



Atributos Físico-Hídricos de Solo Sob Diferentes Usos na Região de Humaitá, Amazonas⁽¹⁾.

Bruno Campos Mantovanelli⁽²⁾; Milton César Costa Campos⁽³⁾; Diogo André Pinheiro da Silva⁽⁴⁾; Marcelo Dayron Rodrigues Soares⁽⁵⁾; Luís Antônio Coutrim dos Santos⁽⁶⁾; Felipe da Costa Weckner⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM). ⁽²⁾ Eng.º Agrônomo e Mestrando pelo Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, e-mail: brunomantovanelli21@gmail; ⁽³⁾ Professor Dr. Adjunto III da Universidade Federal do Amazonas, Campus Vale do Rio Madeira; ⁽⁴⁾ Eng.º Ambiental e Mestrando pelo Programa de Pós Graduação em Saneamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Doutorando Pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas; ⁽⁶⁾ Doutorando pelo Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁷⁾ Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Amazonas, Campus Vale do Rio Madeira.

RESUMO: A implantação de atividades florestais, agrícolas e pecuária vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos físico-hídricos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas. O estudo foi realizado entre os períodos de 2012 a 2013, na fazenda Santa Rita em Humaitá, AM. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Alítico plântico. Foram selecionadas três áreas: área de pastagem abandonada, área de agricultura abandonada e área de campo nativo, com vegetação nativa. Em cada sistema de uso foi demarcada uma área de 60x80 m, com doze pontos amostrais e os solos foram coletados nas camadas de 0,00 – 0,05 e 0,05 - 0,10 m com estrutura preservada, totalizando assim 24 amostras por sistema de uso. Realizou-se as seguintes análises: macroporosidade, microporosidade, porosidade total, umidade volumétrica do solo, densidade do solo e resistência do solo a penetração. Para a análise dos dados, utilizou-se a estatísticas univariada e multivariada. O uso das técnicas multivariadas mostrou-se eficiente na distinção de ambientes sobre os sistemas de usos estudados.

Termos de indexação: floresta Amazônica; ecossistemas naturais; Cambissolo

INTRODUÇÃO

A implantação de atividades florestais, agrícolas e pecuárias vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro. Ecossistemas naturais, como o cerrado e floresta amazônica vêm perdendo suas características originais e cedendo lugar para essas atividades. A região de Humaitá não é coberta por campos contínuos, mas por várias unidades isoladas entremeadas por florestas de

galerias, denominados “Campos de Puciari – Humaitá” (Braun e Ramos, 1959).

Com a substituição da vegetação nativa pode ocorrer perda da biodiversidade e alterações em todo o sistema, com aumento do escoamento superficial resultando na perda da fertilidade dos solos, aumento dos processos de erosão do solo, alterações do ciclo hidrológico, assoreamento e eutrofização dos corpos d’água (Klink e Machado, 2005).

A quantificação das alterações dos atributos do solo, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, pode fornecer subsídios importantes para a definição de sistemas racionais de manejo, contribuindo assim para tornar o solo menos suscetível a perda de capacidade produtiva (Neves et al., 2004). Nos últimos anos os estudos sobre a qualidade física e química do solo evoluíram significativamente, justificados quase sempre pela necessidade de se avaliar o comportamento de diversos atributos do solo em áreas sob cultivo agrícolas e pastagens (Spera et al., 2009). O manejo inadequado do solo pode provocar aumento da densidade, diminuição da macroporosidade e porosidade total dentre outros danos. Segundo Valladares et al. (2011) em estudo comparativo entre área de floresta nativa e área de pastagem verificaram-se que o volume total de poros e a densidade do solo apresentaram diferenças entre as áreas, como consequência do pisoteio animal.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os atributos físico-hídricos de solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre o período de 2012 a 2013 e o local selecionado foi a fazenda Santa Rita localizada nas imediações da BR 230, km 14, neste município de Humaitá, sob as coordenadas



geográficas de 7° 54' 25" S e 63° 17'33" W. A região apresenta relevo aproximado ao do tipo "tabuleiro", com desníveis muito pequenos e, bordos ligeiramente abaulados. Essas terras mais altas constituem os divisores topográficos de água entre os rios da região. O desnível dessas zonas mais elevadas e os vale dos igarapés, é da ordem de 15 a 29 metros, ocorrendo, entretanto, de maneira súbita (Braun e Ramos, 1959). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho e umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

Foram selecionados três sistemas de usos típicos da região Amazônica: a) área de pastagem abandonada a aproximadamente 6 anos, anteriormente cultivada com braquiária (*Brachiaria brizantha*) em início de degradação, refletido em certos pontos o solo em exposição; b) área de agricultura abandonada a aproximadamente 10 anos, sendo anteriormente cultivada com culturas anuais soja/arroz em sistema de rotação e preparo convencional do solo com gradagem e práticas de calagem e aproximadamente; c) área natural, com vegetação nativa. O solo das áreas em estudo é classificado como Cambissolo Háptico Alítico plíntico segundo (Campos, 2009). Em cada sistema de uso foi demarcada uma área de 60x80 m, e subdivididos em 12 blocos amostrais de 20 x 20 m e os solos coletados aleatoriamente dentro de cada bloco nas camadas de 0,00 – 0,05 e 0,05 - 0,10 m com estrutura preservada em anel volumétrico e agregados, totalizando assim 24 amostras por sistema de manejo.

Foram realizadas as seguintes análises físicas: A determinação da densidade do solo foi realizada pelo método do anel volumétrico, com coleta de amostras em estrutura preservada, em cilindros com volume médio de 313,9 cm³. A porosidade total foi determinada pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas. A microporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão. Pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade foi calculado a macroporosidade. A determinação da umidade volumétrica foi obtida pela diferença entre a massa do solo úmido e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas (Embrapa, 1997). Para a determinação da resistência do solo à penetração (RP) foram utilizadas as mesmas amostras coletadas para avaliação de densidade e de porosidade do solo, as mesmas foram determinadas em laboratório utilizando um penetrômetro eletrônico de bancada

com velocidade constante de 0,1667 mm s⁻¹ (Dalchiavon et al., 2011). Foi realizada análise de variância e, quando houve significância entre os manejos, estes foram analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) ASSISTAT 7.7. Realizou-se análise de estatística multivariadas, com as técnicas de análise de componentes principais (ACP), as análises estatísticas multivariadas foram processadas no software STATISTICA® versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade do solo (Ds), macroporosidade (MaP), microporosidade (MiP), porosidade total (PT), resistência do solo a penetração (RP) e umidade volumétrica do solo (UvS) são apresentados na (Tabela 1). Observa-se um crescente aumento em profundidade nos três sistemas avaliados, no entanto, não há diferença estatística para os valores de Ds entre os sistemas de pastagem abandonada e campo natural, evidenciando assim que não houve alteração desse atributo do solo, apesar do pisoteio animal que este sistema foi exposto ao longo de anos de uso, resultados contrários foram observados por Araújo et al. (2004), em área de Argissolo Amarelo sob pastagem na Amazônia. Entretanto os menores valores de Ds encontrados foram para a área de agricultura abandonada diferindo ($p > 0,05$) do sistema de campo natural. Esses valores de 1,24 e 1,28 Mg m⁻³ respectivamente as camadas de 0,0-0,05 e 0,05-0,10 m ficaram abaixo de 1,30 Mg m⁻³, estabelecido por Taylor e Aschcrof (1972) como nível crítico para o desenvolvimento adequado do sistema radicular das culturas, embora esse valor não possa ser generalizado.

Os dados obtidos para MaP, RP e UvS nas profundidades amostradas no solo sob pastagem evidenciam haver estreita relação com índices de compactação quando comparado ao sistema sob campo natural, uma vez que os valores desses atributos, encontram-se respectivamente, abaixo e acima dos limites estabelecidos (10% para a macroporosidade e 2,0 kPa para a resistência do solo a penetração) e umidade abaixo dos 20% conforme Tormena (2002), indicando assim que estes atributos ao contrário da Ds foram fortemente influenciados pelo manejo que ocorreu nesta área, segundo o autor é necessário manter o solo acima ou abaixo desses limites para garantir condições adequadas para as plantas, pois macroporosidade inferior a 10% imprime inadequada difusão de oxigênio para atender a demanda respiratória das raízes e o adequado crescimento e atividade de microorganismos.

O solo sob agricultura abandonada apresentou os menores valores de Ds e RP e os maiores para UvS nas três profundidades amostradas,



este fato é inteiramente atribuído ao revolvimento de solo que este ambiente sofreu durante anos de uso, que proporcionou maior aeração pela desagregação de possíveis camadas compactadas, e mesmo com o provável tráfego de máquinas agrícolas durante a colheita de grãos não sofreu influência pela pressão exercida ao solo, corroborando assim com resultados encontrados por Spera et al. (2004) que avaliaram os efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade.

As altas taxas de UvS registradas para as áreas de campo natural e agricultura abandonada nas profundidades amostradas mostram-se estatisticamente superiores ao ambiente de pastagem. Fabrício et al. (1999), apesar de registrarem valores de umidade pouco inferiores aos deste trabalho, verificaram também elevada diferença de umidade no solo, entre uma área com vegetação natural e áreas de pastagem intensiva. É importante ressaltar a significativa diminuição da taxa de umidade no solo em função da intensidade de uso. Os dados indicam que, quando áreas de campo nativo são utilizadas para pastagem de bovinos, a taxa de umidade diminui muito, atingindo valores críticos. De forma semelhante, os sistemas de pastagem abandonada e agricultura abandonada promoveram diferenças significativas nos valores do volume total de poros quando comparada ao ambiente de campo nativo nas profundidades de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, estado este fator influenciados pelas práticas de mecanização ao qual estes ambientes foram submetidos.

Quanto ao percentual de variância explicado pelas CPs no métodos dos autovalores verifica-se que o primeiro e segundo componentes são responsáveis por 80,2%, sendo 47,83% na CP1 e 32,37% na CP2 a profundidade de 0,0-0,05m (Figura 1), enquanto que na profundidade de 0,05-0,10m encontrou-se respectivamente 83,27%, sendo 50,82% na CP1 e 32,45% na CP2 (Figura 2). Esse tipo de análise é interessante para a ciência do solo porque pode eleger as variáveis mais significativas nos processos pedogenéticos (Theocharopoulos et al. 1997). Assim, os atributos do solo analisados com a ACP são agrupados de acordo com suas semelhanças, nas áreas estudadas, que, por sua vez, são separadas por critérios de dissimilaridade, o que levará à formação de grupos. Dos sistemas de usos analisados, percebe-se que o ambiente de pastagem foi o que apresentou a maior influência com indícios de compactação, pois a sua forte relação com variáveis de Ds, RP, Map, Mlp e PT está associada ao I e III quadrante respectivamente as profundidades amostradas, desta forma a análise de componentes principais conseguiu explicar a

relação das variáveis físicos-hídricas com os manejos adotados.

CONCLUSÕES

A substituição da vegetação nativa por sistemas de cultivo pode causar importantes alterações nos atributos físico-hídricos do solo ao longo dos anos de uso, principalmente na macroporosidade, resistência do solo a penetração e umidade volumétrica do solo.

O uso das técnicas multivariadas mostrou-se eficiente na distinção de ambientes sobre os sistemas de usos estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas e ao SECT-AM, pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado sob mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:337-345, 2004.
- BRAUN, E.H.G.; RAMOS, J.R.A. Estudo agroecológico dos campos Puciarí-Humaitá (estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). *Revista Brasileira de Geografia*, 21: 443-497, 1959.
- CAMPOS, M. C. C. Pedogeomorfologia aplicada a ambientes amazônicos do Médio Rio Madeira. 2009. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M.P.; NOGUEIRA, D.C.; ROMANO, D.; ABRANTES, F.L.; ASSIS, J.T.; OLIVEIRA, M.S. Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41:8-19, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FABRÍCIO, A.C.; CUNHA, T.J.F.; FREITAS, P.L. & MARTINS, J.S. Modificações morfoestruturais de solo sob Cerrado, decorrentes de diferentes sistemas de manejo em Chapadão do Sul-MS. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Brasília, 1999. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Embrapa, 1999.
- KLINK, A. C.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19: 707-713, 2005.



NEVES, C. M. N. SILVA, M.L.N. CURI, N.; MACEDO, R.L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistema agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, 28:1038-1046, 2004.
SPERA, S.T.; SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:129-136, 2009.
SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. & TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solos e na produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:533-542, 2004.
STATSOFT. *Statistica 7.0*. Tulsa: StatSoft, 2004. p. 250.

TAYLOR, S. A.; ASHCROFT, G. L. *Physical edaphology: the physics of irrigated and nonirrigated soils*. San Francisco, W.H. Freeman, 1972. 532 p.

THEOCHAROPOULOS, S. P.; PETRAKIS, P. V.; TRIKATSOULA, A. Multivariate analysis of soil grid data as a soil classification and mapping tool: the case study of a homogeneous plain in Vagia, Viotia, Greece. *Geoderma*, 77:63-79, 1997.

TORMENA, C. A. A compactação do solo em agroecossistemas agrícolas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14. 2002. Cuiabá. Anais. Cuiabá: Editora Universidade Federal de Mato Grosso. 2002. 4p.

VALLADARES, G. S.; BATISTELLA, M.; PEREIRA, M. G. Alterações ocorridas pelo manejo em Latossolo, Rondônia, Amazônia Brasileira. *Bragantia*, 70:631-637, 2011.

