRUNETTO,
1520 G., & DA SILVA, L. S. Long-term effect of surface and incorporated liming in the conversion

- 1521 of natural grassland to no-till system for grain production in a highly acidic sandy-loam Ultisol
1522 from South Brazilian Campos. **Soil and Tillage Research**, v. 180, p. 222-231, 2018.
- 1523 DOUGLAS, J.T. **Responses of perennial forage crops to soil compaction**. In: SOANE, B.D.
1524 & van OUWERKERK, C., eds. Soil compaction in crop production. Amsterdam, Elsevier,
1525 1994. p.343-364.
- 1526 DURIGAN, M. R. **Mudança no estoque de carbono e nitrogênio do solo em função da**
1527 **conversão do uso da terra no Pará**. 2013. 101 f. Dissertação. (Mestre em Agronomia, Área
1528 de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz"
1529 - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- 1530 DRIGAN, M. R. **Mudança no estoque de carbono e nitrogênio do solo em função da**
1531 **conversão do uso da terra no Pará**. 2013. 101 f. Dissertação. (Mestre em Agronomia, Área
1532 de Concentração Solos e Nutrição de Plantas) Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz"
1533 - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- 1534 FAGERIA, N. K.; WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; CARVALHO, J. R. P. Response of
1535 upland rice and common bean to liming on an Oxisol. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.;
1536 MURRMAN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer Academic,
1537 1991. p. 519-525.
- 1538 FERNANDES, L. A., FURTINI NETO, A. E., VASCONCELLOS, C. A., GUEDES, G. A. A.
1539 FERREIRA, Geraldo Magela. **Atividade microbiana e agregação de um Latossolo**
1540 **Vermelho Distroférico** em Campinas, SP, sob usos e manejos distintos. 2008. 70 p.
1541 Dissertação (Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical) – Instituto Agrônomo
1542 Campinas – IAC, Campinas, 2008.
- 1543 FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. **Cálculo dos estoques de carbono do solo**
1544 **sob diferentes condições de manejo**. Embrapa Pantanal-Comunicado Técnico (INFOTECA-
1545 E), 2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP-2009-09/56775/1/COT69.pdf>> Acesso em 08/05/2023.
- 1547 FERREIRA, A. D. O., SÁ, J. C. D. M., HARMS, M. G., MIARA, S., BRIEDIS, C., QUADROS
1548 NETTO, C., ... & CANALLI, L. B. Carbon balance and crop residue management in dynamic
1549 equilibrium under a no-till system in Campos Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
1550 v. 36, p. 1583-1590, 2012.
- 1551 FERREIRA, C. R. Indicadores da qualidade do solo em uma cronosequência sob sistema
1552 plantio direto em Guaíra-PR. 2016. 91 f. 2021. **Tese de Doutorado**. Tese (Doutorado em
1553 Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária). Universidade Federal Rural do Rio de
1554 Janeiro, Seropédica. <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/2457>.
- 1555 FERREIRA, M. M.; FERNADES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de
1556 Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.507-
1557 514, 1999.
- 1558 FIORELLI, E. C. P. Indicadores de qualidade em um Latossolo sob diferentes usos e manejos
1559 em Rondônia. 2017. 131 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável e Diagnóstico
1560 Ambiental) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.

