



## Efeitos do manejo sustentável da Caatinga sob os atributos físicos do solo

Francisco Gonçalo Filho<sup>1</sup>, Miguel Ferreira Neto<sup>1</sup>, Cleyton dos Santos Fernandes<sup>1\*</sup>, Nildo da Silva Dias<sup>1</sup>, Rutilene Rodrigues da Cunha<sup>1</sup>, Francisco de Oliveira Mesquita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

\*Autor correspondente:  
cleyton1959@hotmail.com

### Termos para indexação:

Manejo florestal  
Sistemas agroflorestais  
Propriedades do solo

### Index terms:

Forest management  
Agroforestry systems  
Soil properties

**Resumo** - Objetivou-se avaliar a qualidade do solo, em áreas da Caatinga submetidas a diferentes sistemas de manejo, tendo como parâmetros os atributos físicos do solo. As formas de manejo adotadas foram: (1) área de manejo sustentável da Caatinga; (2) área de Caatinga com manejo convencional; e (3) área de Caatinga considerada mata nativa. Decorridos 5 anos, foram coletadas amostras de solo nas áreas nas profundidades 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m para análise dos atributos físicos do solo. Os resultados evidenciaram maior compactação do solo na área de manejo convencional. O manejo sustentável da Caatinga mostrou-se uma técnica promissora para manutenção e recuperação das propriedades físicas do solo.

## Effects of sustainable management of Caatinga under physical attributes of the soil

**Abstract** - The objective of this work was to evaluate the soil quality in areas of Caatinga under different management systems, with soil physical attributes as parameters. The forms of management adopted were: (1) area of sustainable management of Caatinga; (2) area of conventional management; and (3) native forest area. After 5 years, soil samples were collected in the areas at depths 0.00-0.20 m and 0.20-0.40 m for analysis of soil physical attributes. The results evidenced greater soil compaction in the area of conventional management. The sustainable management of Caatinga proved to be a promising technique for maintaining and recovering the soil physical properties.

### Histórico do artigo:

Recebido em 05/03/18  
Aprovado em 07/12/18  
Publicado em 29/12/18

doi: 10.4336/2018.pfb.38e201801581



A utilização inadequada do solo, sobretudo por meio da adoção de sistemas convencionais, tem ocasionado degradação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Iwata et al., 2012). Como efeitos dessa degradação, podemos citar a desestruturação e a compactação, a redução da fertilidade, a oxidação acelerada da matéria orgânica e a diminuição da quantidade e diversidade de organismos do solo (Leite et al., 2010), o que tem levado à vultosas perdas na biodiversidade da fauna e flora, sedimentação dos reservatórios e dos rios, com conseqüente declínio

das atividades econômicas e da qualidade de vida da população (Araújo Filho, 2013).

O manejo inadequado do solo e dos recursos vegetais contribui, principalmente, para o avanço do processo de degradação. Devido aos fatores ambientais desfavoráveis (déficit hídrico e elevadas temperaturas, por exemplo) e a adoção de sistemas agrícolas totalmente extrativistas, que não respeitam os limites produtivos do bioma Caatinga, a degradação é ainda mais acentuada nas condições da região Semiárida brasileira (Rebouças et al., 2013).

Uma alternativa viável para evitar a degradação do solo e da vegetação nessa região é a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAF's). Essa tecnologia apresenta alto potencial produtivo e sua adoção permite melhorar o equilíbrio entre os componentes solo/planta/animal, integrar culturas e animais, aumentar a eficiência de uso da terra, diversificar a produção agrícola, melhorar a utilização do solo, da água e do ambiente e recuperar áreas degradadas, agregando valor às áreas de produção (Schembergue et al., 2017).

Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade do solo, em áreas submetidas a diferentes sistemas de manejo, tendo como parâmetros os atributos físicos do solo.

As áreas em estudo estão localizadas no Projeto de Assentamento Tabuleiro Grande, município de Apodi, na microrregião da Chapada do Apodi, na mesorregião do Oeste Potiguar, RN, entre as coordenadas 05°24'33.33" S e 37°46'40"W, e com uma altitude média de 109 m.

