



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**GABRIEL FELIPE VOGEL**

**COMPARAÇÃO DOS PENETRÔMETROS DE IMPACTO E ELETRÔNICO NA  
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA A PENETRAÇÃO DO SOLO**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**GABRIEL FELIPE VOGEL**

**COMPARAÇÃO DOS PENETRÔMETROS DE IMPACTO E ELETRÔNICO NA  
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA A PENETRAÇÃO DO SOLO**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Fey

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**GABRIEL FELIPE VOGEL**

**COMPARAÇÃO DOS PENETRÔMETROS DE IMPACTO E ELETRÔNICO NA  
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA A PENETRAÇÃO DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul- Campus Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Rubens Fey

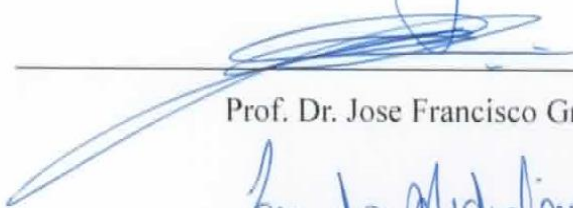
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

16 / 12 / 2016

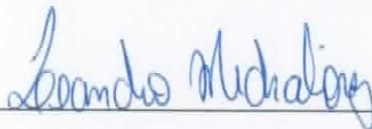
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rubens Fey



Prof. Dr. Jose Francisco Grillo



Prof. Dr. Leandro Michalovicz

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e auxiliar ao longo da minha trajetória me dispondo de forças durante as batalhas existentes, permitindo tornar-me cada vez mais forte.

Aos meus familiares Jurema dos Santos Padilha (Mãe), Luis Jose Vogel (Pai), Huilquer Francisco Vogel e Lucas Fabricio Vogel (Irmãos), e demais familiares, pelo incentivo e auxílio frequente durante a minha jornada, bem como pelo legado de honestidade e trabalho.

A minha querida companheira Lais Martinkoski, a qual agradeço pelo auxílio e carinho prestado ao longo desta jornada acadêmica, bem como auxiliando no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas Neberson de Souza Antunes de Lima, Edenilson Zarowni e Guilherme Tiago Barbosa, pela amizade e auxílio constante ao longo da graduação, sempre com opiniões, críticas e elogios (a ordem dos amigos não afeta a amizade, hahaha).

Ao meu professor orientador Dr. Rubens Fey, pela orientação, amizade, apoio, ensinamentos e principalmente confiança depositada em meu trabalho e desempenho acadêmico, permitindo me desenvolver intelectualmente.

Aos professores Drs. Robson Dibax, Jose Francisco Grillo e Leandro Michalovicz que, apesar de pouco tempo de trabalho e pela grande amizade, foram profissionais os quais contribuiriam na minha formação acadêmica e científica.

Aos demais professores do corpo docente de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

## COMPARAÇÃO DOS PENETRÔMETROS DE IMPACTO E ELETRÔNICO NA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA A PENETRAÇÃO DO SOLO

**Resumo:** Atualmente, os penetrômetros mais utilizados classificam-se em função do seu princípio de penetração. Porém, independentemente do modo de operação, é importante que a determinação da resistência mecânica a penetração seja de forma precisa e, de preferência, que haja confiabilidade e proximidade de seus resultados. O presente trabalho objetivou comparar a resistência do solo à penetração, por meio dos penetrômetros de impacto e eletrônico, e avaliar sua eficiência correlacionando-os com os atributos de qualidade física do solo. Os estudos foram realizados em Neossolo sob transição a um Cambissolo, em manejo convencional de integração lavoura pecuária em sucessão soja-aveia preta, no município de Jardim Alegre, Paraná. A avaliação da resistência mecânica a penetração ocorreu mediante ao penetrômetro de impacto (IAAPLANALSUCAR/STOLF) e penetrômetro eletrônico (PLG 1020 penetroLOG2). Foi realizado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em parcelas de 10.000 m<sup>2</sup>. Avaliaram-se 30 pontos amostrais por repetição nas profundidades de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30 cm. Em conjunto, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas para avaliação de densidade aparente e porosidade total, umidade gravimétrica e textura do solo. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que os penetrômetros de impacto e eletrônico apresentam similaridade no comportamento, entretanto, o penetrômetro de impacto representa melhor as condições do solo.

**Palavras-chaves:** Densidade. Penetrometria. Porosidade. Correlação

**Abstract:** Currently, the most used penetrometers are classified by the principle of penetration. However, independently of the functioning system, it is mandatory for the mechanical resistance to be determined in a precise way and, preferentially, with reliability and repeatability of its results. This work aimed to compare the soil penetration resistance determined by both impact and electronic penetrometers, also evaluating its efficiency by the correlation with attributes of soil physical quality. The studies were performed in an Entisol in transition for an Inceptisol, with conventional management of crop-livestock integration adopting the soybean-oat succession, in the Jardim Alegre Municipality, Parana State. The soil penetration resistance was determined by using both impact (IAAPLANALSUCAR/STOLF) and electronic penetrometers (PLG 1020 penetroLOG2) in a completely randomized design with four replicates and plots of 10.000 m<sup>2</sup>. The evaluation was performed in 30 sample points per replicate at depths of 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30 cm. Together, deformed and undisturbed samples were collected to determinate apparent density, total porosity, gravimetric moisture and soil texture. From the results obtained, it was verified that the impact and electronic penetrometers have presented similarities in the behavior, however, the impact penetrometer represented more precisely the soil conditions.

**Key-words:** Density. Penetrometry. Porosity. Correlation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Resistência do solo à penetração na amostragem realizada em setembro de 2016 nas profundidades de 0 a 30 cm, com os penetrômetros de impacto (P.I.) e eletrônico (P.E.)..... 10
- Figura 2 - Correlação entre penetrômetro de impacto (P.I.) e eletrônico (P.E.), em MPa, sob as profundidades (a) 0-5 cm; (b) 5-10 cm; (c) 10-20 cm; (d) 20-30 cm; e (e) 0-30 cm. .... 12

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios umidade, argila, silte e areia (em porcentagem), para as profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 0-30 cm.....	7
Tabela 2 – Estatística descritiva da resistência mecânica a penetração do solo pelo penetrômetro de impacto (P.I.) e penetrômetro eletrônico (P.E.) (MPa), densidade do solo ( $D_s$ ) ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e porosidade total do solo ( $P_t$ ) ( $\text{g g}^{-1}$ ).....	8

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>19</b>





28 the correlation with attributes of soil physical quality. The studies were performed in an Entisol in transition for  
29 an Inceptisol, with conventional management of crop-livestock integration adopting the soybean-oat succession,  
30 in the Jardim Alegre Municipality, Parana State. The soil penetration resistance was determined by using both  
31 impact (IAAPLANALSUCAR/STOLF) and electronic penetrometers (PLG 1020 penetroLOG2) in a completely  
32 randomized design with four replicates and plots of 10.000 m<sup>2</sup>. The evaluation was performed in 30 sample points  
33 per replicate at depths of 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30 cm. Together, deformed and undisturbed  
34 samples were collected to determinate apparent density, total porosity, gravimetric moisture and soil texture. From  
35 the results obtained, it was verified that the impact and electronic penetrometers have presented similarities in the  
36 behavior, however, the impact penetrometer represented more precisely the soil conditions.

