



## Caracterização físico-hídrica de solos da Amazônia Ocidental após conversão de floresta nativa em sistemas agropecuários

**Erbesson de Souza Brito<sup>(1\*)</sup>; Marina Luciana Abreu de Melo<sup>(2)</sup>; Arthur Klebson Belarmino dos Santos<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP); Piracicaba, São Paulo, Brazil, 13418-900 (erbessonbrito@usp.br).

<sup>(2)</sup> Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP); Piracicaba, São Paulo, Brazil, 13418-900.

<sup>(3)</sup> Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP); Piracicaba, São Paulo, Brazil, 13418-900.

**RESUMO:** Avaliar os impactos de sistemas de uso e manejo nas propriedades físicas do solo, são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas agropecuários sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações das propriedades físico-hídricas do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária e pastagem em substituição à floresta nativa na Amazônia Ocidental. Os sistemas avaliados foram: pastagem (P), integração Lavoura-Pecuária (ILP) e floresta nativa (FN). Em cada sistema, foram abertas quatro trincheiras até a profundidade de 50 cm, distanciadas 40 m uma das outras, para a coleta de amostras de solo com estrutura preservada, no centro das camadas de 0-15, 15-35 e 35-50 cm. A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta. Em laboratório, as amostras com estrutura preservada foram saturadas por capilaridade. Em seguida, as amostras foram submetidas à tensão de 6 kPa, em coluna de Richards, para obtenção da porosidade total, microporosidade, macroporosidade, mesoporosidade, capacidade de campo (AD), ponto de murcha permanente, água disponível e teor relativo de água. Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sistemas de uso do solo para os atributos Macroporosidade, microporosidade e teor relativo de água. Para os atributos mesoporosidade e AD, o sistema de pastagem (P) apresentou os maiores valores, que podem ser associados à manutenção da qualidade física do solo promovida pela pastagem. A substituição da floresta nativa para sistemas agrícolas manteve a qualidade original do solo e para a ILP, melhora a qualidade para pastagem.

**Termos de indexação:** Acre, porosidade, uso do solo.

## INTRODUÇÃO

O uso da terra no estado do Acre está ligado principalmente à produção agrícola e à pecuária, devido às condições edafoclimáticas favoráveis para a realização dessas práticas. Contudo, os estudos que caracterizem o solo após a conversão a partir de floresta nativa ainda são incipientes, principalmente em áreas de pastagem, que caracterizam a maior parte do uso do solo na região amazônica.

Os solos do Acre possuem uma grande diversidade, podendo-se encontrar desde solos com caráter muito siltoso, a solos de caráter argiloso ou arenoso. Além disso, normalmente apresentam drenagem restrita na camada superficial, em grande parte da região Leste e Oeste. Todas essas características podem tornar os solos mais suscetíveis a processos de degradação física, como a erosão e a compactação. Diante dessa aparente fragilidade dos solos do Acre, associada ao uso de sistemas de manejo inadequados, estima-se que cerca de 80% das áreas ocupadas com pastagem estejam degradadas ou em processo de degradação (Dias-Filho; Andrade, 2006).

Essa problemática tem se agravado com os anos, devido às altas taxas de lotação animal e à ausência do período de deferimento das pastagens (Andrade; Valentin, 2007). Em busca de soluções que mitiguem esses danos, têm-se implementado técnicas mais sustentáveis para a agropecuária, visando o ganho produtivo, a recuperação de áreas degradadas e a conservação ambiental. Nesse sentido, sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária (ILP) têm demonstrado bons resultados. Esse sistema é utilizado em consorciação, rotação ou



sucessão de atividades agrícolas e pecuárias, promovendo maior diversificação da produção (Alvarenga et al., 2007).

A avaliação da dinâmica da água no solo pode ser considerada a forma mais eficaz de avaliar o impacto do uso e do manejo em sua qualidade física. A disponibilidade de água às plantas pode ser avaliada por meio da capacidade de extração da água retida no solo, via sistema radicular (Silva et al., 2015), e depende não só da quantidade de água que infiltra no solo, mas também da quantidade que pode ser acessada e utilizada pela planta (Reichert et al., 2011). A água disponível no solo é calculada como a faixa de umidade no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente, considerando que a água é igualmente disponível em toda essa faixa (Klein, 2014).

Um outro parâmetro importante de se avaliar é o teor relativo de água (RWC) sugerido por Reynolds et al. (2008). O RWC expressa a capacidade do solo de armazenar água e ar em relação ao volume total de poros do solo.

Em relação à funcionalidade dos poros do solo, os macroporos (>100  $\mu\text{m}$ ) se destacam por desempenhar o papel de aeração da matriz do solo e de condução de água no processo de infiltração. Nesse mesmo sentido, os microporos (<50  $\mu\text{m}$ ), também conhecidos por poros capilares, têm como atribuição básica, o armazenamento ou retenção de água pelo solo a 6 kPa (Andrade, 2008), disponibilizando essa água para as plantas.

