

## TEOR DE ÁGUA E DIÂMETRO DE AGREGADOS AFETANDO A RESISTÊNCIA TÊNซิล DE UM LATOSSOLO SOB RESTAURAÇÃO FLORESTAL

REGINALDO BARBOZA DA SILVA<sup>1</sup>, FABIANA GOMES DA SILVA<sup>2</sup>, CÉSAR AUGUSTO C. SCAGLIANTI<sup>3</sup>, FRANCISCA A. M. SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias do Vale do Ribeira (FCAVR) – Campus de Registro, reginaldo.barboza@unesp.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Campus de Jaboticabal

<sup>3</sup> Universidade de São Carlos, Campus de Sorocaba. PPG em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

Apresentado no

LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023

18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo quantificar a resistência tênซิล (RT) em agregados de diferentes diâmetros de um Latossolo Vermelho sob dois conteúdos de água em quatro cenários de cobertura florestal do Parque da Biodiversidade (PNMCBio), no município de Sorocaba - SP, em áreas com as seguintes coberturas florestais: Plantio em área aberta com vegetação herbácea (VH); Plantio em área total florestada (ECP); Plantio em área de aterro (BF) e plantio de floresta em estágio secundário (MTA). Os ensaios de RT foram realizados em agregados de três classes de diâmetros: 0,0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30mm, individualizados pelo método Drop-Shatter Test. O efeito do teor de água sobre a RT foi avaliado em agregados coletados nas camadas de 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4m, os quais foram submetidos a dois teores de água: 0,06 g g<sup>-1</sup> (U<sub>1</sub>) e 0,2 g g<sup>-1</sup> (U<sub>2</sub>). A fragmentação dos agregados influenciou diretamente na resistência tênซิล. O tipo de cobertura florestal, assim como, o teor de água, influenciou a RT e, por conseguinte a função estrutural do Latossolo Vermelho. Em U<sub>1</sub> de ambas camadas, os agregados da MTA conferiram maior RT, seguidos de ECP, BF e VH. Em U<sub>2</sub>, a RT reduz significativamente e não é percebido efeitos dos tipos de coberturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** restauração florestal, degradação estrutural, qualidade do solo

## SOIL WATER CONTENT AND AGGREGATE DIAMETER AFFECTING THE TENSILE RESISTANCE OF AN OXISOL UNDER FOREST RESTORATION

**ABSTRACT:** The objective of this study was to quantify the Tensile Resistance of aggregates from a Red Oxisol, under two water contents and four forest cover scenarios. The study was carried out at Parque da Biodiversidade (PNMCBio), in the municipality of Sorocaba - SP, in areas with the following forest cover: Planting in an open area with herbaceous vegetation (VH); Planting in total forested area (ECP); Planting in landfill area (BF) and planting in secondary stage forest (MTA). RT assays were conducted according to Dexter and Kroesbergen (1985). The RT estimation was performed in aggregates of three diameter classes: 0.0 – 10, 10 – 20 and 20 – 30mm, individualized by the Drop-Shatter Test method. The effect of the water content on the RT was evaluated in aggregates collected in the 0 to 0.2 and 0.2 to 0.4m layers, which were subjected to two water contents: 0.06 g.g<sup>-1</sup> (U<sub>1</sub>) and 0.2 g.g<sup>-1</sup> (U<sub>2</sub>). The fragmentation of the aggregates directly influenced the tensile strength. The type of forest cover, as well as the water content, influenced the RT and, consequently, the structural function of the Red Oxisol. In U<sub>1</sub> of both layers, the MTA aggregates provided the highest RT, followed by ECP, BF and VH. In U<sub>2</sub>, the RT significantly reduces and no effects of thme types of coverings are noticed.

**KEYWORDS:** forest restoration, structural degradation, soil quality

**INTRODUÇÃO:** Os estudos de áreas florestadas concentram-se em comunidades de plantas acima do solo em detrimento do ambiente subterrâneo, tais como as propriedades físicas e hidráulicas do solo (LOZANO-BAEZ et al., 2019). Essas propriedades mudam conforme a sucessão ecológica, por isso é fundamental abordar as relações entre solo, vegetação e o histórico da área (GAGELER et al., 2014). Sendo assim, destaca-se a importância de incorporar indicadores físicos do solo em áreas de restauração como ferramenta para análise da qualidade do solo e a gestão dos ecossistemas terrestres (KOOCH et al., 2021). Os indicadores físicos expressam a capacidade de uso do solo, tornando possível a análise das condições do processo da restauração florestal e quando aplicados as respostas podem ser rápidas e precisas. Os indicadores mais utilizados, entre outros, são as análises de textura, densidade do solo, porosidade e infiltração de água. A resistência tênsil de agregados (RT) é um atributo físico determinado por teste simples, que pode quantificar com 7 anos variações estruturais gerada pela cobertura e a qualidade do solo, indicador útil de recuperação do ecossistema terrestre (CAGNA et al., 2019). Definida como o estresse ou a força por unidade de área necessária para causar a ruptura dos agregados (DEXTER & KROESBERGEN, 1985), a RT pode ser, portanto, considerado uma importante ferramenta para examinar a sustentabilidade ambiental dos solos correlacionando com demais atributos físico-químicos. Considerando o exposto e o que determina o ODS15, esta pesquisa teve como objetivo quantificar a resistência tênsil (RT) em agregados de diferentes diâmetros de um Latossolo Vermelho, sob dois conteúdos de água em quatro cenários de cobertura florestal de uma unidade de conservação do estado de São Paulo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi conduzida no Parque da Biodiversidade (PNMCBio), unidade de conservação do município de Sorocaba - SP que está inserida no domínio da Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica (PMMA, 2014). Sua localização geográfica foi dada pelas coordenadas 23°23'27.0"S 47°28'28.4"W. O clima do local foi Cwa, segundo a classificação de Köppen, e com precipitação média anual de 1.355 mm concentrada no verão. A pedologia do parque é formada por Latossolo Vermelho (LV) solos com boa drenagem e profundos (SANTOS et al., 2018). **Cenários e tipos de coberturas vegetal avaliadas:** Quatro cenários de restauração foram estudados: Cobertura florestal nativa com 7 anos de idade, em área originalmente coberta por Vegetação Herbácea (VH); Cobertura florestal nativa com 7 anos, em área que originalmente possui florestamento de eucalipto (ECP); Cobertura florestal nativa com 7 anos, em área originalmente de bota fora, com solos provenientes de terraplanagem (BF) e Área de remanescente florestal, mata com idade estimada de 40 anos (MTA). Em cada cenário, aleatoriamente foram delimitadas 3 parcelas com área de 9m<sup>2</sup> para coleta das amostras. O conteúdo de água no solo, além da sua elevada dependência espacial, é afetado diretamente pela textura que interfere diretamente no comportamento da estrutura do solo. Assim, os agregados antes de serem submetidos aos ensaios de RT foram equilibrados a dois teores de água 0,06 g.g<sup>-1</sup> e 0,20 g.g<sup>-1</sup>, U<sub>1</sub> e U<sub>2</sub>, respectivamente. U<sub>1</sub> representa o teor de água abaixo do limite de contração (LC), isto dentro da faixa tenaz e, enquanto U<sub>2</sub>, abaixo do limite plástico (LP), e acima do LC. A RT foi realizada em agregados coletados nas camadas de 0 a 0,2 e de 0,2 a 0,4m. **Atributos investigados:** A resistência tênsil foi calculada conforme equação descrita por DEXTER & KROESBERGEN (1985). Para a determinação da RT, os agregados foram individualizados pelo método Drop-Shatter Test, proposto por Shepherd (2000), nas seguintes classes de diâmetros: 0,0-10; 10-20 e 20-30mm. Cada amostra de agregado foi submetido ao ensaio de tensão-ruptura em um atuador de força digital com célula de carga interna, modelo IP-90DI, da Impac (Figura 1), sendo respeitada a velocidade constante de deslocamento de 0,03 mm.s<sup>-1</sup>.

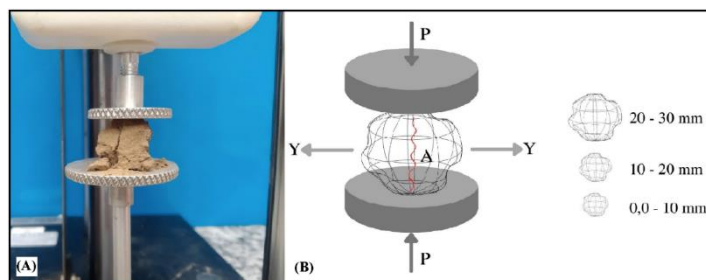


FIGURA 1. (A) Ensaio de RT; (B) Efeito da força aplicada por unidade de área expresso por P no agregado e a variável resposta RT expressa por Y e, a direita, as classes de diâmetro.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Como esperado, agregados submetidos ao maior teor de água apresentaram menor resistência tênsil, independentemente da classe de diâmetro, tipo de cobertura e camada de solo avaliada (Tabela 1).

TABELA 1. Valores médios de RT de em função de diferentes teores de água ( $U_1$  e  $U_2$ ) no solo e classes de diâmetro para cada tipo de cobertura florestal.

Teor de água	Cenários	Classe de diâmetro (mm)		
		0,0 – 10	10 – 20	20 – 30
----- Resistência Tênsil (kPa) -----				
----- Camada de 0 a 0,2m -----				
$U_1$	VH	364,98 Ac	90,80 Ba	82,16 Ba
	BF	448,62 Ac	71,86 Ba	55,58 Ba
	ECP	569,38 Ab	101,05 Ba	46,01 Ba
	MTA	740,35 Aa	142,74 Ba	74,69 Ba
$U_2$	VH	100,95 Aa	15,36 Ba	8,12 Ba
	BF	87,21 Aa	18,89 Ba	7,95 Ba
	ECP	77,13 Ab	13,21 Ba	9,21 Ba
	MTA	104,79 Aa	21,62 Ba	9,35 Ba
----- Camada de 0,2 a 0,4m -----				
$U_1$	VH	552,62 Ab	114,98Ba	60,29Ba
	BF	559,93 Ab	140,26Ba	81,12Ba
	ECP	757,37Ab	150,44 Ba	74,59Ba
	MTA	1447,73 Aa	190,60 Ba	92,02 Ba
$U_2$	VH	77,00 Ac	13,36Ba	7,51Ba
	BF	144,85Ac	11,00Ba	12,20Ba
	ECP	94,47 Ab	18,50Ba	10,03 Ba
	MTA	189,18 Aa	28,65 Ba	15,21Ba

Valores médios para  $n=3$ . As letras maiúsculas comparam os diâmetros para cada cobertura florestal (horizontalmente) e letras minúsculas comparam cobertura florestais (verticalmente) para cada classe de diâmetro, no mesmo teor de água. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $p<0,05$ .

Ao comparar o tipo de cobertura, em todas as camadas (0-0,2; 0,2- 0,4m) e teor de água ( $U_1$ ;  $U_2$ ) nota-se alterações significativas apenas na classe de diâmetro 0-10 mm. Em ambas as camadas os maiores valores (740,35; 104,78; 1447,73; 144,18 kPa) são observados para o tipo de cobertura MTA, com tendências de maior RT os agregados de ECP, quando submetidos ao teor de água  $U_1$ . Os resultados desse estudo diferem dos resultados encontrado por Lima et al. (2004) que observou menor RT em solo sob mata nas camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 quando comparada a RT de agregados sob os sistemas de sequeiro, irrigado e vinhaça. A classe de diâmetro 0,0 – 10mm foi a que possibilitou avaliar as diferenças significativas entre os tipos de cobertura florestal. Os agregados maiores são mais sucessíveis por isso possuem RT reduzida,

ao se romperem expõem os planos de fraqueza, ou seja, zonas de menor resistência (YE et al., 2017). Valores de RT acima de 1000 kPa encontrados nessa pesquisa se assemelham aqueles obtidos por Perfect e Kay (1994) que considerou as classes de diâmetro entre 9,52 a 0,76 mm. Estes autores relatam que conforme reduz o tamanho do agregado, a RT aumentou sendo, entretanto, observado pequenas diferenças nos valores de RT para agregados com diâmetro entre 19,05 e 31,5 mm.

**CONCLUSÕES:** 1) A fragmentação dos agregados influenciou diretamente na resistência tênsil. A classe de diâmetro 0 – 10 mm mostrou-se mais eficiente para avaliar as diferenças entre os tipos de cobertura florestal. 2) O tipo de cobertura florestal, assim como, o teor de água, influenciou a RT e, por conseguinte a função estrutural do Latossolo Vermelho. 3) Em U1 de ambas camadas, os agregados da MTA conferiram maior RT, seguidos de ECP, BF e VH. Em U2, a RT reduz significativamente e não é percebido efeitos dos tipos de coberturas

**AGRADECIMENTOS:** os autores agradecem ao PPG SGA/UFSCAR, a FCAVR/UNESP e ao CNPq pela concessão da bolsa à segunda autora.

## **REFERÊNCIAS:**

- CAGNA, C. P., CALÁBRIA, Z.K.P., GUEDES, O., PACHECO, L. P., SILVA, T. J. A. Structural properties of soil in maize and forage grass intercropping under no-tillage in the Brazilian Cerrado. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p. 512-517, 2019.
- DEXTER, A. R.; KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 31, n. 2, p. 139-147, 1985.
- GAGELER, R., BONNER, M., KIRCHHOF, G., AMOS, M., ROBINSON, N., SCHMIDT, S., SHOO, L. P. Resposta precoce das propriedades e funções do solo para a restauração da mata ciliar. **PLoS One**, v. 9, n. 8, p. e104198, 2014.
- KOOCH, Y., GHORBANZADEH, N., WIRTH, S., NOVARA, A., PIRI, A. S. Soil functional indicators in a mountain forest-rangeland mosaic of northern Iran. **Ecological Indicators**, v. 126, p. 107672, 2021.
- LIMA, C. L. R. D., SILVA, A. P. D., IMHOFF, S., LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 945-951, 2004.
- LOZANO-BAEZ, S. E., COOPER, M., FROSINI DE BARROS FERRAZ, S., RIBEIRO RODRIGUES, R., CASTELLINI, M., DI PRIMA, S. Recovery of soil hydraulic properties for assisted passive and active restoration: assessing historical land use and forest structure. **Water**, v. 11, n. 1, p. 86, 2019.
- PERFECT, E.; KAY, B. D. Influence of corn management on dry aggregate tensile strength: Weibull analysis. **Soil and Tillage Research**, v. 32, n. 2-3, p. 149-161, 1994.
- PMMA (Plano Municipal de Mata Atlântica), SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SOROCABA, Sorocaba, 2014. Disponível em: <<https://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/plano-municipal-mata-atlantica/>>. Acesso em 13 de maio de 2019.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Embrapa Brasília, DF 2018 **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- SHEPHERD, T.G. Visual Soil Assessment. Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country. horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North. V. 1, 84p, 2000.
- YE, C., GUO, Z., CAI, C., WANG, J., DENG, J. Effect of water content, bulk density, and aggregate size on mechanical characteristics of Aquults soil blocks and aggregates from subtropical China. **Journal of soils and sediments**, v. 17, n. 1, p. 210-219, 2017.