37

38 **Key-words:** Density. Penetrometry. Porosity. Correlation

39

## 40 **Introdução**

41

42 A avaliação e a sondagem do solo na averiguação do seu estado de compactação são  
43 procedimentos necessários para a análise da qualidade física do solo (LIMA *et al.*, 2013). A  
44 compactação envolve relação entre os diferentes atributos do solo, sendo seu diagnóstico  
45 efetuado por métodos específicos de elevada confiabilidade, como densidade e porosidade  
46 (RICHART *et al.*, 2005). Porém, estes métodos apresentam complexidade na sua execução,  
47 além de serem onerosos e exigirem elevada mão de obra e tempo para análises (EURICH *et al.*,  
48 2014).

49 Por sua vez, o uso de métodos práticos, como a resistência mecânica a penetração (RMP),  
50 apresenta-se como uma técnica quantitativa muito utilizada, devido a facilidade, rapidez, e a  
51 possibilidade de realização de um elevado número de amostragens na obtenção de dados  
52 confiáveis (ROQUE *et al.*, 2003; SILVEIRA *et al.*, 2010).

53 A resistência mecânica a penetração (RMP) caracteriza-se como um dos principais  
54 indicadores para o diagnóstico e avaliação da compactação do solo. Este indicador descreve a

55 resistência física que o solo exerce sobre um determinado “elemento” que tenta se mover  
56 através dele, sendo diretamente influenciado pela densidade, porosidade e, principalmente, pela  
57 umidade do solo no momento da avaliação (MAZURANA *et al.*, 2013). Na prática, a RMP nos  
58 permite identificar as quais comprometem o crescimento do sistema radicular das plantas  
59 (LIMA *et al.*, 2013), sendo que valores de RMP acima de 2,0 MPa afetam negativamente na  
60 penetração das raízes, na proporção de gases e disponibilidade de água e nutrientes no solo  
61 (TORMENA *et al.*, 1998; DALCHIAVON *et al.*, 2011).

62 Atualmente, os penetrômetros mais utilizados classificam-se em função do seu princípio  
63 de penetração (ROBOREDO *et al.*, 2010), isto é, desde os mais simples como os penetrômetro  
64 de impacto (comumente utilizado no Brasil estes mensuram a RMP por cálculos indiretos), até  
65 os mais práticos na coleta e capacidade de armazenamento dos dados, como os penetrômetros  
66 eletrônicos (MOLIN *et al.*, 2006). Entretanto, a variedade de penetrômetros pode trazer consigo  
67 diferenças com relação ao número de dados obtidos, sendo influenciados principalmente pela  
68 área e projeção da ponteira (normalizadas pela ASABE, 2006), bem como pela velocidade de  
69 penetração (MOLIN *et al.*, 2012).

70 Independentemente do modo de operação, é importante que a determinação da RMP seja  
71 de forma precisa e, de preferência, que haja confiabilidade e proximidade de seus resultados,  
72 visando otimizar a interpretação dos dados e no manejo a ser adotado.

73 Estudos demonstram a existência variação nas informações dos equipamentos em função  
74 da característica do equipamento. Autores como Roboredo *et al.* (2010) enfatizam diferença  
75 significativa de RMP entre penetrômetros eletrônicos e de impacto, destacando que o  
76 equipamento de impacto apresentou correlação positiva com a densidade do solo ( $r = 0,91$ ),  
77 sendo este valor superior em comparação ao penetrômetro eletrônico ( $r = 0,42$ ), para a mesma  
78 variável.

79 Deste modo, devido a diversidade dos penetrômetros disponíveis para o levantamento da  
80 resistência mecânica a penetração do solo, se fazem necessárias investigações sobre suas  
81 características e disponibilidade de informações, tendo a finalidade de auxiliar na interpretação  
82 dos dados. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo comparar os penetrômetros de  
83 impacto e eletrônico, com base nos valores da resistência do solo à penetração, e analisar sua  
84 eficiência em relação aos atributos de qualidade física do solo.

85

## 86 **Materiais e métodos**

87

88 O presente estudo foi desenvolvido no período compreendido entre agosto a outubro de  
89 2016, em solo classificado como Neossolo Litólico Eutrófico, em transição com um  
90 Cambissolo Háptico Eutrófico (EMBRAPA, 2006) localizado sob as coordenadas  
91 24°16'3.74''S e 51°53'19.64''W, e altitude de 628 m, no município de Jardim Alegre, Paraná.  
92 O clima da região é descrito como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa), segundo critérios de  
93 classificação climática de Köppen, com precipitação média anual de 1.617 mm, com  
94 temperaturas médias superiores a 21° C (IAPAR, 2016).

95 A área avaliada é manejada em sistema de integração lavoura-pecuária com sucessão de  
96 culturas, de forma que, há mais de três anos vem sendo cultivada lavoura de soja (*Glycine max*)  
97 no verão, seguida de aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno. O solo é manejado de forma  
98 convencional, utilizando grade aradora e niveladora intermediárias, com objetivo em apresentar  
99 maior uniformidade nas características físicas do solo.

100 A avaliação da resistência mecânica à penetração do solo ocorreu com o uso dos  
101 penetrômetros de impacto (P.I.) e eletrônico por método de acionamento manual (P.E.). O  
102 equipamento penetrômetro de impacto caracteriza-se pelo modelo  
103 IAAPLANALSUCAR/STOLF, apresentando como características: massa de 4 kg com impacto

104 em curso de queda livre de 0,40 m; cone com 0,0128 m de diâmetro, área de 1,29 cm<sup>2</sup> e ângulo  
105 sólido de 30°; haste com diâmetro aproximado de 0,01 m. Este equipamento tem como princípio  
106 a penetração de uma haste ao longo do perfil do solo mediante a uma força que provém do  
107 impacto de um embolo que compõe o equipamento e cai de uma altura constante.

108 Para obtenção da RMP com este equipamento, de acordo com a metodologia proposta por  
109 Stolf (1991), torna-se necessária a aplicação da seguinte equação:

110

$$111 \quad RMP = (5,6 + 6,89 \times ((N/(D-A) \times 10) \times 0,0981))$$

112

113 Sendo:

114 RMP = resistência mecânica do solo à penetração (MPa);

115 N = número de impactos efetuados para a obtenção da leitura;

116 A e D = leituras antes (A) e depois (D) da realização dos impactos (cm).

117

118 O penetrômetro eletrônico portátil pertence ao modelo PLG 1020 penetroLOG2, com  
119 sistema de aquisição e processamento automático de dados, com resolução máximo de RMP  
120 equivalente a 7700 kPa. A haste apresenta cone com diâmetro de 0,0128 m e ângulo de  
121 penetração de 30°, com velocidade de penetração da haste próxima de 0,035 m s<sup>-1</sup>, de acordo  
122 com a instrumentação do aparelho. O modo de operação efetuou-se manualmente, levando em  
123 consideração a técnica e força do operador para a penetração da haste, de modo a promover  
124 uma velocidade de penetração constante (MOLIN *et al.*, 2012). Este equipamento possui um  
125 sensor que indica a profundidade e compõe o cálculo da velocidade, sendo as informações  
126 armazenadas na memória interna do equipamento.

127 O experimento foi delineado como inteiramente casualizado (DIC), com quatro  
128 repetições, em parcelas de 10.000 m<sup>2</sup>. Neste estudo, por meio da correlação, foram realizados a

129 relação existente entre os P.I. e P.E., com base nos valores de RMP, bem como a relação destes  
130 equipamentos com a densidade do solo e porosidade total.

131 Para a aquisição dos dados de RMP, referente a correlação entre P.I. e P.E., foi  
132 considerado um padrão de amostragem sequencial, com 30 pontos amostrais por repetição,  
133 seguindo orientações norte para o penetrômetro de impacto e sul para o eletrônico, em uma  
134 distância de 10 cm entre equipamentos. Foram avaliadas as camadas compreendidas entre 0-5  
135 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30 cm.

136 No que se refere a relação dos equipamentos de penetrometria com os atributos de  
137 qualidade física do solo, a obtenção da densidade do solo (Ds) e porosidade total (Pt) procedeu  
138 de acordo com a metodologia da Embrapa (1997), mediante a coleta de amostras indeformadas  
139 de solo utilizando anéis cilíndricos de aço com capacidade de 100 cm<sup>3</sup>, extraídas com auxílio  
140 do amostrador de Kopeck, nas profundidades de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30  
141 cm, com dez repetições. A obtenção da RMP pelos P.I. e P.E. realizou-se de acordo com o  
142 mesmo procedimento de coleta mencionado anteriormente, com dez repetições.

143 A umidade do solo (método gravimétrico) e análise granulométrica (método de pipeta)  
144 foram determinadas nas camadas de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 0-30 cm, retirando-  
145 se dez amostras em cada parcela com, auxílio do trado holandês, seguindo as recomendações  
146 da Embrapa (1997).

147 Os valores para resistência mecânica à penetração, densidade do solo e porosidade total  
148 foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, com base nos resultados obtidos,  
149 realizou-se a análise da estatística descritiva e o emprego da correlação de Pearson entre as  
150 variáveis mencionadas nas camadas analisadas. Com base nos valores de RMP, obtidos pelos  
151 penetrômetros de impacto e eletrônico, realizou-se análise de regressão mediante ao programa  
152 estatístico Statistic 8.

153

## 154 **Resultados e discussão**

155

156 Os valores correspondentes ao conteúdo de água e análise granulométrica do solo, em  
 157 porcentagem, encontram-se na Tabela 1. Nesta é possível observar que os valores não oscilaram  
 158 entra as profundidade de 0 a 30 cm, deste modo, não sendo um indicador de mudança com  
 159 relação aos valores de resistência mecânica a penetração (RMP). Os valores de umidade se  
 160 encontram dentro do intervalo considerado normal para a mensuração de RMP, entre 20 a 40%  
 161 do teor de água no solo (MOLIN *et al.*, 2012).

162

163 Tabela 1 – Valores médios umidade, argila, silte e areia (em porcentagem), para as  
 164 profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 0-30 cm.

165 *Tabela 1 - Mean values for moisture, clay, silt and sand (in percentage), for depths 0-5, 5-10,*  
 166 *10-20, 20-30 and 0-30 cm.*

Profundidade	Umidade	Argila	Silte	Areia
(cm)	----- (%) -----			
0-5	38,67	62	24	14
5-10	38,87	62	25	13
10-20	39,94	63	25	12
20-30	40,01	63	24	13
0-30	39,41	62	24	13

167

168 Verifica-se que ao longo do perfil (0 a 30 cm profundidade), a RMP apresentou valores  
 169 médios equivalentes a 3,19 MPa para equipamento de impacto e 1,78 MPa para o eletrônico  
 170 (Tabela 2), sendo que os valores máximos constatados foram correspondentes a 4,73 MPa e  
 171 2,37 MPa para respectivos P.I e P.E. Divergência dos valores de RMP em função do modo de

172 operação do equipamentos de penetrometria. Os resultados são corroborados por Roboredo *et*  
 173 *al.* (2010), os quais relatam valores superiores do P.I. em comparação ao P.E. chegando a  
 174 valores de 4,23 MPa, superiores ao nível crítico de desenvolvimento radicular de 2,0 Mpa,  
 175 (TORMENA *et al.*, 1998).

176

177 Tabela 2 – Estatística descritiva da resistência mecânica a penetração do solo pelo penetrômetro  
 178 de impacto (P.I.) e penetrômetro eletrônico (P.E.) (MPa), densidade do solo (Ds) ( $\text{g cm}^{-1}$ ) e  
 179 porosidade total do solo (Pt) ( $\text{g g}^{-1}$ ).

180 *Tabela 2 - Descriptive statistics of mechanical resistance to soil penetration by the impact*  
 181 *penetrometer (PI) and electronic penetrometer (MPa), soil density (Ds) ( $\text{g cm}^{-1}$ ) and total soil*  
 182 *porosity (Pt) ( $\text{g g}^{-1}$ ).*

Prof. (cm)		RMP – P.I.	RMP – P.E.	Ds	Pt
		---- (MPa) ----		--( $\text{g cm}^{-3}$ )--	--( $\text{g g}^{-1}$ )--
0-5	Min.	1,79	0,68	1,15	0,45
	Méd.	2,53	1,20	1,18	0,46
	Máx.	3,89	1,50	1,22	0,48
	Desv.Pad	0,53	0,22	0,05	0,08
	C.V. (%)	19,94	18,55	5,49	3,62
5-10	Min.	2,71	0,96	1,37	0,39
	Méd.	3,36	1,45	1,41	0,40
	Máx.	4,77	2,08	1,45	0,43
	Desv.Pad	0,19	0,23	0,12	0,25
	C.V. (%)	15,13	15,82	6,54	2,36
10-20	Min.	2,71	1,33	1,53	0,36
	Méd.	3,36	1,69	1,58	0,38



	Máx.	4,79	2,37	1,62	0,40
	Desv.Pad	0,50	0,26	0,23	0,21
	C.V. (%)	15,13	15,48	5,18	2,97
<hr/>					
	Min.	2,69	1,40	1,62	0,41
	Méd.	3,55	1,86	1,67	0,42
20-30	Máx.	5,18	2,66	1,72	0,44
	Desv.Pad	2,11	1,12	0,24	0,21
	C.V. (%)	16,89	15,28	5,49	4,43
<hr/>					
	Min.	2,62	1,39	1,42	0,41
	Méd.	3,19	1,78	1,46	0,42
0-30	Máx.	4,37	2,35	1,50	0,46
	Desv.Pad	1,16	0,96	0,21	0,10
	C.V. (%)	12,33	15,28	7,48	4,43

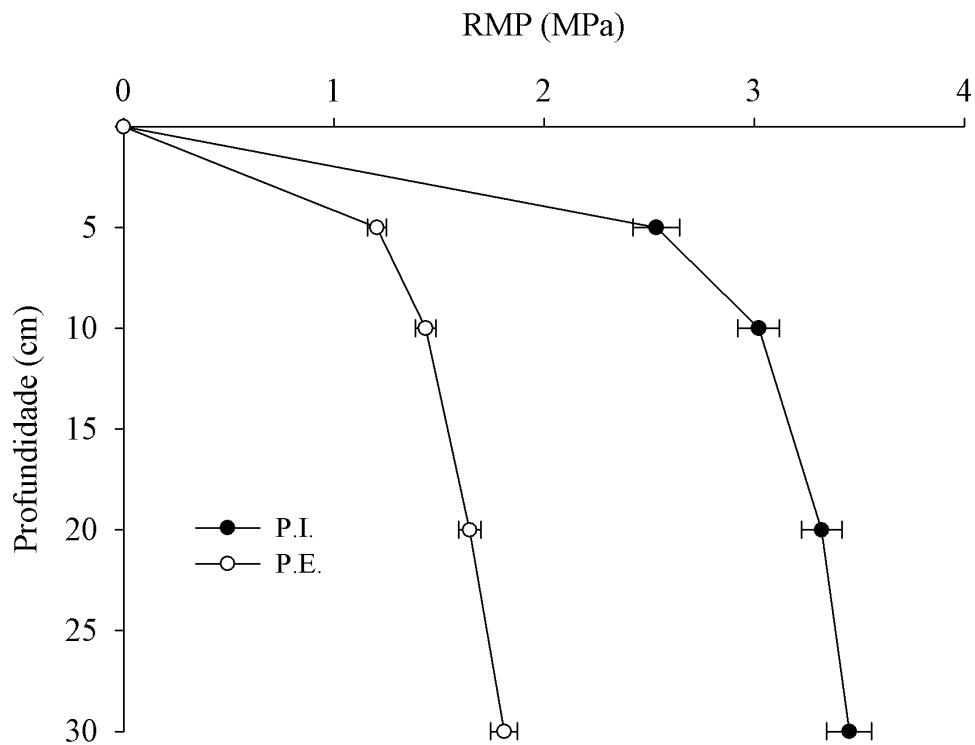
183 \*Mínimo (Min), médio (Méd), máximo (Máx), desvio padrão (Des.Pad), coeficiente variação (C.V).

184

185 No que se refere a variabilidade dos atributos físicos (medida pelo coeficiente de variação  
186 – C.V), segundo Pimentel-Gomes (2000), estas podem ser classificadas em: variabilidade baixa  
187 (C.V < 12 %); média (12% < C.V < 60 %) e alta (C.V > 60 %). No presente estudo, os valores  
188 de Ds e Pt resultaram em C.V baixo, ao passo que a RMP apresentou valores de variabilidade  
189 considerados médios de precisão (12,33% a 19,24%) (Tabela 2). Coeficiente de variação até o  
190 limite de 20%, referente a RMP, também puderam ser constatados por Lima *et al.* (2014), além  
191 Cavalgante *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2012), onde estes obtiveram valores de C.V próximos  
192 a 50%. As oscilações do C.V., no que se refere a RMP, podem estar associados a dependência  
193 em que esta variável apresenta com relação aos atributos físicos do solo (LIMA et al., 2014),

194 além da influência da velocidade de penetração, uma vez que o operador tende a estabilizar a  
 195 velocidade após o cone atingir profundidades maiores (HOFFER et al., 2015).

196 Os resultados presentes na Figura 1 mostram os valores relacionados a resistência  
 197 mecânica a penetração do solo (RMP) no intervalo de 0 a 30 cm profundidade, pelos  
 198 equipamentos de penetrometria de modo acionamento de impacto e eletrônico. De forma geral,  
 199 analisando-e as curvas geradas pelos equipamentos, os valores obtidos pelos dois penetrômetros  
 200 divergiram estatisticamente, sendo P.I. apresentou valores elevados de RMP quando comparado  
 201 com o P.E., sendo este comportamento verificado também por outros autores como BEUTLER  
 202 *et al.* (2007) e ROBOREDO *et al.*, (2010).



203

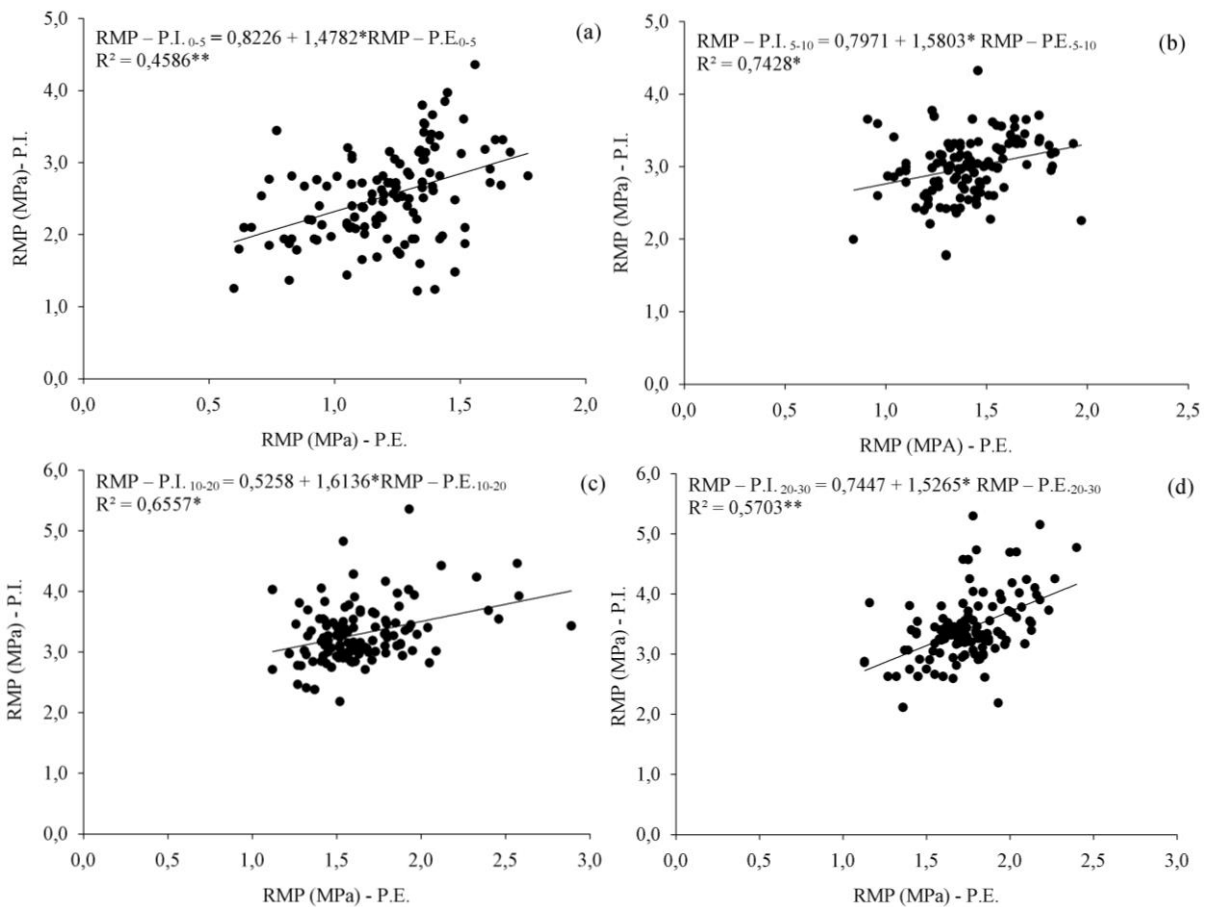
204 Figura 1 - Resistência do solo à penetração na amostragem realizada em setembro de 2016 nas  
 205 profundidades de 0 a 30 cm, com os penetrômetros de impacto (P.I.) e eletrônico (P.E.). As  
 206 barras indicam os valores de intervalo de confiança a 5%.

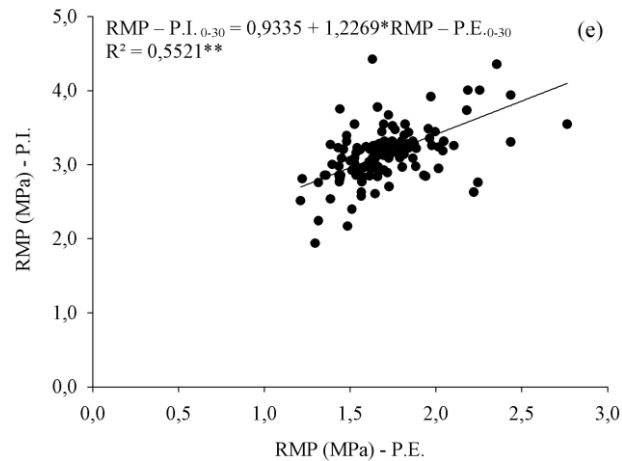
207 *Figure 1 - Soil resistance to penetration in the sampling performed in September 2016 in depths*  
 208 *from 0 to 30 cm, with the penetrometers impact (P.I) and electronic (P.E.). The bars indicate*  
 209 *the confidence interval values at 5%.*

210

211 De acordo com Beutler *et al.* (2007) a diferença entre os valores de RMP em função do  
 212 equipamento de penetrometria pode ser relacionada à função do modo de operação. O princípio  
 213 da RMP do penetrômetro de impacto ocorre por uma série de cálculos descritos por Stolf  
 214 (1991), além de registrar a resistência a penetração (RP) máxima por unidade de profundidade.  
 215 Enquanto o princípio que ocorre no modo de operação do penetrômetro eletrônico, se dá pela  
 216 medição da RP diretamente em função de uma pressão exercida contra o solo e com velocidade  
 217  $0,035 \text{ m s}^{-1}$ , deste modo, determinando a RP em valores médios.

218 Os penetrômetros de impacto e eletrônico demonstraram correlação significativa entre si  
 219 ao nível de 5% e 1% (Figura 2), sendo este comportamento constatados em estudos de Beutler  
 220 *et al.* (2007) e Roboredo *et al.* (2010), os quais verificaram correlação ao nível de 0,74 e 0,98,  
 221 respectivamente, para os P.I. e P.E.





224

225 Figura 2 - Correlação entre penetrômetro de impacto (P.I.) e eletrônico (P.E.), em MPa, sob as  
 226 profundidades (a) 0-5 cm; (b) 5-10 cm; (c) 10-20 cm; (d) 20-30 cm; e (e) 0-30 cm.

227 \*Significativo a 5% \* e 1% \*\* de probabilidade; ns não-significativo.

228 Figure 2. Correlation between impact penetrometer (P.I.) and electronic (P.E.), in MPa, under  
 229 depths (a) 0-5 cm; (B) 5-10 cm; (C) 10-20 cm; (D) 20-30 cm; E (e) 0-30 cm.

230 \* Significant at 5% \* and 1% \*\* probability; Non-significant

231

232 A correlação existente entre os equipamentos de penetrometria com os indicadores de  
 233 qualidade física do solo (Tabela 3), apresentou maior proporção de significância relacionada a  
 234 RMP obtida pelo penetrômetro de impacto com a Ds e Pt, em comparação ao equipamento  
 235 eletrônico, isto é, representando com maior eficiência as condições de compactação do solo.  
 236 Com exceção da porosidade total na camada de 5-10 cm profundidade, o penetrômetro de  
 237 impacto apresentou correlação significativa com a densidade aparente do solo e porosidade  
 238 total. Estas informações corroboram com Souza *et al.* (2014a), onde observaram correlação  
 239 positivas entre a RMP e densidade do solo, bem como correlação negativa entre a RMP e  
 240 porosidade total associado a este equipamento.

241 Torres *et al.* (2012) avaliando a correlação existente entre a RMP por meio do  
 242 penetrômetro de impacto e a Ds, em áreas de pastagem de Tifton em manejos com e sem  
 243 irrigação, observaram valores significativos em ambos sistemas até profundidade de 60 cm,

244 assim como Beutler *et al.* (2002) encontraram altas correlações entre a resistência à penetração  
 245 e a densidade do solo.

246

247 Tabela 3 - Correlações de Pearson entre os valores de resistência mecânica a penetração do solo  
 248 (RMP) dos penetrômetros de impacto (PI) e eletrônico (PE), Densidade aparente do solo (Ds)  
 249 e Porosidade total (Pt) avaliada nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 0-30 cm.

250 *Table 4 - Pearson correlations between the mechanical penetration values (RMP) of impact*  
 251 *(PI) and electronic (PE), apparent density of soil (Ds) and total porosity (Pt) evaluated at*  
 252 *depths of 0 -5, 5-10, 10-20, 20-30 and 0-30 cm.*

Profundidade (cm)	(PI x Ds)	(PE x Ds)	(PI x Pt)	(PE x Pt)
0-5	0,82*	0,52	-0,75*	-0,49
5-10	0,79*	0,87*	-0,53	-0,64*
10-20	0,79*	0,65*	-0,87*	-0,72*
20-30	0,75*	0,50	-0,68*	-0,38
0-30	0,91*	0,51	-0,89*	-0,58

253 \*As correlações foram significativas a 5% de probabilidade (Teste t).

254 \* *Correlations were significant at 5% probability (Test t).*

255

256 Entretanto, ao se analisar a correlação existente entre o penetrômetro eletrônico com os  
 257 atributos físicos do solo (Ds e Pt), é possível verificar correlação significativa deste  
 258 equipamento com a densidade aparente do solo apenas para as camadas 5-10 e 10-20 cm de  
 259 profundidades e com a porosidade total nas seções 10-20 e 20-30 cm profundidade. Este  
 260 comportamento contradiz o estudo desenvolvido por Souza *et al.* (2014b), o qual não  
 261 encontraram correlação significativa entre a RMP obtida pelo penetrômetro eletrônico e a Ds e  
 262 Pt até a profundidade de 20 cm.

263 Beutler *et al.* (2007) analisando a correlação existente entre o penetrômetro eletrônico e  
264 a densidade e porosidade total do solo, constatou efeito significativo para ambas as variáveis  
265 até a profundidade de 20 cm, sob um Latossolo Vermelho distrófico de textura média ( $r = 0,86$   
266 e  $r = -0,99$  respectivamente para Ds e Pt) e do Latossolo Vermelho eutroférico de textura  
267 argilosa ( $r = 0,97$  e  $r = -0,86$  respectivamente para Ds e Pt), corroborando com os resultados  
268 obtidos neste estudo.

269 De forma geral, observa-se que a densidade aparente apresentou correlação positiva com  
270 a RMP, ao passo que a porosidade total demonstrou correlação negativa. Isto é, quanto maiores  
271 os valores correspondentes a RMP maior será a densidade aparente do solo e,  
272 consequentemente, menor a presença de espaços porosos. De acordo com Richart *et al.* (2005)  
273 o aumento excessivo da densidade do solo pode acarretar em redução no volume total de poros,  
274 menor taxa de infiltração e maior resistência mecânica a penetração do solo, devido ao  
275 arranjo e adensamento das partículas do solo o que, por sua vez, refletem nas  
276 características do sistema poroso e no crescimento radicular.

277 Segundo Lima *et al.* (2013), embora esses penetrômetros apresentem princípios de  
278 funcionamento distintos, ambos demonstram a mesma finalidade. Deste modo, torna-se  
279 necessário conhecer as suas características inerentes e o comportamento e desempenho destes  
280 equipamentos na avaliação da RMP, avaliando a sua relação com os atributos de qualidade  
281 física do solo.

282

## 283 **Conclusão**

284

285 Os penetrômetros de impacto e eletrônico apresentam similaridade no comportamento,  
286 entretanto, o penetrômetro de impacto representa melhor as condições do solo.

287

288 **Referências**

289

290 BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. Comparação de penetrômetros na  
291 avaliação da compactação de Latossolos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.146-  
292 151, 2007.

293

294 CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. Variabilidade  
295 espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de**  
296 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 15, n. 3, p. 237-243, 2011.

297

298 DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; NOGUEIRA, D. C.; ROMANO, D.;  
299 ABRANTES, F. L.; ASSIS, J. T.; OLIVEIRA, M. S. Produtividade da soja e resistência  
300 mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no Cerrado brasileiro. **Pesquisa**  
301 **Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 41, n. 1, p. 8-19, 2011.

