

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

RAFAELA BEZERRA DE ARAÚJO

ANÁLISE DE ADUBOS VERDES NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS
EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO TÍPICO

CHAPADINHA, MA
DEZEMBRO DE 2019

RAFAELA BEZERRA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DE ADUBOS VERDES NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS
EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO TÍPICO**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado para obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma, do curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
e Ambientais, da Universidade Federal do
Maranhão.

Orientador: Prof. Khalil de Menezes
Rodrigues

**CHAPADINHA, MA
DEZEMBRO DE 2019**

RAFAELA BEZERRA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DE ADUBOS VERDES NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS
EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO TÍPICO**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado para obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma, do curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
e Ambientais, da Universidade Federal do
Maranhão.

Orientador: Prof. Khalil de Menezes
Rodrigues

Banca Examinadora:

Prof. Khalil de Menezes Rodrigues
(Orientador)

Profa. Dra. Maryzélia Furtado de Farias
(Avaliadora)

Eng^o Agrônomo. Michael Henriques Pereira
(Avaliador)

**CHAPADINHA, MA
DEZEMBRO DE 2019**

*“Todo caminho da gente é resvaloso.
Mas também, cair não prejudica demais
A gente levanta, a gente sobe, a gente volta
O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim
Esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa
Sossega e depois desinquieta
O que ela quer da gente é coragem
Ser capaz de ficar alegre e mais alegre no meio da
alegria
E ainda mais alegre no meio de tanta tristeza”
Guimarães Rosa*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo o dom da Vida, que tudo nesta vida devemos ter em mente e no coração que TUDO é DELE, e por ELE. Que antes de tudo eu não seria nada sem ele.

Sou grata pela mãe, pai e irmã que Deus me concedeu, onde, os mesmos são minha primeira formação e exemplos de vida. Agradeço imensamente a minha mãe, isso tudo foi possível pela batalha diária em que ela, minha MÃE. Meu maior exemplo de vida, que na sua trajetória concluiu seus estudos até o ensino superior com 52 anos. Mãe e Pai tenho muito orgulho pela criação que me destes, a criação de RESPEITAR, OBEDECER E SER HUMILDE.

Nela (minha menina, minha irmã). Obrigada por tudo que você me proporciona. Você é minha irmã a quem eu amo muito.

Vovô Leônidas Gomes de Cirqueira (*in memória*), ô vovô como o senhor tinha orgulho do seu nome, quanto me dói de não o ter aqui, de ouvir suas histórias de quando era coroinha, dos almoços de domingo ouvindo Bezerra da Silva, de ouvir sua voz pedindo pra fazer “NESTÔ”. Obrigada por pelos puxões de orelhas pra estudar a tabuada, sua “neguinha” está formando.

KHALIL é fácil e ao mesmo tempo complicado falar e agradecer uma pessoa que tanto fez e faz por você, por muitas vezes ao longo desses 1.460 dias trabalhando e dividindo inúmeras experiências, momentos bons e ruins ao lado desse SER me perguntava como iria ser o “fim desse ciclo”, se estaria preparada. Sempre ouvia a seguinte frase de diversas pessoas “orientador não é pai e nem mãe”, porém discordo porque o que Khalil foi/é para mim vai além de relações de pai, mãe, amigo, irmão e orientador, ele foi/é meu protetor. O significado da palavra “protetor” para mim, Católica Apostólica Romana é ser ANJO, é possuir o DOM de proteger, são criaturas espirituais, que quando necessário para o cumprimento na vontade de Deus, eles se revestam de um corpo visível, como descrito na história bíblica de Tobias, guiar e iluminar os seus, é ser fiel aos designo de Deus. Sendo meu professor de três disciplinas nas quais me ensinou não somente o conteúdo em que as disciplinas exigiam mais o poder de não desistir dos seus objetivos, dos seus sonhos. Minha referência e inspiração, com ele aprendi tudo que sei e que tudo se torna fácil e prazeroso quando fazemos com carinho, dedicação e amor o nosso trabalho. Foi PAI por tantos momentos, ou, todos os dias, conversando comigo e explicando que tudo nessa vida é EXPERIÊNCIA. Compartilhando períodos difíceis em nossas vidas. Foi IRMÃO, em compartilhar o pão,

a vida, sabedorias, a FÉ, comigo. Foi AMIGO, um FIEL amigo, não é coincidência que o significado do seu nome é ser FIEL, sendo paciente tantas vezes em que não estava preparada para falar, desabafar e sempre esperava o “meu momento” de estar pronta para falar e ele sempre estava pronto para ouvir. Poderia continuar enumerando todos os momentos que passamos e tudo o que fez por mim. Nesse tempo tentei de alguma maneira retribuir por tudo, sou muito grata por deixar-me entrar na sua vida, ter um pouco de participação nela. Temos o mesmo defeito, de sermos TEIMOSOS. Hoje, escrevendo e relendo tudo sinto uma profunda tristeza em estar partindo e de nunca saber ou ter a certeza de que consegui retribuir tudo o que fez por mim. Você me mostrou que o mundo não gira somente em torno de uma única coisa, que tem mais além, de viver, ouvir e sentir. Khalil é dono de uma humildade, simplicidade sem comparação a nada que já tinha visto, isso o torna diferente e especial com todos. Mas todos os dias o coloco em minhas orações, Gita, Pelanka e sua família. O senhor também é minha família, Deus o colocou na minha vida como meu porto, meu Norte e a quem recorrer. Como já lhe mencionei diversas vezes, o senhor não é nota 10 é 100.000.000,00 e não merecemos nenhum terço do que o senhor faz por nós, por mim. Obrigada por tudo. Obrigada por não me fazer desistir. Obrigada por estender a mão e ajudar a levantar-me!

Luana e Michael, dois presentes que Deus, Khalil, UFMA e a vida me presentearam. Pessoas donas de corações cheios de bondade, humildade e me acolheram em suas vidas. Sou muito grata por tudo, ao Michael que me ensinou tantos macetes e por fazer a melhor batata inglesa com azeite e alecrim. Lu (Anjos), por sempre me ouvir e me acalmar, por espantar meus medos. Obrigada por me receberem na sua casa e nas suas famílias.

Sou imensamente grata aos professores que contribuíram para minha formação durante os seis anos vividos no CCAA/UFMA. Em especial ao Prof. Telmo Mendes onde sempre estive a disposição de seus alunos, a Prof. Maryzélia a quem tenho uma profundo admiração por ser uma mulher que conquistou seu lugar na área de agrárias que por muito tempo foi um espaço somente para homens, pelo seu trabalho, dedicação às disciplinas, ao curso e as pesquisas.

