



# Impacto do uso e da textura na retenção de água em solos na Amazônia

## *Impact of land use and soil texture on water retention in soils in the Amazon*

Andressa Griebler Gusmão\*, Moacir Tuzzin de Moraes†.

### RESUMO

O objetivo da pesquisa é avaliar os impactos de diferentes usos do solo (florestas ou pastagens) e suas respectivas texturas (argilosas ou arenosas) na curva de retenção de água. Dessa forma, o local escolhido para a realização do estudo foi a Floresta de Tapajós, no Pará, dentro do bioma Amazônico. Foram selecionadas oito áreas, que contaram com cinco pontos amostrais distribuídos em uma região de coleta de 100x100 m, totalizando 160 amostras. As amostras foram submetidas a processos como saturação, pesagem e secagem com a finalidade de determinação do conteúdo volumétrico de água em diferentes potenciais matriciais. Por fim, por meio do programa RETC as curvas de retenção foram ajustadas aos dados. Os resultados obtidos mostraram que a conversão de florestas em pastagem arenosas diminuiu a capacidade de retenção de água e ar do solo. Já em solos argilosos devido à redução de criptoporos e macroporos, a conversão de floresta para pastagem não sofreu muitas alterações no ponto de vista de armazenamento de água no solo, mas reduziu a capacidade de aeração do solo.

**Palavras-chave:** Curva de retenção de água no solo, Florestas, Pastagens, Argiloso, Arenoso.

### ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the impacts of different land uses (forests or pastures) and their respective textures (clay or sandy) on the water retention curve. Thus, the location chosen for the study was the Tapajós Forest, in Pará, within the Amazon biome. Eight areas were selected, which had five sampling points distributed in a collection region of 100x100 m, totalizing 160 soil samples. The samples were submitted to processes such as saturation, weighing and drying in order to determine the volumetric water content in different matric potentials. Finally, through the RETC program the retention curves were fitted to the data. The results obtained showed that the conversion of forests to sandy pastures decreased the soil water and air retention capacity. On the other hand, in clayey soils, due to the reduction of cryptopores and macropores, the conversion of forest to pasture did not change much the soil water available but decrease the soil aeration.

**Keywords:** soil water retention curves, Forests, Pastures, Clayey, Sandy

## 1 INTRODUÇÃO

A conversão do uso do solo, de floresta para pastagem, causa alterações químicas, físicas e biológicas no perfil dos solos. Na região da Amazônia, grandes impactos ambientais têm sido verificados na qualidade dos solos, principalmente devido a deflorestação e conseqüente alteração do uso do solo. O fluxo de água nos solos é um dos principais estágios do ciclo da água na natureza, e a conversão do uso do solo pode alterar a dinâmica da água no ambiente.

\*Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil; [andressagusmao@alunos.utfpr.edu.br](mailto:andressagusmao@alunos.utfpr.edu.br)

†Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão, Paraná, Brasil; [mtmoraes@professores.utfpr.edu.br](mailto:mtmoraes@professores.utfpr.edu.br)



A curva de retenção da água é um importante indicador da qualidade física do solo, com esta é possível estimar alguns atributos físicos, tais como a distribuição do tamanho de poros, a porosidade total, a macroporosidade, a microporosidade, a capacidade de campo, o ponto de murcha permanente e o conteúdo de água disponível no solo. Atualmente são utilizadas várias metodologias para a obtenção da curva de retenção. Através dela se torna possível estudar as interações das propriedades físicas de diferentes solos e seus usos, sendo uma ferramenta de extrema importância no auxílio e gerenciamento de práticas como o manejo, irrigação e cultivo agrícola (TORMENA; SILVA, 2002).

O modelo de Van Genuchten é a equação mais utilizada atualmente para estimar os conteúdos de água em diferentes potenciais matriciais e ajustá-los conforme dados medidos em campo. A fórmula depende de parâmetros físicos do solo como a forma e inclinação que são determinadas empiricamente por ajustes denominados “ $\alpha$ ”, “ $n$ ” e “ $m$ ” (VAN GENUCHTEN, 1980).

A permeabilidade do solo em conjunto com alguns outros fatores como o tamanho, compactação e descontinuidade dos poros se tornam grandes responsáveis pela velocidade de infiltração de água no solo (SOUZA; ALVES, 2003). Dessa forma, alterações na estrutura do solo podem causar a perda de estabilidade de agregados, modificando a distribuição do tamanho dos poros, retenção, movimento e disponibilidade de água no solo (MACHADO et al., 2008).