302

303 EURICH, J.; NETO, P. H. W.; ROCHA, C. H.; SANTOS, Z. R. dos. Avaliação visual da  
304 qualidade da estrutura do solo em sistemas de uso das terras. **Ceres**, Viçosa, v. 61, n.6, p.  
305 1006-1011, 2014.

306

307 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional  
308 de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p

309

310 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional  
311 de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro:  
312 Embrapa Solos, 2006.

313

314 HOFFER, H.; DEBASTIANI, A.B.; NETO, R.P.M.; MENEGATTI, R.D.; NETO, S.L.R.  
315 Variabilidade espacial do estado de compactação do solo em um sitio experimental de *Mimosa*  
316 *scabrella* Benth. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.21, p.1903-1914, 2015.

317

318 IAPAR. **Cartas climáticas segundo Koppen**. Disponível em:<  
319 <http://www.iapar.br/modules/conteudo/>>. Acesso em 20 de Outubro de 2016.

320

321 LIMA, R. P.; SILVA, A. R.; OLIVEIRA, D. M. S. Análise de trilha de atributos físicos na  
322 resistência à penetração de um Latossolo Amarelo. **Revista de Agricultura Neotropical**,  
323 Cassilândia-MS, v. 1, n. 1, p. 65-74, 2014.

324

325 LIMA, R. P. de; DE LEÓN, M. J.; SILVA, A. R. da. Comparação entre dois penetrômetros na  
326 avaliação da resistência mecânica do solo à penetração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.4, p.  
327 577-581, 2013.

328

329 MAZURANA, M.; FINK, J.R.; SILVEIRA, V.H.; LEVIEN, R.; ZULPO, L.; BREZOLIN, D.  
330 Propriedades físicas do solo e crescimento de raízes de milho em um Argissolo Vermelho sob  
331 tráfego controlado de máquinas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.37, n.5, p.  
332 1185-1195, 2013.

333

334 MOLIN, J. P.; MAGALHÃES, R. P. de; FAULIN, G. D. C. Análise espacial da ocorrência do  
335 índice de cone em área sob semeadura direta e sua relação com fatores do solo. **Engenharia**  
336 **Agrícola**, Campina Grande, v.26, n. 2, p.442-452, 2006.

337



- 338 MOLIN, DIAS e CARBONERA. Estudo de penetrometria: Novos equipamentos e amostragem  
339 correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16,  
340 n.5, p.584-590. 2012.
- 341
- 342 PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: ESALQ/USP,  
343 2000. 477p.
- 344
- 345 RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R.  
346 Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p.  
347 321-344, 2005.
- 348
- 349 RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R.  
350 Compactação do solo: Causas e efeitos. **Semina**, Londrina, v.26, n.2, p.321- 344, 2005.
- 351
- 352 ROBOREDO, D. ; MAIA, J. C. S.; OLIVEIRA, O. J. DE; ROQUE, C. G. Uso de dois  
353 penetrômetros na avaliação da resistência mecânica de um Latossolo vermelho distrófico.  
354 **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.308-314, 2010.
- 355
- 356 SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO, S. M. G.  
357 L, ANDRADE, T. S.; FONTES JUNIOR, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos  
358 em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia**  
359 **Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 16, n. 8, p. 828–835, 2012.
- 360
- 361 SILVEIRA, D.C.; MELO FILHO, J.F. DE; SACRAMENTO, J.A.A.S.; SILVEIRA, E.C.P.  
362 Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no

363 recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.3, p.659-667,  
364 2010.

365

366 SOUZA, J. M. de.; BONOMO, R.; PIRES, F. R.; BONOMO, D. Z. Atributos físicos do solo  
367 em lavoura de cafeeiro conilon submetida à subsolagem. **Engenharia na agricultura**, Viçosa,  
368 v.22, n.5, p.413-425, 2014a.

369

370 SOUZA, M. F. de.; CESSA, R. M. A.; BRACHT, E. L.; SOUZA, F. R. de.; VARÃO, I. J. H.;  
371 COSTA, J. S.; ARAÚJO, M. L.; CAÇOL, P. S. K. Velocidade de infiltração básica de água  
372 como indicador da qualidade porosa do solo. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 2, 83-93,  
373 2014b.

374

375 STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de  
376 penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,  
377 Viçosa, v.15, n.2, p.229-235, 1991.

378

379 TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de  
380 um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22,  
381 n.3, p.573-581, 1998.

382

383 TORRES, J. L. R.; JUNIOR, D. J. R.; SENE, G. A.; JAIME, D. G.; VIEIRA, D. M. da S.  
384 Resistência à penetração em área de pastagem de capim Tifton, influenciada pelo pisoteio e  
385 irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement. 1, p. 232-239, 2012.

386

387

## **ANEXO – Diretrizes normas para submissão de trabalho a Revista Agro@ambiente online**

### **DIRETRIZES PARA AUTORES**

O Cadastro (login e senha) do autor responsável é obrigatório para submissão de artigos online e acompanhamento da tramitação do artigo submetido. Acesse a nossa página e faça o seu cadastro, no endereço [http:// www.agroambiente.ufr.br](http://www.agroambiente.ufr.br) ou [www.ufr.br/revista/index.php/posagro](http://www.ufr.br/revista/index.php/posagro).

Atenção: As normas da Revista Agro@ambiente podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo.

#### **1. Política Editorial**

A Revista Agro@ambiente On-line, publicada pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, apresenta periodicidade quadrimestral e destina-se à publicação seriada de sete seções: Artigo Científico Original – Paper, Artigo de Revisão Temática – Review, Relato de Caso – Case Report; Comunicação Rápida – Short Communication, Notas Técnicas – Technical Note, Divulgação Científica – Pop Science, Assuntos Conexos – Interdisciplinary Subjects de qualidade original e não-publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias, Ambientais e Recursos Naturais.

A Revista Agro@ambiente On-line ACEITA E INCENTIVA submissões de artigos redigidos em Inglês e Espanhol.

Autor correspondente não-nativo de um destes idiomas: O ARTIGO DEVERÁ SER EDITADO POR UMA EMPRESA PRESTADORA DESTE SERVIÇO E COMPROVANTE ENVIADO NO ATO DA SUBMISSÃO por meio do campo “Transferir Documentos Suplementares”. O ARTIGO EM PORTUGUÊS também deve ser enviado como documento suplementar.

Trabalhos subdivididos em partes I, II..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores.

##### **1.1. Avaliação e Publicação**

Os trabalhos aprovados pelo Corpo Editorial serão enviados a dois revisores da área e publicados, somente, se aprovados pelos revisores e pelo Corpo Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, CABENDO AO CORPO EDITORIAL A DECISÃO FINAL DO ACEITE. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores.

Os trabalhos que necessitem correções retornarão aos autores para que procedam às modificações sugeridas pelos revisores. O trabalho corrigido deve ser retornado à Comissão Editorial, num prazo DEFINIDO PELO EDITOR, com as modificações feitas em destaque (USAR OUTRA COR DE FONTE), ou com as justificativas balizadas na literatura científica para a não incorporação daquelas consideradas inaceitáveis. Todo o processo é eletrônico.

A comunicação entre Editor/Autor DEVE SER UNICAMENTE POR MEIO DO SISTEMA, utilizando o ícone NOTIFICAR AUTOR no sub-item DECISÃO EDITORIAL na página de AVALIAÇÃO.

ARTIGO QUE APRESENTAR MAIS DE SEIS AUTORES NÃO TERÁ SUA SUBMISSÃO ACEITA. Não é permitido mudanças de autores a posteriori a tramitação.

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A Revista Agro@mbiente On-line não fornece separatas ou exemplares aos autores. Todos os artigos aprovados e publicados por esse periódico desde o primeiro número estão disponíveis no site [http:// www.agroambiente.ufr.br](http://www.agroambiente.ufr.br) ou [www.ufr.br/revista/index.php/posagro](http://www.ufr.br/revista/index.php/posagro)

1.2. No ato da submissão requer-se:

1.2.1 Comprovante de contribuição (depósito ou transferência) para custeio de publicação O recurso proveniente dessa contribuição tem por finalidade custear serviços de revisão e diagramação, sendo R\$ 35,00 (trinta e cinco reais), não reembolsáveis, no ato da submissão e R\$ 25,00 (vinte e cinco reais), por página diagramada, no ato da aprovação da prova final (pré-publicação).

O depósito ou transferência bancária deve ser efetuado em nome de: Ajuri/Revista Agroambiente, Banco do Brasil, Agência – 2617-4, Conta Corrente – 51080-7. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado por meio de documentos suplementares.

Serão isentos dessa contribuição os Autores Correspondentes que atuam na RAGRO como Editores de Área e Avaliadores que tenham pelo menos quatro tramitações concluída, nos últimos 24 meses, até a data da submissão do manuscrito.

1.2.2 A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais que será exibida no momento da submissão do artigo; Portanto, o autor responsável pela submissão solicita de cada co-autor que lhe envie um e-mail de concordância. O autor responsável também envia um e-mail para o seu próprio e-mail para gerar os dados da mensagem (assunto, data, de e para), marque todo o e-mail e copie e depois cole no arquivo word. Assim, têm-se todas as declarações de concordâncias em um mesmo documento, gera-se um arquivo e submete em documentos suplementares.

Modelo de Declaração de Direito Autoral do Autor de Correspondência

Declaro em meu nome e em nome dos demais autores que aqui represento no ato da submissão deste artigo, à REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE que:

1. O conteúdo do artigo é resultado de dados originais e não publicados ou submetidos a outros periódicos.
2. Além do autor principal, todos os co-autores participaram suficientemente do trabalho para tornar públicas as respectivas responsabilidades pelo conteúdo.
3. Em caso de aceitação do artigo, os autores concordam que os direitos autorais a ele referentes se tornarão propriedade exclusiva da Revista Agro@mbiente On-line, vedada qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação,

impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e que, se obtida, devem constar os agradecimentos à Revista Agro@mbiente On-line do Centro de Ciências Agrárias/UFRR.

Os demais autores:

: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista Agro@mbiente nos termos descrito pelo autor de correspondência.

1.2.3 Omissão dos nomes dos autores com suas respectivas notas de rodapé, bem como a nota de rodapé do título na versão inicial que irá para avaliação;

Observação: Somente na versão final será preenchido o espaço das autorias, com as identificações em nota de rodapé (Local de trabalho e E-mail), inclusive a do título, e identificar o autor de correspondência com um asterisco.

## 2. Formatação do Manuscrito para todas as seções

2.1 – Estrutura do documento - Papel A4, digitado em espaço duplo, fonte Times New Roman, estilo normal, corpo 12, recuo do parágrafo por 1 cm (não usar tabulação). Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Os números de páginas devem ser colocados na margem superior, à direita. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

Os títulos: Resumo, Palavras-chave, Abstract e Key words devem ser escritos com apenas a inicial maiúscula, em negrito, em times new roman 10, alinhado à esquerda e separado do texto por um traço (-).

Os títulos das seções da estrutura (exceto resumo, palavras-chave, abstract e key words) deverão ser escritos com apenas a inicial maiúscula, em negrito, fonte times new roman 14, alinhado à esquerda e separados do texto por um espaço duplo.

O et al. deve ser grafado em itálico.

### 2.2 – Estrutura do texto

2.2.1- Título em português - deve ser centralizado, fonte times new Roman 14, em negrito e escrito com apenas a inicial maiúscula, com no máximo 20 palavras ou 100 caracteres.

2.2.2 - Título em inglês – deve ser centralizado, fonte times new roman 14, em itálico e escrito com apenas a inicial maiúscula.

Observação: Na chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de projeto de pesquisa, trabalho de conclusão de curso, monografia, dissertação e tese) e referências a instituições colaboradoras ou financiadoras (somente na versão final).

2.2.3 - Autores: Todos os autores devem ser cadastrados (online) no ato da submissão do trabalho.

NA PRIMEIRA VERSÃO DO ARTIGO, os nomes dos autores e a nota de rodapé DEVERÃO SER OMITIDOS para garantir avaliação cega. OS NOMES DOS AUTORES SÓ DEVEM SER INSERIDOS NA VERSÃO FINAL, quando toda tramitação foi concluída, devendo ser os mesmos que foram cadastrados e na mesma ordem.

NA VERSÃO FINAL - Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título,

somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como NOTA DE RODAPÉ (utilizar ferramenta do Word – Referência > Nota de Rodapé AB1) na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente, que deve ter um asterisco sobrescrito em seu nome com uma chamada no rodapé. A fonte empregada é Times New Roman 10.

2.2.4 - Resumo (Abstract) - deve conter no mínimo 200 palavras e no máximo 250 palavras em times new roman 10, justificado.

2.2.5 - Palavras-chave (Key words)- deve conter entre três e cinco termos para indexação, os quais não devem constar no título. Cada palavra-chave (key word) deve iniciar com letra maiúscula, seguida de ponto e em ordem alfabética.

#### 2.2.6 – Introdução

Deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, a ligação entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. A INTRODUÇÃO DEVE CONTER entre 450 e 600 PALAVRAS. Essa seção tem por objetivo fornecer ao leitor os antecedentes que justifiquem o trabalho, bem como contextualizar ou focalizar o assunto a ser tratado, para atingir esse objetivo deve incluir as seguintes informações: descrever a natureza do problema; a importância do problema quer seja social, teórica ou experimental; a relação com outros estudos sobre o mesmo assunto; a razão ou motivação para a realização do trabalho; as limitações e especificidades – delimitações do tema; estabelecer de forma clara os objetivos geral e específicos do trabalho e realçar sempre as hipóteses de trabalho, i.e., a(s) sua(s) contribuição(ões) científica(s) a solução do problema levantado.

#### 2.2.7 - Material e métodos

Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica. Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições, tamanho e número das parcelas. Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis. Deve-se evitar o uso de abreviações ou siglas. O material e métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento. Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente. Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados. Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

#### 2.2.8 - Resultados

Devem apresentados de forma clara, objetiva e lógica de modo a oferecer descrição dos principais achados do estudo. Deve-se evitar comentários e comparações. Dever ser apresentado preferencialmente de forma independente da seção DISCUSSÃO. Não devem ser descritos no texto os dados das Tabelas e/Figuras (sobreposição de informações), devem ser destacadas apenas as observações importantes que serão discutidas na seção DISCUSSÃO. AS TABELAS E FIGURAS SÃO CITADAS SEQUENCIALMENTE APÓS A PRIMEIRA CHAMADA NO TEXTO. Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras. O número de tabelas e figuras devem ser adequados as variáveis e aceito pelo Editor.

OS ARTIGOS EM PORTUGUÊS DEVEM APRESENTAR TAMBÉM TÍTULO E

## RODAPÉ DAS TABELAS E FIGURAS EM INGLÊS, USANDO ITÁLICO E SEGUIDO AO TEXTO EM PORTUGUÊS.

### 2.2.9 – Discussão

Os resultados devem ser discutidos e confrontados com o conhecimento anterior, com base em artigos atuais oriundos de periódicos com corpo editorial. Evitar abreviações. Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos Resultados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

Citação de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT (NBR - 6023) e as normas próprias da revista.

Ex: citação com um autor, Pereira (2008) ou (PEREIRA, 2008); com dois autores, Santos e Alves (2007) ou (SANTOS; ALVES, 2007); três ou mais autores, Albuquerque et al. (2009) ou (ALBUQUERQUE et al., 2009). Use et al. em itálico. Para citar mais de um autor, ordenar pelo ano de publicação. Ex: (MAHL et al., 2004; SILVEIRA et al., 2006; FURLANI et al., 2007).

Tabelas: serão denominadas de Tabela, numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço duplo. **NÃO USAR NEGRITO OU LETRA MAIÚSCULA NO CABEÇALHO.** Recomenda-se que as Tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. No texto a palavra Tabela ou Figura deve ser grafada com a primeira letra maiúscula. Ex. Na Tabela 1... Explicações da Tabela no rodapé deve ter fonte Times New Roman tamanho 10.

Figuras: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows” (“Excel”). Na versão final devem ser gravadas em arquivo do tipo METAFILE ou TIFF.

A RESOLUÇÃO deve ser no mínimo 500 dpi e enviados em arquivos separados do arquivo de texto. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar largura de 2,5 pontos de cor preta.

A Revista Agro@ambiente On-line reserva-se ao direito de não aceitar Tabelas e/ou Figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após à sua primeira citação.

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

Estatística:

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar Tabela com resumo e significância ou a descrição clara condizente com os resultados apresentados; NÃO SERÃO ACEITOS TRABALHOS COM MENOS DE 10 GRAUS DE LIBERDADE NO RESÍDUO e número de repetição inferior a três;
2. Trabalhos com tratamento controle (testemunha) devem ser analisados por contrastes ou teste de média específico;
3. Tratamentos quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
4. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão;
5. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  $y = a + bx + cx^2 + \dots$

#### 2.2.10 - Conclusões

Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo. Elaboradas com base no objetivo do trabalho. Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

#### 2.2.11 – Agradecimentos

Logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

2.2.12 - Literatura científica citada: deverão ser apresentadas em ordem alfabética de autores e de acordo com as normas da ABNT- NBR 6023, com as adaptações contidas nos exemplos de Referências.

Devem ser de fontes atuais (com menos de dez anos de publicação) e de periódicos. Exige-se que no mínimo 70% DAS REFERÊNCIAS sejam DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS.

Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos devem ser grafados em negrito e não fazer abreviações.

Recomenda-se um total de 20 a 30 literaturas científicas citadas para Artigo Científico Original, entre 30 e 70 citações para Artigo de Revisão Temática e de 10 a 20 literaturas científicas citadas para Nota Técnica e Relatos de Caso.

Exemplos de Referência:

Livro

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. 1. ed. Viçosa: DPS/UFV, 1999. 399 p.

Capítulo de livro

UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A; CRAVO, M. da S.; SILVA, A. J. da; MELO, V. F. M.; FERREIRA, G. B.; FERREIRA, M. M. M. Fertilidade do solo. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira. 1. ed. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. Cap. 4, p.131-183.

Tese/dissertação

BENEDETTI, U. G. Estudo detalhado dos solos do Campus do Cauamé da UFRR, Boa Vista, Roraima. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.



Artigo de revista

MONTEIRO, M.T; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.819-826, 2004.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES JÚNIOR, H. de O.; ALVES, J. M. A.; MELO, V. F.; FERREIRA, G. B. Resposta de seis variedades de cana-de-açúcar a doses de potássio em ecossistema de cerrado de Roraima. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 04, p. 505-513, 2009.

Resumo de trabalho de congresso

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. Resumos... Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p.158.

Trabalho publicado em anais de congresso

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C.B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 1994. p.16-29.

Trabalho de congresso pela Internet

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: Acesso em: 21 jan. 1997.

Trabalho de congresso em CD

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Tec Treina. 1 CD.

### 3. Seções Editoriais

Seção 1: Artigo Científico Original – Paper: são destinados às publicações de resultados originais com mais de duas unidades lógicas de publicação. O artigo científico original deverá conter até 40.000 caracteres ou no máximo de 20 laudas paginadas, obedecendo a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e literatura científica citada.

Seção 2: Artigo de Revisão Temática – Review: por sua relevância social, teórica ou experimental, são convidados pesquisadores de destaque para elaborar artigos temáticos de revisão, a convite do Conselho Editorial. O artigo de revisão temática deverá conter até 40.000 caracteres ou no máximo de 20 laudas paginadas, obedecendo a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e literatura científica citada.

Seção 3: Relato de Caso – Case Report: Contempla a descrição de casos, na medicina veterinária, de situações singulares, de ocorrência rara ou nunca descritas, bem como formas inovadoras de diagnóstico ou tratamento. O relato de caso deve ser apresentado em no

máximo 10 laudas paginadas (incluindo tabelas e figuras), devendo apresentar título (português e inglês), resumo (incluindo palavras-chave), abstract (incluindo key words), introdução, relato do caso, discussão, conclusões (quando pertinentes) e referências.

Seção 4: Comunicação Rápida – Short Communication: serão admitidas publicações inéditas de somente uma unidade lógica de publicação, de caráter teórico, experimental ou uma nova metodologia que ainda está se desenvolvendo, por apresentar resultados surpreendentes no cenário das pesquisas em ciências agrárias, recursos naturais ou em áreas afins. A comunicação rápida deverá ser apresentada com no mínimo duas laudas paginadas e no máximo quatro. A comunicação rápida deve conter, obrigatoriamente, resumo (incluindo palavras-chave), título em inglês e abstract (incluindo key words).

Seção 5: Nota Técnica – Technical Note: para essa seção são destinadas as contribuições de desenvolvimentos de metodologias de rotina, com a finalidade de divulgar procedimentos corretos, correntes e atualizados. Notas Técnicas deverão conter até 20.000 caracteres ou no máximo 10 laudas paginadas, devendo apresentar obrigatoriamente, resumo (incluindo palavras-chave), título em inglês e abstract (incluindo key words), introdução, material e métodos, resultados, discussão e literatura científica citada.

Seção 6: Divulgação Científica – Pop Science: são aceitos, nesta seção, artigos de divulgação que descrevam boas práticas nas áreas de ciências agrárias, recursos naturais e áreas afins, fazendo explicações de conceitos científicos ou técnicos contemporâneos em uma linguagem simples e acessível, destinado ao público leigo. Para o texto escrito na divulgação científica a redação é livre, porém com o comprometimento com a clareza, objetividade e escrito em uma linguagem simples com no máximo 10.000 caracteres ou 5 laudas paginadas, contendo, obrigatoriamente, resumo (incluindo palavras-chave), título em inglês e abstract (incluindo key words).

Seção 7: Assuntos Conexos – Interdisciplinary Subjects: nesta seção são destinados artigos científicos que estabelecem a conexão das áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais com as demais áreas do conhecimento, preferencialmente destacando as questões políticas, econômicas, sociais, filosóficas, éticas, entre outras. Os artigos destinados a seção assuntos conexos deverão conter até 40.000 caracteres ou no máximo de 20 laudas paginadas, incluindo obrigatoriamente, resumo (incluindo palavras-chave), título em inglês, abstract (incluindo key words) e literatura científica citada (ver norma geral).