

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS  
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA  
NATÁLIA GABRIELA ALVES PEREIRA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB PASTAGENS E FRAGMENTOS DE MATA  
NA SUB-BACIA DO RIO SÃO NICOLAU**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA  
2018**

**NATÁLIA GABRIELA ALVES PEREIRA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB PASAGENS E FRAGMENTOS DE MATA NA  
SUB-BACIA DO RIO SÃO NICOLAU**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

Co-Orientador: Dr. José Roberto de Paula

**SÃO JOÃO EVANGELISTA**

**2018**

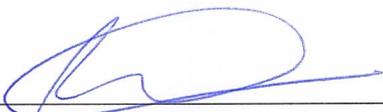
**NATÁLIA GABRIELA ALVES PEREIRA**

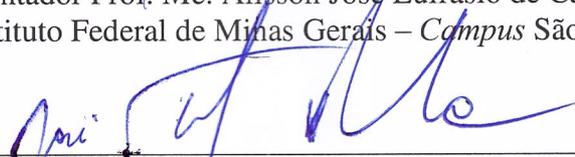
**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB PASTAGENS E FRAGMENTOS DE MATA  
NA SUB-BACIA DO RIO SÃO NICOLAU**

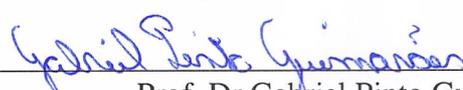
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus São  
João Evangelista* como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharelado em Agronomia

Aprovado em 24 / 08 / 2018

**BANCA EXAMINADORA**

  
Orientador Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho  
Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus São João Evangelista*

  
Co-Orientador Prof. Dr. José Roberto de Paula  
Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus São João Evangelista*

  
Prof. Dr Gabriel Pinto Guimarães  
Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus São João Evangelista*

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu amado filho, Rafael Pereira Taniguchi, que me deu forças para seguir em frente e alcançar essa vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, José Pereira e Maria da Conceição, pela força e compreensão.

Minhas irmãs Juliana e Cristiane por toda ajuda e incentivo.

Ao professor Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho, por todo conhecimento compartilhado, e orientação no TCC.

Ao professor Dr. José Roberto de Paula, por dois anos de orientação em trabalhos de pesquisa.

## RESUMO

PEREIRA, Natália Gabriela Alves. Instituto Federal de Minas Gerais, agosto de 2018. **Atributos Físicos do Solo Sob Pastagens e Fragmentos de Mata na Sub-Bacia Do Rio São Nicolau.** Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho.

Solos sujeitos aos processos de compactação e adensamento, podem ter suas características físicas, tais como, densidade de partículas, densidade dos solos, porosidade total, macro e microporosidade, umidade gravimétrica e umidade volumétrica afetadas. Devido a fatores de ordem cultural, política, socioeconômica e técnicas, com destaque para o manejo inadequado, grande parte das pastagens mineiras encontra-se em estágio avançado de degradação. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de atributos físicos sob pastagens e mata em solos de propriedades rurais situadas na Sub-bacia do Rio São Nicolau no município de São João Evangelista-MG. As amostras de solo foram coletadas em trincheiras de 50 x 50 x 60 cm nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, de fragmentos de mata e de pastagens. Para comparar e discutir os resultados adotou-se a estatística do teste *t* não pareado e do teste *t* pareado ambos a 5% de significância estatística. Alguns resultados mostraram que as pastagens apresentaram maior densidade do solo que os fragmentos de mata. Foi possível observar também que nas profundidades de 20-40 cm os teores de umidade gravimétrica e volumétrica foram maiores.

**Palavras-chaves:** densidade do solo, umidade, compactação.

## ABSTRACT

PEREIRA, Natália Gabriela Alves. Instituto Federal de Minas Gerais, agosto de 2018.

**Soil Physical Attributes Under Pastures and Fragments of Mata in the Sub-Basin of the São Nicolau River.** Advisor: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho.

Soils subject to compaction and densification processes may have their physical characteristics, such as particle density, soil density, total porosity, macro and microporosity, gravimetric humidity and volumetric humidity affected. Due to cultural, political, socioeconomic and technical factors, with emphasis on inadequate management, most of the pastures of Minas Gerais are at an advanced stage of degradation. The objective of this work was to evaluate the effects of physical attributes under pasture and forest in soils of rural properties situated in the Sub-basin of the São Nicolau River in the municipality of São João Evangelista-MG. Soil samples were collected in trenches of 50 x 50 x 60 cm in the depths of 0 to 20 cm and of 20 to 40 cm of forest fragments and pastures. To compare and discuss the results, the unpaired t test statistic and the paired t test were both statistically significant at 5%. Some results showed that pastures presented higher soil density than forest fragments. It was also observed that in the depths of 20-40 cm the contents of gravimetric and volumetric moisture were higher.

Key words: soil density, moisture, compaction.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.1 PRESERVAÇÃO DO SOLO .....	7
2.2 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO .....	8
2.2.1 ATRIBUTO TEXTURAL.....	11
2.3 EFEITO DE ATRIBUTOS FÍSICOS SOBRE AMBIENTES DE CULTIVO.....	11
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>20</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos utilizados na agricultura, depois de retirada a vegetação natural, tem frequentemente mostrado alterações em suas propriedades biológicas, químicas e físicas, dependentes das condições do solo, do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas (MARCHIORI JÚNIOR & MELO, 2000).

O entendimento da qualidade do solo é fundamental tendo em vista a necessidade de adoção de estratégias para um manejo sustentável dos diversos sistemas de produção (SANS, 2002; TÓTOLA & CHAER, 2002), um objetivo muito almejado nos dias atuais.

A qualidade do solo refere-se às condições ótimas para que ele funcione adequadamente. Esse funcionamento depende da interação de todos os processos envolvidos no ciclo, sejam eles: químicos, físicos e biológicos, que são essenciais para manter um fluxo constante e uma natureza heterogênea (TÓTOLA & CHAER, 2002).

Desta forma, inferir sobre qualidade do solo de forma numérica torna-se uma tarefa difícil, entretanto, estimativas sobre a qualidade do solo podem ser feitas dentro de um marco referencial (REICHERT et al., 2013).

Os atributos físicos do solo podem ser divididos em mecânicos (textura, densidade do solo, agregação e porosidade), hidrológicos (capacidade de água disponível e taxa de infiltração) e zona de enraizamento (profundidade efetiva de enraizamento e temperatura do solo) (ARSHAD & MARTIN, 2002). Os atributos químicos incluem o pH, saturação por bases, capacidade de troca catiônica (CTC), nutrientes totais e disponíveis e matéria orgânica do solo (MOS) (LAL, 1999).

As características físicas do solo influenciam dentre outras peculiaridades, a capacidade de retenção e de infiltração de água no perfil, o fornecimento de nutrientes às plantas e, conseqüentemente, o desenvolvimento e produtividade das culturas (REICHERT et al., 2013).

Essas particularidades do solo são modificadas de acordo com o tipo de uso e cultivo a que ele é submetido. Algumas mudanças ocorrem num período curto de tempo ou mesmo em uma simples prática de preparo; outras, apenas com um manejo contínuo serão visíveis ou mensuráveis (VIEIRA, 1981).

A densidade do solo é um atributo relativamente instável: varia de solo para solo e dentro de um mesmo solo, dependendo principalmente do grau de compactação, do teor de matéria orgânica da ausência ou presença de cobertura vegetal, do sistema de cultivo empregado, e da profundidade (BRADY, 1989; MATOS, 2009).

Existe estreita relação entre a densidade do solo e outros atributos, como: porosidade total, macroporosidade e teor de matéria orgânica. Tal fato é assinalado por Kiehl *et al.* (1972), que ressaltam que para uma correta interpretação dos resultados da densidade do solo é indispensável compará-los com outras informações, como: densidade das partículas, distribuição dos poros por tamanho, teor de matéria orgânica e grau de agregação.