Tendo em vista a ausência de trabalhos relacionados à investigação da retenção de água no solo e as suas propriedades hidráulicas (CÁSSARO et al., 2008), a principal questão norteadora deste trabalho é entender qual é a influência da textura do solo nas alterações de porosidade dos solos devido à conversão do uso de floresta para pastagens no bioma Amazônico? Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar os impactos do uso (floresta e pastagem) e da textura (argiloso e arenoso) na qualidade estrutural do solo por meio das curvas de retenção de água do solo.

## 2 MÉTODO

O estudo foi realizado em áreas de Floresta e de Pastagem do Bioma Amazônico, localizadas na Floresta Nacional de Tapajós, em Santarém, Pará, Brasil. Oito áreas foram selecionadas, sendo considerados os fatores uso do solo (floresta e pastagem) e textura do solo (arenoso e argiloso), com 2 locais para cada condição e 5 repetições (pontos amostrais) em cada local. Essa região foi escolhida porque ela é caracterizada como um *hotspot* na intensificação e mudança do uso do solo, principalmente devido ao impacto da pecuária nas últimas décadas (SOLTANGHEISI et al., 2019). Dessa forma, a coleta de amostras com estrutura preservada do solo foi realizada em todas as oito áreas (Florestas e Pastagens). Para isso, em cada uma das oito áreas, cinco pontos amostrais foram distribuídos em uma área de coleta de 100x100 m. Nestes pontos, amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm, por meio de cilindros volumétricos (diâmetro de ~4,7 cm e ~3,0 cm de altura, aproximadamente 52 cm<sup>3</sup> de volume), totalizando 160 amostras (8 áreas, 4 camadas e 5 repetições).

Inicialmente, as amostras foram saturadas por 24 horas e depois foram submetidas a drenagem pelos seguintes potenciais matriciais: -10, -20, -60, -100, -330, -1.000, -3.000 e -15.000 hPa. Após atingirem o equilíbrio, para cada uma das tensões da água, as amostras foram pesadas com o objetivo de medir a quantidade volumétrica de água contida no solo (m<sup>3</sup>m<sup>-3</sup>). Logo em seguida os solos foram secados em estufa a 105°C por 72 horas, de modo a determinar sua respectiva densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>).

A partir dos dados de umidade volumétrica dos solos em cada um dos potenciais matriciais foi possível construir curvas de retenção de água do solo. Os dados medidos de umidade volumétrica nos diferentes potenciais matriciais foram ajustados ao modelo de van Genuchten (Equação 1) (VAN GENUCHTEN, 1980).



As análises dos dados hidráulicos de retenção de água nos solos (160 curvas de retenção de água) foram ajustadas por meio do software RETC. Portanto, foram geradas 160 curvas de retenção de água, das quais foram considerados as médias para cada camada do solo (0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm) referente aos usos do solo (Floresta e Pastagem) e texturas do solo (arenoso e argiloso), resultando em 16 curvas de retenção de água dos solos.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{(1 + (\alpha\Psi)^n)^m} \quad (1)$$

Onde  $\theta$  é o conteúdo volumétrico de água do solo ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );  $\Psi$  é o potencial matricial da água no solo (hPa);  $\theta_r$ ,  $\theta_s$ ,  $\alpha$ ,  $m$ , e  $n$  são parâmetros de ajustes dos dados à equação de Van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980). O valor de  $m$  foi calculado ( $m=1-1/n$ ) como sendo uma relação com  $n$ , conforme Mualem (1976).

O diâmetro equivalente de poros foi determinado por meio da forma reduzida da equação da capilaridade. A avaliação da distribuição de poros do solo por classes de diâmetros foi determinada, conforme Teixeira et al. (2017), considerando as classes de Macroporos grandes ( $> 5000 \mu\text{m}$ ), macroporos médios ( $5000-2000 \mu\text{m}$ ), macroporos pequenos ( $2000-1000 \mu\text{m}$ ), macroporos muito pequenos ( $2000-75 \mu\text{m}$ ), mesoporos ( $75-30 \mu\text{m}$ ), microporos ( $30-5 \mu\text{m}$ ), ultramicroporos ( $5-0,1 \mu\text{m}$ ), criptoporos ( $<0,1 \mu\text{m}$ ).

