

## VARIAÇÕES NAS PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS EM SOLO URBANO E CRESCIMENTO DE *Adenantha pavonina* SOB INFLUÊNCIA DE ADUBAÇÃO VERDE

Luiza Ribeiro Tavares MARTINS<sup>1</sup>

João Baptista Silva FERRAZ<sup>2</sup>

Alex de Sousa TRINDADE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista IC INPA-PAIC/FAPEAM; <sup>2</sup>Orientador CDAM/INPA;

<sup>3</sup>Co-orientador UniNilton Lins

### INTRODUÇÃO

O aumento contínuo das áreas metropolitanas e as constantes alterações urbanísticas nos espaços já ocupados têm levado a um crescente interesse nas pesquisas sobre os solos urbanos (Sloan *et al.* 2012), Manaus é um exemplo desse fenômeno. Esse interesse é explicado pela perda dos serviços ambientais fornecidos pelas áreas verdes que foram degradadas, como conforto térmico, redução dos níveis de aerossóis particulados e da poluição sonora. Poucas árvores nas áreas urbanas também aumentam os riscos de enchentes devido às reduções da interceptação das precipitações pluviais e da infiltração de água no solo (Diefenbach 2010). De uma maneira geral, os solos urbanos são caracterizados pela remoção do horizonte superficial do solo, compactação das camadas remanescentes e deposição de resíduos (domésticos, industriais, construção civil, entre outros) (Ancieto e Horbe 2012). Isso leva a uma grande variabilidade nos microssítios (principalmente em relação aos solos), mesmo em áreas pequenas, que influenciarão o crescimento das plantas. Em comparação com solos naturais, notam-se nos solos urbanos, em geral, capacidade de infiltração de água reduzida, maior variação da temperatura do solo e dificuldade na reincorporação dos nutrientes pelas plantas, geralmente associada à fixação dos nutrientes no solo ou perda por lixiviação. Além disso, diminuem a resistência do solo à erosão e deslizamentos (Sloan *et al.* 2012; ). Essas modificações representam um desafio à instalação de plantios florestais nessas áreas, principalmente relacionadas à compactação, que dificultam o crescimento das raízes, e à baixa fertilidade do solo. Dentre as técnicas utilizadas para superar essas dificuldades, a adubação verde tem apresentado bons resultados (Ferreira *et al.* 2012). Essa técnica possui as vantagens de melhorar tanto os parâmetros químicos como físicos do solo. Esta pesquisa propõe avaliar as variações nas propriedades morfológicas, físicas e químicas de um solo urbano degradado e posteriormente tratado com vegetação secundária fragmentada (VSF), assim como, sua influência no crescimento da espécie arbórea *Adenantha pavonina* (carolina).

### MATERIAL E MÉTODOS

**Área de Estudo-** A área de solos urbanos selecionada está localizada na Fundação Dr. Thomas (Manaus-AM; Lat.S: 03°06'05" e Lon.W: 60°00'54"). O solo original da área (Latosolo Amarelo, argiloso) foi misturado, de forma muito heterogênea, com resíduos das atividades de construção civil e compactado durante a década de 70. **Plantio-** A espécie florestal selecionada para o plantio foi *Adenantha pavonina* (Fabaceae). As mudas foram obtidas do Viveiro do Laboratório de Sementes da CBio-INPA. Plantadas aos 6 meses de idade em 06.06.2012, com alturas entre 40-50 cm. **Adubação** – A adubação verde com VSF foi feita com 9 kg m<sup>-2</sup> de galhos finos (Ø ≤ 2 cm) e folhas de uma mistura de *Piper* sp. (pimenteira), *Clitoria racemosa* (palheteira) e *Inga edulis* (ingá-de-metro). **Propriedades morfológicas** – A descrição dos perfis de solo foi feita em colunas coletadas com o trado para amostras indeformadas (Eijkelkamp), em 12 pontos, nas profundidades de 0-5, -10, -20 e -40 cm, de acordo com Guimarães *et al.* (2011). A cor do solo foi determinada conforme a cartela de cores de Munsell (Santos 2005).