Sou grata ao “TUCANO” Siqueira, que nesses três anos de amizade tornou-se uma pessoa muito especial por estar sempre disposto a me ajudar, tirar dúvidas em trabalhos, pesquisas.

Sou tão grata por Deus me presentear uma pessoa que se tornou minha melhor amiga onde fazemos 10 anos de amizade, o SIGMA nos uniu, nascemos no mesmo dia, mês e ano (14/04/1994), minha Branca de Neve (Camila Caetano) que nesses anos sempre foi uma das poucas que adentrou em minha vida e que me trouxe luz, alegria e uma linda amizade.

Agradeço pela amizade do Valbito (Valber Pacheco), que me traumatizou avaliando soja no seu TCC, mas pude ver quão humilde, alegre você. Obrigada por todas mensagens de apoio e brincalhonas meu BIG FRIEND!

Nos últimos quatro anos tive a oportunidade de trabalhar e aproximar-me dos discentes das disciplinas na qual fui monitora e sou imensamente grata a todos os alunos das disciplinas de Iniciação à Ciência do Solo, Gênese e Classificação do Solo e Manejo e Conservação do Solo e da Água do curso de Agronomia e Engenharia Agrícola, pelo respeito e comprometimento que cada um teve com os trabalhos desenvolvidos e pela consideração de todos vocês por mim, todos vocês contribuíram para meu aprendizado e formação. Tive grandes momentos ao lado de vocês.

Aos funcionários administrativos do CCAA/UFMA gratidão a todos vocês. Meu agradecimento ao meu querido e amigo mais estiloso da UFMA, Mabson de Jesus Gomes dos Santos, por muitos momentos você não me salvou, obrigada por sua amizade.

Agradeço a minha segunda casa, LaBFGCS – Laboratório de Física, Gênese e Classificação de Solo onde tive a oportunidade de viver as mais lindas e intensas experiências que a vida pode nos dar. Lugar onde tanto ri como tanto chorei, onde ao entrar todas as manhãs me sentia com o coração em paz.

Deixo meus agradecimentos para pessoas que se tornaram de certa forma importante para mim durante essa jornada e nessa reta final, mostrando sua simplicidade e alegria e tornar meus dias mais alegres: Leonardo Diniz, Kaio Resplandes, Nilo Oliveira, Nayara Santana, Igor Alves, Jordean Costa, Bruno Gonçalves, Carlos Flávio (Carlão), Sandro (Maladro), Miguel Neto e Heitor Ferrão (Ursinho).

Obrigada a TODOS!

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

BEZERRA DE ARAÚJO, RAFAELA.

ANÁLISE DE ADUBOS VERDES NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E
BIOLÓGICOS EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO TÍPICO /
RAFAELA BEZERRA DE ARAÚJO. - 2019.

24 p.

Orientador(a): KHALIL DE MENEZES RODRIGUES.

Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, CCAA/UFMA, 2019.

1. Cobertura do solo. 2. Fauna edáfica. 3.
Litterbags. I. DE MENEZES RODRIGUES, KHALIL. II. Título.

1 **ANÁLISE DE ADUBOS VERDES NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS EM**
2 **LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO TÍPICO**

3 Rafaela Bezerra de Araújo¹, Khalil de Menezes Rodrigues²

4 ¹Graduanda em Agronomia - UFMA/Centro de Ciências Agrárias e Ambientais; Boa Vista,
5 BR 222, s/n, CEP: 65500-000, Chapadinha (MA), Brasil. *Autor para correspondência e e-
6 mail: agrorafaela.rba@gmail.com. ²Professor Adjunto do Curso de Agronomia da Universi-
7 dade Federal do Maranhão, CCAA/Chapadinha, Ma. E-mail: agrokhalil.@yahoo.com.br

8 **RESUMO** - Estudos sobre plantas de cobertura, utilizadas para a adubação verde, na
9 região do Leste do Estado do Maranhão, Cerrado Maranhense são escassos. A baixa produção
10 de estudos nessa região condiz com a realidade da baixa produtividade das culturas agrícolas
11 de cultivadas por pequenos agricultores. O objetivo do estudo foi analisar o efeito de dois
12 adubos verdes de leguminosas: crotalaria (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia*
13 *ensiformis*), e de três gramíneas: milheto (*Pennisetum glaucum*), capim Sorgo, (*Sorghum bi-*
14 *color*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) nos atributos físicos e biológicos do solo. O estu-
15 do foi realizado no período de novembro de 2017 a agosto de 2018, no Centro de Ciências
16 Agrárias e Ambientais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repe-
17 tições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Os tratamentos
18 foram comparados pelo teste t (LSD) a 5 % de probabilidade. Foi realizada análise multivari-
19 ada de componentes. A cobertura do solo foi avaliada pela metodologia do número de interse-
20 ções com um quadrado de madeira 1m². Na avaliação da vegetação espontânea de cada parce-
21 la foi utilizado um quadrado de madeira com 0,25 m² na área central da parcela. Em cada par-
22 cela experimental foi coletado amostras de solo para determinar umidade gravimétrica e feita
23 a resistência à penetração do solo. A fauna edáfica foi avaliada pela armadilha pitfall e a de-
24 composição dos adubos verdes pela metodologia dos litterbags. Os valores da resistência do
25 solo à penetração estão inversamente proporcionais aos valores de umidade do solo. Os gru-
26 pos da fauna do solo associados ao feijão de porco são diferentes dos demais, o Sorgo obteve
27 o menor índice de diversidade da fauna edáfica e o Milheto o maior. O Milheto foi o único
28 tratamento que não apareceu nenhuma espécie de planta daninha e o Sorgo devido e o Feijão
29 de Porco foram os tratamentos com as maiores quantidades de espécies, as plantas daninhas
30 estavam inversamente proporcionais as coberturas do solo. A decomposição do Feijão de Por-
31 co foi mais rápida que os demais adubos verdes.

32 **Palavras-chave:** Fauna edáfica, litterbags, cobertura do solo.

