

Capítulo 6

Indicações de atributos do solo para monitoramento de sistema silvibananeiro

Silvio Túlio Spera, Ciro Augusto de Souza Magalhães, Marcelo Ribeiro Romano, Aline Deon

Introdução

Os experimentos de campo do presente estudo foram conduzidos de novembro de 2014 a novembro de 2016, em propriedade rural de produtor de bananas, localizada próxima à zona urbana com objetivo de se eleger atributos de solo sensíveis às alterações decorrentes da configuração do sistema silvibananeiro. O solo é Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico argiloso. As espécies arbóreas foram plantadas em dezembro de 2014, e as mudas de bananeiras em janeiro de 2015. O espaçamento de plantio das árvores foi de 4,0 m por 2,0 m, e o das bananeiras tipo Terra foi de 8,0 m por 1,5 m (as linhas de bananeiras ocuparam o centro das entrelinhas das espécies arbóreas de forma alternada) (Figura 1).



Figura 1. Vista geral (drone) da área experimental, em Sinop, MT.

Foto: Aline Deon.

As espécies componentes dos sistemas agroflorestais foram: eucalipto urocam - clone VM01, acácia (*Acacia mangium*), taxi branco (*Tachigali vulgaris*) e casuarina (*Casuarina equisetifolia*). A bananeira foi cultivada nas entrelinhas das espécies arbóreas. Essas espécies compuseram os sistemas agroflorestais estudados, cujos efeitos sinérgicos no solo foram avaliados quanto à melhoria da qualidade física e química visando selecionar indicadores de qualidade do solo para monitorar os sistemas silvibananeiros.

As análises de solos foram realizadas segundo métodos de Claessen (1997). Na avaliação de análises físicas, amostras coletadas com anéis foram avaliadas em mesa de tensão com

superfície porosa, sucessivamente, na tensão de 10 kPa. A resistência do solo à penetração foi determinada em laboratório, utilizando-se penetrômetro de bancada. O perfil de resistência foi realizado em amostras avaliadas nas tensões de 10 kPa (Klein, 2008). As análises químicas foram realizadas em amostras coletadas na camada de 0 cm a 20 cm e efetuadas na Embrapa Agrossilvipastoril.

Resultados da avaliação de atributos de solos

Uma amostragem com anéis volumétricos foi efetuada antes da implantação do experimento, em novembro de 2014. Os resultados das avaliações de densidade do solo e porosidade total, das futuras parcelas, constam na Tabela 1, que mostra a situação estrutural do solo antes do início do experimento e não representa os efeitos dos tratamentos de sistemas silvibananeiros.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações de densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e resistência mecânica do solo à penetração após 24 meses do início do experimento. Algumas parcelas mostraram redução nos valores de densidade do solo, mas isso não indica que houve melhorias nos atributos físicos com impactos perceptíveis na melhoria dos atributos físicos do solo que permita afirmar que já está ocorrendo reestruturação da qualidade do solo. O período de 24 meses talvez seja muito curto para que os processos de recomposição da estrutura do solo, observados em áreas com sistemas agroflorestais, permitam ser observados quando mensurados pelos métodos disponíveis para avaliação física do solo (Junqueira et al., 2013).

Tabela 1. Densidade do solo e porosidade total em sistemas silvibananeiros no marco zero em experimento conduzido em Sinop, MT.

Tratamento	Ds ⁽¹⁾ (kg dm ³)	Poros. Tot. ⁽²⁾ (cm ³ cm ⁻³)
Camada 0 a 5 cm		
Eucalipto, fileira dupla	1,26 bc	0,509 bc
Acácia, fileira dupla	1,34 cd	0,471 d
Taxí, fileira dupla	1,32 cd	0,482 cd
Casuarina, fileira dupla	1,36 cd	0,475 cd
Eucalipto, fileira simples	1,20 b	0,538 ab
Acácia, fileira simples	1,38 d	0,470 d
Taxí, fileira simples	1,33 cd	0,482 cd
Casuarina, fileira simples	1,34 cd	0,465 d
Mata nativa	0,86 a	0,563 a
CV (%)	6,4	4,7