Em janeiro de 2009 foram selecionadas três áreas do assentamento para avaliação dos atributos físicos do solo. O histórico das áreas e as formas de manejos adotadas foram:

Área de Caatinga com manejo sustentável (AMS) – 3,3 ha pertencentes a um lote individual. A área apresenta relevo plano, com declividade dominante inferior a 2%, em Vertissolo Háptico Órtico chernossólico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013). A vegetação no local, de forma geral, pode ser caracterizada como arbóreo-arbustiva, apesar da existência de áreas com pouca cobertura florestal devido à ocorrência de fogo ou alagamentos, em função da deficiência na drenagem que é agravada pela topografia e pela geologia da área.

O sistema de manejo sustentável adotado foi o de raleamento em faixas de 15 m de largura, intercaladas com faixa de 15 m de largura de vegetação nativa. Na faixa destinada ao manejo sustentável, fez-se raleamento das plantas existentes, deixando-se aproximadamente 40% da vegetação e retirando-se plantas com pouco interesse econômico para abrir espaço para outras espécies com maior potencial produtivo. Nos anos seguintes, a área foi isolada, evitando assim o superpastejo.

Área de Caatinga com manejo convencional (AMC) – 5,4 ha pertencentes à área coletiva do Projeto de Assentamento. A área apresenta relevo plano, com declividade dominante inferior a 2%, em Chernossolo Rêndzico Petrocálcico típico, de acordo com o Sistema

Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013). A área tem presença de bovinos, caprinos e ovinos dos assentados e não existe controle da quantidade e tempo de permanência dos animais, além da retirada de madeira e lenha pelos membros da comunidade.

Área de Caatinga considerada mata nativa (AMN) - 2,0 ha pertencentes à reserva legal do projeto de assentamento, sendo usada como tratamento controle. A área apresenta relevo plano com declividade dominante inferior a 2%, em Vertissolo Háptico Órtico chernossólico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013).

Após 5 anos de manejo nas áreas, foram abertos 5 perfis com profundidade de 0,40 m para a coleta de amostras nas profundidades de 0,0-0,20 m e de 0,20-0,40 m em cada sistema (AMS, AMC e AMN) em locais representativos, para a avaliação dos atributos físicos do solo. Nos mesmos locais e profundidades foram coletadas amostras indeformadas com anel volumétrico, para a determinação da densidade e porosidade dos solos, e amostras deformadas, para a determinação da umidade. As amostras foram acomodadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos. Os parâmetros físicos analisados foram: granulometria, densidade do solo (ds), densidade de partículas (dp), porosidade total (Pt) e umidade do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três sistemas de manejo do solo (AMS, AMC e AMN) e duas profundidades (0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m), com cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o nível de significância determinado pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para processamento dos dados, foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011).

Em relação à granulometria, constataram-se poucas variações, exceto o teor de areia fina superior na área em manejo sustentável (AMS), o teor de silte mais elevado na área em manejo convencional (AMC) e a relação silte/argila superior na AMC, quando comparadas entre si, além do teor de argila superior na área de mata nativa (AMN), quando comparado à AMC. Os solos foram todos classificados na classe textural argiloso, exceto na profundidade 0,20 – 0,40 m da AMN, que se enquadrou na classe muito argiloso (Tabela 1). Não se verificou variação quando os parâmetros foram analisados

dentro dos horizontes em cada área e não se constatou comportamento que pudesse ser atribuído ao manejo realizado nas áreas em estudo.

Os valores de densidade do solo mostraram-se significativos, sendo os maiores valores observados na AMC (Tabela 2).

**Tabela 1.** Resultados da análise da granulometria do solo em áreas de manejo florestal, em Apodi, RN.

**Table 1.** Results of soil granulometry analysis, from forest management sites in Apodi, Rio Grande do Norte State.

Áreas	Profundidade (m)	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	Relação silte/argila	Classe textural
		(kg kg <sup>-1</sup> )						
AMS	0,0-0,20	0,044a	0,151a	0,195a	0,222a	0,583a	0,380a	Argiloso
	0,20-0,40	0,044a	0,151a	0,195a	0,222a	0,583a	0,380a	Argiloso
	Média	0,044A	0,150A	0,195A	0,222B	0,583AB	0,380B	
AMC	0,0-0,20	0,062a	0,062a	0,125a	0,354a	0,521a	0,679a	Argiloso
	0,20-0,40	0,073a	0,056a	0,129a	0,324a	0,547a	0,592a	Argiloso
	Média	0,068A	0,059B	0,127A	0,339A	0,534B	0,635A	
AMN	0,0-0,20	0,061a	0,093a	0,155a	0,260a	0,585a	0,410a	Argiloso
	0,20-0,40	0,066a	0,074a	0,140a	0,250a	0,610a	0,444a	Muito Argiloso
	Média	0,064A	0,084B	0,147A	0,255B	0,598A	0,427B	
DMS	Profundidade	0,048	0,072	0,096	0,061	0,059	0,115	
	Tratamento	0,041	0,062	0,083	0,052	0,050	0,099	
CV (%)		61,78	56,16	46,66	16,98	7,77	18,08	

Letras maiúsculas iguais nas colunas, referentes à comparação entre médias, e minúsculas nas colunas, referente à comparação entre profundidades, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. AMS - área de Caatinga com manejo sustentável; AMC - área de Caatinga em manejo convencional; AMN - área de mata nativa; DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação.

**Tabela 2.** Análise dos atributos físicos densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e umidade, em áreas de manejo florestal, em Apodi, RN.

**Table 2.** Analysis of physical attributes soil density, particle density, total porosity, and moisture, from forest management sites in Apodi, Rio Grande do Norte State.

Áreas	Profundidade (m)	Densidade do solo	Densidade de partículas	Porosidade total	Umidade
		(g cm <sup>-3</sup> )		(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	(g g <sup>-1</sup> )
AMS	0,0-0,20	0,90a	2,15a	0,57a	0,19b
	0,20-0,40	0,90a	2,22a	0,59a	0,22a
	Média	0,90C	2,19A	0,58A	0,21A
AMC	0,0-0,20	1,15a	2,36a	0,51a	0,15a
	0,20-0,40	1,17a	2,34a	0,50a	0,16a
	Média	1,16A	2,35A	0,51B	0,16B
AMN	0,0-0,20	1,02a	2,22a	0,53a	0,14b
	0,20-0,40	1,04a	2,12a	0,51a	0,18a
	Média	1,03B	2,17A	0,52B	0,16B
DMS	Profundidade	0,078	0,215	0,065	0,026
	Tratamento	0,067	0,185	0,056	0,023
CV (%)		5,76	7,30	9,18	11,40

Letras maiúsculas iguais nas colunas, referentes à comparação entre médias, e minúsculas nas colunas, referente à comparação entre profundidades, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. AMS - área de Caatinga com manejo sustentável; AMC - área de Caatinga em manejo convencional; AMN - área de mata nativa; DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação.

Os valores da densidade de partículas não apresentaram variação significativa. Em relação à porosidade total, os valores apresentaram-se significativamente superiores na AMS. Este parâmetro é um indicativo da boa estrutura do solo, pela não existência da compactação, evidenciando a manutenção da qualidade física deste solo.

A umidade se apresentou superior na AMS, o que pode ser explicado pela presença de serapilheira recobrando o solo, o que contribui para a manutenção da umidade, além de contribuir ao longo dos anos para o aumento do teor de matéria orgânica no solo e, conseqüente, retenção de umidade.

Os resultados mostraram que o solo da área de manejo convencional apresentou maiores valores de densidade do solo (Ds). Como consequência, pode ocorrer maior resistência à penetração das raízes das plantas nesse solo (Bengough et al., 2011) e limitação da profundidade e volume de solo explorado em busca de água e nutrientes (Valentine et al., 2012).

A maior Ds observada na área de manejo convencional pode ser explicada pela maior pressão de pastejo existente na área. A presença em grande número de pequenos ruminantes (ovinos e caprinos) resulta em maior pisoteio. Segundo Parente & Maia (2011), os pequenos ruminantes, predominantemente, possuem hábito de pastejo gregário, concentrando o efeito do pisoteio. Assim, as áreas de Caatinga pastejadas intensivamente sob lotação contínua de caprinos e ovinos tendem a sofrer alterações dos atributos físicos do solo.

Ainda assim, os valores de Ds encontrados nas áreas estudadas estão dentro dos limites considerados ideais para o desenvolvimento de plantas, não tendo sido encontrado  $Ds \geq 1,17 \text{ g cm}^{-3}$  (Tabela 2). Souza et al. (2005) consideram como limite crítico  $Ds \geq 1,40 \text{ g cm}^{-3}$ .