Alguns autores sugerem, ainda, uma classe de poros intermediária, denominada mesoporosidade. Luxmoore (1981) propôs uma classificação na qual os mesoporos apresentam diâmetro entre 10 e 100  $\mu\text{m}$ . Dalmago et al. (2009) subdividiram a mesoporosidade em diferentes classes de diâmetro, definindo a primeira classe entre 8,9 e 50  $\mu\text{m}$  (equivalente às tensões de 6 e 33 KPa).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações das propriedades físico-hídricas do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária e pastagem em substituição à floresta nativa na Amazônia Ocidental.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Rio Branco, região Leste do estado do Acre (latitude 9° 56' S, longitude 68° 14' W e altitude 194 m). O clima regional é tipo Am, conforme Köppen, e a média anual da precipitação pluviométrica varia de 1.877 a 1.982 mm (ACRE, 2010).

Os sistemas avaliados foram: pastagem (P), integração Lavoura-Pecuária (ILP) e floresta nativa (FN), em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os solos das áreas de estudo foram classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plintossólico nos sistemas P e ILP e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico plintossólico na FN, conforme Embrapa (2013). O sistema FN é formado por vegetação aberta, com ocorrência natural de palmeiras e bambu (ACRE, 2010). Anteriormente, o uso da área de ILP era uma pastagem, introduzida em 1996, após a retirada e a queima da floresta nativa. Em 2011, introduziu-se a ILP, caracterizada por consorciação de pastagem de braquiária e plantio de milho. Nesse ano, foi realizado apenas um preparo do solo, com aplicação de corretivos da acidez. A pastagem corresponde a um sistema convencional de 20 anos com *Brachiaria brizantha*, implantada sem o uso de corretivos e adubos.

A amostragem foi realizada em julho de 2015. Em cada sistema, foram abertas quatro trincheiras até a profundidade de 50 cm, distanciadas 40 m uma das outras, para a coleta de amostras de solo com estrutura preservada, no centro das camadas de 0-15, 15-35 e 35-50 cm. A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta, sendo os resultados expressos na **tabela 1**.

**Tabela 1** - Teores de argila, silte e areia total para os sistemas de uso do solo.

Tratamentos	Argila Silte Areia total (g kg <sup>-1</sup> )		
	0-15 cm		
P	275	479	246
ILP	220	577	203
FN	365	527	108
15-35 cm			
P	325	455	220
ILP	240	572	188
FN	374	530	96
35-50 cm			
P	434	388	178
ILP	302	532	166
FN	393	535	72

Em laboratório, as amostras foram saturadas por capilaridade para obtenção da porosidade total (PT), como sendo igual à umidade de saturação ( $\theta_s$ ), ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ). Em seguida, as amostras foram submetidas à tensão de 6 kPa, em coluna de areia, e às tensões de 33 e 1.500 kPa, em câmara de Richards. Após atingirem o equilíbrio hídrico em cada tensão, realizou-se a quantificação da massa úmida.

A microporosidade (Micro) foi considerada equivalente à umidade volumétrica do solo na tensão de 6 kPa. A macroporosidade (Macro) foi determinada pela diferença entre PT e Micro. A mesoporosidade (Meso) foi definida como a faixa de umidade entre as tensões de 6 e 33 kPa. A capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) foram considerados na tensão de 6 e 1.500 kPa, respectivamente. A água disponível (AD) foi obtida pela diferença entre CC e PMP. O teor relativo de água (RWC) foi calculado pela razão entre CC e PT, conforme Reynolds et al. (2008). Todos os atributos foram definidos em base volumétrica ( $m^3 m^{-3}$ ) e todas as análises foram executadas conforme descritas em Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-knott a 5% de significância, com auxílio da linguagem R, pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas alterações significativas ( $p < 0,05$ ) nos atributos Macro, Micro e RWC entre os sistemas de uso do solo após a substituição da FN. Para os atributos Meso e AD, o sistema de pastagem (P) apresentou os maiores valores (**Tabela 2**).

**Tabela 2** - Macro, Micro, Meso, AD e RWC entre os sistemas de uso avaliados.

Tratamentos	Macro	Micro	Meso	AD	RWC
	( $m^3 m^{-3}$ )				
P	0,07 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,04 a	0,12 a	0,86 <sup>ns</sup>
ILP	0,06	0,43	0,03 b	0,11 b	0,87
FN	0,07	0,43	0,03 b	0,11 b	0,86
CV (%)	14,12	5,63	18,77	8,44	2,18

ns = não significativo. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os melhores resultados de P para Meso e AD podem ser associados à manutenção da qualidade física do solo promovida pela pastagem, a qual possibilita uma maior e mais persistente cobertura do solo em relação aos demais sistemas avaliados. Cruz et al. (2014), em seu estudo sobre atributos físico-hídricos de um Argissolo Amarelo sob ecossistema natural convertido em pastagem na região amazônica, também verificaram melhores resultados para o sistema de pastagem, o que foi relacionado ao maior acúmulo de matéria orgânica promovido por esse sistema.

