

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO *sensu stricto* SUBMETIDO A DISTÚRBIOS POR DESMATAMENTO E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

Bárbara Loureiro Borges¹
Reginaldo Sérgio Pereira²
Edilene Silva Ribeiro³
Geraldo Cesar Zambrzycki⁴
Maria Corette Pasa⁵

RESUMO: Avaliou-se a compactação do solo em uma área de cerrado *sensu stricto* através da resistência do solo à penetração e da densidade do solo. Para tanto, foram implantados dois tratamentos na estação experimental fazenda água limpa da UnB. O tratamento 1 referiu-se a área de Cerrado não submetido a qualquer tipo de distúrbio antrópico e o tratamento 2, o Cerrado submetido a operação de corte com motosserra e retirada da madeira. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados constituído por dois tratamentos e três blocos, sendo demarcadas em campo, seis parcelas de 20 x 50 m. Foram coletadas amostras de solo na área de estudo para a caracterização física e classificação. Os dados de densidade foram obtidos pelo método do anel volumétrico e os dados de resistência do solo à penetração por um penetrômetro de impacto dinâmico. O solo da área de estudo apresentou comportamento argiloso laterítico, altamente plástico. As camadas de solo de 20 até 40 cm de profundidade apresentaram os maiores valores de resistência à penetração do solo para os dois tratamentos, com valor máximo próximo de 4,5 MPa. Não houve discrepância acentuada entre os valores de densidade do solo (0,75 até 0,81 g/cm³). O teste F mostrou haver diferenças estatísticas entre os tratamentos, tanto para a resistência à penetração quanto para a densidade do solo, a depender da profundidade analisada e do tratamento.

Palavras-chave: Cerrado, solos, compactação, motosserra.

EVALUATION OF SOIL COMPACTION IN CERRADO SENSU STRICTO SUBMITTED BY DISTURBANCE AND TREATMENTS DEFORESTATION SILVICULTURAL

ABSTRACT: The soil compaction in a cerrado *sensu stricto* area through the resistance of soil to penetration and soil density. To this end, two treatments were implemented in fazenda água limpa experimental station of UnB. 1 treatment referred to Cerrado area not subjected to any type of anthropic disturbance and treatment 2, the Cerrado subjected to cutting operation with chainsaw and timber extraction. The experiment was accomplished in randomized block design consisting of two treatments and three blocks, being demarcated in the field, six plots of 20 x 50 m. soil samples were collected in the study area for the physical characterization and classification. The density data were obtained by the method of volumetric ring and the data of soil resistance to penetration by a dynamic impact penetrometer. The soil of the study area presented clayey laterite behavior, highly plastic. The layers of soil from 20 to 40 cm depth presented the highest values of resistance to penetration of the soil for both treatments, with maximum value around 4.5 MPa. There was no marked discrepancy between the values of soil density (0.75 to 0.81 g cm⁻³). The F-test showed statistical differences among treatments for both penetration resistance as for soil density, depending on the depth analyzed and treatment.

Key words: Cerrado soils, compaction, chainsaw.

¹Graduação em Engenharia Florestal da UnB, Bolsista PIBIC do CNPq; E-mail: bab.loureiro@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da UnB. E-mail: reginaldosp@unb.br

³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – UnB. E-mail: eng.edilene@gmail.com

⁴ Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia de Bioprocessos – UFT. E-mail: alvinegro_2@hotmail.com

⁵ Professor Associado do Departamento de Biologia-IB e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais-PPGCFA, Universidade de Mato Grosso-UFMT. E-mail: pasame@brturbo.com.br

INTRODUÇÃO

A compactação de um solo é um atributo físico amplamente estudado principalmente pelo fato de gerar queda de produtividade devido ao impedimento mecânico no crescimento de raízes entre outros fatores.

A compactação é o resultado da expulsão de ar dos seus poros, modificando a sua porosidade e conseqüentemente aumentando a densidade e a resistência à penetração, além de dificultar a permeabilidade e a disponibilidade de nutrientes e água. Esse processo reduz o crescimento e o desenvolvimento radicular, aumenta as perdas de nitrogênio e aumenta a erosão do solo pela menor infiltração de água (Soane; Ouwerkerk, 1994).

