

Densidade do solo e a produtividade de massa seca de braquiária em área degradada em recuperação ⁽¹⁾

Carolina dos Santos Batista Bonini⁽²⁾; Marlene Cristina Alves⁽³⁾; Ligia Maria Lucas Videira⁽⁴⁾ e Laura Britto⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Professora Doutora; Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; carolsbatistabonini@hotmail.com; ⁽³⁾ Professora Titular, FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; mcalves@agr.feis.unesp.br; ^(4,5) Estudante de graduação; FE/UNESP; Ilha Solteira, SP; ligiavideira@hotmail.com; laura_britto_@hotmail.com

RESUMO: A perda da qualidade física do solo influencia no comportamento da água e do ar, e no desenvolvimento das culturas. O uso de adubos verdes tem sido utilizado na recuperação da sua qualidade. Com isso, esse trabalho visou à utilização de adubos verdes, gesso e calagem na recuperação da densidade do solo e produtividade de *Braquiaria decumbens*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 9 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram combinações de mucuna-preta e guandu/feijão de porco, calcário e gesso, e testemunhas: Solo exposto (sem técnica de recuperação) e Vegetação nativa de Cerrado, para comparação. Foi estudada (2010 e 2011), a densidade do solo (camadas de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m) e a produtividade da *B. decumbens* (4 épocas de coleta). Os tratamentos de recuperação do solo foram eficientes e atingiram a camada de 0,10 m do solo. O tratamento com guandu + calcário + gesso proporcionou a maior produtividade de braquiária.

Termos de indexação: indicadores físicos do solo, compactação do solo, *Brachiaria decumbens*.

INTRODUÇÃO

Na restauração de uma área degradada, a formação da cobertura vegetal com o objetivo de proteger o solo contra os impactos das gotas de chuva, aumentar o teor de matéria orgânica do solo e a ciclagem de nutrientes do solo é essencial.

A escolha de plantas que se adaptam em ambiente com condições adversas deve levar em conta o manejo e o clima de cada região. A braquiária é muito utilizada porque se adapta a diferentes tipos de solos e tolera condições de baixa fertilidade, além de ser uma planta rústica. Por ter abundante volume de raízes atua principalmente na formação dos agregados do solo, diretamente pela ação mecânica das raízes aproximando as partículas de solo e

indiretamente pela produção de exudados que é fonte de alimentos para os organismos do solo.

O uso de braquiária em áreas de recuperação tem sido utilizado, devido a sua alta adaptabilidade as condições adversas e pelo seu efeito na recuperação das propriedades físico-químicas do solo. O efeito positivo da braquiária na recuperação de áreas degradadas pode ser verificado em pesquisa realizada por Kitamura et al. (2008), onde os autores detectaram maior infiltração de água e redução na densidade do solo.

Para reduzir o valor da densidade do solo recomenda-se a aplicação de matéria orgânica nas suas diferentes formas de adubação verde, de esterco animal, de composto preparado na fazenda, de tortas vegetais e demais resíduos industriais como a vinhaça, o bagacinho, palha de arroz, etc. (Kiehl, 1979).

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o efeito da adição de matéria orgânica. Alves & Souza (2007) trabalharam em área degradada com objetivo de estudar o efeito de adubo verde, calcário e gesso e verificaram que os tratamentos de recuperação empregados agiram de forma semelhante na recuperação das propriedades físicas. Alves & Suzuki (2004) observaram que o uso de plantas de cobertura aliado à sucessão de culturas (milho e soja) sob semeadura direta melhorou as propriedades físicas do solo, como porosidade, densidade do solo e resistência do solo à penetração.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito dos tratamentos de recuperação (adubos verdes, gesso e calagem) na densidade do solo e produtividade de matéria seca da braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa, Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Selvíria, MS. A mesma está localizada na margem direita do Rio Paraná, apresentando as coordenadas geográficas de 51° 22' de longitude oeste de

Greenwich e 200 22' de latitude sul, com altitude de 327 metros. Apresenta médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar de: 1370 mm, 23,5^o C e 70-80 %, respectivamente.