- 1561 FUENTES-LLANILLO, R.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. F.;
1562 FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de
1563 manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.2, p.205-220, 2006.
- 1564 GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; LANZANOVA, M. E.; TASCA, A.
1565 Resistência do solo à penetração e desenvolvimento radicular da soja sob sistema plantio direto
1566 com tráfego controlado de máquinas agrícolas. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 2,
1567 p. 86-96, abr./jun., 2017.
- 1568 GIRARDELLO, V. C., AMADO, T. J. C., SANTI, A. L., LANZANOVA, M. E., & TASCA,
1569 A. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento radicular da soja sob sistema plantio
1570 direto com tráfego controlado de máquinas agrícolas. **Scientia agraria**, v. 18, n. 2, p. 86-96,
1571 2017.
- 1572 GUL, S.; WHALEN, J. K.; THOMAS, B. W.; SACHDEVA, V.; DENG, H. **PHysico-chemical**
1573 **properties and microbial responses in biochar-amended soils: Mechanisms and future**
1574 **directions**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 206, p. 46–59, 2015.
- 1575 H. LI, Y.L. WANG, D. YIN, T.H. LIAO, Y. ZHENG. Effect of rice straw or/and root additions
1576 on the particulate- and mineral- associated organic carbon in the pedogenic horizon of paddy
1577 red soils. *Chin. J. Soil Sci.*, 53 (2022), pp. 384-391.
- 1578 HANKE, D., MACHADO, M. S., DA SILVA NASCIMENTO, S. G., DE ÁVILA, M. R., &
1579 PILLON, C. N. Produção de soja sob plantio direto e convencional: análise de atributos
1580 químicos e físicos do solo. **Revista Cultura Agronômica**, v. 31, n. 2, p. 64-76, 2022.
- 1581 HAVLIN, J. L., D. E. KISSEL & L. D. MADDUX. 1990. Crop rotation and tillage effects on
1582 soil organic carbon and nitrogen. **Soil Sci. Soc. Amer. J.**, 54 (2): 448-52.
- 1583 HE, M.; XIONG, X.; WANG, L.; HOU, D.; BOLAN, N. S.; OK, Y. S.; RINKLEBE, J.;
1584 TSANG, D. C. W. A critical review on performance indicators for evaluating soil biota and soil
1585 health of biochar-amended soils. **Journal of Hazardous Materials**, v. 414, 125378, 2021. DOI:
1586 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125378>.
- 1587 HOFFMANN, R. B.; MOREIRA, E. E. A.; HOFFMANN, G. S. S.; ARAÚJO, N. S. F. Efeito
1588 do manejo do solo no carbono da biomassa microbiana. *Braz. J. Anim. Env. Res.*, Curitiba, v.
1589 1, n. 1, p. 168-178, jul/set. 2018.
- 1590 HOUSKOVA, B. **Avaliação visual do solo Europeu: Guia de campo**. Disponível
1591 em:<[http://eusoiils.jrc.it/events/SummerSchool_2005/cd_rom/SS2005_files/Other/VSA_ESS0](http://eusoiils.jrc.it/events/SummerSchool_2005/cd_rom/SS2005_files/Other/VSA_ESS05-2.pdf)
1592 [5-2.pdf](http://eusoiils.jrc.it/events/SummerSchool_2005/cd_rom/SS2005_files/Other/VSA_ESS05-2.pdf)> Acesso em: 05 nov. 2022.
- 1593 IBRAHIM, M. M.; ALIYU, J. **Comparison of Methods for saturated hydraulic conductivity**
1594 **determination: field, laboratory and empirical measurements** (A Pre-view). *British Journal*
1595 *of Applied Science & Technology*. v. 15, n. 3, p. 1–8, 2016.
- 1596 JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in
1597 soil. V-A method for measuring soil biomass. **Soil Biol. Biochem.**, 8:209-213, 1976.
- 1598 JESUS DINIZ, A. P. M. de; ARAGÃO, M. da C.; EL-HUSNY, J. C.; PEREIRA, G. M.; DA
1599 HUNGRIA, L. C.; DA SILVA, B. S. N. Atributos químicos do solo sob sistema plantio direto
1600 como indicador de sustentabilidade ambiental / Soil chemical attributes under direct planting

