

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E MECÂNICO EM LATOSSOLO AMARELO
DISTROCOESO SOB CULTIVO DE CACAU NO RECÔNCAVO
BAIANO**

RODRIGO ALMEIDA SANTANA

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
JULHO – 2019**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E MECÂNICO EM LATOSSOLO AMARELO
DISTROCOESO SOB CULTIVO DE CACAU NO RECÔNCAVO
BAIANO**

RODRIGO ALMEIDA SANTANA

“Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Orientador: Francisco Adriano de Carvalho Pereira


Coorientadora: Gerlange Soares da Silva

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO – 2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO DE RODRIGO ALMEIDA SANTANA**



Prof. Dr. Francisco Adriano de Carvalho Pereira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)



MSc. Gerlange Soares da Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



MSc. Lucas dos Santos Batista
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO - 2019

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	03
3 MATERIAL E MÉTODOS	04
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	07
5 CONCLUSÕES	11
6 REFERÊNCIAS	12

ATRIBUTOS FÍSICOS E MECÂNICO EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO SOB CULTIVO DE CACAU NO RECÔNCAVO BAIANO

RESUMO¹

Os solos dos Tabuleiros Costeiros cultivados com a cultura do cacau durante longo período de tempo podem apresentar alterações nos atributos físicos e mecânicos do solo influenciando na sua qualidade. Por isso, estudos sobre estes atributos são indicativos imprescindíveis em tomadas de decisão em relação ao manejo a ser empregado. Objetivou-se com este estudo avaliar os atributos físicos e mecânico em Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com cacau no Recôncavo Baiano. Coletou-se amostras deformadas e indeformadas nas profundidades de 0-0,15; 0,15-0,30 e 0,30-0,45m, em 50 pontos dispostos em malha regular de 8 x 8m, em área de 0,5 ha cultivada com cacau. Após análise descritiva verificou-se que a densidade do solo (Ds) foi maior na profundidade de 0-0,15m, tendo redução gradativa nas demais profundidades avaliadas. A porosidade total (PT) teve maiores valores na camada de 0,30-0,45 m, ao passo que reduziu a profundidade houve decréscimo dos valores deste atributo. Para a resistência do solo à penetração foi encontrado comportamento semelhante à porosidade total. Os atributos físicos e mecânico apresentaram os seguintes comportamentos: a densidade do solo, bem como a resistência do solo à penetração de raízes reduziu à medida que aumentou a profundidade do solo, enquanto para a microporosidade, macroporodidade e porosidade total houve aumento diretamente proporcional à profundidade.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação do solo, Qualidade do solo, *Theobroma cacao*.

¹ Artigo formatado de acordo com as normas da Revista de Engenharia Agrícola

24 **ATRIBUTOS FÍSICOS E MECÂNICO EM LATOSSOLO AMARELO**
25 **DISTROCOESO SOB CULTIVO DE CACAU NO RECÔNCAVO BAIANO**

26
27 **ABSTRACT**

28
29 Soils of the Coastal Trays cultivated with the cacao crop for a long period of time
30 can present changes in the physical and mechanical attributes of the soil influencing its
31 quality. Therefore, studies on these attributes are essential indicative in decision-making
32 regarding the management to be employed. The objective of this study was to evaluate the
33 physical and mechanical attributes in Yellow Latosol Distrocoeso cultivated with cacao in
34 the Recôncavo Baiano. Deformed and undeformed samples were collected at depths of 0-
35 0.15; 0.15-0.30 and 0.30-0.45 m, in 50 points arranged in a regular mesh of 8 x 8 m, in an
36 area of 0.5 ha cultivated with cacao. After the descriptive analysis it was verified that the
37 soil density (Sd) was higher in the depth of 0-0.15m, with a gradual reduction in the other
38 depths evaluated. The total porosity (TP) had higher values in the layer of 0.30-0.45 m,
39 while the depth decreased the values of this attribute. For soil resistance to penetration,
40 behavior similar to total porosity was found. The physical and mechanical attributes
41 presented the following behaviors: soil density as well as soil resistance to root penetration
42 reduced as soil depth increased, while for microporosity, macroporosity and total porosity
43 there was increase directly proportional to depth.

44 **KEYWORDS:** Soil compaction, Soil quality, *Theobroma cacao*.