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Tratamento	Ds ⁽¹⁾ (kg dm ³)	Poros. Tot. ⁽²⁾ (cm ³ cm ⁻³)
Camada 5 a 10 cm		
Eucalipto, fileira dupla	1,33 b	0,482 bc
Acácia, fileira dupla	1,37 b	0,465 c
Taxí, fileira dupla	1,40 b	0,461 c
Casuarina, fileira dupla	1,39 b	0,474 c
Eucalipto, fileira simples	1,31 b	0,515 b
Acácia, fileira simples	1,36 b	0,497 bc
Taxí, fileira simples	1,35 b	0,470 c
Casuarina, fileira simples	1,38 b	0,473 c
Mata nativa	0,98 a	0,562 a
CV (%)	5,2	5,1
Camada 10 a 20 cm		
Eucalipto, fileira dupla	1,37 bc	0,451 c
Acácia, fileira dupla	1,38 bc	0,453 c
Taxí, fileira dupla	1,41 c	0,438 c
Casuarina, fileira dupla	1,37 bc	0,469 bc
Eucalipto, fileira simples	1,30 b	0,502 b
Acácia, fileira simples	1,34 bc	0,475 bc
Taxí, fileira simples	1,38 bc	0,455 c
Casuarina, fileira simples	1,36 bc	0,473 bc
Mata nativa	1,01 a	0,552 a
CV (%)	4,5	5,2

⁽¹⁾Ds = densidade do solo. ⁽²⁾Poros. Tot. = Porosidade total.

^{ns} Diferenças não significativas pelo teste Tukey-HSD.

Os valores seguidos de letras minúsculas têm diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey-HSD.

Os indicadores, que em curto prazo mostram tendência de alterações nos atributos físicos são: densidade do solo e porosidade total, que ainda são muito utilizados na avaliação dos atributos físicos de solo. O atributo microporosidade é indicador dependente dos atributos porosidade total e densidade do solo. Os atributos macroporosidade e resistência mecânica do solo à penetração geraram valores muito variáveis, sugerindo que os solos das parcelas dos experimentos ainda sofrem efeitos das operações de revolvimento e o tráfego de máquinas nos usos anteriores do solo, não sendo possível ainda expressar o efeito na reestruturação da qualidade física do solo propiciada pelos sistemas silvibananeiros, que são menos suscetíveis aos efeitos da movimentação mecânica do solo e da pressão causada pelo rodado de máquinas e veículos (Silva, 2009).

Tabela 2. Densidade do solo e porosidade total em sistemas silvibananeiros após 24 meses em experimento conduzido em Sinop, MT.

Tratamento	Ds ⁽¹⁾ (kg dm ³)	Macropor. ⁽²⁾ (cm ³ cm ⁻³)	Micropor. ⁽³⁾ (cm ³ cm ⁻³)	Poros. Tot. ⁽⁴⁾ (cm ³ cm ⁻³)	RP ⁽⁵⁾ (MPa)
Camada 0 a 5 cm					
Eucalipto, fileira dupla	1,24 b	0,076 b	0,400 b	0,476 ^{ns}	1,69 ab
Acácia, fileira dupla	1,21 b	0,065 b	0,463 b	0,528	1,82 ab
Taxí, fileira dupla	1,20 b	0,100 b	0,362 ab	0,463	1,31 a
Casuarina, fileira dupla	1,22 b	0,097 b	0,414 b	0,512	1,91 ab
Eucalipto, fileira simples	1,29 b	0,102 b	0,365 ab	0,468	2,07 ab
Acácia, fileira simples	1,19 b	0,111 ab	0,386 b	0,497	2,00 ab
Taxí, fileira simples	1,34 b	0,069 b	0,391 b	0,450	2,29 ab
Casuarina, fileira simples	1,35 b	0,074 b	0,382 b	0,456	3,74 b
Bananeira plátano	1,31 b	0,038 b	0,414 b	0,452	2,36 ab
Mata nativa	0,91 a	0,222 a	0,258 a	0,476	0,88 a
CV (%)	6,7	49,0	12,9	11,3	43,0
Camada 5 a 10 cm					
Eucalipto, fileira dupla	1,24 b	0,118 ab	0,437 b	0,554 ^{ns}	1,60 ^{ns}
Acácia, fileira dupla	1,32 b	0,034 b	0,442 b	0,475	3,27
Taxí, fileira dupla	1,31 b	0,059 b	0,388 b	0,447	1,65
Casuarina, fileira dupla	1,29 b	0,049 b	0,421 b	0,466	3,12
Eucalipto, fileira simples	1,36 b	0,090 b	0,369 b	0,459	2,45
Acácia, fileira simples	1,28 b	0,085 b	0,370 b	0,455	2,83
Taxí, fileira simples	1,31 b	0,072 b	0,387 b	0,454	2,43
Casuarina, fileira simples	1,40 b	0,061 b	0,372 b	0,434	2,22
Bananeira plátano	1,34 b	0,042 b	0,411 b	0,453	3,03
Mata nativa	1,05 a	0,212 a	0,278 a	0,490	1,64
CV (%)	5,8	52,2	8,5	12,5	32,0