Com o aumento da mesoporosidade, houve a elevação da água disponível. Melo et al. (2016), avaliando atributos físico-hídricos de um Latossolo

Vermelho distrófico sob sistemas de produção de grãos com diferentes níveis de uso do solo, também constataram uma correlação positiva entre Meso e AD. Essa relação pode ser justificada pela redução da energia de retenção da água no solo devido à maior frequência de mesoporos de diâmetros maiores (Dalmago et al., 2009).

Entre as camadas, houve diferença significativa apenas para AD, que foi menor na camada 0-15 cm (**Tabela 3**). Essa menor disponibilidade na camada superficial pode ser relacionada à maior quantidade de água extraída pelas raízes das plantas, que tendem a se concentrar em menores profundidades, sobretudo para gramíneas como milho e braquiária. Além disso, as camadas menos profundas são mais influenciadas pelas condições atmosféricas e, por consequência, são mais suscetíveis à perda de água por evaporação.

**Tabela 3** - Macro, Micro, Meso, AD e RWC entre as camadas amostradas.

Tratamentos	Macro	Micro	Meso	AD	RWC
	( $m^3 m^{-3}$ )				
0-15	0,07 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,10 b	0,86 <sup>ns</sup>
15-35	0,07	0,43	0,03	0,11 a	0,87
35-50	0,07	0,42	0,04	0,11 a	0,86
CV (%)	14,12	5,63	18,77	8,44	2,18

ns = não significativo. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As diferenças para AD não se refletiram no RWC (**Tabelas 2 e 3**). Como esse atributo representa um balanço entre o conteúdo de água no solo e a sua porosidade, pode-se assumir que os valores de Macro e Micro foram mais determinantes para os resultados de RWC.

Quanto aos valores obtidos para cada atributo, os resultados para Macro e Micro foram similares aos alcançados por Marques et al. (2012), em solos sob pastagem de *Brachiaria humidicola* e sistema agroflorestal (SAF) dominado por cupuaçuzeiro, pupunheira, açaizeiro e andiroba na Amazônia Central. Os valores de Meso e AD foram inferiores aos obtidos por Melo et al. (2016), em solo sob sistema de consórcio entre milho e braquiária e os valores de RWC foram superiores aos verificados por Melo et al. (2017), em solo sob pastagem de capim-tifton 85. No entanto, em ambos os trabalhos, os solos caracterizados pertencem à classe de Latossolos argilosos a muito argilosos do bioma Cerrado, o que demonstra a dependência desses três atributos com a granulometria e o grau de intemperismo do solo.



## CONCLUSÕES

A conversão da floresta nativa em pastagem promove melhorias nos atributos mesoporosidade e água disponível em solos da Amazônia Ocidental.

No planejamento da ocupação de áreas da região amazônica para atividades agropecuárias, devem ser considerados outros fatores além dos atributos físico-hídricos do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradem a CAPES, pela concessão de bolsa e a Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo apoio financeiro para execução das atividades de campo e laboratorial.

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. 2010. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000): Documento Síntese. 2.ed. SEMA, Rio Branco, Brasil. 356 p.
- ALVARENGA, R.C. et al. Sistema de Integração lavoura-pecuária: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p. (Circular Técnica, 93).
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J. F. Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 41 p. (Documento, 105).
- ANDRADE, R.S. Efeitos de culturas de cobertura na qualidade física do solo sob plantio direto. 75 f. Tese (Doutorado em Solo e Água) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2008.
- CRUZ, D.L.S., et al. Atributos físico-hídricos de um Argissolo amarelo sob floresta e savana naturais convertidas para pastagem em Roraima. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38:307-314, 2014.
- DALMAGO, G.A. et al. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina grande, 13:855-864, 2009.
- DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. Pastagens no trópico úmido. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 30p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 241), 2006.
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. Applied Mathematics, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.
- KLEIN, V.A. Física do solo. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3º edição, 2014.
- LUXMOORE, R. J. Micro, meso and macroporosity of soil. Soil Science Society American Journal, Madison, 45: 671-672, 1981.
- MARQUES, J.D.O. et al. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Central. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:611-622, 2012.
- MELO, M.L.A. et al. Atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas intensificados de produção de grãos em Sete Lagoas-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.
- MELO, M.L.A. et al. Soil physical quality after nitrogen fertilizers use in irrigated pasture of Tifton 85. Scientia agraria, 18: 194-203, 2017.
- REICHERT, J.M. et al. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. In: KLABUBERG FILHO, O. et al. (Org.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011, v. 7, p. 1-54.
- REYNOLDS, W.D.; DRURY, C.F.; YANG, X.M.; TAN, C. S. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. Geoderma, 3: 466-474, 2008.
- SILVA, B.M. et al. Critical soil moisture range for a coffee crop in an oxidic latosol as affected by soil management. Soil and Tillage Research, Lavras, 154: 103-113, 2015.