- 1601 as an environmental sustainability indicator. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7,
1602 n. 1, p. 3130–3152, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-213.
- 1603 JIN, Q.; WANG, C.; SARDANS, J.; VANCOV, T.; FANG, Y.; WU, L.; HUANG, X.;
1604 GARGALLO-GARRIGA, A.; PEÑUELAS, J.; WANG, W. Effect of soil degradation on the
1605 carbon concentration and retention of nitrogen and pHospHorus across Chinese rice paddy
1606 fields. **Catena**, v. 209, 105810, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105810>.
- 1607 JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. X. de; BORGES, E. M.; PASSOS, R. R. Distribuição de poros
1608 e densidade de Latossolos submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. **Bioscience**
1609 **Journal**, v. 28, n. 1, p. 159-169, 2012. Suplemento 1. Disponível em: [http://www.seer.ufu.br/
1610 index.php/biosciencejournal/article/view/13268/8360](http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13268/8360).
- 1611 KAZMIERCZAK, R. Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo em sistemas de
1612 preparo. 2018. 102f. –**Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta
1613 Grossa.<http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2650>.
- 1614 KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. 1.ed. São Paulo: Agronômica
1615 Ceres, 1979. 264p.
- 1616 KOGA, N., SHIMODA, S., SHIRATO, Y., KUSABA, T., SHIMA, T., NIIMI, H., ... &
1617 ATSUMI, K. Assessing changes in soil carbon stocks after land use conversion from forest land
1618 to agricultural land in Japan. **Geoderma**, v. 377, p. 114487, 2020.
- 1619 LAL, R. e PIERCE, F.J. **The vanishing resource**. In: LAL, R. & PIERCE, F.J., eds. Soil
1620 management for sustainability. Ankeny, Soil Water Conservation Society, 1991. p.1-5.
- 1621 LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V.P.B. Intervalo
1622 hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira**
1623 **de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.415-423, 2004. [https://doi.org/10.1590/S0100-
1624 06832004000300002](https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000300002).
- 1625 LLANILLO, R. F., RICHART, A., TAVARES FILHO, J., DE FÁTIMA GUIMARÃES, M.,
1626 & FERREIRA, R. R. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de
1627 manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 205-220, 2006.
- 1628 LOSS, A. et al., Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas
1629 de produção orgânica. **Idesi**, v. 29, p. 11-19, 2011.
- 1630 LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SHULTZ, N.; ANJOS, L. H. Z.; SILVA, E. M. R. **Frações**
1631 **orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção**
1632 **orgânica**. **Idesi**, v. 29, p. 11-19, 2011.
- 1633 LUO J, ZHENG Z, LI T, & HE S (2018a). Assessing the impacts of microtopograpHy on soil
1634 erosion under simulated rainfall, using a multifractal approach. **Hydrological Processes**,
1635 32:2543-2556.
- 1636 LV, L., GAO, Z., LIAO, K., ZHU, Q., & ZHU, J. Impact of conservation tillage on the
1637 distribution of soil nutrients with depth. **Soil and Tillage Research**, v. 225, p. 105527, 2023.
- 1638 MACEDO, M.C.M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas.
1639 **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.1, p.133-146, 2009.

- 1640 MACHADO, C. B., FIORELLI, E. C., SANTOS, W. P., DE SIQUEIRA, M. G., SANTOS, W.
1641 P., VIEIRA, A. S., ... & MARCOLAN, A. L. Carbono orgânico do solo e componentes de
1642 produção do milho sob manejos do solo e sucessão de culturas na Amazônia Ocidental.
1643 **EXTENSÃO RURAL: PRÁTICAS E PESQUISAS PARA O FORTALECIMENTO DA**
1644 **AGRICULTURA FAMILIAR**. V. 2, P. 154-168, 2021.
- 1645 MAIA, S. M. F., CARVALHO, J. L. N., CERRI, C. E. P., LAL, R., BERNOUX, M., GALDOS,
1646 M. V., & CERRI, C. C. Contrasting approaches for estimating soil carbon changes in Amazon
1647 and Cerrado biomes. **Soil & Tillage Research**, v. 133, n. 2, p. 75 - 84, 2013. Disponível em:
1648 <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2013.06.002>.
- 1649 MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de
1650 culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de**
1651 **Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 163-170, 2006.
- 1652 MAROCHI, A.I., SCHMIDT, W. **Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação e uso de**
1653 **Scorpion no sistema**. São Paulo: Fundação ABC/ DowElanco, 1996, 43 p.
- 1654 MENDONÇA V.Z; MELLO L.M.M; ANDREOTTI M; PEREIRA F.C.B.L; LIMA R.C;
1655 VALÉRIO FILHO W.V; YANO, E.H; Avaliação dos atributos físicos do solo em consócio de
1656 forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência**
1657 **do Solo**. 2013; 37:251-9.
- 1658 MENEZES-BLACKBURN, D., PAREDES, C., ZHANG, H., GILES, C. D., DARCH, T.,
1659 STUTTER, M., ... & HAYGARTH, P. M. Organic acids regulation of chemical–microbial
1660 pHosphorus transformations in soils. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 21, p.
1661 11521-11531, 2016.
- 1662 MEYER, G., BELL, M. J., KOPITTKE, P. M., LOMBI, E., DOOLETTE, C. L., BRUNETTI,
1663 G., ... & JANKE, C. K. Mobility and lability of phosphorus from highly concentrated fertiliser
1664 bands. **Geoderma**, v. 429, p. 116248, 2023.
- 1665 MICHELON, C. J. **Pedofunções para retenção de água de solos do Rio Grande do sul**
1666 **irrigados por aspersão**. 2010. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Centro de
1667 Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.
- 1668 MIRANDA, N.O. **Alterações físicas nos solos podzólicos vermelho amarelo e latossolo**
1669 **vermelho escuro submetidos a diferentes condições de preparo reduzido**. Dissertação de
1670 Mestrado em Engenharia Agrícola, curso de pós-graduação em engenharia agrícola, UFSM,
1671 1986.
- 1672 MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA,
1673 2002. 625 p.
- 1674 MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Qualidade física de um Cambissolo
1675 sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1196-
1676 1206, out. 2013.
- 1677 MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Qualidade física de um Cambissolo
1678 sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1196-1206,
1679 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500009>.