A Ds apresenta estreita relação com outros atributos do solo. Muitas pesquisas apontam que o aumento da Ds reduz a porosidade total (Pt), a macroporosidade, a condutividade hidráulica e a absorção iônica (Stone et al., 2002; Lima et al., 2007; Silva et al., 2017). A porosidade total do solo é tida como ideal quando apresenta  $Pt = 0,50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  do seu volume total, com a microporosidade variando entre  $0,25 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e  $0,33 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e a macroporosidade entre  $0,17 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e  $0,25 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  (Parente & Maia, 2011). Neste trabalho a Pt apresentou média de 0,58, 0,51 e 0,52  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , para AMS, AMC e AMN, respectivamente, valores esses próximos ao que é considerado ideal.

Carvalho et al. (2004), comparando sistemas agroflorestais com sistemas de plantio convencional, verificaram que os valores da densidade apresentados pelo solo sob sistema agroflorestal se mantiveram dentro dos limites considerados normais em todas as profundidades, enquanto que no sistema de plantio convencional os valores ultrapassaram o nível crítico para o desenvolvimento das plantas.

Devido à facilidade de degradação no semiárido brasileiro, é de fundamental importância que se busquem alternativas para a recuperação das áreas degradadas. Nessa perspectiva, ao avaliarem a qualidade física do solo de Luvisolos sob sistemas agroflorestais, de vegetação natural e de manejo convencional de culturas no semiárido brasileiro, Silva et al. (2011) verificaram que os sistemas agroflorestais (agrossilvipastoril e silvipastoril) mantiveram as propriedades físicas do solo em um nível similar ao solo sob vegetação natural. Os autores ainda afirmam que os sistemas agroflorestais apresentam potencial para recuperar áreas degradadas devido à produção agrícola tradicional ou áreas agrícolas abandonadas. No entanto, estratégias associadas ao seu gerenciamento precisam ser desenvolvidas para a identificação das propriedades do solo que melhor expressem a qualidade desses sistemas.

## Conclusões

A área de manejo convencional da Caatinga apresentou processo inicial de degradação observado pelas propriedades físicas do solo.

A área de manejo sustentável da Caatinga apresentou melhores propriedades físicas, indicando que o manejo sustentável da Caatinga pode ser uma técnica promissora para manutenção e recuperação das propriedades físicas do solo.

## Referências

- Araújo Filho, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.
- Bengough, A. G. et al. A. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 1, p. 59-68, 2011. DOI: 10.1093/jxb/erq350.
- Carvalho, R. et al. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004001100015.

- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- Iwata, B. F. et al. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 730-738, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000700005.
- Leite, L. F. C. et al. Soil organic carbon and biological indicators in an Acrisol under tillage systems and organic management in north-eastern Brazil. **Australian Journal of Soil Research**, v. 48, n. 3, p. 258-265, 2010. DOI: 10.1071/SR09122.
- Lima, C. G. R. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1233-1244, 2007. DOI: 10.1590/S0100-06832007000600002.
- Parente, H. N. & Maia, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 3, p. 3-15, 2011.
- Rebouças, C. A. M. et al. Agregação de um Cambissolo em resposta ao manejo conservacionista do solo e da Caatinga, Governador Dix-Sept Rosado-RN. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.
- Santos, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 363 p.
- Schembergue, A. et al. Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 9-30, 2017. DOI: 10.1590/1234-56781806-94790550101.
- Silva, B. E. C. et al. Propriedades físicas do solo em função de diferentes manejos de pastagem. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 66-75, 2017.
- Silva, G. L. et al. Soil physical quality of luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. **Geoderma**, v. 167-168, p. 61-70, 2011. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.09.009.
- Souza, E. D. et al. Atributos físicos de um neossolo quartzarênico e um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005001100012.
- Stone, L. F. et al. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002. DOI: 10.1590/S1415-43662002000200004.
- Valentine, T. A. et al. Soil strength and macropore volume limit root elongation rates in many UK agricultural soils. **Annals of Botany**, v. 110, n. 7, p. 259-270, 2012. DOI: 10.1093/aob/mcs118.