**Propriedades físicas** – Resistência do solo a penetração (RAP): Foi utilizado um penetrômetro de impacto dinâmico Daiki. O teste foi realizado em 12 pontos com VSF, com três repetições para cada; A resistência foi calculada segundo Stolf (1991) e Menezes (2006). Densidade do solo (DS): determinada segundo Donagema (2011). **Propriedades químicas** – O  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  determinado por potenciometria, proporções 1:2,5 (v/v).  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ : extração por KCl 1 mol  $\text{L}^{-1}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  determinados por espectrometria de absorção atômica e  $\text{Al}^{3+}$  por titulação; acidez potencial (H+Al) determinada por titulometria, extração por acetato de cálcio 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$ , pH 7,0; K e P extraídos segundo Mehlich-1. K: fotometria de chama e P: fotocolorimetria (Donagema 2011). **Análises estatísticas** – As variáveis RAP, DS e teores de C, N, P, K, Ca e Mg no solo e altura das árvores foram submetidas à análise de regressão simples e múltipla. As consistências dos modelos testados foram comparadas pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pelo valor p dos coeficientes da regressão, considerando-se significativo  $p < 0,05$ . Para a análise do crescimento das árvores, foi utilizada a Análise de Covariância

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfológica nas profundidades estudadas foi identificada grande variação quanto à cor do solo indo desde tons avermelhados (2,5 YR 4/4) a tons de marrom escuro (10 YR 3/2) como se pode ver na Tabela 1. Em todas as camadas houve grandes variações. Nessa área urbana, essas variações na cor do solo sob o mesmo tratamento (VSF) nas mesmas camadas, é uma consequência das atividades de obras de construção civil (Figuras 1 e 2). Estas incluíram o aplainamento do terreno com remoção ou acúmulo das camadas mais superficiais (até 20 cm), até a incorporação de restos de tijolos moídos e concreto. As profundas alterações na cor do solo, assim como na composição dos agregados indicam a ocorrência de uma perturbação dos horizontes genéticos superficiais, conforme já relatado por diversos autores (Ancieto e Horbe 2012), bem como são características de solos em áreas urbanas.

Tabela 1. Variação da cor do solo nos pontos tratados com VSF (Manaus – AM).

	Valor	
0-5	2,5 YR 4/4 - 10 YR 3/2	Bruno-avermelhado - Bruno-acinzentado muito escuro
5-10	5 YR 5/6 - 10 YR 3/6	Vermelho-amarelado - Bruno-amarelado-escuro
10-20	7,5 YR 5/8 - 10 YR 4/3	Bruno-forte - Bruno-escuro
20-40	7,5 YR 5/8 - 10 YR 4/3	Bruno-forte - Bruno-escuro



Figura 1. Perfil de solo tratado com VSF e rico em matéria orgânica



Figura 2. Perfil de solo tratado com VSF e com resíduos de construção civil

A ANCOVA mostrou diferenças significativas entre o crescimento das árvores nos sítios com VSF. Na análise da inclinação das retas geradas pela ANCOVA, usando o Teste de Tukey, observou-se a formação de quatro padrões de crescimento (G1, G2, G3 e G4; Figura 3). Destes o G1 foi o grupo com maior crescimento ( $H = 640$  cm) e o

G4 com menor crescimento ( $H = 390$  cm). A descrição das variáveis físicas e químicas foi feita respeitando os quatro grupos encontrados. Segundo a análise de regressão ( $p < 0,05$ ) as variáveis que mais influenciaram o crescimento vegetal, no caso apresentado, foram a densidade do solo (DS), fósforo e potássio.

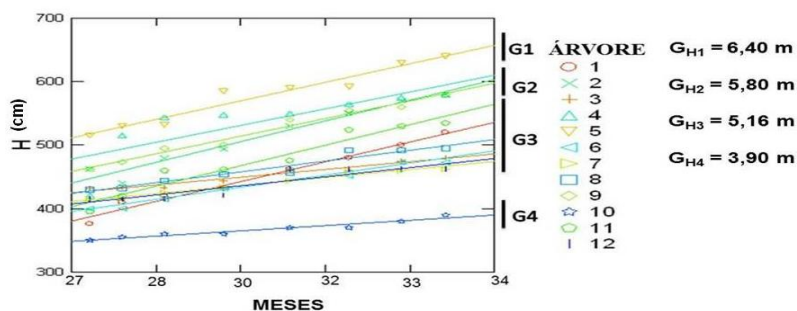


Figura 3. Padrão de crescimento das árvores entre ago/2014 e mar/2015. As barras verticais indicam os quatro grupos de crescimento (G1, G2, G3, G4) de *A. pavonina*. A altura (H) foi relacionada à idade do plantio.  $G_H$  = alturas médias dos grupos de árvores.