O solo da área de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Demattê, 1980; Embrapa, 2006).

Foi retirado da área em estudo 8,6 metros do perfil do solo original, para o uso na construção da Usina de Ilha Solteira, ficando exposto o subsolo da área em estudo desde 1969 (Alves & Souza, 2007). No ano de 1992, o subsolo apresentava-se com compactação superficial e baixa presença de vegetação espontânea. Nesse mesmo ano iniciou o trabalho de recuperação, e o preparo do solo foi realizado efetuando-se uma subsolagem atingindo profundidade média de 0,40 m. Foi efetuada também, uma aração e após essa operação, uma gradagem niveladora. Foi realizada a caracterização físico-química da área; densidade do solo = 1,76 kg dm⁻³; P = 0,5 mg dm⁻³; M.O. = 5,5 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 4,1; K = 0,2 mmol_c dm⁻³; Ca = 2,0 mmol_c dm⁻³; Mg = 1,0 mmol_c dm⁻³; H+Al = 20,0 mmol_c dm⁻³; SB = 3,2 mmol_c dm⁻³; CTC = 23,2 mmol_c dm⁻³ e V% = 14.

No período de 1992 a 1996, foram cultivadas espécies de adubos verdes (mucuna-preta, guandu, aveia-preta e feijão-de-porco). Em 1999 - *Brachiaria decumbens* Stapf., em 2006 - começaram aparecer naturalmente espécies arbóreas nativas de cerrado.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos foram: Testemunha (solo mobilizado) até 1999, após implantado *Brachiaria decumbens*; Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy) até 1999 após substituído por *B. decumbens*; Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), até 1994, após substituído por Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L)) e partir de 1999 substituído por *B. decumbens*; Calcário+Mucuna-preta até 1999, após substituído por *B. decumbens*; Calcário+Guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e partir de 1999 substituído por *B. decumbens*; Calcário+Gesso+Mucuna-preta até 1999 após substituído por *B. decumbens*; Calcário+Gesso+Guandu, até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e partir de 1999 substituído por *B. decumbens* e, duas Testemunhas T1 - Solo exposto (sem técnica de recuperação) e T2 - Vegetação nativa de Cerrado.

Nos anos de 2010 e 2011, foi avaliada a densidade do solo, segundo Embrapa (1997), nas

camadas de solo de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. E a produtividade de matéria seca da braquiária com avaliações a cada três meses (janeiro, abril, julho e outubro). Cada amostra corresponde às plantas contidas em 1,00 m², foram coletadas em triplicatas em cada parcela. A massa de matéria seca foi avaliada por pesagem (estufa a 60–70^o C até atingir massa constante).

Os dados foram analisados efetuando-se a análise de variância e teste de Scott-Knott para as comparações de média no nível de 5 % de probabilidade. Foi usado o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2008) para a realização da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade do solo encontrados na camada superficial (0,00-0,10 m) (Tabela 1) estão de acordo com o valor considerado médio para esta classe textural. Reichert et al. (2003) consideram que a densidade do solo crítica, para o bom desenvolvimento do sistema radicular, é igual a 1,55 kg dm⁻³ para solos de textura média. Nas demais camadas estudadas notam-se que os valores da densidade do solo estão acima do valor crítico considerado, mas em relação aos demais anos estudados houve uma evolução positiva deste atributo em relação às pesquisas realizadas por Alves & Souza (2007).

Campos & Alves (2006) e Kitamura et al. (2008) trabalhando com recuperação de áreas degradadas e estudando as propriedades físicas observaram que a adição de matéria orgânica no solo via adubos verdes, adubos verdes+lodo de esgoto e lodo de esgoto diminuiu a densidade do solo e melhorou a distribuição do tamanho de poros.