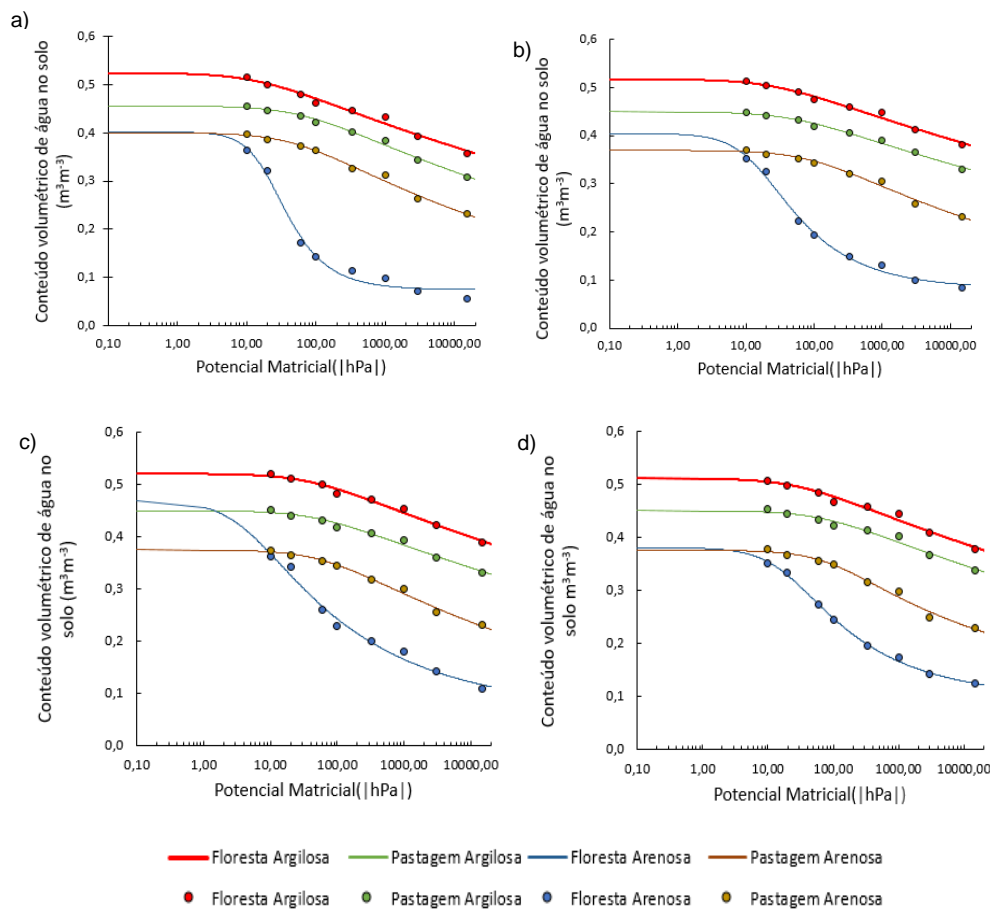
### 3 RESULTADOS

A disponibilidade de água para as plantas está relacionada com o estado de energia da água, de forma geral, a água disponível para as plantas pode ser considerada, como os valores de água retidos nos poros do solo, entre os potenciais matriciais de -60 hPa a -15000 hPa. Para florestas argilosas o conteúdo volumétrico de água foi de 0,53 a 0,50  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  em todas as profundidades. Nas pastagens argilosas os resultados obtidos ficaram entre os intervalos de 0,45 e 0,43  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  também para todas as profundidades. Em pastagens arenosas nota-se uma grande diferença entre as curvas de retenção conforme a profundidade de avaliação no perfil do solo. Para a camada 0-10 cm, os resultados mostram que a disponibilidade de água para as plantas está entre a faixa de 0,39 a 0,32  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , entretanto para 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm os dados foram de 0,37 a 0,32  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . Ainda, fica evidente que as curvas de retenção das florestas arenosas foram as que obtiveram a maior discrepância entre as condições de usos e texturas do solo. Para a profundidade 10-20 cm o intervalo de água disponível foi de 0,25 a 0,09  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , entretanto em 20-30 cm a disponibilidade de água ficou entre 0,28 a 0,11  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . Por fim, nas camadas 20-30 e 30-40 cm os valores obtidos foram de 0,30 a 0,18  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ .

Por meio dos resultados (Figura 1) ainda é possível observar que entre os valores 10 a 100 hPa, o solo argiloso em geral apresentou uma maior retenção de água estando em uma faixa de 0,45 a 0,55  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  em todas as camadas avaliadas. Em solos arenosos foi verificado que a superioridade da retenção de água está entre os valores 0,35 a 0,45  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . Esta afirmação corrobora com as observações de Croney & Coleman (1954) que comparam amostras de solo franco-arenoso em um estado compactado e em um não compactado, onde foi concluído que o ponto de saturação do solo compactado possui uma menor disponibilidade de água em relação ao solo não compactado. Dessa forma, nos solos não compactados, característicos das florestas, a porosidade total é mais elevada, portanto, a capacidade de retenção de água é maior. Por outro lado, nos solos compactados, típico das pastagens, à medida que a compactação acontece, a porosidade total é reduzida, afetando principalmente a macroporosidade, a qual impacta diretamente no armazenamento de ar no solo. Salienta-se que em ambas as texturas, houveram impactos da compactação na distribuição do tamanho dos poros. Entretanto, observa-se que em solos argilosos, o efeito da compactação causada pelo tráfego de animais causou menores alterações na retenção e água no solo (mesoporos, microporos e ultramicroporos) do que em pastagens arenosas.

De forma geral, poucas diferenças foram observadas entre a capacidade de retenção de água em poros pequenos (mesoporos, microporos e ultramicroporos), entretanto, as diferenças foram capazes de indicar alterações nas relações entre macro e microporosidade o que impacta diretamente na capacidade do solo em fornecer ar e água em condições adequadas para as plantas e microrganismos. Portanto, a capacidade de aeração e de armazenamento de água nos solos deve ser um ponto importante a ser considerado, para avaliação dos impactos dos sistemas de uso do solo para inferir se o solo poderá reter uma boa quantidade de água e ao mesmo tempo permanecer com aeração.

**Figura 1: Impacto do potencial matricial na disponibilidade de água dos diferentes tipos de uso e suas respectivas propriedades físicas do solo para a profundidade de a) 0-10 cm b) 10-20 cm c) 20-30 cm d) 30-40 cm.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

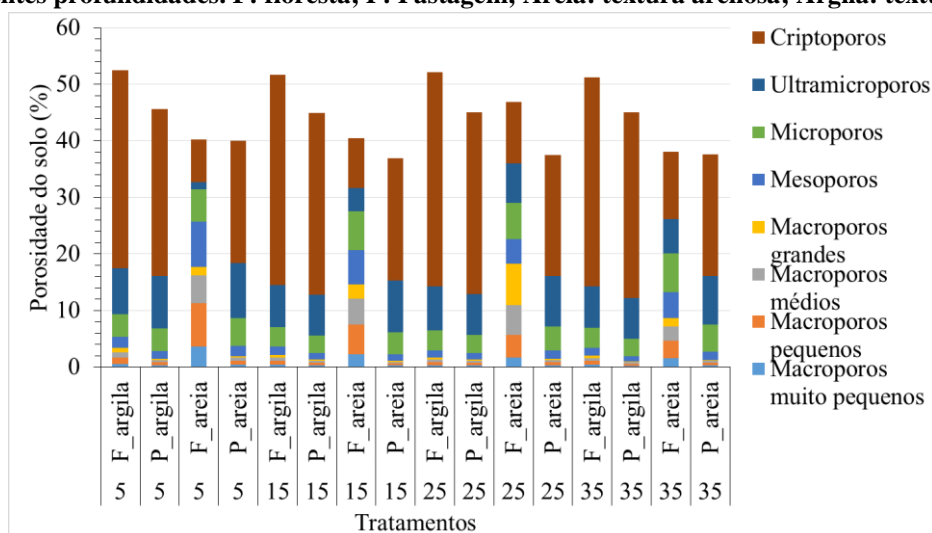
Além da compactação do solo, as diferentes composições de textura dos solos também são fatores que podem influenciar na curva de retenção de água. Conforme Larson et al. 1980), os solos reagem de modos distintos sobre uma mesmo potencial matricial. Dessa forma, a classificação dos poros é dividida em primários (devido à textura) e secundários (devido à estrutura). Como a estrutura de solo depende de uma combinação entre os poros primários e secundário, os agregados são classificados conforme seu diâmetro.

Como podem ser observados nos gráficos de distribuição de poros, os solos argilosos possuem uma maior incidência de ultramicroporos e criptoporos que são responsáveis pela forte retenção de água no solo. Já nos solos arenosos pode se perceber a maior ocorrência de poros estruturais que possuem como característica a capacidade de ocupar espaços dentro dos agregados do solo. Portanto, os fluxos de água podem ser

influenciados pelos fenômenos de capilaridade. A capilaridade é uma importante propriedade física da água que é resultado da interação entre a atração das moléculas da água em direção a um sólido (adesão ou adsorção) e a tensão superficial das moléculas de água entre si (coesão). Assim, as forças capilares atuam em solos úmidos e quanto maior é a proporção de gases dentro dos poros do solo, mais a capilaridade é afetada. Dessa forma, o tamanho da distribuição dos poros no tipo do solo está diretamente relacionado com a magnitude da velocidade de movimento da água Brady; Weil (2009).

Nota-se ainda que nas áreas com florestas argilosas a quantidade de criptoporos é muito elevada, esse fato está diretamente ligado com a correlação entre as propriedades da argila. Entretanto, a água armazenando em poros muito pequenos (criptoporos) fica retida com uma energia muito elevada a qual impede a sua disponibilização para a absorção pelas plantas. Reitera-se que os resultados da ocorrência das quantidades de agregados variaram bastante na profundidade de 0-10 cm do perfil para todos os gráficos de distribuição. Isso sucede porque é nessa faixa mais superficial do solo onde ocorrem mudanças constantes provocadas por agentes intempéris.

**Figura 2 - Quantidade de agregados nos diferentes tipos de uso e suas respectivas propriedades físicas do solo para diferentes profundidades. F: floresta; P: Pastagem; Areia: textura arenosa; Argila: textura argilosa.**



Fonte: Autoria própria (2021).

As diferentes distribuições dos poros e sistemas de uso do solo são parâmetros que influenciam diretamente no fluxo, saturação e permeabilidade de água no perfil do solo. Os poros determinam o comportamento físico do solo devido a sua quantidade de área específica que afeta a absorção em larga escala de água que por sua vez interfere nas moléculas da superfície do solo. Dessa forma, diferentes potenciais matriciais aplicados nos tipos de solos trazem resultados sobre as suas respectivas forças adesivas e capilares diretamente relacionados com seu uso.

#### 4 CONCLUSÃO

A distribuição do tamanho de poros foi alterada devido ao uso e textura do solo. A floresta sob solos com textura arenosa apresentou as maiores quantidades de macroporos e as menores quantidades de ultramicroporos e criptoporos. A conversão de floresta para pastagem, em solos argilosos não impactou na quantidade de macroporos, entretanto, esta mesma conversão do uso em solos com textura arenosa, reduziu a capacidade de armazenamento de ar dos solos de 18% para apenas 2% causando alterações nas relações entre



poros armazenadores de água e de ar. Em solos argiloso, a conversão do uso do solo de floresta para pastagem, impactou na energia com que a água está retida nos solos, principalmente devido à redução da quantidade de criptoporos (água não disponível) e macroporos (poros grandes). O armazenamento de água disponível em solos argilosos foi pouco impactado pela conversão do uso do solo de floresta para pastagem nestes solos.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao (CNPQ) pelo auxílio financeiro (Número do processo 145535/2020-7).

## REFERÊNCIAS

- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- CÁSSARO, F. A. M. et al. Funil de haines modificado: curvas de retenção de solos próximos à saturação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2555–2562, 2008.
- CRONEY, D.; COLEMAN, J. D. Soil structure in relation to soil suction. **Journal of Soil Science**, v. 5, n. 1, p. 75–84, 1954.
- GENUCHTEN, M. T. VAN et al. **RETc for Windows**. Riverside, California, USA University of California, , 2021. Disponível em: <[www.hydrus3d.com](http://www.hydrus3d.com)>
- LARSON, W. E.; GUPTA, S. C.; USECHE, R. A. Compression of Agricultural Soils from Eight Soil Orders. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 3, p. 450–457, 1980.
- MACHADO, J. L. et al. Inter-relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um latossolo sob diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** n. 1, p. 495–502, 2008.
- MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, v. 12, n. 3, p. 513–522, 1976. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/WR012i003p00513>>
- SOLTANGHEISI, A. et al. Forest conversion to pasture affects soil phosphorus dynamics and nutritional status in Brazilian Amazon. **Soil and Tillage Research**, v. 194, n. April, p. 104330. 2019.
- SOUZA, Z. M. DE; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 18–23, 2003.
- TEIXEIRA, P. C. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Incorporação da densidade no ajuste de dois modelos à curva de retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 305–314, 2002.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892–898, set. 1980.