A energia necessária para compactar o solo pode ser obtida de diversas fontes, como do impacto da chuva, do crescimento das raízes da planta, do tráfego de homens e animais, do peso da vegetação e até do próprio solo. Entretanto, as principais forças causadoras da compactação em solos florestais originam-se das máquinas utilizadas nas operações florestais (Seixas, 1999).

A compactação do solo determina, de certa maneira, as relações entre ar, água e temperatura, e estas influenciam a germinação, a brotação e a emergência das plantas, o crescimento radicular e, praticamente, todas as fases de seu desenvolvimento (Camargo; Alleoni, 2006).

A resistência do solo aos impactos do penetrômetro é similar ao fator de crescimento que representa a resistência mecânica que a raiz enfrenta ao crescer (Froehlich, 1978). Apesar da resistência à penetração ser afetada pela textura, densidade e conteúdo de água, Canarache (1990) afirma que valores acima de 2,5 MPa começam a restringir o pleno crescimento das raízes das plantas. Para Sene et al., (1985), os valores críticos variam de 6,0 a 7,0 MPa para solos arenosos e em torno de 2,5 MPa para solos argilosos. Segundo Sá e Santos Júnior (2005), os valores de resistência à penetração do solo limitantes ao crescimento radicular são 2,0 MPa para culturas anuais, 2,5 MPa para pastagens e 3,0 MPa para espécies arbóreas.

A caracterização da compactação do solo com base em penetrometria e sua relação com o crescimento de raízes apresentam limitações, pois a resistência à penetração varia em função do teor de água, densidade do solo, teor de argila e matéria orgânica (Busscher et al., 1997; Imhoff et al., 2001). O aumento do teor de água diminui o índice de cone, em

função do efeito lubrificante da água ao redor das partículas de solos (Sá; Santos Júnior, 2005).

A compactação do solo em áreas de Cerrado, devido ao desmatamento, tem sido um distúrbio pouco relatado em literaturas especializadas. Fenner (2008) mencionou que não existe um consenso em relação aos efeitos da compactação do solo sobre o incremento da biomassa aérea. A grande maioria dos trabalhos realizados na região do Planalto Central relaciona a compactação do solo com o crescimento de culturas agrícolas, sendo uma incógnita o comportamento das espécies nativas do cerrado em relação a solos compactados.

De acordo com Rezende (2002), a operação de corte com motosserra e o desmatamento com lâmina são os tipos de atividades de corte de alto impacto, que são normalmente observados no Cerrado e que podem alterar profundamente a estrutura da vegetação.

Segundo Eiten (2005) a densidade da camada lenhosa do Cerrado não depende do índice pluviométrico, mas de fatores edáficos e modificações originadas pelo fogo e corte, sendo que o fogo afeta principalmente a camada arbustiva dessa fisionomia.

O objetivo do trabalho foi avaliar o grau de compactação do solo, através do mapeamento da resistência à penetração e da densidade, em uma área de cerrado *sensu stricto*, após 2 anos de distúrbio antrópico por operação de corte com motosserra e retirada da madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O experimento foi realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* pertencente à Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), a qual está localizada nas coordenadas 15°56' - 15°59' Sul e 47°55' - 47°58' W, a 1.100 m de altitude, na cidade de Brasília no do Distrito Federal.

A FAL faz parte da Área de Proteção Ambiental - APA das Bacias do Gama e Cabeça do Veado e tem, no seu interior, Área Relevante de Interesse Ecológico – ARIE Capetinga/Taquara. Pertence à área Núcleo da Biosfera do Cerrado. Limita-se ao norte com o Ribeirão do Gama e o Núcleo Rural da Vargem Bonita, ao sul com a BR 251, que

liga Brasília a Unai/MG, ao leste com o Córrego Taquara e o IBGE, e ao oeste com a estrada de ferro e o Country Club de Brasília.

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C. A umidade relativa do ar entre maio e setembro fica abaixo de 70 %, com mínima ocorrendo em agosto, e média de 47 %, podendo cair para 15 % nos períodos mais secos. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com pronunciada estação seca de junho a setembro.

A vegetação predominante é o Cerrado *sensu stricto*, que ocupa 1.480 ha, mas existem, também, outras fitofisionomias variando desde campo limpo até matas de galeria. O solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio.

Caracterização do experimento

O experimento foi instalado em 2008, em área de cerrado *sensu stricto*, e constitui-se de três blocos, distribuídos casualmente. A dimensão de cada bloco foi de 4.608 m² (64 x 72 m). O estudo foi realizado em seis parcelas de 0,1 ha (20 x 50 m), utilizando-se do delineamento em blocos casualizados. A unidade amostral para avaliar cada um dos dois tratamentos foi de 3.000 m².