Analisando-se as testemunhas (área de vegetação natural de cerrado e área degradada (sem intervenção para recuperação) observou-se que os maiores e menores valores, respectivamente, ocorreram para a densidade do solo, para todas as camadas de solo estudadas. Comportamento semelhante foi verificado por Campos & Alves (2006) e Kitamura et al. (2008), demonstrando que a área degradada tem baixa resiliência.

Comparando-se o tratamento solo mobilizado sem plantio até 1999 e após cultivado com braquiária, com 17 anos de início do processo de recuperação, de forma geral verificou-se que o mesmo encontrou-se semelhante aos demais tratamentos implantados com a finalidade de recuperação do solo. Resultados que concordam com os obtidos por Alves & Souza (2007) o qual estudando as propriedades físicas do solo nesta

mesma área, constaram que os tratamentos para recuperação tiveram efeitos semelhantes entre si e menciona que ao longo do tempo as raízes da braquiária forneceram matéria orgânica para o solo e a adição da matéria orgânica por meio dos adubos verdes e do sistema radicular da braquiária proporcionou efeito positivo sobre as propriedades físicas do solo.

Não houve diferença significativa para tratamento, época e, tratamento x época, no ano de 2010 e no ano de 2011 foi significativo para todas as fontes de variação estudadas (Tabela 2). Os valores de massa seca encontrados neste trabalho foram iguais ou superiores aos verificados por Kawatoko (1999) cujas produtividades ficaram entre 1.818 a 2.439 kg ha⁻¹, em Latossolo Vermelho-Escuro. O potencial de produtividade da *Brachiaria decumbens* é 1.200 até 19.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca, dependendo das condições climáticas a que é submetida, mas em área de recuperação, foram encontradas produtividades médias de 7.088 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Pizarro et al., 1996).

A utilização da braquiária na recuperação de áreas degradadas é de suma importância, pois ela protege o solo do impacto das chuvas, fornece matéria orgânica que favorece a formação de agregados, facilitando a penetração das raízes e a vida microbiana (Campos, 2006; Kitamura et al., 2008).

No desdobramento das iterações, a época com maior produtividade foi janeiro (1º corte), devido a maior disponibilidade de temperatura e chuvas. Os tratamentos com guandu e suas combinações (calcário e/ou calcário+gesso) obtiveram as maiores produtividades. Também se pode observar a baixa produtividade no 4º corte (outubro) que foi reflexo do longo período de estiagem.

CONCLUSÕES

Os tratamentos de recuperação do solo estão sendo eficientes no processo de recuperação e está atingindo até a camada de 0,10m do solo.

A produtividade de *Brachiaria decumbens* não foi influenciada pelos tratamentos de recuperação, no primeiro ano (2010) de avaliação e no segundo ano (2011),

Os tratamentos com guandu e suas combinações (calcário e/ou calcário+gesso) obtiveram maiores produções de massa seca de *B. decumbens* no segundo ano (2011).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 26: 27-34, 2004.

ALVES, M.C. & SOUZA, Z.M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 2505-2516, 2007.

CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C. Resistência à penetração de um solo em recuperação sob sistemas agrosilvopastoris. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10: 759-764, 2006.

DEMATTÊ, J. L. I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira (SP). Piracicaba, 1980. 131 p. (Mimeografado).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQSO, 1997. 212p. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 1 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F.; SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v: 36-41, 2008.

KAWATOKO, M. Produção e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens*, Stapt em função da aplicação de calcário, nitrogênio e zinco em solo originalmente sob vegetação nativa de cerrado. 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1999.

KIEHL, E. J. Manual de edafologia: relação solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 405-416, 2008.

PIZARRO, E. A.; VALLE, C. B.; KELLER-GREIN, G.; SCHULZE-KAFT, F.; ZIMMER, A. H. Regional experience with *Brachiaria*: Tropical américa-savanas. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Eds.). *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. Brasília: EMBRAPA/CNPQGC, 1996. p. 225-246.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciência Ambiental*, 27: 29-48, 2003.