- 1680 MOTTER, P., ALMEIDA, H. D., VALLE, D., & MELLO, I. MOTTER, Paulino et al. Plantio
1681 direto, a tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. **Foz do Iguaçu: Parque Itaipu,**
1682 v. 144, 2015.
- 1683 MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a
1684 fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 7:95-100,1983.
- 1685 NEVES, Y. Y. B. **Características de diferentes sistemas de uso do solo em Cruzeiro do Sul,**
1686 **Acre.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: UFLA, 103p. 2013.
1687 Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação
1688 de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.247-54, 1998.
- 1689 PAZ-FERREIRO, J.; FU, S. **Biological indices for soil quality evaluation: perspectives and**
1690 **limitations.** Land Degradation and Development, v. 27, p. 14-25, 2016.
- 1691 PEREIRA, A. P. A.; MENDES, L. W.; OLIVEIRA, F. A. S.; ANTUNES, J. E. L.; MELO, V.
1692 M. M.; ARAÚJO, A. S. F. **Land degradation affects the microbial communities in the**
1693 **Brazilian Caatinga biome.** Catena, v. 211, 105961, 2021. DOI:
1694 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105961>.
- 1695 PEREIRA, A.P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J. CAMERA, J.N.; GOLLE, D.P.; HORN,
1696 R.C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista Ciências Agrárias,**
1697 v.40, n. 4, p. 799-807, 2017.
- 1698 PEREIRA, E. C. F. Indicadores de qualidade em um latossolo sob diferentes usos e manejos
1699 em Rondônia. 2017. 133 f. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente)
1700 - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), na
1701 Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, 2017.
- 1702 PRIMO, D.C; MENEZES, R. C; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do
1703 solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7,
1704 1-13, 2011.
- 1705 RAMOS, M. R., FAVARETTO, N., DIECKOW, J., DEDECK, R. A., VEZZANI, F. M.,
1706 ALMEIDA, L., & SPERRIN, M. Soil, water and nutrient loss under conventional and organic
1707 vegetable production managed in small farms versus forest system. **Journal of Agriculture**
1708 **and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, Kassel, v. 115, n. 1, p. 131– 40,
1709 2014.
- 1710 RAMOS, T.B.; HORTA, A.; GONÇALVES, M.C.; MARTINS, J.C.; PEREIRA, L.S.
1711 Development of ternary diagrams for estimating water retention properties using geostatistical
1712 approaches. **Geoderma**, Amsterdam, v. 230- 231, p. 229-242, 2014. Disponível em:
1713 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706114001748>. Acesso em: 26
1714 fev. 2023.
- 1715 REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; SUZUKI, L.E.A.S; HORN, R. **Mecânica do Solo.** In:
1716 LIER, Q.de J.van. Física do Solo. Viçosa: SBCS, 2010.
- 1717 REINERT, D. J., ALBUQUERQUE, J. A., REICHERT, J. M., AITA, CANDRADA, M. M. C.
1718 Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em
1719 Argissolo vermelho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v32, p1805-1816, 2008.