33 INTRODUÇÃO

34 Estudos sobre plantas de cobertura, também utilizadas como adubação verde na região
35 do Leste no estado do Maranhão na região de Cerrado Maranhense ainda são bastante escas-
36 sos, o reflexo da falta de estudos na região condiz com a baixa produtividade das culturas
37 agrícolas de cultivadas por pequenos agricultores. Dentro dessa perspectiva, a adubação verde
38 é apontada como uma prática capaz de contribuir para a sustentabilidade da agricultura, pois
39 ela promove proteção e melhoria na manutenção da qualidade do solo, além de aumentos con-
40 sideráveis dos teores de matéria orgânica e nutrientes, beneficiando os agroecossistemas
41 (Carvalho et al., 1999; Leite et al., 2010). Os benefícios atribuídos às plantas de cobertura
42 sobre os atributos do solo decorrem, sobretudo, do aumento da porosidade do solo, redu-
43 ção do impacto da energia da gota de chuva sobre a superfície do solo, aumento da matéria
44 orgânica (Leite et al., 2003; Rao & Li, (2003) e das funções microbianas no solo (Steenwerth
45 & Belina, (2008). Segundo Bortoluzzi & Eltz (2000) a taxa de decomposição dos resíduos
46 vegetais é controlada pelas características qualitativas do material vegetal, principalmente
47 pela relação C/N e pelo teor de lignina, além de outras variáveis ligadas ao clima, em especial
48 a temperatura do ar e precipitação pluvial (Espíndola et al., (2006), manejo dos restos cultu-
49 rais (Leite et al., 2009) e solo (Bortoluzzi & Eltz, 2000; Leite et al., (2009)

50 Uma das maneiras de melhorar a eficiência na utilização de nitrogênio pelas culturas é
51 a utilização de adubos verdes sendo que a decomposição é influenciada pela relação carbo-
52 no/nitrogênio do material, relação lignina nitrogênio e compostos polifenólicos, um maior in-
53 cremento de matéria orgânica. Portanto, o uso de adubos verdes, capazes de realizar a fixação
54 biológica de nitrogênio (FBN) eficientemente, pode representar contribuições consideráveis
55 na viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (Boddey et al., 1997),
56 reduzindo, por sua vez, a utilização de adubos sintéticos.

57 O manejo conservacionista do solo é fundamental para manter a sustentabilidade da
58 produção agrícola utilizando práticas de caráter vegetativo, edáfico ou mecânico no controle
59 da erosão do solo. A adubação verde pode ser considerada tanto uma prática de caráter vege-
60 tativo por utilizar a vegetação na proteção do solo contra o efeito erosivo da chuva, quanto
61 uma prática de caráter edáfico, pois melhora ou mantém a fertilidade do solo (Bertoni &
62 Lombardi Neto, 2005). Consiste no plantio de espécies vegetais em consórcio com espécies
63 de interesse econômico geralmente gramíneas, ocorrendo o aporte da matéria fresca, sendo
64 depositada na superfície do solo para sua decomposição, além de acumularem em sua biomas-
65 sa, nutrientes das camadas mais profundas do solo, promovendo um processo de reciclagem,
66 do ponto de vista de manejo do solo, o uso de plantas de cobertura é uma estratégia funda-

67 mental à produção sustentável por contribui para a preservação de sua estrutura e a redução de
68 perdas provocadas pelo processo erosivo (Corrêa, 2002). Torna-se então umas das práticas
69 mais assertivas para recuperação de áreas degradadas, possibilitando mudanças em nos atributos
70 físicos do solo como porosidade, densidade e resistência à penetração.

71 PERIN et al. (2004), avaliando o efeito dos cultivos isolado e consorciado dos adubos
72 verdes de verão *Crotalária juncea* e Milheto na produção de massa de matéria seca nos teores
73 e acúmulo de nutrientes e na fixação biológica de nitrogênio concluíram que a produção de
74 fitomassa de crotalária foi 108% maior que a de vegetação espontânea e 31% superior à do
75 Milheto, além que a utilização de adubos verdes protege o solo de possíveis erosões e evita a
76 disseminação de plantas invasoras, reduz a presença de nematoides.

77 Algumas práticas de manejo do solo e das culturas provocam alterações nas proprie-
78 dades físicas do solo, as quais podem ser permanentes ou temporárias. Assim, o interesse em
79 avaliar a qualidade física do solo tem sido incrementado por considerá-lo como um compo-
80 nente fundamental na manutenção e/ou sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola
81 (LIMA, 2004).

82 As inúmeras atividades dos organismos do solo têm um profundo efeito na habilidade
83 do solo em sustentar ecossistemas terrestres naturais e campos de cultivo. De acordo com
84 (Silva et al., 2013) o processo de decomposição é estritamente realizado pela biota do solo,
85 em que os organismos invertebrados e os micro-organismos atuam na degradação física e
86 química dos vegetais. De acordo com (Gatiboni et al., 2011) ocorre mudança nos grupos da
87 fauna do solo nas diferentes fases da decomposição, principalmente o grupo Collembola que
88 aumenta em fase posterior à decomposição da palha, havendo, porém, redução na diversidade
89 da fauna edáfica no final do processo de decomposição. O uso do solo pelas práticas de mane-
90 jo da agricultura influencia suas características físicas, químicas e biológicas e, no aspecto
91 biológico, os artrópodes de solo são afetados em quantidade e diversidade (Luz et al., 2013).
92 Portanto, práticas conservacionistas, como a adubação verde, plantio direto e sistemas agro-
93 florestais, têm efeito positivo sobre a comunidade de organismos do solo (Silva et al., 2011;
94 Cunha et al., 2014).

95 Solos do Nordeste Brasileiro na região de Cerrado possuem fortes limitações agrícolas
96 naturais, como, por exemplo, baixa fertilidade e baixa reserva em nutrientes. Caracterizando-
97 se como solos de “caráter coesos” principalmente os Amarelos, solos provenientes de sedi-
98 mentos do Grupo Barreiras. A região tem como característica um relevo variando de suave a
99 suave ondulado, característicos de solos dos Tabuleiros Costeiros (Jacomine, 1996).

100 O objetivo do estudo foi analisar o efeito de dois adubos verdes de leguminosas: crotalária (101 *Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), e de três gramíneas: milheto (102 *Pennisetum glaucum*), capim Sorgo, (*Sorghum bicolor*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) (103 nos atributos físicos e biológicos do solo.

104 MATERIAL E MÉTODOS

105 Área de Estudo

106 O estudo foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade (107 Federal do Maranhão no município de Chapadinha. Localizada aos: 03° 44' 27" de latitude sul (108 43° 18' 44" de longitude oeste, com altitude média de 105 metros. De acordo com a classificação (109 climática internacional de Köppen o clima da região é do tipo Aw compreendendo o (110 clima equatorial com temperatura média de 27,0 °C e precipitação anual aproximada de 1700 (111 mm (Selbach & Leite, 2008) o solo foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distro- (112 coeso típico (Santos et al., 2018). Relevo plano textura média/argilosa, formado por sedimen- (113 tos areno-argilosos do grupo Barreiras, característico da unidade geomorfológica Tabuleiros (114 Costeiros (Jacomine et al., 1975).