Foram demarcadas parcelas de 20 x 50 m no centro de cada uma das seis subfaixas de 32 x 72 m do estudo, eliminando-se o efeito de borda. Estas parcelas foram subdivididas em dez subparcelas de 10 x 10 m para melhor controle local. No centro de cada subparcela foram determinados os índices de compactação do solo.

Os tratamentos avaliados foram: (a) T1 – Cerrado não perturbado; e (b) T2 – Cerrado submetido ao corte de 100 % da área basal com motosserra e retirada da madeira. Ressalta-se que o segundo tratamento foi implantado em 2008.

Amostragem, caracterização e classificação dos solos locais.

Para a coleta de solo foi utilizado um trado tipo holandês. Foram coletadas amostras compostas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, em três pontos por parcela, seguindo um delineamento em diagonal no talhão, sendo um no lado superior esquerdo, outra no centro e uma no lado inferior direito, totalizando 18 pontos de coleta.

Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar por um período de 72 horas. Em seguida, foram destorroadas e passadas na peneira de abertura nominal de 4,8 mm. A caracterização física do solo foi realizada no laboratório de geotecnia da UnB.

As amostras foram separadas por bloco e por profundidade. Os seguintes procedimentos e determinações foram realizados: (a) análise granulométrica (ABNT - NBR 7181, 1984a); (b) consistência do solo - limite de liquidez (ABNT - NBR 6459, 1984b) e limite de plasticidade (ABNT - NBR 7180, 1984c); (c) massa específica dos grãos de solos (ABNT - NBR 6508, 1984d).

Para a classificação dos solos, foi realizada em laboratório, a identificação e descrição expedita (visual-táctil) de solos, denominada como metodologia MCT - Miniatura Compactada Tropical (Nogami; Villibor, 1995). Nesta metodologia os solos podem ser classificados como laterítico e não laterítico (saprolítico). Foi empregada, também, a classificação do método do triângulo textural, proposto por Lemos e Santos (1996), de acordo com os resultados obtidos na análise granulométrica.

Determinação da densidade do solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997), utilizando amostras indeformadas retiradas com anel de aço de bordas cortantes com volume interno de 80,54 cm³. As profundidades de coleta foram de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-50 cm. Foi determinada a densidade em cada uma das 10 subparcelas de 100 m², totalizando 60 pontos de coleta para os dois tratamentos.

Abrindo-se uma trincheira ate as profundidades previstas, coletando e armazenando o solo em recipientes para as amostras. O anel de aço foi introduzido na lateral da parede do solo, utilizando-se de uma marreta. Após, retirou-se o anel mais a amostra indeformada de solo, que foi seca em estufa à ± 105 ° C, durante 48 horas, para a determinação do teor de umidade através da seguinte equação:

$$U = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Em que:

U = umidade máxima do solo, em %;

m_i = massa de solo inicial, em gramas (g);

m_s = massa de solo seco, em gramas (g).

Através da relação entre a massa de solo seco e o volume do anel de aço foi calculada a densidade das amostras de solo através da seguinte expressão:

$$D = \frac{m_i}{V}$$

Em que:

D = densidade do solo, em g cm⁻³;

m_i = massa de solo inicial, em gramas (g);

V = volume do cilindro, em cm³.

Determinação da resistência do solo à penetração

Para determinação da resistência do solo à penetração, foi utilizado um penetrômetro de impacto dinâmico, modelo IAA/Planalsucar, em que a massa de impacto de quatro quilos sofreu uma queda livre de 19,6 cm. Foram determinados valores nos mesmos pontos onde foram retiradas as amostras indeformadas de solo para o cálculo da densidade. Foram analisadas as profundidades de 0 até 50 cm, fazendo-se as anotações a cada 5 cm de penetração da ponteira do penetrômetro.

Os resultados obtidos em impactos dm⁻¹ foram convertidos para resistência do solo à penetração (RP), por meio da seguinte equação proposta por Stolf (1991), modificada para a altura de queda de 19,6 cm e área da ponteira de 1,27 cm²:

$$RP = 5,67 + 3,43N \text{ (impactos dm}^{-1}\text{)}$$

Em que:

RP = resistência do solo à penetração, em kgf cm⁻²;

N = número de impactos para atingir 5 centímetros de profundidade no solo.