- 1720 REINERT, D. J; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. In: Reunião brasileira de
1721 manejo e conservação do solo e da água, 16, 2006. **Anais...** Aracaju, SBCS, 2006.
- 1722 ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistema de manejo e matéria orgânica do solo.
1723 p.17-42. Em: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. L. **Dinâmica da Matéria**
1724 **Orgânica do Solo em Sistemas conservacionistas, Modelagem Matemática e Métodos**
1725 **Auxiliares**. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Solos.
1726 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dourados - MS. 307p. 2006.
- 1727 S. WU, K.Q. WANG, Y.L. SONG, C.T. WEN, Y.L. PEI, L. DAI. Effects of straw compost
1728 retting on runoff, sediment and pHosphorus loss from sloping farmland J. **South China Agric.**
1729 **Univ.**, 43 (2022), pp. 29-37.
- 1730 SÁ, J. C. de M. (1998) **Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de**
1731 **fertilização para produção de grãos no sistema plantio direto**. In: I Seminário sobre o
1732 sistema plantio direto na UFV, Resumos das palestras / Universidade Federal de Viçosa,
1733 Departamento de Fitotecnia. Viçosa – MG, UFV, DFT. 143p.
- 1734 SALES, R.P. et al. Organic matter fractions of an irrigated oxisol under no-till and conventional
1735 tillage in the brazilian semi-arid region. **Revista Caatinga**[online], v.30, n. 2, p.303 - 312, 2017.
1736 ISSN 0100-316X.
- 1737 SANTIAGO, F. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; PINHEIRO, M. R. A P. Índice de qualidade
1738 do solo em cultivo agroecológico e convencional no semiárido potiguar, Brasil. **Revista Verde**
1739 **de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 97-105, jan.-mar. 2018.
- 1740 SANTOS, V. M.; MAIA, L. C. Bioindicadores de qualidade do solo. **Anais** da Academia
1741 Pernambucana de Ciência Agrônômica, v. 10, p. 195-223, 2013.
- 1742 SANTOS, D. B. M. **Distribuição do fósforo no perfil do solo sob sistema plantio direto**.
1743 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina
1744 Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- 1745 SCHLINDWEIN, J. A. et al. Solos de Rondônia: Usos e Perspectivas. **Revista Brasileira de**
1746 **Ciências da Amazônia**, v. 1, n.1, p. 213-231, 2012.
- 1747 SECCO, D.; ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de
1748 culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista**
1749 **Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p.407-414, 2005.
- 1750 SILVA, D. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J. S.; SILVEIRA, A. O.; SILVA, D. A.
1751 A.; RACHE, M. M.; PASSOS, V. H. G.; SILVA, B. R. Indicadores microbiológicos de solo
1752 em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do**
1753 **Solo**, v. 39, n. 6, p. 1585-1594, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150138>.
- 1754 SILVA, F. M. F. **Matéria orgânica na cafeicultura**. 2010. 38 f. Trabalho de Conclusão de
1755 Curso (Graduação em Tecnologia em Cafeicultura) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
1756 Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Muzambinho, 2010.
- 1757 SILVA, P. C., OLIVEIRA, S. M. D., LIMA, L. P. D., FAGIANI, C. C., & BORGES, E. N.
1758 **Dinâmica do atributo químico fósforo em cafeicultura tecnificada do cerrado**. 2007.

- 1759 SILVA, G. F. D., SANTOS, D., SILVA, A. P. D., & SOUZA, J. M. D. Indicadores de qualidade
1760 do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. **Revista Caatinga**,
1761 v. 28, p. 25-35, 2015.
- 1762 SILVA, G. N. **Sistemas de manejo e uso do solo sobre as frações e estoques de carbono e**
1763 **nitrogênio em Latossolo sob cerrado**. 2016. 44p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de
1764 Lavras, Lavras-MG, 2016.
- 1765 SILVA, M. A. L. D., LIMA E SILVA, P. S., OLIVEIRA, V. R. D., SOUSA, R. P. D., & SILVA,
1766 J. D. Intercropping maize and cowpea cultivars: I. Green-grain yield 1. **Revista Ciência**
1767 **Agrônômica**, v. 51, n. 1, p. e20186551, 2020.
- 1768 SILVA, R.; GIULIETTI M. **Fosfogesso: Geração, Destino e Desafios**. Em: LIVEIRA, J.;
1769 FERNANDEZ, F.; CASTILHOS, S. (eds). *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro:
1770 CETEM; MCT, 2010. p 125 - 144.
- 1771 SILVA, S. M.; CORREA, F. J. Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa
1772 y posibilidades de regulación económica. **Semestre Económico**, v.12, n.23, p.13-34. 2009.
- 1773 SILVA, G. J.; MAIA, J. C. S.; BIANCHINI, A. Crescimento da parte aérea de plantas
1774 cultivadas em vaso, submetidas à irrigação subsuperficial e a diferentes graus de compactação
1775 de um Latossolo Vermelho - escuro distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa,
1776 v. 30, p. 31- 40, 2006.
- 1777 SILVA, V. R. da; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variabilidade espacial da resistência do
1778 solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 399 - 406, 2004.
- 1779 SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação do carbono da biomassa do
1780 solo (BMS-C). **Comunicado Técnico**, n. 98, Embrapa Solos, 2007, 6 p. b.
- 1781 Silva, T. A. C.; Melloni, R.; Melloni, E. G. P.; Ramos, P. P.; Pereira, J. M. Avaliação da
1782 qualidade de solo de área de lixão desativado: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de**
1783 **Geografia Física**. v.13, n.02 (2020) 630-640.
- 1784 SILVA, T. C.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; BLUM, S. C.; SOUSA, A. M.; AZEVEDO,
1785 B. M. Atributos químicos e atividade microbiológica em Argissolo Vermelho-Amarelo sob
1786 diferentes sistemas de manejo com e sem queima em condições de semiárido. **Revista**
1787 **Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 575-588, 2020. DOI:
1788 [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)07160](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)07160).
- 1789 SILVEIRA JUNIOR, S. D. D., SILVA, A. P. D., FIGUEIREDO, G. C., TORMENA, C. A., &
1790 GIAROLA, N. F. B. Qualidade física de um latossolo vermelho sob plantio direto submetido à
1791 descompactação mecânica e biológica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36,
1792 n. 6, Dec. 2012.
- 1793 SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; SILVA, E. F.; FERREIRA, A. L. L.;
1794 FREITAS, J. J. R. Chemical attributes of traditional agriculture and Caatinga managed at
1795 different depths in an Inceptisol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.
1796 21, n. 1, p. 50-55, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p50-55>.
- 1797 SOUZA, E. D. D., CARNEIRO, M. A. C., PAULINO, H. B., RIBEIRO, D. O., BAYER, C., &
1798 ROTTA, L. A. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de "campos de murundus"
1799 em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1194-1202, 2016.

- 1800 SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARNEIRO, M. A. C.; MARTINS,
1801 A. P.; BAYER, C. **Soil quality indicators in a Rhodic Paleudult under long term tillage**
1802 **systems**. *Soil and Tillage Research*, v. 139, p. 28-36, Jun. 2014. DOI:
1803 <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.02.001>.
- 1804 SOUZA, L. S.; BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; MELO FILHO, J. F.; LEPSCH, I. F.;
1805 RAMALHO FILHO, A. Terminologia básica utilizada em manejo e conservação do solo e da
1806 água. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. (ed.). *Manejo e conservação do*
1807 *solo e da água*. 1. ed. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2019. p. 1-17.
- 1808 SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões
1809 de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, v.65, n.1, p.121- 127, 2006.
- 1810 TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil
1811 microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil**
1812 **Biology and Biochemistry**, v. 20, n. 3, p. 329-335, 1988.
- 1813 TEIXEIRA, M.B.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de
1814 nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Revista IDESIA**, Chile, v.30,
1815 n.1, p. 55-64, 2012.
- 1816 THOMAS, G. A.; DALAL, R. C.; STANDLEY, J. No-till effects on organic matter, pH, cation
1817 exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics. **Soil &**
1818 **Tillage Research**, Amsterdam, v. 94, n. 2, p. 295-304, 2007.
- 1819 TORMENA, C. A. Atributos físicos e qualidade física do solo que afetam a produtividade da
1820 cultura do milho safrinha. **Paleta... X Seminário Nacional de Milho Safrinha**. Rio Verde,
1821 p. 75-88, 2009.
- 1822 TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio
1823 direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, n.3, p.333-339, 1996.
- 1824 VALADÃO, F. C. D. A., WEBER, O. L. D. S., VALADÃO JÚNIOR, D. D., SCAPINELLI,
1825 A., DEINA, F. R., & BIANCHINI, A. Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema
1826 radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
1827 Viçosa, v. 39, p. 243-255, 2015.
- 1828 VANCE, E. D., BROOKES, P. C., & JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring
1829 soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p.703 - 707, 1987.
- 1830 VARELLA, C. A. A. **Efeitos dos sistemas de cultivo convencional mínimo e direto no**
1831 **escoamento superficial e nas perdas do solo**. 1999. 47p. Tese (Doutorado) - Universidade
1832 Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica – RJ, 1999.
- 1833 VEIGA, M. D., REINERT, D. J., REICHERT, J. M., & KAISER, D. R. Short and long-term
1834 effects of tillage systems and nutrient sources on soil pPhysical properties of a southern brazilian
1835 Hapludox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1437-1446, 2008.
- 1836 VEIGA, M. **Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de**
1837 **manejo e efeito sobre culturas**. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 110p. (Tese de
1838 Doutorado).