A **densidade do solo** aumentou com a profundidade em todos os grupos (Tabela 2). Os menores valores foram encontrados entre 0-5 cm e não variaram muito entre os grupos G1, G2 e G3. O G4 apresentou valores de densidade muito inferiores na camada de 0-5 cm o que pode estar relacionado à consistência mais friável do sítio. Valores elevados de densidade podem afetar o desenvolvimento de raízes levando a um menor crescimento das árvores (Reinert 2008).

Tabela 2. Valores de densidade do solo (DS –  $\text{kg dm}^{-3}$ ) para cada grupo de crescimento nos pontos com adubação verde (VSF).

	G1	G2	G3	G4
	$\text{kg dm}^{-3}$			
0-5	1,0	$1,0 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,5$	0,5
5-10	1,6	$1,7 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,2$	1,3
10-20	1,8	$1,8 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	1,2
20-40	1,6	$1,7 \pm 0,02$	$1,7 \pm 0,1$	1,7

Os menores valores para a RAP foram encontrados na camada mais superficial do solo (0-5 cm) nos grupos 1 à 3. O maior valor nessa camada foi visto no G4 (1,01 MPa; Tabela 3). Os maiores valores foram encontrados na profundidade de 10-20 cm em todos os quatro grupos, sendo o valor da RAP no G4 o maior (4,68 MPa). Os valores aumentaram conforme a profundidade. Os baixos valores na camada mais superficial do solo (0-5 cm) nos grupos 1 e 2 refletem a incorporação da matéria orgânica, proveniente da VSF, nessa camada do solo. Essa incorporação assim como a influência da RAP como fator limitante ao crescimento vegetal também foram observados em outros estudos sobre a VSF (Ferreira 2012; Reinert 2008).

Tabela 3. Valores da resistência do solo à penetração (RAP – MPa) para cada grupo de crescimento nos sítios com adubação verde (VSF) (Manaus – AM).

	G1	G2	G3	G4
	$\text{MPa}$			
0-5	0,6	$0,6 \pm 0,0$	$0,7 \pm 0,2$	1,0
5-10	0,6	$1,4 \pm 0,0$	$1,6 \pm 1,0$	2,3
10-20	1,4	$2,7 \pm 0,9$	$2,9 \pm 1,4$	4,7
20-40	1,1	$1,8 \pm 0,4$	$2,4 \pm 1,0$	2,4

Observou-se que os **teores de nutrientes** (C, N, P, K, Ca e Mg) foram maiores na camada superficial do solo (0-5 cm) em todos os grupos, o que demonstra a forte influência da matéria orgânica depositada sobre o solo. Com o aumento da profundidade do solo, esses teores diminuíram. Dentre os grupos, aquele com maior crescimento (G1) apresentou os maiores teores de nutrientes. Nesse grupo a incorporação de MO é maior que em todos os outros em todas as profundidades. Esse grupo também apresentou maiores teores de P e K (Tabela 4).

Tabela 4. Teores de nutriente no solo para cada grupo de crescimento nos sítios com adubação verde (VSF) (Manaus – AM).

G1							
	pH	C	N	P	K	Ca	Mg
	-H <sub>2</sub> O-----g kg <sup>-1</sup> -----		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-5	5,7	24,3	2,9	19,0	76,0	1,6	0,9
5-10	6,1	18,4	0,9	26,0	58,0	1,4	0,3
10-20	5,6	7,8	0,4	5,0	29,0	1,0	0,1
20-40	5,6	6,9	0,3	3,0	41,0	0,8	0,1

G2							
	pH	C	N	P	K	Ca	Mg
	-H <sub>2</sub> O-----g kg <sup>-1</sup> -----		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-5	5,8 ± 0,1	19,9 ± 6,9	1,1 ± 0,4	10,0 ± 10,3	64,0 ± 2,6	1,7 ± 0,8	0,7 ± 0,3
5-10	6,1 ± 0,3	7,9 ± 4,6	0,5 ± 0,2	5,0 ± 1,9	40,7 ± 8,5	1,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1
10-20	6,4 ± 0,5	6,2 ± 3,0	0,3 ± 0,1	3,1 ± 0,3	27,8 ± 6,4	1,2 ± 0,3	0,1 ± 0,0
20-40	5,9 ± 0,2	5,7 ± 2,7	1,5 ± 2,1	3,5 ± 1,0	30,7 ± 8,7	0,9 ± 0,4	0,1 ± 0,1

G3							
	pH	C	N	P	K	Ca	Mg
	-H <sub>2</sub> O-----g kg <sup>-1</sup> -----		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-5	5,9 ± 0,5	23,7 ± 10,7	1,2 ± 0,5	7,7 ± 4,6	54,9 ± 25,4	2,3 ± 1,1	0,4 ± 0,3
5-10	6,5 ± 0,8	10,4 ± 7,5	0,5 ± 0,3	6,1 ± 3,8	23,3 ± 11,9	1,7 ± 1,1	0,1 ± 0,1
10-20	6,4 ± 0,8	6,7 ± 3,3	0,4 ± 0,2	4,0 ± 0,8	19,7 ± 13,8	1,2 ± 0,5	0,1 ± 0,1
20-40	6,1 ± 0,7	4,3 ± 1,8	0,2 ± 0,1	3,1 ± 0,6	15,9 ± 11,9	0,9 ± 0,3	0,1 ± 0,0

G4							
	pH	C	N	P	K	Ca	Mg
	-H <sub>2</sub> O-----g kg <sup>-1</sup> -----		-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-5	5,8	13,7	0,9	3,0	51,0	1,2	0,4
5-10	7,5	3,7	0,1	3,0	10,0	1,5	0,1
10-20	7,1	2,5	0,1	3,0	9,0	1,0	0,1
20-40	6,2	2,8	0,1	3,0	23,0	0,6	0,1

## CONCLUSÃO

As intensas modificações dos solos em áreas urbanas prejudicam o estabelecimento e crescimento de árvores. É necessário restaurar a fertilidade do solo. Técnicas como a utilização de vegetação secundária fragmentada podem promover esta restauração de forma mais rápida e menos dispendiosa. A utilização da adubação verde com

vegetação secundária fragmentada promove uma melhoria dos teores de nutrientes no solo superficial, porém, a grande variabilidade dos solos urbanos estudados não possibilitou uma resposta homogênea quanto ao crescimento das árvores adubadas com VSF.

## REFERÊNCIAS

- Ancieto K. C. P; Horbe, A. M. C. 2012. Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 42(1): 135-148.
- Caron, C; Lemieux, G; Lachance, L.1998. Regenerating soil with ramial chipped wood. Laval University. Faculty of Forestry and Geomatics, 83, 9 p.
- Diefenbach, S. S.; Viero, V. C. 2010. *Cidades sustentáveis: a importância da arborização urbana através do uso de espécies nativas*. In: Congresso Internacional de Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Disponível em: (<http://www.joaobn.com/chis/Artigos%20CHIS%202010/103-C.pdf>). Acesso em: 08 de abril de 2011.
- Donagema, G. K (organizador). 2011. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230 p.
- Ferreira, M.J.; Gonçalves, J.F. and Ferraz, J.B.S. 2012. Growth and Water Use Efficiency of Young Brazil Nut Plants on Degraded Area Subjected to Fertilization. *Ciência Florestal*, 22: 393-401.
- Guimarães, R. M. L.; Ball, B. C.; Tormena, C.A. 2011. Improvements in the visual evaluation of soil structure. *Soil Use and Management*, 27:395-403.
- Reinert, D.J.; Albuquerque, J.A.; Reichert, M.J.; Aita, C.; Andrada, M.M.C. 2008. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1805-1816.
- Santos, R.D. dos; Lemos, R.C. de; Santos, H.G. dos; Ker, J.C; Anjos, L.H.C dos. 2005. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5ª. ed. Revista e ampliada. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 91p.
- Sloan, J. J; Ampim, P. A. Y; Basta, N. T; Scott, R. 2012. Addressing the need for soil blends and amendments for the highly modified urban landscape. *Soil Science Society of America Journal*, 76: 1133-1141.
- Stolf, R. 1991. Teoria e tese experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15: 229 – 235.