Os valores de RP, em kgf cm⁻², foram convertidos para MPa (megapascal), multiplicando-se o resultado obtido pela constante 0,098.

Análise dos dados

Os dados de densidade e resistência do solo à penetração foram analisados com o auxílio do programa SPSS Statistics versão 17.0. Foi realizada a análise de variância com os valores obtidos para cada profundidade, para verificar diferenças estatísticas entre os valores encontrados para cada tratamento. Por serem somente dois tratamentos utilizou-se o teste de Fischer, mais comumente conhecido como teste F, estabelecido um nível de probabilidade de 95 % de confiabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização e classificação do solo

Na Tabela 1 encontram-se os resultados dos ensaios de caracterização e classificação das amostras de solo. Notou-se que a porcentagem de argila variou de 60,6 a 66,2 % na profundidade de 0-20 cm e de 69 a 72 % na profundidade 20-40 cm. A porcentagem de areia diminuiu com o aumento da profundidade, variando de 18,5 a 23,9 % na profundidade de 0-20 cm e de 14,5 a 15,8 % entre 20 e 40 cm de profundidade. Com relação ao teor de silte, notou-se diminuição com o aumento da profundidade nos blocos 1 e 3. Na profundidade de 0-20 cm, a porcentagem de silte variou de 15,1 a 15,8 % e de 12,2 a 16,2 % entre 20 e 40 cm.

Os limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP) obtidos foram altos, variando de 52,7 a 59,6 % e de 34,7 a 38 %, respectivamente. Estes valores refletiram no alto valor do Índice de Plasticidade (IP), que variou de 17,6 a 22 %. Segundo Caputo (1988) os solos com IP superior a 15 % são considerados altamente plásticos.

Observa-se também que nas amostras de solo de 0-20 cm a massa específica dos grãos (γ_s) foi ligeiramente menor que as mesmas amostras na profundidade 20-40 cm. Entretanto, estes valores estão abaixo do encontrado para solos no Brasil, possuindo minerais leves (Kiehl, 1979). Costa (2004), porém, mencionou que nos solos minerais a densidade real situa-se em torno de $2,65 \text{ g cm}^{-3}$, mas pode ser inferior a isto no caso de horizontes com teor de matéria orgânica relativamente alta, dado que a matéria orgânica possui densidade real menor que as partículas minerais.

Com relação à classificação dos solos, pela metodologia MCT, todas as amostras foram caracterizadas como altamente plásticas, com comportamento argiloso laterítico (LG⁷), pela alta contração observada; e pelo método do triângulo textural foram caracterizadas como muito argilosas, sem distinção entre blocos e profundidades.

TABELA 1. Índices físicos e classificação dos solos

Propriedades analisadas	Designação das amostras					
	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Argila ($\Phi \leq 0,002$ mm)	65,7	70,8	60,6	69	66,2	72
Silte ($0,002 < \Phi \leq 0,06$ mm)	15,8	13,4	15,5	16,2	15,1	12,2
Areia ($0,06 < \Phi \leq 2$ mm)	18,5	15,8	23,9	14,5	18,6	15,8
LL (%)	59,6	53,7	56	56	55,2	52,7
LP (%)	37,6	36	38	35	36,4	34,7
IP (%)	22	17,6	18	21	18,8	18
γ_s (g/cm ³)	2,66	2,69	2,62	2,64	2,61	2,66
Classificação MCT	LG'	LG'	LG'	LG'	LG'	LG'
Classificação Textural	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Argilosa	Argilosa

Silva (1990), avaliando quimicamente o solo da área de cerrado *sensu stricto* submetido a desmatamento e abandono, concluiu que há uma uniformidade na disponibilidade de nutrientes entre as parcelas, não havendo grandes variações entre estas.

Borgatto (1994) também avaliou a mesma área desmatada e abandonada e confirmou que as análises químicas não diferiram significativamente entre as parcelas desmatadas com trator de lâmina ou cortadas com motosserra, com e sem queima, o que também confirma a uniformidade na baixa disponibilidade de nutrientes na área.

Avaliação da compactação do solo

Na Figura 1 é apresentado o comportamento do solo do cerrado *sensu stricto*, no que se refere ao fenômeno compactação. Observa-se que os valores médios de resistência à penetração (Figura 1a) foram aumentando gradativamente em função da profundidade do solo até a camada de 30 cm. A partir desse ponto, ocorreu decréscimo da resistência até a camada de 50 cm. Resck (2005) relatou que a RP aumenta com a profundidade do solo no Cerrado.

Os valores máximos de resistência à penetração (RP) observados foram de 3,6 e 4,5 MPa para os tratamentos Cerrado submetido ao corte com motosserra e Cerrado sem perturbação, respectivamente, ambos, na camada de 30 cm.

Segundo Zou et al., (2001), valores de RP superiores a 3,0 MPa são considerados limitantes ao desenvolvimento das espécies florestais. Pelos resultados obtidos a partir da camada de 20 cm de profundidade no solo até a camada de 40 cm foram observados valores superiores a 3,0 MPa. Pinheiro (2008) avaliando a RP em Cambissolo no Cerrado observou valores menores de 3,0 MPa. Morais (2009), avaliando a RP em Latossolo em Cerrado submetido a distúrbios antrópicos, também, não observou valores de RP superiores a 3,0 MPa.

Na Figura 1b encontram-se os resultados para a densidade do solo. Os valores oscilaram pouco em relação à profundidade do solo e ao tratamento aplicado. Os valores encontrados ficaram na faixa de 0,75 até 0,81 g cm⁻³, com ligeira tendência a maiores valores para o tratamento Cerrado submetida ao corte com motosserra.

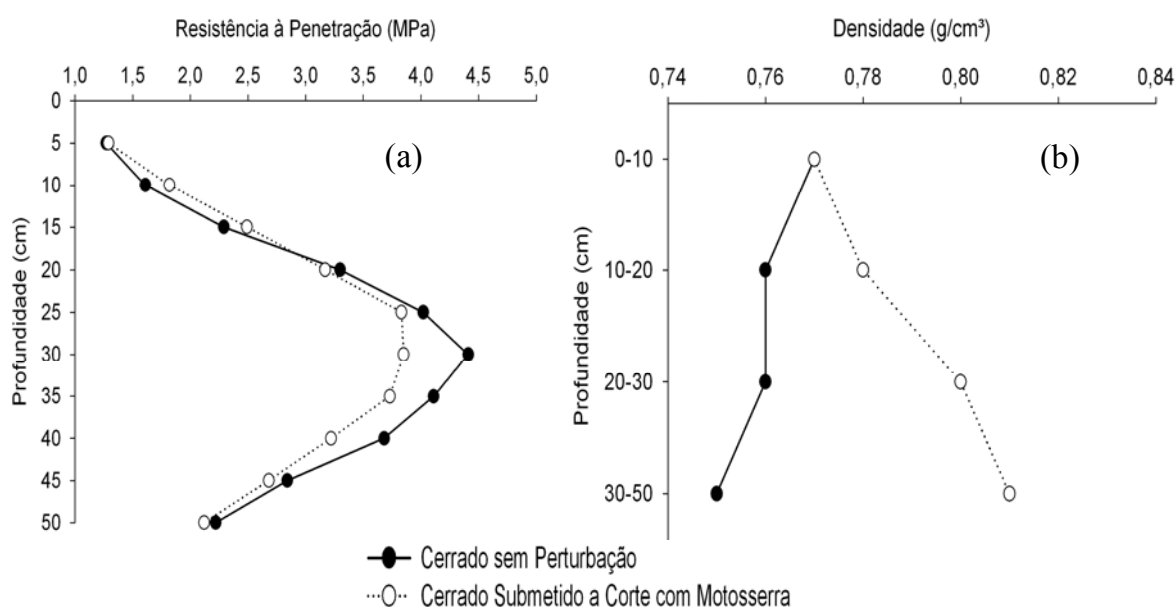


FIGURA 1. Comportamento da compactação do solo em função da profundidade: (a) valores médios de resistência à penetração; e (b) valores médios de densidade.

Na Figura 2 encontram-se os valores médios, mínimos e máximos obtidos para a RP e para a densidade do solo. A amplitude dos valores obtidos pela média dos trinta pontos coletados para cada tratamento em questão se deveu à forte presença de cupinzeiros

e formigueiros na área de estudo, que podem ter interferido na obtenção desses parâmetros, principalmente, nas camadas mais profundas.

Para o Cerrado sem perturbação (Figura 2a) foi observado valor de RP de 0,4 MPa, nas camadas superficiais de 0-5 e 5-10 cm, até valores próximos a 7 MPa, caso das camadas de 25-30 e 30-35 cm. Já para o Cerrado perturbado por corte com motosserra (Figura 2b), valores mínimos ocorreram nas camadas de 5-10 e 10-15 cm, que apresentaram 0,1 MPa de RP, e valor superior a 7 MPa foi observado na camada de 30-35 cm.

De forma análoga, a densidade do solo oscilou de $0,5 \text{ g cm}^{-3}$ na camada de 0-10 cm, no Cerrado perturbado, até valores superiores a $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, caso das camadas de 20-30 e 30-50 cm no Cerrado perturbado.

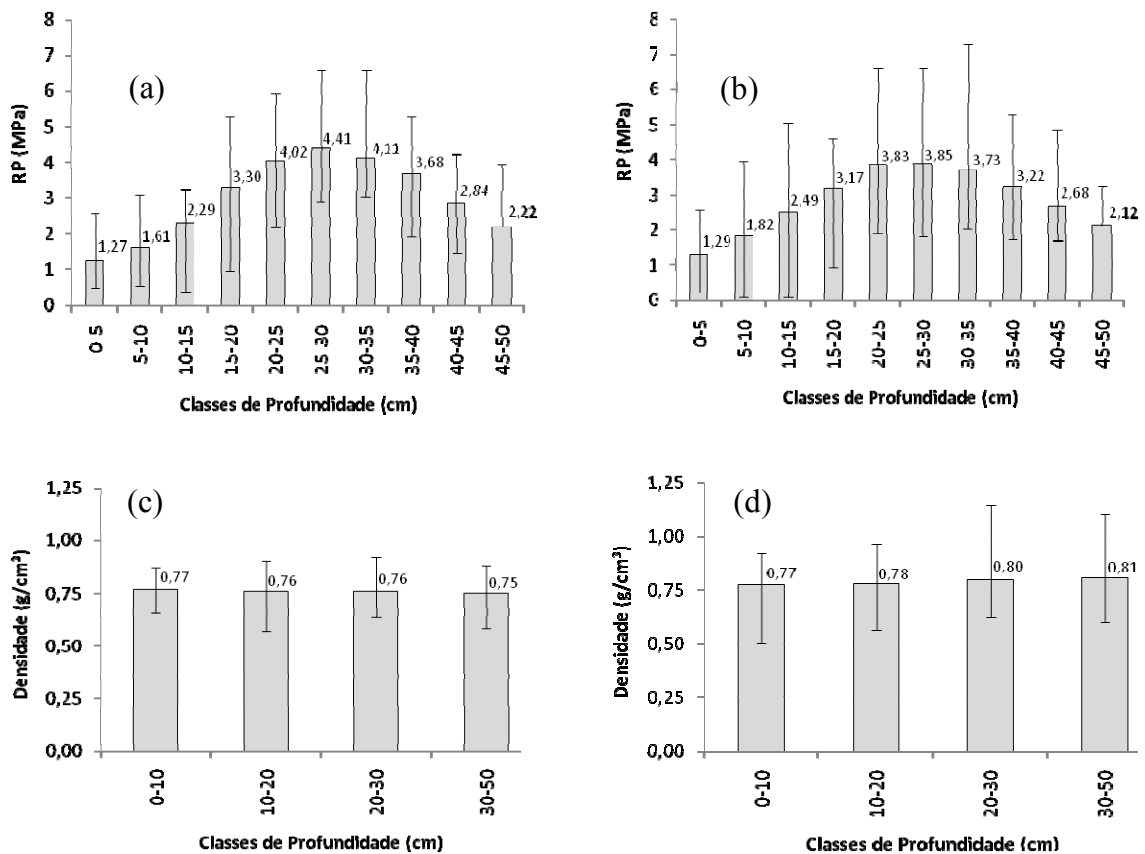


FIGURA 2. Valores médio, mínimo e máximo: (a) RP do Cerrado sem perturbação; (b) RP do Cerrado submetido ao corte com motosserra; (c) densidade do Cerrado sem perturbação; e (d) densidade do Cerrado submetido ao corte com motosserra

Concomitantemente às leituras de RP e densidade, foram tomados dados do teor de umidade do solo. Observou-se que, no perfil analisado, que esse teor variou pouco de um bloco para outro e entre as profundidades, conforme pode ser observado na Tabela 2. As

discrepâncias de valores obtidos entre 29,02 a 32,55 % podem estar associadas à época de amostragem e ao período do dia (manhã ou tarde) em que foi coletado.