115 Na instalação do experimento em dezembro de 2017 foi realizada a calagem de acordo (116 com a análise química de solo pelo método da saturação por bases elevando-se o valor V a (117 70%. A análise química do solo apresentou as seguintes características na cama- (118 da arável (0-20 cm); pH em H₂O 4,2; 3 mg/dm³ de P; 0,8 cmolc/dm³ de Ca⁺²⁺; 0,7 cmolc/dm³ (119 de Mg⁺²⁺; 4,1 cmolc/dm³ de H + AL e 21 g/dm³ de matéria orgânica. O pH foi determinado (120 em solução padrão de CaCl₂, e P determinado pelo método da resina trocadora de ânions (121 (RTA).

122 De acordo com a Tabela 1 as espécies que foram utilizadas no experimento foram es- (123 colhidas por apresentarem características desejáveis como plantas de cobertura, pelo rápido (124 crescimento inicial, pela capacidade de produção de biomassa formando uma cobertura rápida (125 da área de cultivo, além de algumas delas serem leguminosas e capazes de realizar o processo (126 de fixação biológica de nitrogênio (FBN).

127 **Tabela 1** – Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Nome vulgar	Nome Científico	Sementes (kg. ha ⁻¹)
T1	Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	35
T2	Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	100
T3	Braquiária	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	19
T4	Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	19
T5	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	9

128 O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições. A parcela
129 experimental possuiu uma área de 16,0 m² (4 x 4 m) e a área útil utilizada para as análises 676
130 m² (26 x 26 m), a semeadura dos adubos verdes para leguminosas foi feita em cova a 0-5 cm
131 de profundidade com espaçamento de 0,25 cm para Crotalária e 0,50 para Feijão-de-Porco
132 entre plantas e 0,50 cm entre linhas e a semeadura das espécies de gramíneas foram feitas a
133 lanço.

134 **Decomposição da Palhada**

135 A produção de biomassa da parte aérea dos adubos verdes foi avaliada em dois está-
136 dios de cultivo, o primeiro aos 60 dias após o plantio (DAP) e o segundo aos 125 DAP. Para a
137 avaliação da porcentagem de decomposição da palhada foi utilizada a metodologia proposta
138 por (Anderson & Ingram 1996). Todos os adubos verdes foram cortados e deixados sobre o
139 solo quando a crotalária atingiu 50 % das flores abertas, após o corte das plantas de cobertura,
140 os resíduos vegetais foram colocados em bolsas confeccionadas com tela de polivinila (litter-
141 bags). Modificações no tamanho e abertura de malha do litterbag foram realizadas, o tamanho
142 (25 x 25 cm) foi reduzido em virtude da área das parcelas e a abertura da malha foi aumentada
143 porque a de 5 mm permite inclusão da macrofauna do solo ($\phi > 2$ mm) e conseqüente coloni-
144 zação da palhada por microrganismos e diversos organismos da fauna edáfica, sendo utiliza-
145 das duas bolsas por parcela.

146 A quantidade de palhada utilizada nos litterbags foi variável em função da quantidade
147 de palha por hectare de cada adubo verde, sendo assim calculada a proporção para cada litter-
148 bags. Os litterbags foram distribuídos na superfície do solo e fixados com auxílio de grampos
149 de ferro. Os litterbags com resíduos vegetais foram coletados nos tempos 5, 10 e 15 dias sen-
150 do separados de partículas de terra, determinando a massa seca do material vegetal mediante
151 secagem em estufa de circulação forçada de ar antes e após 72 horas em temperatura a 65°C;

152 **Composição da Fauna**

153 A fauna edáfica envolvida no processo de decomposição da palhada foi avaliada pela
154 metodologia (pitfael traps) utilizando as armadilhas de queda (Moldenke, 1994) na fase de
155 desenvolvimento das plantas de cobertura do experimento.

156 Foram instaladas armadilhas que foram constituídas de um recipiente plástico cilíndri-
157 co com 80 mL de formol a 4 % como solução conservante, com 7 cm de diâmetro e 11 cm de
158 altura e cuja borda foi mantida em nível com o solo. As armadilhas permaneceram nas parce-
159 las por sete dias e para que não ocorresse o transbordamento da solução de formol provenien-
160 te da precipitação pluviométrica foi colocada uma cobertura em papel alumínio elevada a cer-
161 ca de 10 cm da armadilha. A fauna do solo foi avaliada sob lupa binocular em nível de ordem,

162 classe ou família de acordo com (Dindal, (1990) e (Gallo et al., (2002). Na análise dos dados
163 da fauna epígea do solo foram calculados com base em (Odum, (1983).

164 **Cobertura do Solo**

165 A cobertura do solo foi avaliada pela metodologia do número de interseções proposta
166 por (Alvarenga, 1993). Um quadrado de madeira (1,0 x 1,0 m) com uma rede de barbantes
167 (0,1 x 0,1 m) foi arremessado aleatoriamente na parcela experimental. A seguir, foram conta-
168 dos os quadrados que possuíam vegetação, cujo número total multiplicado pela área de cada
169 quadrado dará a área coberta por vegetação. Como a grade proposta tinha 100 pontos, o nú-
170 mero de pontos foi diretamente a porcentagem de cobertura.

171 **Plantas Espontâneas**

172 Na avaliação da vegetação espontânea de cada parcela foi utilizado um quadrado de
173 madeira com 0,625 cm² (0,25 x 0,25 m) na área central da parcela. Os indivíduos foram con-
174 tabilizados por espécie, sendo quantificada a massa de matéria seca, que foi colocada em estu-
175 fa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Na identificação das plantas espontâneas
176 foram utilizados os manuais de (Pott et al., 2006) e (Lorenzi, 2006).

177 **Umidade Gravimétrica**

178 A amostragem para avaliação da umidade gravimétrica do solo foi realizada nas pro-
179 fundidades de 0-20 e 20-40 cm seguindo a metodologia proposta por (Camargo et al., (1986).
180 Foram coletadas três amostras simples por parcela para a obtenção da amostra composta na
181 análise da umidade gravimétrica do solo foram pesados 20 gramas de terra em cadinho de
182 alumínio e colocados em estufa por 24 horas em temperatura de 105°C. As amostras foram
183 retiradas da estufa, colocadas em dessecador até esfriar para posterior pesagem.

184 **Resistência do solo à penetração**

185 Para medir a resistência do solo a penetração foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo
186 Planalsucar (Stolf et al., 1983). As avaliações foram realizadas com o solo na umidade próxi-
187 ma à da capacidade de campo até a profundidade 45 cm. Para calcular a resistência do solo à
188 penetração foi utilizado o procedimento descrito por (Stolf, (1991).