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Tratamento	Ds⁽¹⁾ (kg dm³)	Macropor.⁽²⁾ (cm³ cm⁻³)	Micropor.⁽³⁾ (cm³ cm⁻³)	Poros. Tot.⁽⁴⁾ (cm³ cm⁻³)	RP⁽⁵⁾ (MPa)
Eucalipto, fileira dupla	1,33 b	0,060 b	0,379 ab	0,439 ^{ns}	2,25 ab
Acácia, fileira dupla	1,37 b	0,045 b	0,399 b	0,444	2,25 ab
Taxí, fileira dupla	1,32 b	0,053 b	0,405 b	0,459	2,33 ab
Casuarina, fileira dupla	1,38 b	0,054 b	0,395 b	0,449	2,36 ab
Eucalipto, fileira simples	1,28 b	0,093 ab	0,401 b	0,494	2,25 ab
Acácia, fileira simples	1,32 b	0,097 ab	0,366 ab	0,462	2,17 ab
Taxí, fileira simples	1,36 b	0,054 b	0,371 ab	0,453	2,00 ab
Casuarina, fileira simples	1,37 b	0,091 ab	0,346 ab	0,438	2,39 b
Bananeira plátano	1,38 b	0,047 b	0,408 b	0,455	2,33 ab
Mata nativa	1,08 a	0,128 a	0,305 a	0,433	1,21 a
CV (%)	6,1	33,3	9,3	7,7	22,5

⁽¹⁾Ds = densidade do solo. ⁽²⁾Macropor. = macroporidade. ⁽³⁾Micropor. = microporosidade. ⁽⁴⁾Poros. Tot. = Porosidade total.

⁽⁵⁾RP = resistência mecânica à penetração do solo.

^{ns} Diferenças não significativas pelo teste Tukey-HSD.

Os valores seguidos de letras minúsculas têm diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey-HSD.

Observou-se que a área já continha evidências de degradação da estrutura do solo, como resultado de anos de cultivos anteriores. Isso é indicado pelos elevados valores de densidade do solo em todas as camadas avaliadas, em comparação ao solo da mata nativa, não perturbado.

Os resultados das análises químicas correspondem às amostras de solos coletadas em dezembro de 2016. Os resultados constam na Tabela 3 e indicam que para pH em água, K e Fe foram observadas diferenças entre a comparação das espécies dos tratamentos SAF. Por razões de delineamento estatístico, não foi possível comparar os efeitos dos tratamentos de sistemas sem bananeira com os sistemas silvibananeiros. Os resultados da mata nativa são úteis para se observar o afastamento dos atributos químicos avaliados em relação à condição edáfica original do solo da área experimental.

Observou-se que a área tem evidências de degradação da matéria orgânica do solo sob sistemas silvibananeiros (Figura 2), em relação a mata nativa, porém, isso pode ser resultado de anos de cultivos anteriores com lavouras de grãos. Os resultados mostram que, em comparação com o solo da mata nativa, não corrigido nem adubado, os valores dos atributos alteráveis pela calagem e adubação são muito mais ácidos e menores no solo da mata nativa.

Tabela 3. Atributos químicos nos sistemas silvibananeiros em experimento conduzido em Sinop, MT.