Os solos com baixos teores de água têm maior resistência à compactação, devido a sua maior capacidade de suporte de carga (Dias Júnior, 2000). Seixas (2000) observou que o aumento do teor de água do solo resultou em redução da densidade do mesmo, causando destruição na estrutura do solo.

Tabela 2 - Variação da umidade higroscópica na área de estudo

Profundidade (cm)	Teor de Umidade (%)			
	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média
0-10	30,14	29,56	29,61	29,77
10-20	32,55	29,49	29,32	30,45
20-30	29,47	29,49	29,11	29,36
30-50	31,44	29,87	29,02	30,11
Média	30,57	29,60	29,26	-

Análise estatística

Observa-se pelos resultados da Tabela 3 que não houve diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade entre os dois tratamentos nas camadas de 0-5, 15-20 e 20-25 cm, o mesmo ocorrendo nas camadas mais profundas de 40-45 e 45-50 cm. Nas camadas de 5-10 e 10-15 cm, foi observada significância, sendo os maiores valores de RP encontrados para o T2 em que ocorreu distúrbio antrópico.

Nas camadas mais críticas de valores de RP (25-30, 30-35 e 35-40 cm) foi observado diferença entre os tratamentos, porém, os maiores valores foram para o T1, ou seja, Cerrado não perturbado. Acredita-se que essas discrepâncias entre os dois tratamentos sejam devido a grande variabilidade espacial dos dados de RP obtidos na área de estudo.

TABELA 3. Teste F ($\alpha = 0,05$) comparando as médias de resistência à penetração do solo, em MPa, para cada tratamento e profundidade

Tratamento	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
T1	1,27 ^a	1,61 ^a	2,29 ^a	3,30 ^a	4,02 ^a	4,40 ^a	4,11 ^a	3,68 ^a	2,83 ^a	2,22 ^a
T2	1,30 ^a	1,82 ^b	2,49 ^b	3,17 ^a	3,82 ^a	3,85 ^b	3,73 ^b	3,22 ^b	2,68 ^a	2,11 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de significância. T1 (Cerrado sem perturbação) e T2 (Cerrado submetido ao corte com motosserra).

Para a densidade do solo, não foi observada diferença significativa entre dos dois tratamentos somente na camada de 0-10 cm de profundidade. Nas demais camadas ocorreram diferenças entre os dois tratamentos sendo que para o T2, que envolveu perturbação, foram observados maiores valores de densidade do solo, conforme apresentado na Tabela 4.

Percebe-se que não houve uma correlação muito clara entre RP e densidade do solo para os dois tratamentos, principalmente nas camadas mais profundas acima de 25 cm. Segundo Larson et al., (1984), a ausência de correlação entre essas duas variáveis deve-se ao fato de que a densidade do solo não é uma medida direta da resistência do solo à penetração, pois não mede o tamanho dos poros e rigidez do solo.

TABELA 4. Teste F ($\alpha = 0,05$) comparando as médias de densidade do solo, em g/cm^3 , para cada tratamento e profundidade.

Tratamento	Profundidade (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-50
T1	0,77a	0,76a	0,76a	0,75a
T2	0,77a	0,78b	0,80b	0,81b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de significância. T1 (Cerrado sem perturbação) e T2 (Cerrado submetido ao corte com motosserra).