189 **Análises Estatísticas**

190 Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o programa ASSIS-
191 TAT® (Silva et al., (2006) para avaliar a homogeneidade de variância e normalidade dos da-
192 dos. Foi utilizado o programa SISVAR por meio de análise de variância (ANOVA) utilizando
193 o teste F (Ferreira, (2014). As médias significativas foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5
194 % de probabilidade.

195 A análise multivariada foi realizada utilizando programa CANOCO® (Ter Braak & Smi-
 196 lauer, 2002). Foi realizada a análise de Correspondência Retificada (DCA) para verificar o
 197 comprimento do gradiente existente para posteriormente discernir entre a Análise de Compo-
 198 nente Principal (PCA) e a Análise de Correspondência (CA). Utilizou e o teste t para correla-
 199 ção a 5 % de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT (Silva et al., 2006).

200 RESULTADOS E DISCUSSÃO

201 Os dados de resistência do solo à penetração foram avaliados e estão apresentados na
 202 Tabela 2. Na profundidade de 0-10 cm, o tratamento com Feijão-de-Porco obteve maior valor,
 203 diferenciando da Brachiaria e do Milheto. No tratamento com Feijão-de-Porco, o espaçamento
 204 utilizado entre linhas foi de 0,50 m e 0,25 m entre plantas acarretando uma evaporação da
 205 água do solo maior até o estabelecimento da cultura em questão. Na avaliação realizada na
 206 profundidade de 10-20 cm, ocorreu diferença significativa da Crotalaria, Brachiaria e Milheto
 207 para o Feijão-de-Porco. Nesta profundidade a Crotalaria também mostrou diferença significa-
 208 tiva para o Feijão-de-Porco. O Sorgo apresenta uma semelhança aos maiores e menores valo-
 209 res, indicando uma resistência intermediária.

210 Nas profundidades de 20-30 cm e de 30-40 cm, não houve diferença estatística, indi-
 211 cando que nas profundidades subsuperficiais estava mais homogênea em relação ao conteúdo
 212 de água e o menor volume de solo explorado pelas raízes. Os valores do coeficiente de varia-
 213 ção nas profundidades avaliadas variaram de 34,48% na profundidade de 10-20 cm a 50,04%
 214 na profundidade de 0-10 cm.

215 **Tabela 2** - Resistência do solo à penetração, altura de plantas e avaliação qualitativa da área
 216 de estudo. Chapadinha, MA.

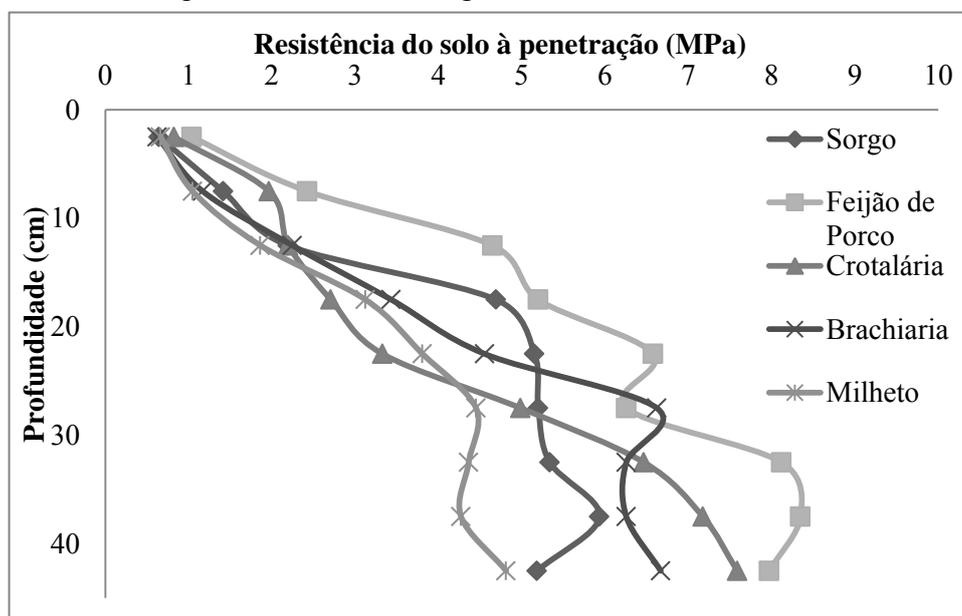
Atributos	Sorgo	Feijão de Porco	Crotalaria	Brachiaria	Milheto	CV %
RSP (0-10 cm)	1,02 ab	1,73 b	1,40 ab	0,90 a	0,84 a	50,04
RSP (10-20 cm)	3,44 ab	4,93 b	2,45 a	2,84 a	2,40 a	34,48
RSP (20-30 cm)	5,17 a	6,42 a	4,16 a	5,59 a	3,76 a	46,68
RSP (30-40 cm)	5,64 a	8,23 a	6,82 a	6,26 a	3,83 a	42,06
RSP (média)	3,82 a	5,32 a	3,71 a	3,89 a	2,71 a	35,82

217 Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa pelo Teste
 218 t (LSD) a 5 % de significância. CV: Coeficiente de variação.

219 O gráfico de resistência do solo à penetração está apresentado na Figura 1. Observou-
 220 se em todos os tratamentos o aumento da resistência do solo à penetração com o aumento da
 221 profundidade, ou seja, quando o teor da umidade do solo diminui a resistência do solo à pene-
 222 tração aumenta. Essa alteração no teor de umidade do solo causa uma alteração nas forças de
 223 coesão e adesão no solo. No Milheto, Brachiaria e Sorgo houve um aumento da resistência até

224 a profundidade de 20-30 cm e, apesar do valor de 30-40 cm ter sido maior, o valor é quase
225 uma constante. No Feijão-de-Porco, na Crotalaria e nos dados médios os valores aumentam
226 consideravelmente de uma profundidade para a outra.

227 **Figura 1-** Perfil proveniente d médias do solo à penetração na cultura do Sorgo, Feijão de
228 Porco, Crotalária, Braquiária e Milheto, Chapadinha/MA.



229 Na profundidade de 10-20 indica que quanto mais se aprofundava o penetrômetro de
230 impacto tinha um aumento à resistência a penetração do solo.