Tabela 1 - Valores médios para densidade do solo (kg dm^{-3}), teste F e coeficiente de variação (CV%), nas camadas de solo estudadas (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m), Selvíria, MS. 2010 e 2011.

Tratamentos	0,00-0,10m	0,10-0,20m	0,20-0,40m
2010			
1	1,39 b	1,57 a	1,71 a
2	1,34 b	1,58 a	1,65 a
3	1,39 b	1,53 a	1,71 a
4	1,42 b	1,58 a	1,72 a
5	1,42 b	1,58 a	1,73 a
6	1,40 b	1,57 a	1,77 a
7	1,38 b	1,63 a	1,70 a
8	1,36 b	1,47 b	1,51 b
9	1,63 a	1,61 a	1,76 a
F	11,413*	2,657*	6,010*
CV (%)	6,08	6,41	6,42
2011			
1	1,46 b	1,57	1,74 a
2	1,44 b	1,58	1,69 a
3	1,46 b	1,44	1,75 a
4	1,38 c	1,58	1,71 a
5	1,46 b	1,60	1,74 a
6	1,46 b	1,61	1,79 a
7	1,47 b	1,58	1,69 a
8	1,37 c	1,49	1,52 c
9	1,57 a	1,53	1,62 b
F	4,324*	1,555 ^{ns}	14,229*
CV (%)	7,10	10,47	4,94

Teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 2 - Produtividade média de matéria seca da *Brachiaria decumbens* (kg ha^{-1}), Valores de teste F e coeficiente de variação (CV%), para os tratamentos e épocas de coleta, Selvíria, MS. 2010 e 2011.

Tratamentos	matéria seca (kg ha^{-1})	
	2010	2011
1	3444	2977 b
2	3750	3225 b
3	3333	3716 a
4	3485	3210 b
5	3342	3595 a
6	3660	3076 b
7	3960	2939 b
Época de corte		
1º corte - janeiro	3960	4041 a
2º corte - abril	3593	2994 b
3º corte - Julho	3812	3283 b
4º corte - Outubro	3297	2675 c
Causas de variação		Valor de F
Tratamento (T)	0,861 ^{ns}	4,279*
Época de corte (EC)	2,484 ^{ns}	28,390*
T x EC	1,404 ^{ns}	1,836*
CV(%)	24,31	25,23

Teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Tabela 3 - Desdobramento da iteração Época de corte x Tratamento, referente a massa seca de *B. decumbens* (kg ha^{-1}) nos tratamentos e épocas de coleta estudada, Selvíria, MS. 2011.

Trat	Época de corte			
	1º corte janeiro	2º corte abril	3º corte Julho	4º corte Outubro
1	3937 bA	3041 bB	3062 aB	1869 bC
2	3675 bA	3155 bA	3518 aA	2553 aB
3	4793 aA	3845 aB	3587 aB	2638 aC
4	4268 aA	2988 bB	2900 aB	2685 aB
5	4775 aA	2764 bB	3593 aB	3247 aB
6	3375 bA	2856 bA	3262 aA	2813 aA
7	3462 bA	2311 bA	3062 aA	2922 aA

Teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Nas linhas letras maiúsculas e nas colunas letras minúsculas.

Legenda:

1 = Solo mobilizado até 1999, após implantada Braquiária; 2 = Mucuna-preta até 1999 após substituída por Braquiária; 3 = Guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Braquiária; 4 = Calcário + Mucuna-preta até 1999, após substituída por Braquiária; 5 = Calcário+Guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Braquiária; 6 = Calcário+Gesso+Mucuna-preta até 1999 após substituída por Braquiária; 7 = Calcário+Gesso Guandu, até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Braquiária. 8 = vegetação nativa do cerrado e 9 = solo exposto.