45 **INTRODUÇÃO**

46 A cultura do cacau (*Theobroma cacao*) vem se expandindo no Estado da Bahia
47 atingindo novas zonas de ocupação como as regiões do Recôncavo e do Semiárido
48 (Piasentin; Saito, 2014), ambas consideradas um escape aos problemas fitossanitários
49 que por anos atingiram os cultivos na região sul da Bahia,

50 O Recôncavo da Bahia está inserido na unidade geoambiental dos Tabuleiros
51 Costeiros que, além de apresentar regime pluviométrico diferente ao da região do baixo
52 sul, há predominância dos Latossolos caracterizado pela baixa fertilidade natural e uma
53 camada adensada próxima à superfície que se forma naturalmente e/ou com a ação
54 antrópica (Dantas et al., 2014).

55 Com isso, grande parcela das áreas cultivadas com cacau na Bahia é de
56 Tabuleiros Costeiros com investimentos em tecnologias no manejo da irrigação, materiais
57 de propagação melhorados, aplicação de fertilizantes químicos e pesticidas (Piasentin;
58 Saito, 2014). Tais tecnologias juntamente com o manejo adequado do solo são fortes
59 aliados para garantirem a produção satisfatória das culturas, sendo necessário a busca
60 por informações sobre os impactos que as culturas e, principalmente, a forma como o solo
61 vem sendo manejado causam na sua qualidade física.

62 O solo em sua essência já apresenta heterogeneidade em seus atributos,
63 principalmente devido aos fatores envolvidos em sua formação (Gonçalves et al., 2001)
64 apresentando influência das ações antrópicas por meio do manejo executado (Carvalho et
65 al., 2002).

66 Dessa forma, os atributos físicos do solo podem influenciar de forma direta na
67 adoção do manejo a ser utilizado em uma determinada área. E dentre eles destacam-se:
68 a porosidade, a densidade, textura e a resistência do solo à penetração de raízes, que
69 indicam o grau de compactação do solo (Roque et al., 2008; Colet et al., 2009; Ferrari et

70 al., 2018). Portanto, o grau de compactação terá influência negativa sobre o crescimento
71 das plantas por afetar o desenvolvimento do sistema radicular (Monteiro et al., 2017).

72 A porosidade do solo está intimamente relacionada ao armazenamento e movimento
73 de água, solutos e do próprio ar (Mion et al., 2012). Já a densidade do solo é destacada
74 por Lima et al. (2015) ao ressaltar sobre sua importância na avaliação da compactação do
75 solo e, conseqüentemente, na interferência do crescimento vegetal. Adicionalmente, a
76 resistência do solo à penetração é um dos atributos mecânicos do solo mais utilizado na
77 avaliação da compactação do solo, em que o seu aumento pode influenciar diretamente
78 no crescimento das raízes, parte área das plantas e, conseqüentemente, no
79 desenvolvimento da cultura (Ferrari et al., 2018; Arcoverde et al., 2019).

80 Diante do exposto objetivou-se com este estudo avaliar os atributos físicos e
81 mecânico em Latossolo Amarelo distrocoeso cultivado com cacau no Recôncavo Baiano.

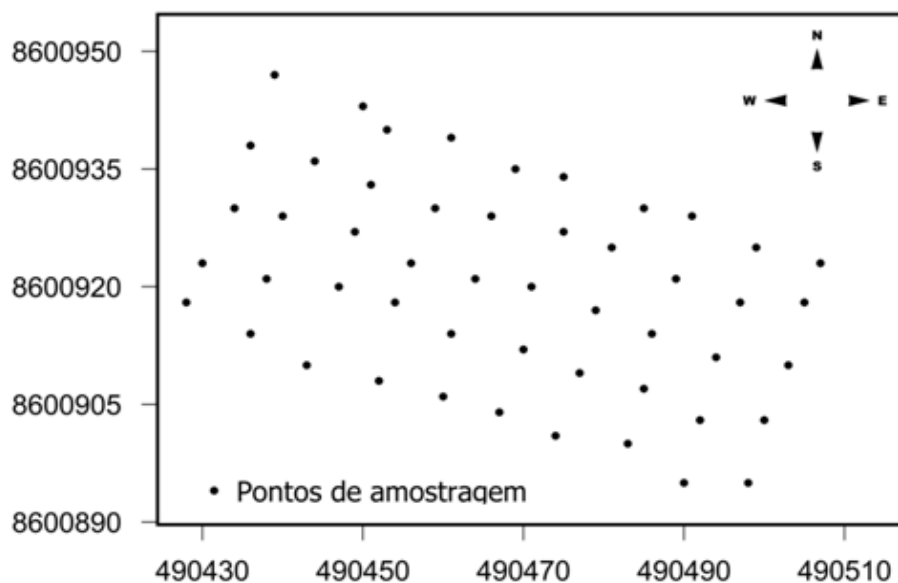
82

83 **MATERIAL E MÉTODOS**

84 O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal do
85 Recôncavo da Bahia (UFRB), de aproximadamente 0,5 hectares, no município de Cruz
86 das Almas, com coordenadas de 12°39'21.46" latitude Sul e 39°5'16.30" de longitude
87 Oeste, e altitude de aproximadamente 216 metros, situada na região dos Tabuleiros
88 Costeiros. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger o município apresenta clima
89 tropical quente e úmido (Kottek et al., 2006), com temperatura média anual de 24,5 °C,
90 pluviosidade média de 1.170 mm e umidade relativa do ar em torno de 80% (Guimarães
91 et al., 2016).

92 O solo da área é um Latossolo Amarelo distrocoeso, de textura franco arenosa,
93 classificado de acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA
94 2013), correspondente a um Typic Haplustox (SOIL SURVEY STAFF, 2014).

95 A amostragem do solo para avaliação dos atributos físicos e mecânico ocorreu em
96 toda extensão da área cultivada com a cultura do cacau, em 50 pontos distintos, com
97 espaçamento de 8,0 m entre os pontos (Figura 1), georreferenciados com GPS GARMIN
98 em coordenadas UTM, Datum Horizontal WGS 84, Zona 22 Sul. Coletou-se 150 amostras
99 indeformadas nas profundidades de 0,0-0,15 m; 0,15-0,30 m e 0,30-0,45 m com auxílio de
100 anéis volumétricos de 98 cm³.



101

102 FIGURA 1. Distribuição dos pontos de amostragem na área de estudo.

103 As análises para a determinação dos atributos físicos: densidade do solo (Ds),
104 macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) textura e, mecânico:
105 resistência do solo a penetração (RSP) foram realizadas de acordo com metodologias
106 descritas pela Embrapa (2017).

107 Para a distribuição de poros por tamanhos utilizou-se a mesa de tensão a 60 cm de
108 altura de coluna de água. O volume de Ma foi calculado pela diferença entre as massas
109 aferidas das amostras saturadas e submetidas à tensão de 60 cm de coluna de água em
110 relação ao volume de solo; a Mi foi obtida pela diferença entre as massas aferidas das
111 amostras após a tensão de 60 cm de coluna de água e as amostras seca a 105°C; a Pt é
112 resultante da soma da Ma e Mi; e a Ds foi calculada pela diferença entre as massas das
113 amostras após a secagem a 105°C e o volume de solo contido no anel.

114 As frações granulométricas foram determinadas por meio de dispersão mecânica,
115 realizada por agitador mecânico em solução dispersante, sendo feita separação por meio
116 de peneiramento e sedimentação, seguido de pesagem após secagem em estufa a
117 105°C. Para RSP utilizou-se penetrômetro eletrônico de bancada, com velocidade de 1
118 cm min⁻¹, cujos dados foram armazenados em computador conectado ao equipamento.

119 Realizou-se análises descritivas dos dados obtendo valores de máximo, mínimo,
120 média, mediana, desvio padrão, coeficientes de assimetria, curtose e coeficiente de
121 variação. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-
122 Smirnov (KS) a 5% de probabilidade. Para tais análises utilizou-se o programa *SPSS*
123 *Statistics 23.0* (2012).

124 A variabilidade dos atributos teve sua classificação baseada nos valores de
125 coeficiente de variação (CV), proposta por Warrick Nielsen (1980), como baixa (CV < 12
126 %), média (12 % < CV < 62 %) e alta (CV > 62 %).

127

128 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

129 Os dados da análise descritiva obtidos a partir das amostras de solo coletadas nas
130 camadas de 0-0,15 m, 0,15-0,30 m e 0,30-0,45 m encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

131

132 TABELA 1. Classificação textural de um Latossolo Amarelo Distrocoeso cultivado com a
133 cultura do cacau no Recôncavo da Bahia.

Profundidade (m)	Areia	Argila	Silte	Classificação
	-----g Kg ⁻¹ -----			
0 – 0,15	811	154	37	Areia franca
0,15 – 0,30	768	193	38	Franco arenoso
0,30 – 0,45	722	233	48	Franco argilo-aronoso

134

135 Esse tipo de comportamento explica os maiores valores para Pt na primeira camada
 136 (Tabela 2), já que haverá menor formação de agregados, que por sua vez, afetará a Ma.
 137 Santana et al. (2006) ressaltam que isso é algo esperado para solos dos Tabuleiros
 138 Costeiro. Tal situação também irá influenciar na Ds do solo e, conseqüentemente, na
 139 RSP, corroborando os resultados de Guimarães et al. (2014) que ao compararem um solo
 140 cultivado com citros à um solo com mata, constataram mudanças nas propriedades do
 141 solo por conta do manejo que ocasionou translocação de partículas para as camadas
 142 mais profundas.

143

144 TABELA 2. Estatística descritiva dos atributos físicos e mecânicos de um Latossolo
 145 Amarelo Distrocoeso Cultivado com a cultura do cacau no Recôncavo da Bahia.

	RSP	Ds	Ma	Mi	Pt
	Mpa	g cm ⁻³		m ³ m ⁻³	
Profundidade 0,0-0,15 m					
Média	1,28	1,80	0,19	0,22	0,41
Mediana	1,23	1,81	0,19	0,22	0,41
Máximo	2,82	2,00	0,34	0,26	0,56
Mínimo	0,12	1,67	0,10	0,19	0,33
1º Quartil	0,86	1,77	0,14	0,21	0,38
3º Quartil	1,59	1,87	0,23	0,23	0,43
Variância	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00
DP	0,53	0,07	0,05	0,02	0,05
CV (%)	42,60	4,11	28,42	7,85	11,64
Assimetria	0,60	0,19	0,47	0,06	0,74
Curtose	0,21	0,25	-0,40	-0,56	0,42
K-S	0,33	0,23	0,23	0,23	0,23
Profundidade 0,15-0,30 m					
Média	1,18	1,78	0,20	0,23	0,42
Mediana	1,13	1,79	0,19	0,23	0,42
Máximo	2,27	1,92	0,31	0,27	0,51
Mínimo	0,49	1,64	0,10	0,19	0,34
1º Quartil	0,86	1,75	0,15	0,21	0,39
3º Quartil	1,47	1,83	0,24	0,24	0,46
Variância	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
DP	0,42	0,06	0,06	0,06	0,04
CV (%)	35,70	3,63	30,09	30,09	10,13
Assimetria	0,43	-0,02	0,19	-0,09	0,21
Curtose	-0,55	-0,33	-1,00	-0,64	-0,85

K-S	0,04	0,23	0,23	0,23	0,23
Profundidade 0,30-0,45 m					
Média	1,00	1,74	0,20	0,24	0,43
Mediana	1,04	1,74	0,21	0,23	0,43
Máximo	1,65	2,00	0,30	0,30	0,52
Mínimo	0,06	1,26	0,08	0,19	0,37
1º Quartil	0,74	1,67	0,15	0,22	0,39
3º Quartil	1,23	1,80	0,24	0,25	0,47
Variância	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00
DP	0,37	0,12	0,06	0,02	0,05
CV (%)	37,30	6,80	29,95	9,88	10,91
Assimetria	-0,12	-1,05	-0,08	0,84	0,22
Curtose	-0,66	4,74	-1,05	0,68	-1,19
K-S	0,55	0,23	0,23	0,23	0,23

146 Ds= Densidade do solo; Pt= Porosidade total; Mi= Microporosidade; Ma= Macroporosidade; RSP=
147 Resistência do solo à penetração; DP= desvio padrão da média; CV = coeficiente de variação (%); KS =
148 Teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* – KS (5% de significância); * A variável não atendeu aos
149 pressupostos de normalidade.

150

151 Pela Tabela 2 observa-se que os atributos do solo apresentaram distribuição normal,
152 com exceção da RSP influenciados pelos valores de medidas centrais média e mediana
153 que se distanciam. Além disso, os coeficientes de curtose e assimetria se distanciam de
154 zero para a RSP evidenciando comportamento assimétrico dos dados. A distribuição
155 normal e log-normal pode ocorrer por diversas causas, dentre elas destaca-se as práticas
156 de manejo e/ou efeitos temporais (Cambardella et al., 1994).

157 Observa-se ainda médias decrescentes da densidade e crescentes da porosidade
158 total em profundidades (0-0,15 m, 0,15-0,30 m e 0,30-0,45 m), variando de 1,8 a 1,74 g
159 cm⁻³ e de 43 a 41 m³ m⁻³. E podem ter influenciado na RSP, que apresentou valores
160 decrescentes em maior profundidade, variando de 1,28 a 1,0 Mpa (Tabela 2). Diferindo
161 dos resultados encontrados por Ferrari et al. (2018), que ao avaliarem a RSP em
162 Latossolos obtiveram valores crescentes em profundidade variando de 0,212 a 2,862
163 Mpa.

164 As médias obtidas para os atributos físicos do solo Ds, Pt, Ma e Mi nas três
165 profundidades são semelhantes. Já para a RSP os valores foram mais distantes entre as
166 profundidades, indicando que à medida que aumenta a profundidade, o solo reduz sua

167 resistência à penetração de raízes. Kamimura et al. (2013) estudaram os atributos físicos
168 de Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de lavoura cafeeira e encontraram ação
169 semelhante para RSP.

170 O aumento gradativo da porosidade total e do volume de poros M_a e M_i em
171 profundidade corrobora os resultados de Melo et al. (2010), que ao estudarem atributos
172 físicos em Latossolo Amarelo distrocoeso em área com cultivo convencional observaram
173 redução na densidade do solo com o aumento da profundidade (0,0 – 0,40 m),
174 observando também que a porosidade aumentou em profundidade, enfatizaram que a
175 redução neste atributo exerce efeito negativo sobre o desenvolvimento das plantas, por
176 imprimir ao solo condições de baixa aeração.

177 O comportamento da Porosidade no presente estudo pode ser explicado devido a
178 relação inversa com a D_s , que de acordo com Reinert; Reichert (2006) trata-se de um
179 atributo extremamente importante para o crescimento de raízes e movimento de ar, água
180 e solutos no solo.

181 Resultados semelhantes aos atributos avaliados no presente estudo foram
182 observados por Guimarães et al. (2014) ao estudarem solos de Latossolo Amarelo
183 distrocoeso em tabuleiro costeiro sob cultivo de citros e por Vasconcelos et al. (2012), os
184 quais obtiveram valores de densidade para irrigado de 1,80 para profundidades de 0 –
185 0,20 m e 1,74 para profundidade 0,20 – 0,40 m. Já Alves et al. (2017) ao avaliarem
186 Latossolo Amarelo distrocoeso obtiveram resultados inferiores da D_s (1,32 a 1,28 para
187 profundidades entre 0 e 0,4m). Da mesma forma, seus valores para macroporos (0,13 a
188 0,15 $m^3 m^{-3}$) foram inferiores.

189 De acordo com Melo et al. (2010), a degradação do solo pelo cultivo pode ser
190 evidenciada pelo atributo densidade, corroborando Aratani et al. (2009), que ao
191 estudarem áreas distintas, observaram diferenças neste atributo entre área cultivada e
192 sob vegetação original concluindo que a diferença na D_s ocorre devido as variações no

193 peso e esforço exercido pelas máquinas agrícolas sobre o solo, bem como pelo tempo de
194 cultivo. O que vem a influir nos valores de resistência do solo à penetração da raiz, que no
195 estudo não passou de 2 Mpa, considerado por Reichert et al. (2003) como sendo limitante
196 para crescimento de raízes. O maior valor para esse atributo encontra-se na primeira
197 profundidade (0 – 0,15 m), reduzindo à medida que aumentou a profundidade. Tal
198 comportamento pode ser explicado não somente pelo comportamento dos outros atributos
199 avaliados, mas também, pela possibilidade da presença de raízes e restos vegetais na
200 camada superficial do solo.

201 Na avaliação do coeficiente de variação, usando como base os critérios de Warrick;
202 Nielsen (1980) observou-se que os dados referentes à Ds, Pt e Mi apresentaram baixa
203 variabilidade (<12%), ao passo que os dados da macroporosidade e resistência do solo a
204 penetração da raiz apresentaram média variabilidade (12-60%). Sendo que os maiores
205 valores foram encontrados para resistência à penetração, corroborando os resultados
206 encontrados por Santos et al. (2012), Carvalho et al. (2013) e Marasca et al. (2011).

207

208 **CONCLUSÃO**

209 A densidade do solo, bem como a resistência do solo à penetração de raízes
210 reduziram em profundidade. Microporosidade, macroporodidade e porosidade total
211 aumentaram em profundidade evidenciando que os atributos têm relação entre si, e com a
212 forma de uso e manejo do solo. Além disso, o volume de macroporos em profundidade,
213 mostra que o solo apresenta boa drenagem.

214

215 **AGRADECIMENTOS**

216 À Pró-reitoria de Políticas Afirmativas e Assuntos Estudantis – PROPAAE, pela
217 concessão da bolsa de estudo; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível
218 Superior –CAPES, pelo apoio a pesquisa; Programa de Pós-Graduação em Engenharia

219 agrícola e aos técnicos do Laboratório de análises físicas do Programa de Pós-Graduação
220 em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

221

222 **REFERÊNCIAS**

223 Alves AR, Ribon AA, Backes C, Fernandes KL, Santos AJM, Barros LR (2017)

224 Indicadores físicos de um Latossolo Amarelo distrocoeso em sistemas de integração na
225 região do cerrado. Revista Espacios, 38(16): 19.

226 Aratani RG, Freddi OS, Enturion JF, Andrioli I (2009) Qualidade física de um Latossolo
227 Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de
228 Ciência do Solo, 33(1): 677- 687.

229 Arcoverde SNS, Souza CMA, Suarez AHT, Colman BA, Nagahama HJ (2019) Atributos
230 físicos do solo cultivado com cana-de-açúcar em função do preparo e época de
231 amostragem. Revista de Agricultura Neotropical, 6(1):41-47.

232 Cambardella CA et al. (1994) Field-scale variability of soil proprieties in central Iowa soils.
233 Soil Science Society of America Journal, Estados Unidos, 58(1):1240-1248.

234 Carvalho LC, Silva FM, Ferraz GAS, Silva FC, Stracieri J (2013). Variabilidade espacial de
235 atributos físicos do solo e características agronômicas da cultura do café. Revista Coffee
236 Science 8(3): 265-275.

237 Carvalho MP, Soratto RP, Freddi OS (2002). Variabilidade espacial de atributos físicos em
238 um Latossolo Vermelho Distrófico sobre preparo convencional em Selvíria, Estado de
239 Mato Grosso do Sul. Revista Acta Scientiarum 24(5): 1353-1361.

240 Colet MJ, Sverzut CB, Neto PHW, Souza ZM (2009) Alterações em atributos físicos de um
241 solo sob pastagem após escarificação. Ciência Agrotecnologia, 33(2): 361-368.

242 Dantas JS, Junior JM, Martins Filho MV, Resende JMA, Camargo LA, Barbosa RS (2014).
243 Gênese de solos coesos do Leste Maranhense: relação solo-paisagem. Revista Brasileira
244 de Ciência do Solo, 38(4): 1039-1050.

245 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013) Sistema Brasileiro de
246 Classificação de Solos. 3º ed. Brasília, 353p.

247 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2017) Sistema Brasileiro de
248 Classificação de Solos. 5º ed. Brasília: EMBRAPA, 356p.

249 Ferrari JMS, Gabriel CPC, Silva TBG, Mota FD, Gabriel Filho LRA, Tanaka EM (2018).
250 Análise da variabilidade espacial da resistência à penetração do solo em diferentes
251 profundidades. Brazilian Journal of Biosystems Engineeringv. 12(2):164-175.

252 Gonçalves ACA, Folegatti MV, Mata JDV (2001). Análise exploratória e geoestatística da
253 variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. Revista Acta Scientiarum
254 23(5): 1149-1157.

255 Guimarães DV, Gonzaga MIS, Araújo EM, Neto OM, Junior JIT (2014). Impacto do cultivo
256 de citros sobre a qualidade física de um Agissolo Amarelo em Sergipe. Revista Caatinga
257 27(3): 183-189.