Tabela 1. Valores médios e coeficientes de variação dos atributos físico-hídricos nos diferentes sistemas de manejo na região de Humaitá, Amazonas.

Sistema de Manejo	RP ¹	MaP ²	MiP ³	VTP ⁴	UvS ⁵	DS ⁶
	Kpa	----- m ³ m ⁻³ -----				Mg m ⁻³
0,00 - 0,05 m						
Pastagem Ab.	2,74 a	0,059 b	0,403 a	0,462 a	16,56 b	1,44 b
Agricultura Ab.	1,60 b	0,150 a	0,258 b	0,408 ab	27,40 a	1,24 a
Campo Natural	1,71 b	0,055 b	0,259 b	0,314 b	25,68 a	1,42 b
CV (%) ⁷	13,47	19,38	23,25	23,57	7,28	9,03
0,05 - 0,10 m						
Pastagem Ab.	2,77 a	0,061 ab	0,348 a	0,409 a	14,47 b	1,52 b
Agricultura Ab.	1,63 b	0,090 a	0,286 b	0,376 a	25,27 a	1,28 a
Campo Natural	1,76 b	0,054 b	0,245 b	0,299 b	24,78 a	1,44 b
CV (%)	17,89	22,17	18,11	18,23	10,25	6,99

Pastagem Ab: Pastagem Abandonada; Agricultura Ab: Agricultura Abandonada RP¹: Resistência do solo a penetração; MaP²: macroporosidade; MiP³: microporosidade; VTP⁴: volume total de poros; UvS⁵: umidade volumétrica do solo; DS⁶: densidade do solo CV⁷: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem (Tukey $p \leq 0,05$).

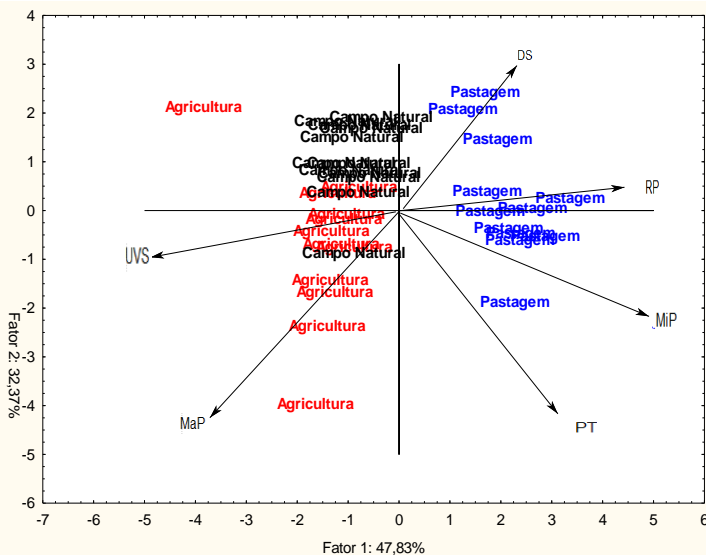


Figura 1. Análise de componentes principais dos atributos físico-hídricos na profundidade de 0,0-0,05m nos diferentes sistemas de uso na região de Humaitá, Amazonas.

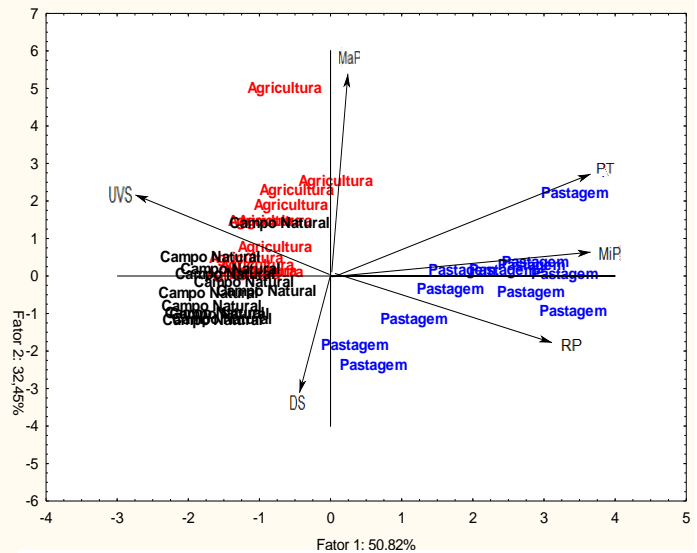


Figura 2. Análise de componentes principais dos atributos físico-hídricos na profundidade de 0,05-0,10m nos diferentes sistemas de uso na região de Humaitá, Amazonas.