231 A compactação do solo afeta não somente as propriedades físicas fazendo com que o
232 arranjo estrutural das partículas constituintes do solo sofra alterações, como no crescimento e
233 produtividade da cultura, sendo consequências diretas de um manejo inadequado, (Canillas e
234 Salokhe, (2002) apontam a compactação dos solos como sendo um dos principais causadores
235 da degradação dos solos agrícolas. A resistência do solo à penetração aumenta com a compac-
236 tação do solo, sendo restritiva ao crescimento radicular acima de certos valores que variam de
237 1,5 a 3,0 MPa, conforme (Grant & Lanfond, (1993); e de 2,0 a 4,0 MPa.

238 Na avaliação do uso da cobertura do solo amostrada com quadrados de 1m² percebe-se
239 que na primeira avaliação não houve diferença significativa entre os adubos verdes devido a
240 grande quantidade de palhada no solo proveniente do material vegetal aportado no solo. Na
241 Tabela 3 observou-se que houve uma diferença entre o feijão de porco e a Crotalária, Brachia-
242 ria e Milheto, indicando que no feijão de porco a decomposição foi mais rápida e solo ficou
243 descoberto em menor tempo. Essa diferença foi causada pela menor relação C/N do feijão de
244 porco ser menor favorecendo o desenvolvimento da biota do solo para realizar a decomposi-
245 ção do material.

246 De acordo com a literatura, resíduos de espécies de gramíneas em virtude da sua baixa
247 taxa de decomposição se encontram em melhores condições para a proteção do solo. Deste

248 modo, a partir do consórcio entre leguminosas e gramíneas, pode determinar a combinação de
 249 resíduos com características favoráveis, não só à proteção do solo (Bortolini et al., 2000). A
 250 quantidade de material aportado no solo com maior tempo com vegetação morta, reduz a inci-
 251 dência solar direta e a erosão do solo, as gramíneas obtiveram maior produção de fitomassa
 252 proporcionando assim uma melhor cobertura vegetal. O coeficiente de variação da segunda
 253 cobertura do solo foi maior devido a maior heterogeneidade no processo de decomposição.

254 Na avaliação da umidade gravimétrica do solo, não houve diferença significativa entre
 255 os tratamentos em ambas as profundidades avaliadas, onde, a umidade gravimétrica exerce
 256 funções importantes no desenvolvimento das plantas e nos processos presente no solo.

257 Na avaliação realizada nas espécies de plantas daninhas, o Milheto e a Brachiária obti-
 258 veram uma menor população de plantas invasoras, pela ocorrência de maior adensamento das
 259 plantas nas parcelas experimentais, evitando, assim uma competitividade entre a cultura culti-
 260 vada e espécies de plantas daninhas por água, luz e nutrientes.

261 **Tabela 3** – Cobertura do solo em duas épocas avaliadas, umidade gravimétrica em duas pro-
 262 fundidades avaliadas e espécies de plantas daninhas na área experimental da área de estudo.

Atributos	Sorgo	Feijão de Porco	Crotalaria	Brachiaria	Milheto	CV %
Cobertura 1	96,00 a	79,40 a	80,80 a	97,40 a	98,25 a	17,87
Cobertura 2	71,80 ab	49,40 b	79,20 a	83,80 a	86,25 a	23,99
Umidade 0-20 cm	8,94 a	8,87 a	9,25 a	9,70 a	10,42 a	27,72
Umidade 20-40 cm	8,45 a	9,32 a	8,97 a	9,04 a	10,24 a	22,00
Plantas daninhas	1,60 a	1,80 a	1,20 ab	0,60 bc	0,00 c	45,45

263 Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa pelo Teste
 264 t (LSD) a 5 % de significância. CV: Coeficiente de variação.

265 Na avaliação do número de indivíduos por armadilha por dia na Tabela 4, não houve
 266 diferença significativa da fauna edáfica entre os tratamentos. Houve uma variação de 6,32
 267 ind/arm/dia, no Milheto para 10,46 ind/arm/dia, no Sorgo. O Feijão de Porco obteve o menor
 268 valor de erro padrão, evidenciando uma menor diferença na diversidade da fauna entre os in-
 269 divíduos coletados.

270 **Tabela 4** – Parâmetros da comunidade da fauna do solo. Chapadinha, MA.

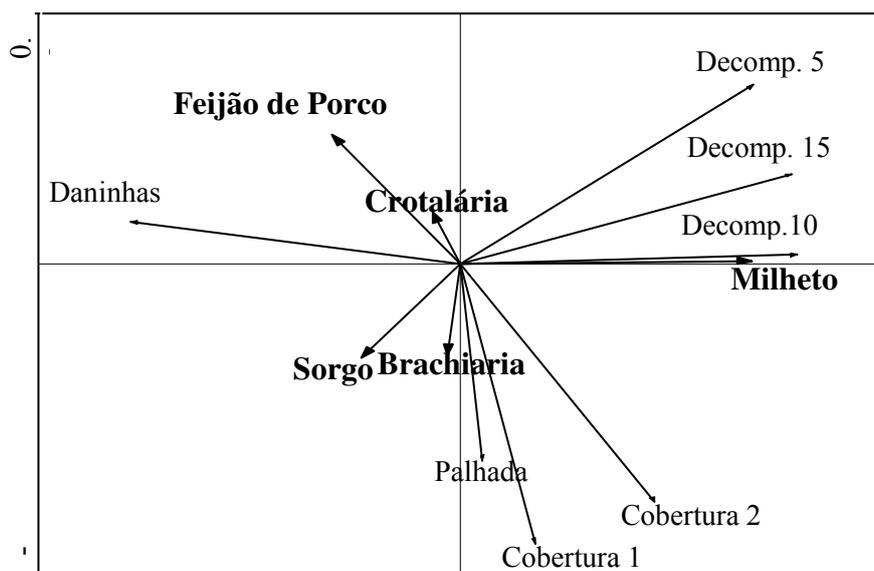
	Ind.arm ⁻¹ . dia ⁻¹	Erro Padrão	Shannon	Riqueza Total	Riqueza Média	Pielou
Sorgo	10,46 a	2,36	1,27	14	8,00 a	0,33
Feijão de Porco	9,57 a	1,42	2,26	15	9,40 a	0,58
Crotalaria	10,23 a	2,01	2,57	16	9,60 a	0,64
Brachiaria	6,54 a	1,51	2,42	17	8,80 a	0,59
Milheto	6,32 a	1,51	2,76	15	10,00 a	0,71

271 Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa pelo Teste
 272 t (LSD) a 5 % de significância. CV: Coeficiente de variação.

273 De acordo com o índice de diversidade de Shannon, o sorgo possuiu o menor valor
274 devido o predomínio do Collembola e Entomobryomorpha na diversidade da fauna do solo. O
275 Milheto foi o tratamento que obteve o maior índice de diversidade pela distribuição mais ho-
276 mogênea dos indivíduos. Em diversos trabalhos (Lavelle et al., 2006; Baretta et al., (2007)
277 relatou que, entre outros fatores, a temperatura é determinante para a fauna do solo e influen-
278 cia em sua dinâmica populacional.

279 Uma maior diversidade da fauna presente no solo é considerada como um bom indi-
280 cador da qualidade do solo onde suas atividades, escavação, formação de galerias para o
281 transporte de material mineral e orgânico, que influenciam na agregação do solo. A fauna do
282 solo pode influenciar os processos do solo por meio de duas vias principais: diretamente, pela
283 modificação física da serapilheira e do ambiente do solo, e indiretamente, pelas interações
284 com a comunidade microbiana (González et al., (2001).

285 Na análise de componentes principais as plantas daninhas, das coberturas 1 e 2 e a de-
286 composição nos tempos 5, 10, 15 apresentada na Figura 2 percebe-se que apenas o Milheto
287 estava do lado direito do Eixo I mostrando-se total diferença para os demais tratamentos.

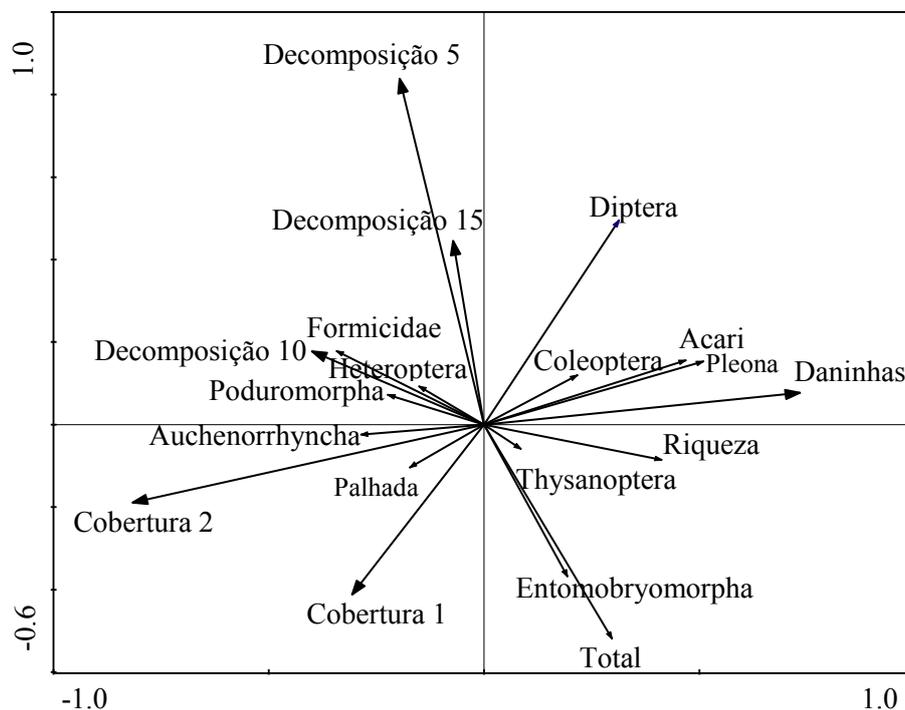


288 **Figura 2** – Análise de componentes principais das plantas daninhas, das coberturas do solo,
289 da decomposição e da palhada. Chapadinha, MA.

290 O sorgo e a Brachiaria estavam associados enquanto que a Crotalária estava associada
291 ao Feijão-de-Porco. A palhada e ambas as avaliações da cobertura do solo estavam associadas
292 ao sorgo e a Brachiaria e a decomposição de 5, 15 e 10 ao Milheto e o Feijão-de-Porco e a
293 Crotalária estavam associadas as plantas daninhas e a decomposição aos 5 dias.

294 Na análise de redundância canônica apresentada na Figura 3 as plantas daninhas esta-
295 vam inversamente proporcionais as coberturas do solo, nos locais com maior cobertura do

296 solo os valores de plantas daninhas foram menores. Os grupos Heteroptera, Poduromorpha e
 297 Diptera estavam associados a decomposição da palhada.



298 **Figura 3** – Análise de redundância canônica das variáveis da fauna do solo e das variáveis biológicas. Chapadinha, MA.

300 As plantas de cobertura Milheto, Braquiária e Crotalária favoreceram maior proteção
 301 ao solo reduziram as populações de plantas daninhas e quanto maiores quantidades de espécies
 302 de plantas daninhas maior era a quantidade da fauna presentes, maior era a quantidade de
 303 ácaros e aranhas na área. O Milheto foi o único tratamento que não apareceu nenhuma espécie
 304 de plantas daninhas, Sorgo e o Feijão-de-Porco foram os tratamentos com as maiores quantidades
 305 de espécies, as plantas daninhas estavam inversamente proporcionais as coberturas do
 306 solo. Os ácaros presentes na área são saprófagos, ou seja, realizam o processo de decomposição
 307 e as aranhas atuam como predadoras indicando a cadeia trófica no solo.

308 A cobertura morta na superfície do solo também impede uma perda da diversidade da
 309 fauna edáfica, que depende do uso e manejo do solo onde pode sofrer modificações e alterar
 310 seu processo de decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos vegetais.

311 CONCLUSÕES

312 Os valores da resistência do solo à penetração foram inversamente proporcionais aos
 313 valores de umidade do solo.

314 Os grupos da fauna do solo associados ao Feijão-de-Porco são diferentes dos demais,
315 os grupos taxonômicos mais frequentes foram: Collembola Entomobryomorpha e Diptera em
316 todos os tratamentos, o Sorgo obteve o menor índice de diversidade da fauna edáfica e o Mi-
317 lheto o maior.

318 O Sorgo, Feijão-de-Porco e Crotalaria foram os tratamentos com a maior quantidade
319 de espécies de plantas daninhas devido a densidade de plantas.

320 A decomposição do Feijão de Porco é mais rápida que os demais adubos verdes, por
321 apresentar menores valores de relação C/N.

322 REFERÊNCIAS

323 ALVARENGA, R. C. (2014). Potencialidades de adubos verdes para conservação e recupera-
324 ção de solos. *Viçosa, MG* 112.

325 ANDERSON, J. N. & INGRAM, J. S. I. (1996) Tropical soil biology and fertility: A hand-
326 book of methods. *Wallingford, CAB International*, 171p.

327 BARETTA, D.; BROWN, G.G.; JAMES, S.W.; CARDOSO, E.J.B.N. (2007) Earthworm
328 populations sampled using collection methods in Atlantic forests with angustifolia. *Agricola*,
329 *Araucaria Scientia*. 384-392.

330 BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – DNPA/DPP. Levantamento Explorató-
331 rio/reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 1972. 2v. (DNPEA. Boletim
332 Técnico 26; SUDENE-DRN. Série Pedologia, 14)

333 BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F.; DILY, L. (2000). Propriedades
334 físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. *Ciência Rural, Santa*
335 *Maria*, p. 91-95.

336 BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. (2005) Conservação do solo. 5. ed. *São Paulo: Ícone*, 355.

337 BODDEY, R.M.; SÁ, J.C.D.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. (1997) The contribution of
338 biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. *Soil Biology*
339 *and Biochemistry*, 787-799.

340 BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. (2000) Sistemas consorciados de aveia
341 preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em suces-
342 são. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 897-903.

343 BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. (2000) Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia
344 preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de
345 plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, 449-457.

346 CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. (1986) Mé-
347 todos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campi-
348 nas. (*Boletim Técnico n.º 106*), 94.

349 CANILLAS, E. C.; SALOKHE, V. M. (2002) A decision support system for compaction as-
350 sessment in agricultural soils. *Soil Tillage Research*, 221-230.

351 CORRÊA, J. C. (2002) Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um La-
352 tossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília,
353 203-209.

354 DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; CORRÊA, M.E.F.; RODRIGUES, K.M.; FRANCO, A.A. (2017)
355 Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de cv. Brachiaria
356 brizantha Marandu. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38-44, 2017.

357 DINDAL, D. L. (1990) Soil biology guide. *New York: Wiley*, 1348.

358 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1977). Servi-
359 ço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento exploratório reconhe-
360 cimento de solos da margem direita do rio São Francisco; Estado da Bahia. Recife, (*Boletim*
361 *Técnico*, 52) 1977. 737.

362 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1978). Servi-
363 ço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento exploratório reconhe-
364 cimento de solos do Espírito Santo. *Boletim técnico*, 52.

365 ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. (2006) Decomposição e libera-
366 ção de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananei-
367 ras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.321-328.

368 FERREIRA, Daniel Furtado. (2014) Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple
369 comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 109-112.

370 GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.;
371 BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.;
372 MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. (2002) Entomologia agrícola. *FEALQ*, 920.

373 GATIBONI, L.C.; COIMBRA, J.L.M.; DENARDIN, R.B.N.; WILDNER, L.P. (2011) Mi-
374 crobrial biomass and soil fauna during the decomposition of cover crops in no-tillage system.
375 *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1151-1157.

376 GONZÁLEZ, G.; LEY, R. E.; SCHMIDT, S. K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T. R. (2001) Soil
377 ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. *Oecologia*, 549-
378 556.

379 GRANT, C.A. & LAFOND, G.P. (1993) The effects of tillage systems and crop sequences on
380 soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. *Can. J.*
381 *Soil Science.*, 223-232.

382 JACOMINE, P. K., CAVALCANTI, A. C., PESSÔA, S. C. P., SILVEIRA, C. O. (1976) Le-
383 vantamento exploratório reconhecimento de solos do estado do Maranhão: *Boletim Técnico*,
384 35.

385 JACOMINE, P.K.T. (1996). Distribuição geográfica, características e classificação dos solos
386 coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS
387 TABULEIROS COSTEIROS, *Anais. Aracaju, Embrapa, CPATC; CNPMF; IGUFBA*, 13- 26.

388 LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.;
389 MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J.P. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services.
390 *European Journal of Soil Biology*, 3-15.

391 LEITE, L. F. C; MENDONÇA, E. S., MACHADO, P. L. O. A., MATOS, E. S. (2003). Total
392 C and N storage and organic C pools of a RedYellow Podzolic under conventional and no
393 tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. *Australian Journal Soil Research*,
394 (41), 717-730.

395 LIMA, C.L.R. (2004). Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um po-
396 mar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada. 70. *Tese (Doutorado em Agronomia)*.

397 LORENZI H. (2006)]. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto
398 e convencional. 6^o Ed. *Plantarum*, 269.

399 LUZ, R.A.; FONTES, L.S.; CARDOSO, S.R.S.; LIMA, E.F.B. (2013) Diversity of the Ar-
400 thropod edaphic fauna in preserved and managed with pasture areas in Teresina-Piauí-Brazil.
401 *Brazil Journal Biology*, 483-489.

402 MOLDENKE, A. R. Arthropods. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.;
403 BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (1994) Methods of soil anal-
404 ysis: microbiological and biochemical properties. *Madison: SSSA, Part 2*. 517-542.

405 ODUM, E. P. (1983). Ecologia. Rio de Janeiro: *Guanabara*, 434.

406 PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. (2004)
407 Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos
408 verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35-40.

409 POTT, A.; POTT, V. J.; SOUZA, T. W. (2006) Plantas daninhas de pastagem na região dos
410 cerrados. *Boletim Técnico EMBRAPA Gado de Corte*, 2006. 336.

411 RAO, R. B.; LI, Y. C. (2003). Nitrogen mineralization of cover crop residues in calcareous
412 gravelly soils. *Commun. Soil Science Plant Analytica*, (34).299-313.

413 SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. (2008). Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no
414 mundo, pés na região. *EDUFMA*, 216.

415 SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A (2006). New Version of The Assisat-Statistical
416 Assistance Software: *Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological En-*
417 *gineers*. 393-396.

418 SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. (2007).
419 Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo.
420 *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 865-871.

421 SILVA A G, GOÇALVES MAM, REIS E F. (2013) Decomposição e teor de nutrientes da
422 serapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado e do Espírito San-
423 to. *Ecologia Nutrição Florestal*; 1(2): 63-71. [http://dx.doi.org/10.13086/2316-](http://dx.doi.org/10.13086/2316-980x.v01n02a02)
424 [980x.v01n02a02](http://dx.doi.org/10.13086/2316-980x.v01n02a02)

425 STEENWERTH, K.; BELINA, K. M. (2008). Cover crops enhance soil organic matter, car-
426 bon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Eco-*
427 *logy*, (40), 359-369.

428 STOLF, R. (1983). Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto, modelo
429 IAA/Planalsucar - *Série Penetrômetro de Impacto – Boletim*, 1, 8p.

430 STOLF, R. (1991) Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação de dados de pe-
431 netrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 229-35.

432 TER BRAAK, C. J. F.; P. SMILAUER. (2002). CANOCO Reference manual and CanoDraw
433 for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination. *Ithaca, Micro-*
434 *computer Power*, 50.