258 Guimarães MJM, Lopes I, Oldoni H, Coelho Filho MA (2016). Balanço hídrico para
259 diferentes regimes pluviométricos na região de Cruz das Almas-BA. Revista de Ciências
260 Agrárias, 59(1):252-258.

261 Kamimura KM, Santos GR, Oliveira MS, Junior MSD, Guimarães PTG (2013).
262 Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo, sob
263 lavoura cafeeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo 37: 877-888.

264 Kottek M (2006) et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated,
265 Meteorologische Zeitschrift, Germany, p. 259-263.

266 Lima FV, Silvino GS, Melo RSS, Ribeiro TS (2015). Variabilidade espacial de atributos
267 físicos do solo em área de encosta sob processo de degradação. Revista Caatinga 28(4):
268 53-63.

269 Marasca I, Oliveira CAA, Guimarães EC, Cunha JPAR, Assis RL, Perin A, Menezes LAS
270 (2011). Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e teor de água em
271 sistema de plantio direto, na cultura da soja. *Revista Biociência Journal* 27(2): 239-246.

272 Melo FB, Cardoso MJ (2010) Qualidades físicas de um latossolo amarelo distrocoeso
273 submetido a diferentes sistemas de manejo no cerrado do leste maranhense, MA. *Anais...*
274 *XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Novos Caminhos*
275 *para Agricultura Conservacionista no Brasil.* p.1-4.

276 Melo Filho JF, Oliveira AS, Lopes LC, Vellame LM (2006). Análise estatística exploratória
277 e variabilidade da densidade do solo em um perfil de Latossolo Amarelo coeso dos
278 Tabuleiros Costeiros da Bahia. *Revista Ciência e Agrotecnologia* 30(2): 199-205.

279 Mion RL Nascimento EMS, Sales FAL, Silva SF, Duarte JML, Souza BM (2012).
280 Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de
281 um Argissolo Amarelo. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6):2057-2066.

282 Monteiro MAC Zoz A, Limede AC, Oliveira CES, Zoz T (2017) Efeito do preparo do solo
283 com diferentes implementos sobre a resistência do solo à penetração. *Revista de*
284 *Agricultura Neotropical*, 4(2): 63-68, 2017.

285 Piasentin FB, Saito CH (2014) Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da
286 Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. *Boletim do Museu Paraense Emílio*
287 *Goeldi Ciências Humanas*, 9(1):61-78.

288 Reichert JM, Reinert DJ, Braida JÁ (2003). Qualidade dos solos e sustentabilidade de
289 sistemas agrícolas. *Revista Ciência & Ambiente* 27.

290 Reinert DJ, Reichert JM (2006) Coluna de areia para medir a retenção de água no solo:
291 protótipos e teste. *Ciência Rural*, 36(6):1931-1935.

292 Roque MW, Matsura EE, Souza ZM, Bizari DR, Souza AL (2008). Correlação linear e
293 espacial entre a resistência do solo ao penetrômetro e a produtividade do feijoeiro
294 irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(1): 1827-1835.

295 Santana MB, Souza LS, Souza LD, Fontes LEF (2006). Atributos físicos do solo e
296 distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois
297 solos de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo,
298 30 (1): 1-12.

299 Santos KS, Montenegro AAA, Almeida BG, Montenegro SMGL, Andrade TS, Fontes
300 Junior RVP (2012). Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no
301 semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16(8):
302 838-835.

303 Soil Survey Staff (2014). Keys to Soil Taxonomy. 12. ed. USDA-Natural Resources
304 Conservation Service, Washington, DC. 372 p.

305 SPSS (2012) SPSS Statistics 23.0. Command Syntax Reference. Chicago, IL: SPSS Inc.

306 Vasconcelos RFB, Cantalice JRB, Moura GBA, Rolim MM, Montenegro CEV (2012)
307 Compactabilidade de um Latossolo Amarelo distrocoeso dos Tabuleiros Costeiros de
308 Alagoas sob diferentes sistemas de manejo da Cana-de-Açúcar. Revista Brasileira
309 Ciências do Solo, 36(1):537-545.

310 Warrick AW, Nielsen DR (1980) Spatial variability of soil physical properties in the field. In:
311 Hillel, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic, 1980. p. 319-344.