CONCLUSÃO

As seguintes conclusões puderam ser extraídas do trabalho: (a) o solo da área de estudo apresentou-se com textura predominantemente argilosa, com comportamento argiloso laterítico, altamente plástico, não diferindo entre as profundidades e blocos analisados; (b) as camadas de solo de 20 até 40 cm de profundidade apresentaram os maiores valores de resistência à penetração do solo para os dois tratamentos, com valor máximo próximo de 4,5 MPa (camada de 30 cm, tratamento sem perturbação); (c) não houve discrepância acentuada entre os valores de densidade do solo (0,75 até 0,81 g cm^{-3}); (d) o teste F mostrou haver diferenças estatísticas entre os tratamentos, tanto para a resistência à penetração quanto para a densidade do solo, a depender da profundidade do solo analisada e do tratamento; e (e) em função da variabilidade espacial dos dados de RP e densidade, não houve uma tendência em função da profundidade do solo sobre qual dos dois tratamentos proporcionou maior nível de compactação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Análise Granulométrica** - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1984a. 13 p., NBR 7181.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Determinação do Limite de Liquidez**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984b. 6 p., NBR 6459.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984c. 3 p., NBR 7180.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Determinação da massa específica dos grãos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984d. 6 p. NBR 6508.
- BUSSCHER, W.J. Adjustme of flat-tipped penetrometer resistance data to a commom water content. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.2, p. 519-524, 1990.
- BORGATTO, D.F. **Estado nutricional da regeneração de espécies arbóreas de um Cerrado submetido a corte e queima**. Brasília, DF, 1994, 104f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília.
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Conceitos Gerais de Compactação do solo**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/Comp1.htm>>. Acesso em: 10 de setembro de 2010.
- CANARACHE, A. PENETR - a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Till. Res.**, Amsterdam, p. 51-70, 1990.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 6. ed. 234 p.
- COSTA, J. B. **Caracterização e constituição do solo**. Lisboa: Fundação Coloste Gulbenkian. 7ª Ed., 527p., 2004.
- DIAS JUNIOR, M. S. Compactação do solo. In: Tópicos em ciência do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, p.55-94, 2000.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**. v. 38, n.2, 1972.
- FENNER, P.T. Compactação do solo. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, p. 388-409, 2008.
- IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; DIAS JÚNIOR, M.S. & TORMENA, C.A. Quantificação de pressões críticas para o crescimento das plantas. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:11-18, 2001.
- JORGE, J.A. **Física e manejo dos solos tropicais**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 328 p.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

LARSON, W.E.; GUPTA, S.C. & USECHE, R.A. Compression of agricultural soils from eight soil orders. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:450-457, 1980.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SPCS, 83p.,1996.

MORAIS, F.M. **Análise de atributos da vegetação e do solo em Cerrado sensu stricto 20 anos após distúrbios antrópicos**. – Brasília, DF, 2009. 99f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Universidade de Brasília.

NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F. (1995). *Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos*. São Paulo.

PINHEIRO, C.Q. Avaliação da recuperação da cascalheira do Aeroporto Internacional J.K: aspectos edáficos, florísticos e ecológicos – Brasília, DF, 2008. 84 f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Universidade de Brasília.

RESCK, B.S. **Efeito de sistemas de manejo na dinâmica da água e no grau de compactação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Taquara, Distrito Federal**. Brasília, DF, 2005. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília.

REZENDE, A.V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. Curitiba, PR, 2002. 243f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná.

SÁ, M.A.C.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. Planaltina, Embrapa Cerrado, 2005. 26p.

SEIXAS, F. Avaliação da compactação de solos e sua influência na produtividade e qualidade da floresta. In: MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P.; COUTO, L.; MINETTI, L.J. (Eds). **4º Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal**. Viçosa: SIF, p. 14-35, 1999.

SEIXAS, F. Efeitos físicos da colheita mecanizada de madeira sobre o solo. In: José Leonardo de Moraes Gonçalves; José Luiz Stape. (Org.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002, p. 313-350.

SILVA, F.C. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um Cerrado**. – Brasília, DF, 1990. 80f. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Universidade de Brasília.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:249-252, 1991.
SENE, M.; VEPRASKAS, M.J.; NADERMAN, G.C.; DENTON, H.P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, p. 422-427, 1985.

SILVA FILHO, E.P.; CARNEIRO, E.X.P.; CARNEIRO, C. Avaliação da compactação de solos em área de pastagem no município de Porto Velho-RO. **Primeira Versão** (UFRO), Porto Velho, n. 108, 2003. 12p.

SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. **Soil compaction in crop production**. Amsterdam, Elsevier, 1994. 660p.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço**. 2.ed. Brasília: UNESCO, 2002. 80p.

VAZ, C.M.P.; PRIMAVESI, O.; PATRIZZI, V.C.; IOSSI, M.F. Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto. **Comunicado Técnico**. v. 51, São Carlos – São Paulo: EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, 2002. 5p.

ZOU, C.; PENFOLD, C.; SANDS, R.; MISRA, R.K.; HUDSON, I. **Effects of soil air-filled porosity, soil matric potential and soil strength on primary root growth of radiata pine seedlings**. Plant and Soil, v.236, p.105-115, 2001.