Atributos	Sistema					
	Eucalipto	Acácia	Taxi branco	Casuarina	Banana	Mata
pH _{agua}	6,7a	6,5b	6,5b	6,6ab	6,6 ⁽¹⁾	4,5 ⁽¹⁾
pH _{CaCl}	5,8 ^{ns}	5,3	5,6	5,7	5,5 ⁽¹⁾	3,9 ⁽¹⁾
N (%)	0,13 ^{ns}	0,15	0,15	0,15	0,14 ⁽¹⁾	0,21 ⁽¹⁾
C (%)	1,84 ^{ns}	2,24	2,08	2,17	1,83 ⁽¹⁾	3,08 ⁽¹⁾
H (%)	1,29 ^{ns}	1,30	1,31	1,42	1,35 ⁽¹⁾	1,49 ⁽¹⁾
S (%)	0,06 ^{ns}	0,04	0,03	0,02	0,03 ⁽¹⁾	0,02 ⁽¹⁾
P (mg dm ⁻³)	67 ^{ns}	91	74	83	100 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾
K (cmol _c dm ⁻³)	0,17b	0,26a	0,19ab	0,14b	0,22 ⁽¹⁾	0,06 ⁽¹⁾
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,87 ^{ns}	3,24	3,14	2,94	2,81 ⁽¹⁾	0,26 ⁽¹⁾
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,96 ^{ns}	0,87	0,76	0,79	0,65 ⁽¹⁾	0,05 ⁽¹⁾
Al (cmol _c dm ⁻³)	0 ^{ns}	0	0	0	0 ⁽¹⁾	1,5 ⁽¹⁾
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	3,89 ^{ns}	4,31	4,21	3,61	3,52 ⁽¹⁾	10,68 ⁽¹⁾
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,73 ^{ns}	4,37	4,09	3,87	3,68 ⁽¹⁾	0,37 ⁽¹⁾
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,62 ^{ns}	8,68	8,30	7,48	7,20 ⁽¹⁾	11,05 ⁽¹⁾
V (%)	49 ^{ns}	50	49	52	51 ⁽¹⁾	3 ⁽¹⁾
m (%)	0 ^{ns}	0	0	0	0 ⁽¹⁾	80 ⁽¹⁾
MOS (%)	3,17 ^{ns}	3,86	3,59	3,74	3,15 ⁽¹⁾	5,31 ⁽¹⁾
S (mg dm ⁻³)	18 ^{ns}	12	9	6	9 ⁽¹⁾	6 ⁽¹⁾
Mn (mg dm ⁻³)	2,6 ^{ns}	2,9	2,9	2,6	2,3 ⁽¹⁾	0,6 ⁽¹⁾
Cu (mg dm ⁻³)	0,41 ^{ns}	0,32	0,24	0,35	0,40 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾
Fe (mg dm ⁻³)	66a	51b	51b	60ab	45 ⁽¹⁾	73 ⁽¹⁾
Zn (mg dm ⁻³)	1,12 ^{ns}	1,41	1,24	1,40	1,68 ⁽¹⁾	0,03 ⁽¹⁾
Rel. Ca/Mg ¹	3,0	3,7	4,1	3,7	4,3	5,2
Rel. (Ca+Mg)/K ¹	23	16	21	27	16	5

⁽¹⁾Não comparados por ANOVA.

^{ns} diferenças não significativas pelo teste Tukey-HSD.

Os valores seguidos de letras minúsculas têm diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey-HSD.



Figura 2. Sistemas agroflorestais destacando cada uma das espécies arbóreas no consórcio. Tratamento com eucalipto (A); tratamento com acácia (B); tratamento com taxi-branco (C); tratamento com casuarina (D).

Fotos: Aline Deon.

Considerações finais

Aos 24 meses após a instalação das parcelas, algumas parcelas não mostraram diferenças nos valores da maioria dos atributos químicos. Isso, porém, não indica que houve redução ou que os atributos químicos foram degradados.

Ainda que os valores de teor de matéria orgânica do solo estejam abaixo daqueles observados na mata nativa, os valores observados nos sistemas silvibananeiros são melhores que os encontrados em áreas de lavouras da região, os quais raramente atingem valores de 3%. Os valores de MOS dos SAF estão todos acima desse valor indicando que esse sistema é conservador ou acumulador de MOS, conforme foi constatado por Junqueira et al. (2013). Conforme Silva (2009), o acúmulo de MOS é um ótimo indicador de melhoria da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. Esse indicador tem reflexos favoráveis tanto na qualidade química, quanto física e biológica do solo.

Os resultados indicam que as diferentes espécies arbóreas em sistema SAF não propiciaram diferenças nos valores dos atributos químicos, mesmo as espécies que são consideradas fixadoras de N no solo. As diferenças no teor de K entre as espécies podem indicar que estas têm diferentes capacidades em reciclar o K disponível no solo.

O projeto encerrou-se em 2016.

Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).

JUNQUEIRA, A. da C.; SCHLINDWEIN, M. N.; CANUTO, J. C.; NOBRE, H. G.; SOUZA, T. de J. M. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 102-115, 2013.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: UPF. 2008.

SILVA, N. R. **Indicadores locais de qualidade do solo**: base etnopedológica para recuperação de áreas degradadas pela monocultura. Monografia. 2009. 84 f. Monografia (Especialização em Agroecologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Trabalho publicado sobre o capítulo

DEON, A. **Atributos físicos, químicos e biológicos como indicadores da qualidade do solo de sistemas agroflorestais do tipo silvibananeiro**. 2017. 58 f. Monografia (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop.