

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS EM ÁREAS DE PASTAGENS E FLORESTAS EM PORTO VELHO-RONDÔNIA

Evaluation of soil compaction in pasture land and forests in Porto Velho-Rondônia

Eliomar Pereira da Silva Filho¹

Luiz Roberto Cottas²

Giovanni Bruno Souto Marini³

¹Universidade Federal de Rondônia

Departamento de Geografia/Labcart

BR 364, Km 10 – CEP 78900-000 – Porto Velho – Rondônia – Brasil

eliomarfilho@uol.com.br

²Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

Departamento de Geologia

lrcottas@rc.unesp.br

³Universidade Federal de Rondônia

Departamento de Geografia/PPGG/Labcart

giovannibsm@gmail.com

RESUMO

Os diferentes impactos ambientais, promovidos pela ocupação humana na Amazônia, podem ser melhor representados quando observamos os índices de desmatamento na região. Joels e Câmara (2001) avaliaram que estes índices cresceram 10 milhões de hectares na década de 1970, chegando a 60 milhões de hectares no final de 2000. Entre os problemas associados a tal crescimento, encontra-se a degradação dos solos promovida pela compactação por pisoteio animal nas áreas de pastagens, onde fatores como o adensamento do gado por área, o tempo de uso contínuo das pastagens e a falta de manejo dos solos promovem rapidamente a degradação dessas áreas. A verificação da resistência mecânica à penetração dos solos (RP) com uso do penetrômetro de impacto permitiu a identificação dos limites de (RP) para os ambientes de pastagens degradadas em relação às áreas de florestas, demonstrando diferenças significativas quanto à compactação para os dois ambientes e seus solos considerados. A utilização do penetrômetro de impacto mostrou-se eficiente na identificação da compactação em profundidade, com a identificação de áreas críticas.

Palavras-chave: compactação de solos, pastagens degradadas, impacto ambiental, resistência mecânica à penetração.

ABSTRACT

The different environmental impacts promoted by human occupation in the Amazon, may be better represented if the observed rates of deforestation in the region. Joels and Câmara (2001) estimated that these rates grew 10 million hectares in the 70s, reaching 60 million hectares by the end of 2000. Among the problems associated with such growth, is promoted by the degradation of soil compaction by cattle trampling in the areas of pasture, where factors such as the density of cattle per area, time of continuous use of pastures and lack of management of land, promote rapid deterioration of these areas. The verification of the strength of soil penetration (RP) with the use of penetrometer impact, allowed the identification of the limits of (RP) for pastures of degraded environments on the areas of forest, showing significant differences in compression for two environments and their land taken, and the use of an impact penetrometer was efficient in identifying the compression in depth, with the identification of critical areas.

Keywords: Compaction of soil, degraded pastures, environmental, mechanical resistance to penetration.

1. INTRODUÇÃO

Um dos graves problemas do avanço das áreas degradadas na Região Amazônica Brasileira associa-se ao abandono das pastagens por problemas como o esgotamento da fertilidade natural e a deterioração física dos seus solos com a presença da compactação e erosão, entre outros agravantes de caráter biótico.

A degradação das áreas de pastagens na região tem aumentado rapidamente, e de acordo com a Embrapa (2006) existem aproximadamente 60 milhões de hectares de áreas alteradas na Amazônia, destas, 15 milhões encontram-se sob pastagens. Na Amazônia Ocidental, cerca de 12 milhões de hectares de florestas estão atualmente ocupados com pastagens cultivadas, e aproximadamente 40% já apresentam suas pastagens em diferentes estágios de degradação (COSTA et al., 2009). Em Rondônia, estimativas de Soares, Townsend e Costa (2009) apontavam para 2,4 milhões de hectares de áreas em diferentes estágios de degradação.

Os estudos dos solos realizados em áreas de pastagens degradadas no Estado de Rondônia evidenciam diferentes enfoques em função da abrangência das questões a eles relacionadas. Aspectos voltados à fertilidade dos solos e aos fatores bióticos são apresentados em trabalhos de Costa et al. (2006, 2004). Problemas relacionados a fatores químicos e físicos associados à estabilidade estrutural dos solos em Longo (1999), estudos voltados para a avaliação da compactação dos solos, entre outros parâmetros físicos considerados são apresentados por Silva Filho et al. (2006).

Silva Filho et al. (2002) observaram que a compactação dos solos em áreas de pastagens com mais de 20 anos de uso, sobre um Latossolo Amarelo de textura argilosa e outro de textura muito argilosa, no município de Porto Velho/RO, revelaram valores relativos à resistência mecânica à penetração no solo (RP), da ordem de 46,7 kgf/cm², ou 4,57 MPa, para camada entre 0 e 10 cm, e de 32, 4 kgf/cm², ou 3,17 MPa para camadas

entre 11 e 20 cm de profundidade, evidenciando alto grau de compactação nas mesmas. Os valores críticos da RP variam, sendo aceito em geral valor de 2 MPa como impeditivo ao crescimento radicular e de 2,5 MPa como limite crítico, segundo Sene et al. (1985) e Imhoff, Silva e Tormena (2000).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a compactação nos primeiros 40 cm de profundidade promovida em duas áreas de pastagens com 20 anos de uso, em contraposição às áreas de florestas naturais das manchas de um Latossolo Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plântico, verificando as zonas mais compactadas e as diferenças entre os ambientes avaliados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Porto Velho/RO, em áreas da Embrapa-RO entre as coordenadas geográficas 8° 53' 20" de latitude Sul e 63° 06' 40" de longitude Oeste de Grw, conforme Mapa 1. Os solos foram classificados de acordo com Embrapa (2007), como um Latossolo Amarelo Distrófico típico, textura argilosa, álico (LAd), e um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plântico, textura argilosa, A moderado álico (PVAp), ambos com pastagens degradadas com 20 anos de uso, cujas manchas integram-se sequencialmente à situação de floresta natural. A Figura 1 apresenta o esquema do modelo da área experimental usada para as medições da resistência mecânica à penetração, nas duas classes de solos em seus respectivos ambientes de uso, pastagens degradadas e florestas.

Critérios utilizados quanto à homogeneidade da área escolhida para as medições de RP, nas manchas de solos selecionadas, foram basicamente a topografia, a cobertura vegetal, a cor e a textura dos solos, com base em Emater (2006), avaliados em um retângulo de 20 m X 30 m, (600 m²). A escolha desta área de 600 m² deu-se por esta ser menor que as áreas mínimas definidas para o mapeamento dos solos do campo experimental da Embrapa Porto Velho, de 50 x 50 m (2.500 m²), considerando a escala de 1:

5000, realizado por Valente et al. (1997). A disposição retangular foi localizada mais ao centro das manchas dos solos, onde foram efetuadas 18 medições com o Penetrômetro de Impacto, para avaliar a Resistência à Penetração (RP) nos pontos amostrais definidos na Figura 1, entre as profundidades de 0-10, 11-20, 21-30 e 31-40 cm.

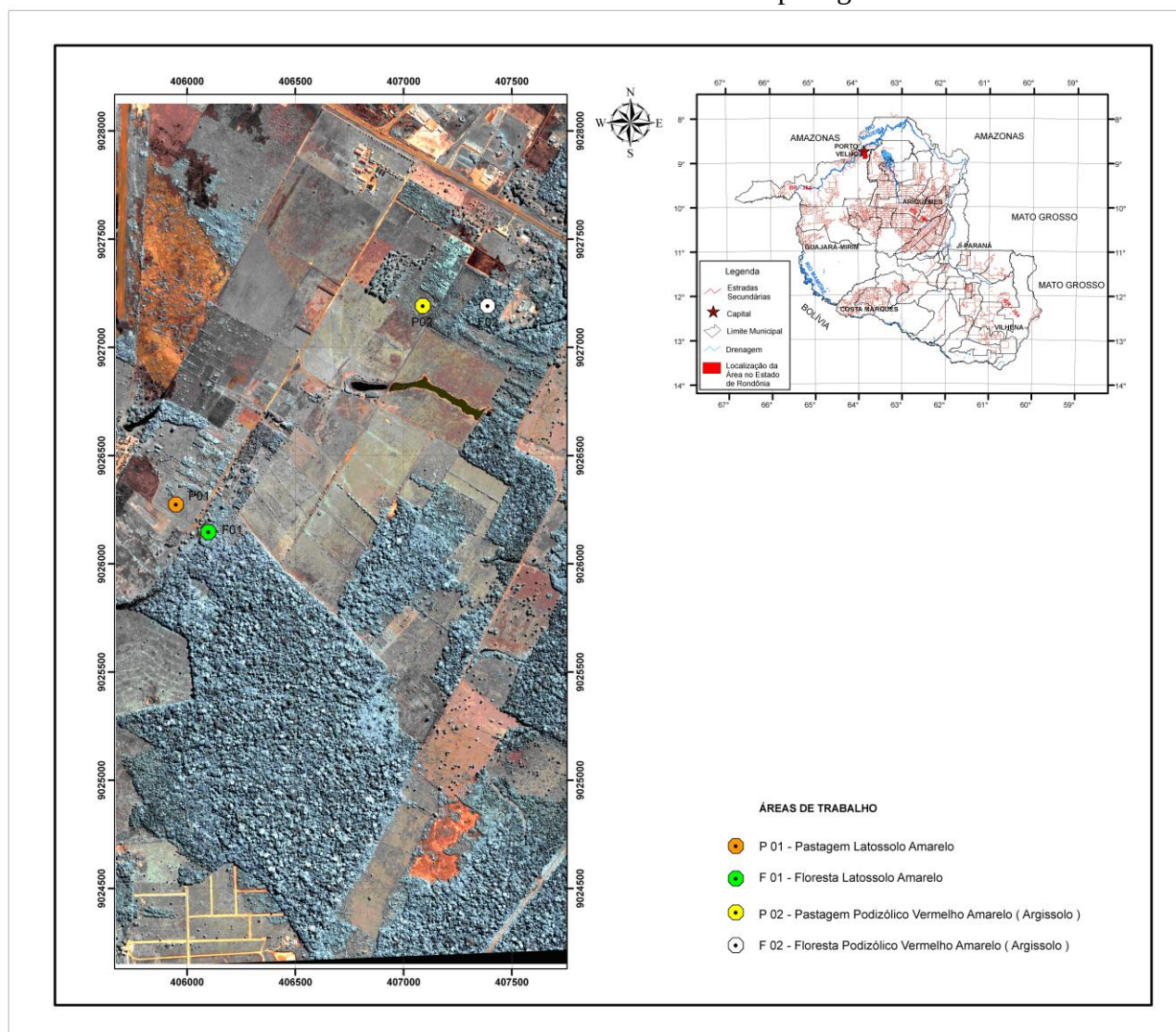
Foi utilizado um Penetrômetro de Impacto, modelo IAA/ Planalsucar-Stolf, descrito em Stolf et al. (1983) e Stolf e Faganello (1983). Os valores da resistência mecânica (RP) foram obtidos pela equação desenvolvida por Stolf (1991), em que:

$$RP = (M \cdot g \cdot h / A \cdot x) \cdot (M / M + m) + (M + m / a) \cdot g$$

sendo: $M = 4 \text{ kg}$; $A = 1,29 \times 10^4 \text{ m}^2$; $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$; $m = 3,2 \text{ kg}$; $h = 0,4 \text{ m}$; e x = penetração unitária ocasionada por um impacto (cm/impacto).

Foram coletadas amostras do solo com estrutura indeformada por meio de um anel de aço (Kopeck) com volume interno de 100 cm^3 , o procedimento metodológico para obtenção da densidade aparente é descrito em Kiehl (1979), a umidade atual e a porosidade total do solo pelos métodos 3.1 e 9.1 da Embrapa (1997).

Foram utilizados os softwares R 2.4 e Genes (CRUZ, 2006), para a verificação de diferenças significativas (Tukey a 5%), e análise hierárquica de agrupamentos da compactação entre as profundidades consideradas em ambiente de pastagem e floresta.



Mapa 1: Localização da área de estudo.

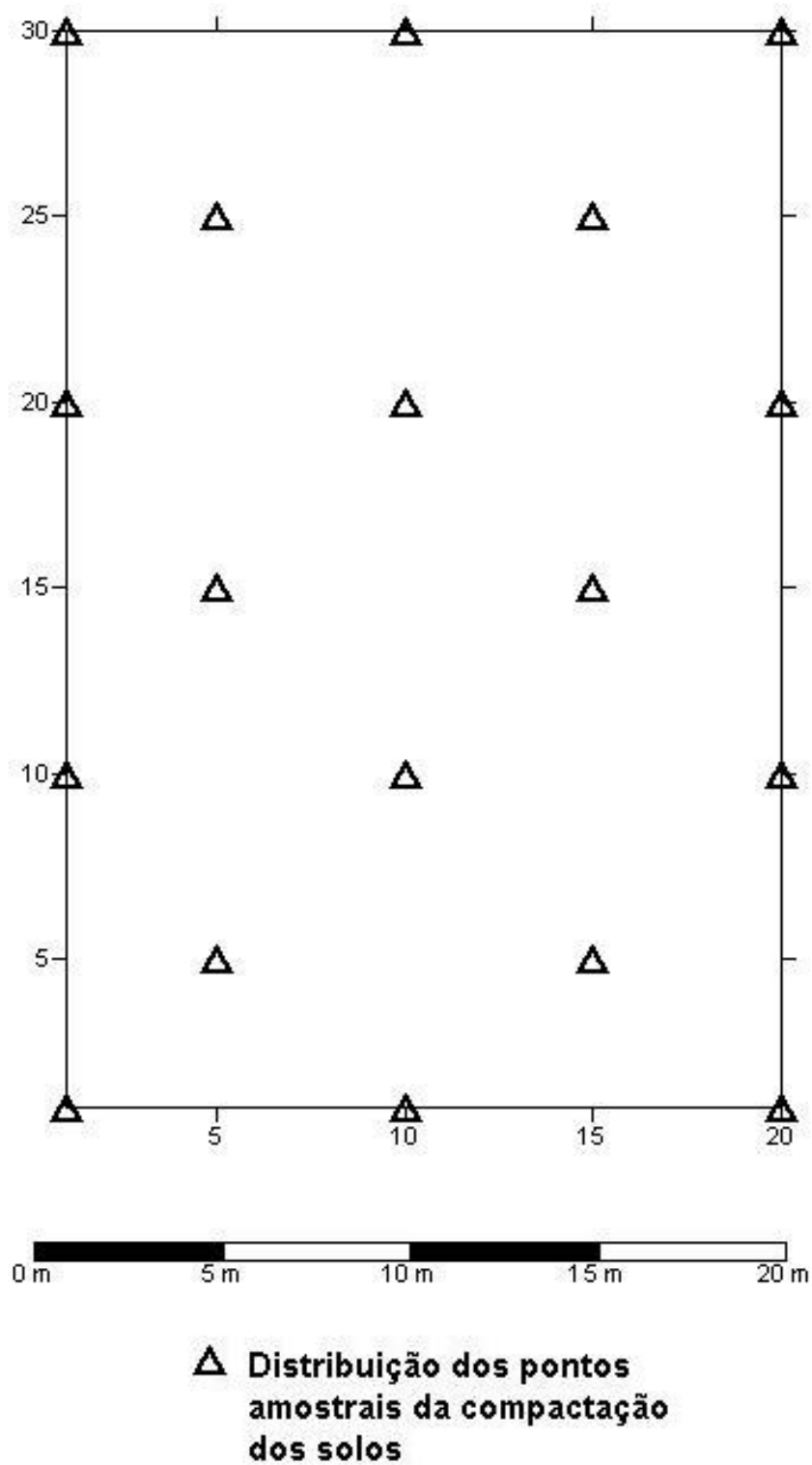


Figura 1: Modelo de medições e coletas de dados em áreas de LAd e PVAd.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados referentes à resistência à penetração (RP) em pastagem no LAd evidenciaram por meio do teste de Tukey que a zona mais compactada esteve entre 0-20 cm de profundidade. Os valores encontrados entre 0-10 cm mesmo sendo menores que os encontrados entre 11-20 cm não se diferenciaram significativamente.

A partir de 21 cm de profundidade, os valores de RP tornaram-se menores; a camada situada entre 21-30 cm não se diferenciou estatisticamente da camada entre 0-10 cm, mesmo esta última possuindo valores superiores a outra. Quando comparamos a camada 21-30 cm com os índices da profundidade entre 11-20 cm, encontramos diferenças significativas, confirmando que a camada entre 11 – 20 cm encontrava-se mais compactada que as demais. Em subsuperfície, entre 21-30 e 31-40 cm, não foram verificadas diferenças significativas entre os valores de compactação, e os menores valores de compactação foram observados entre 31-40 cm de profundidade.

Em floresta do LAd, as quatro camadas estudadas possuíam valores próximos,

conforme a Tabela 1. Entre as camadas de 11-20 e 21-30 cm ocorreu pequeno aumento de 0,1 MPa, não apresentando diferenças significativas entre as quatro camadas analisadas.

Na pastagem do PVAp, observamos que a zona mais compactada encontrava-se entre as profundidades 0-10 e 11-20 cm, similarmente à área de pastagem do LAd. A camada mais afetada pela compactação, entre 11-20 cm, não se diferenciou significativamente da camada entre 0-10 cm. As profundidades 0-10; 21-30 e 31-40 cm não possuíam diferenças significativas entre si, demonstrando que a compactação encontrada para a profundidade entre 11-20 cm é diferenciada quanto ao seu maior índice de compactação, quando comparada com as demais camadas.

A floresta do PVAp possui valores muito próximos de resistência à penetração para as quatro profundidades estudadas, com diferença que atingiram 0,1 MPa para as profundidades entre 11-20 e 21-30 cm, não apresentando diferenças significativas para nenhuma das camadas analisadas.

Tabela 1: Teste de Tukey para Resistência a Penetração (MPa).

Profundidade	Resistência à Penetração (MPa)			
	LAd		PVAp	
	Pasto	Floresta	Pasto	Floresta
0 - 10 cm	6,6 Aab	1,4 Ba	4,2 Cab	1,1 Ba
11 - 20 cm	7,2 Aa	1,5 Ba	5,4 Ca	1,2 Ba
21 - 30 cm	5 Abc	1,5 Ba	4 Ab	1,2 Ba
31 - 40 cm	3,6 Ac	1,4 Ba	3,3 Ab	1,1 Ba

Médias em mesma linha seguida de letras maiúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey. Medidas em mesma coluna seguidas de letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey a ($p > 0,05$).

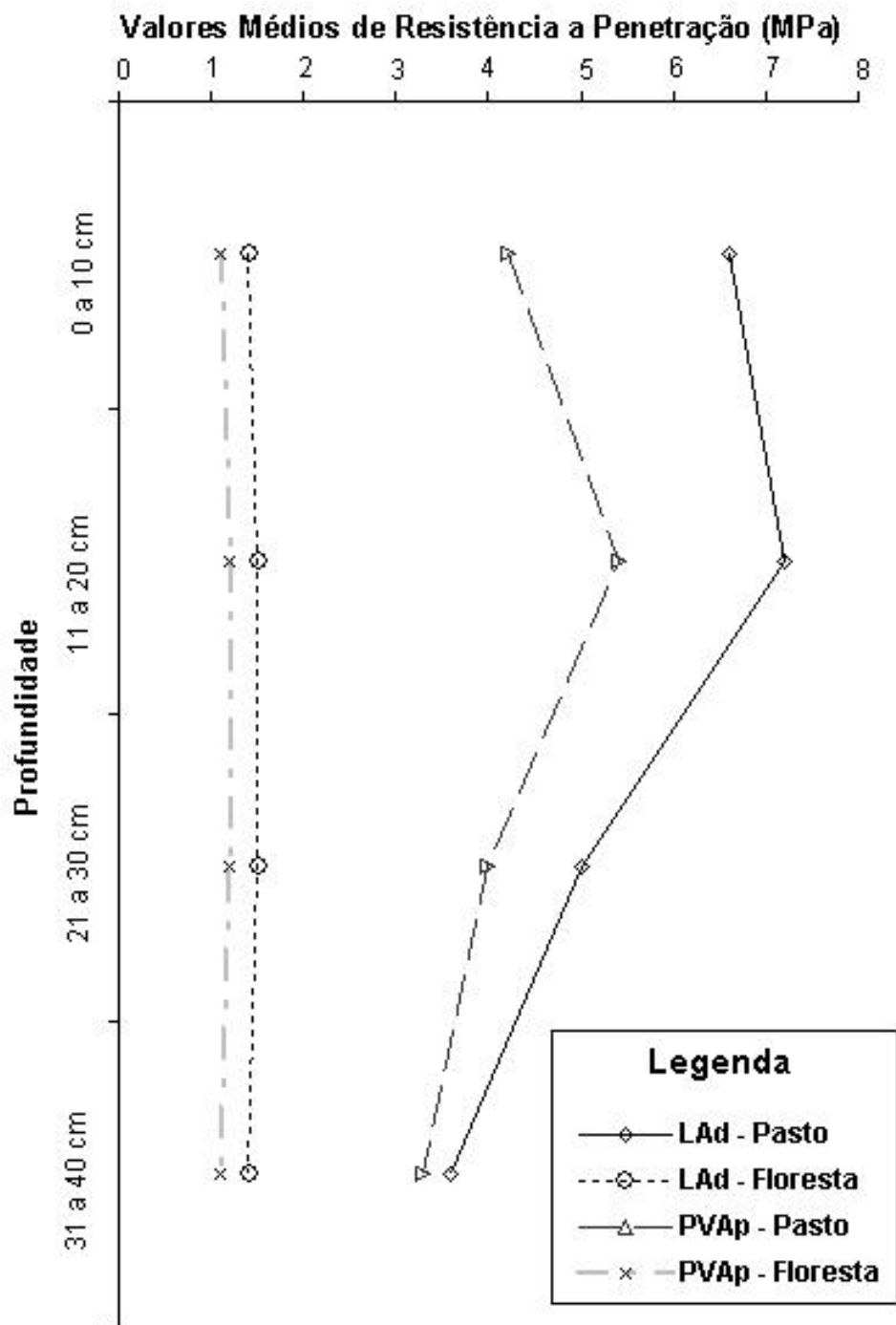


Figura 2: Modelo de medições e coletas de dados em áreas de LAd e PVAd.

Segundo Ralisch et al. (2008), valores de resistência à penetração medidos em área de floresta de um Latossolo Vermelho Amarelo também evidenciaram aumento desses índices entre a camada de 20-30 cm de profundidade, bem como aumento de RP na mesma profundidade para as áreas de plantio direto e convencional, sendo este último o mais elevado.

No nosso caso de estudo entre pastagem e floresta do LAd foi notado forte discrepância dos índices de RP, conforme pode ser observado no Figura 2. Com uso do teste de Tukey, verificamos que a diferença entre o uso no LAd foram significativas, como pode ser observado na Tabela 1, ocorrendo o mesmo para o PVAp, evidenciando que a área de pastagem neste solo possui valores superiores

de compactação se comparados com floresta, sendo estas diferenças confirmadas pelo teste de Tukey, como demonstrado na Tabela 1, caracterizando a maior compactação nas áreas de pastagens tanto do Latossolo Amarelo distrófico quanto para o Argissolo Vermelho Amarelo plúntico.

As duas áreas de florestas em LAd e PVAp, quando comparadas em seus índices de resistência à penetração (RP), não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey, sendo observado que os valores de LAd foram em média 0,3 MPa maiores que PVAp.

Na comparação entre as duas pastagens estudadas, o LAd apresentou valores superiores ao PVAp em todas as profundidades, porém nas camadas superficiais entre 0-10 e 11-20 cm, foi verificada diferenças significativas, nas demais camadas não foram observadas diferenças (Tabela 1 e Figura 2).

Considerando os resultados obtidos pelo teste de Tukey, observamos que a aplicação do método de agrupamento hierárquico corroborou com os resultados observados referentes aos índices de RP determinados para o LAd e PVAd e seus respectivos usos. Nesta análise, foram utilizados os dados de resistência à penetração (RP), umidade atual (U%) e porosidade total (PT); levando em consideração a profundidade total 0-40 cm, ocorrendo a aglutinação de 4 grupos, conforme Figura 3.

Os agrupamentos 1 e 2 do dendograma (Figura 3) correspondem aos dados da pastagem no LAd, Figura 4a. Observa-se que a razão desta subdivisão foi atribuída aos valores

extremos de RP alcançados por oito pontos amostrais que constituíram o Grupo 1 na legenda, tendo uma média de 9,32 MPa, como pode ser visualizado na Figura 4a. Neste grupo foram verificados os menores índices de umidade atual (U%) com média de 17,39 % e 27,08% para a porosidade total (PT).

O Grupo 2 do dendograma (Figura 3), com dez pontos amostrais, Figura 4a, possuía valores menores de RP, com média de 5,22 MPa, em ambos os casos determinados nos Grupos 1 e 2 da legenda, cujos valores foram superiores a 2,5 MPa; que de acordo com Sene et al. (1985), possuem forte restrição física ao desenvolvimento radicular. Os valores da umidade e da porosidade total apresentaram-se superiores, com 22,6% e 36,2%, respectivamente, para o Grupo 2 da referida figura.

O Grupo 3 do dendograma na Figura 4b, foi constituído por 18 pontos amostrais, todos referentes aos dados da pastagem do PVAp, possuindo valores de resistência à penetração com média de 4,79 MPa, de U% com 32,13% e de PT com 52,8%, indicando que neste ambiente os índices encontravam-se menos degradados que os referentes ao pasto de LAd na Figura 4a.

No teste de Tukey da Tabela 1, não foram encontradas diferenças significativas entre os ambientes de florestas dos dois solos distintos (LAd e PVAp), o mesmo ocorrendo para a análise de agrupamento hierárquico que não registrou tais diferenças, enquadrando todos os dados das florestas no Grupo 4, conforme Figura 4c.

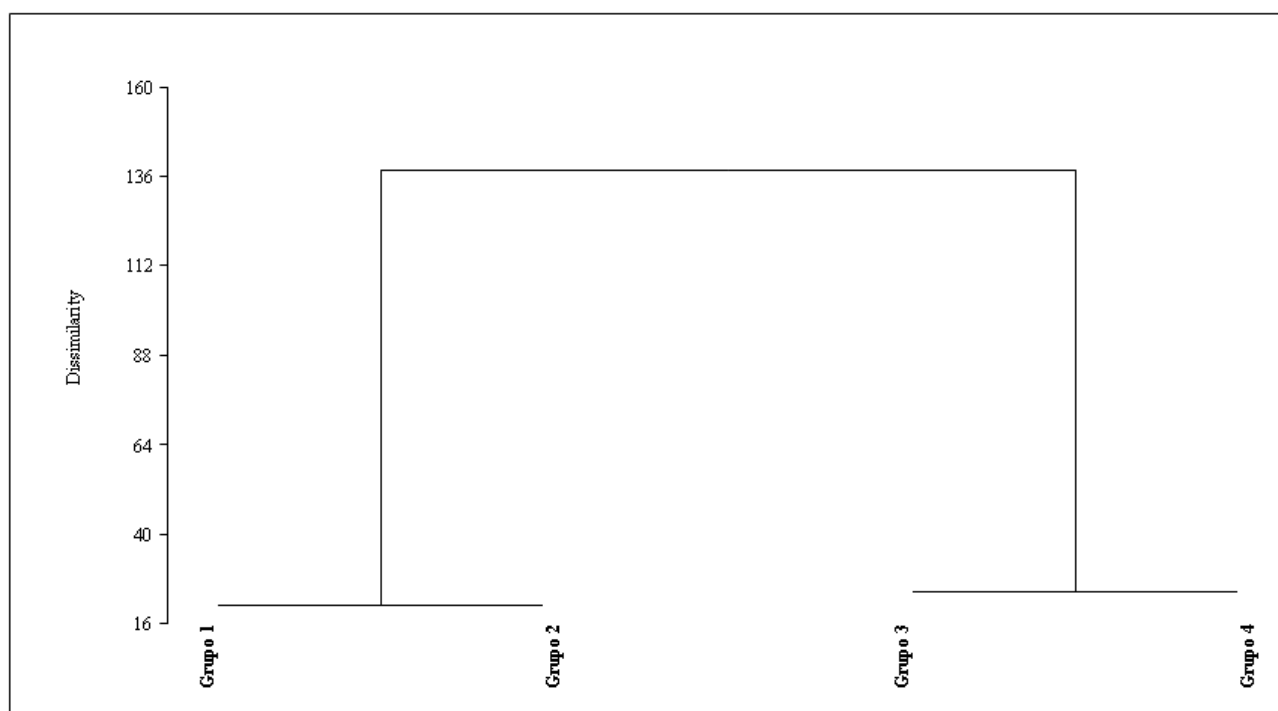


Figura 3: Dendrograma das variáveis analisadas.

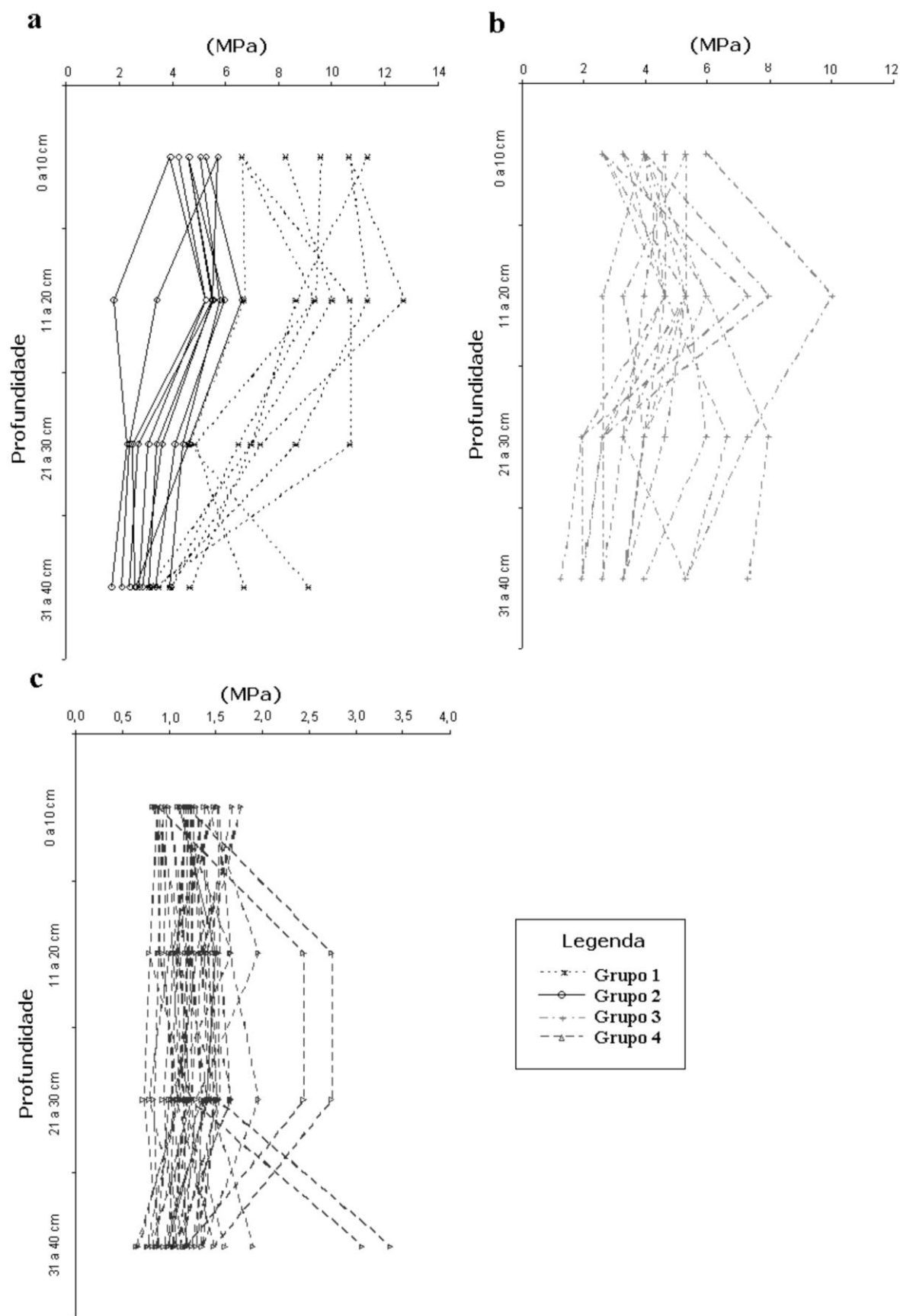


Figura 4: Representação de MPa dos agrupamentos.

4. CONCLUSÃO

As áreas onde se registraram os maiores índices de resistência à penetração (RP) encontram-se na pastagem do Latossolo Amarelo distrófico, seguido da pastagem de Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plúntico, sendo ambas significativamente diferentes a um nível de 95%, entre as profundidades 0-10 e 11-20 cm, apresentando valores de RP superiores a 2,5 MPa considerado restritivo ao desenvolvimento radicular. As áreas de florestas nos dois solos considerados não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo os valores médios de RP da ordem de 1,2 MPa.

5. REFERÊNCIAS

- COSTA, N. de L.; PAULINO, V. T.; RODRIGUES, A. N. A.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. Calagem e adubação de pastagens. In: COSTA, N. de L. (Ed.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. p. 81-115.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. de A. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Revista Electrónica de Veterinária**, Madrid, v. 2, n. 1, p. 9-43, 2006.
- COSTA, N. L.; BENDAHAN, A. B.; GIANLUPPI, V.; BRAGA, R. M.; RIBEIRO DE MATTOS, P. S. **Pastagens Degradadas na Amazônia. II. Sistema solo-planta-animal**. Disponível em: <www.clicnews.com.br/agropecuaria/view.htm?id=90481>. Acesso em: 16 fev. 2009.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: Análise multivariada e simulação**. Viçosa: UFV, 2006. 175p.
- EMATER. **Amostras de solos para análise Química**, Minas Gerais, 2001. Disponível em: <www.emater.mg.gov.br>. Acesso em: 21 set. 2006.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPS). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 211p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPS). **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 314p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Embrapa Amazônia Oriental). 2006. **Criação de bovinos de corte no estado do Pará**. Disponível em: <www.sistema.deproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 8 jan. 2007.
- IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Spatial heterogeneity of soil properties in áreas under elephant-grass short-duration grazing system. **Plant Soil**, Holanda, v. 219, p. 161-168, 2000.
- JOELS, L. C.; CÂMARA, G. Workshop Modelos e cenários para Amazônia: o papel da ciência. **Revista Parcerias Estratégicas**. Brasília, Ed. 12, p. 130-134 set. 2001.
- KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.
- LONGO, R. M. **Modificações em parâmetros físicos e químicos de latossolos argilosos decorrentes da substituição da floresta amazônica e do cerrado por pastagens**. 1999. 100f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - FEAGRI/UNICAMP, Campinas, 1999.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. de C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 12, n. 4, p.36-42 jul./ago. 2008.
- SENE, M.; VEBRASKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Science Society America Journal**. v.49, p. 422-427, 1985.
- SILVA FILHO, E. P.; CARNEIRO, E. X.; CARNEIRO, C. Avaliação da compactação de

solos em áreas de pastagem no Município de Porto Velho-RO- Amazônia ocidental. **Primeira Versão**, ano II, n. 108, p. 6-xx, 2002.

SILVA FILHO, E. P.; LOCATELLI, M.; CODEIRO, I.; NÓBREGA, C. A.; VIEIRA, A. H. Compactação de solos em sistemas agroflorestais no Município de Porto Velho/Rondônia. In: XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solos e Águas. Aracaju. SBCS/EMBRAPA, 2006. 1 CD-ROM.

SOARES, J. P. G.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. C. **Recuperação de pastagens em Rondônia**. Disponível em: >www.cpafrro.br/embrapa/Artigos/recupera.html>. Acesso em: 5 fev.2009.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Penetrômetro de Impacto IAA/PLANALSUCAR – Stolf; recomendação para seu uso. **STAB**, Piracicaba, v. 1. n. 3, p. 18-23, 1983.

STOLF, R.; FAGANELLO, B. F. Utilização do Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR – STOLF, na recomendação do preparo do solo na Usina Nossa Senhora Aparecida, (Pontal, S.Paulo). **STAB**, Piracicaba, v. 1, n. 6, p. 11-23, 1983.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmula de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15; n. 3, p. 229-235, set./dez. 1991.

VALENTE, M. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; SILVA FILHO, E. P.; RODRIGUES, E. R.; SANTOS, P. L. Caracterização e Mapeamento dos solos do Campo Experimental de Porto Velho, CPAF-RO. In: SEMINÁRIO DA ARN, 1997, Belém. **Anais...** Belém: CPATU/Embrapa, 1997.

Data de recebimento: 06.10.2009

Data de aceite: 02.02.2010