- 1839 VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido
1840 a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p.
1841 213 - 223, 2011.
- 1842 VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob
1843 diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-
1844 882, jul. 1995.
- 1845 WENZL, P., PATINO, G. M., CHAVES, A. L., MAYER, J. E., & RAO, I. M. The high level
1846 of aluminum resistance in signalgrass is not associated with known mechanisms of external
1847 aluminum detoxification in root apices. **Plant Physiology**, v. 125, n. 3, p. 1473-1484, 2001.
- 1848 FURLANI, C. E. A. & SILVA, R. P. (2016). **Compactação do solo**. Disponível em:
1849 [http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGE](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGE LIFURLANI/compactacao.pdf)
1850 [LIFURLANI/compactacao.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGE LIFURLANI/compactacao.pdf). Acesso em 22/05/2023.
- 1851 REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto
1852 irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.; ROSA, G. & CERETTA, C. **Irrigação por**
1853 **aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2001. p.114-131.
- 1854 SCHMITT, D.; PAGLIARI, P. H.; DO NASCIMENTO, C. A. Chemical distribution of
1855 phosphorus in soils used during the development of sorption isotherms. **Soil Sci. Soc. Am.**
1856 **J.** 2017, 81, 84– 93, DOI: 10.2136/sssaj2016.07.0220.
- 1857 SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; DOS ANJOS, L.H.C.; DE OLIVEIRA, V.A.;
1858 LUMBREERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. DE; ARRUDA FILHO, J.C. DE;
1859 OLIVEIRA, J.B. DE & CUNHA, T.J.F. (2018) – **Sistema brasileiro de classificação de solos**.
1860 5. Ed. rev. e ampl. Brasília DF: Embrapa, 356 p.
- 1861 SILVA, M. A. de A. E. **Desenvolvimento radicular das culturas de feijão, soja e milho, sob**
1862 **diferentes manejos de solo, irrigadas por pivô central**. 2007. 140 f. Tese (Doutorado em
1863 Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de
1864 Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.
- 1865 TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B.; SALDANHA, M. F. C.; PÉREZ, D. V. Complexo
1866 sortivo do solo. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA,
1867 W. G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 240-
1868 244. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209>.
1869

1870 Conclusões Gerais

1871

1872 Ao longo de 16 anos de cultivo o sistema de plantio direto não sofre alteração no
1873 atributo físico densidade do solo até a camada de 0,40 m após 16 anos de cultivo. Na camada
1874 de até 0,10 o plantio direto e plantio direto alternativo proporcionaram maior acúmulo de
1875 carbono orgânico do solo. Na camada superficial de até 0,05 m o plantio direto proporcionou
1876 maior atividade biológica. As sucessões de culturas aumentaram o carbono orgânico do solo ao
1877 longo do tempo. Os maiores estoques de carbono orgânico do solo até a camada de 0,40
1878 ocorreram no sistema de plantio alternativo e plantio direto.

1879 A ausência de revolvimento do solo no sul da Amazônia Ocidental não provoca
1880 alterações na qualidade física do solo até a camada de 0,40 m do solo após 16 anos de cultivo.
1881 O plantio direto melhora os indicadores químicos Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e soma de bases do solo na
1882 camada superficial do solo.

1883 A correção do pH a longo prazo chegou até a camada mais profunda do solo de 0,40 m
1884 quando empregado o sistema de plantio direto alternativo, a partir de 0,05 m o PD ao longo do
1885 tempo se mostra capaz de corrigir o pH do solo até camadas mais profundas, não se
1886 diferenciando do sistema de plantio convencional. A CTC do solo é aumentada no sistema de
1887 plantio direto na camada superficial do solo de até 0,05 m. A presença de gramíneas do gênero
1888 braquiária influenciaram aumentando a CTC na camada superficial de 0,05 a 0,10 m.