Matos (2009), relata que sob ponto de vista físico uma situação próxima do ideal é quando um terço da porosidade total está constituída pelos macroporos. Nessa condição, pode-se considerar o solo bem estruturado com suficiente espaço poroso para movimento de água e gases, situação que favorece sobremaneira a mineralização de resíduos orgânicos adicionados ao solo e dificilmente presente nos solos sujeitos aos processos de compactação e adensamento.

A exploração da Sub-bacia do Rio São Nicolau localizada no Município de São João Evangelista-MG foi caracterizada, ao longo dos anos, pela retirada da cobertura vegetal natural, composta por fragmentos de Mata Atlântica, para implantação de pastagens. Com destaque para o manejo inadequado, grande parte das áreas de pastagens da sub-bacia encontra-se hoje em estágio avançado de degradação, com possível comprometimento de várias características físicas dos solos nela existentes, associado a alto grau de erosão hídrica.

Através de depoimentos de produtores rurais habitantes da Sub-bacia do Rio São Nicolau, de servidores da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e também de observações de campo nos cursos d'água da sub-bacia, percebe-se que houve, ao longo dos últimos anos, redução considerável da quantidade e qualidade da água disponível nesses cursos d'água.

Acredita-se que o comprometimento das características físicas dos solos da sub-bacia tem influenciado negativamente a taxa de infiltração de água.

A pesquisa faz parte dos estudos para avaliação dos atributos físicos dos solos da Sub-bacia do Rio São Nicolau, justificando-se, uma vez que estudos a respeito do uso e ocupação do solo em áreas de recargas das nascentes deste curso d'água são praticamente inexistentes.

Dentro desse enfoque, o presente trabalho teve como objetivo analisar os atributos físicos dos solos da Sub-bacia do Rio São Nicolau em pastagem e em mata.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. PRESERVAÇÃO DO SOLO**

O conceito de “degradação de terra”, tem um sentido bastante amplo, incluindo a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e da biodiversidade, bem como da qualidade de vida da população afetada (SAADI, 2000). No caso do solo, sua degradação resulta de processos naturais, em geral induzidos ou catalisados pelo homem (ACCIOLLY, 2000).

As funções que o solo pode exercer na natureza são a de promover meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera e atuar como um tampão ambiental (LARSON & PIERCE, 1994).

A degradação de pastagens pode ser definida como a progressiva perda de produtividade e vigor das plantas, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, e da incapacidade de se superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras (SOARES FILHO et al., 1992; NASCIMENTO et al., 2006, TOWNSEND et al., 2003). As principais causas desta degradação estão relacionadas às práticas de manejo inadequadas das plantas forrageiras e à perda gradativa da fertilidade do solo devido à exportação e à não reposição dos nutrientes (MULLER et al. 2001; BODDEY et al., 1993; BORTOLO et al., 2001; CECATO et al., 2001; YDOYAGA et al., 2006).

Durante o processo de degradação e com a diminuição da cobertura vegetal das pastagens, ocorre um significativo aumento na competitividade pelas plantas invasoras que, em geral, são mais eficientes no uso dos escassos recursos do solo. Além disso, ocorrem perdas por lixiviação de nutrientes, como efeito de atividades agrícolas em solos naturalmente pobres ou sujeitos a baixos teores de matéria orgânica, além de perdas de ordem física, como erosão e compactação de solo (SOARES FILHO et al., 1992; NASCIMENTO et al., 2006; MULLER et al., 2001).

A qualidade física do solo descreve como o solo permite a infiltração, retenção e disponibilidade de água para as plantas, córregos e subsuperfície, responde ao manejo e resiste à degradação, permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e raízes das plantas, e permite o crescimento das raízes (REICHERT et al., 2003).

## 2.2. ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Tendo em vista que a qualidade do solo envolve uma combinação de propriedades físicas, químicas e biológicas que fornecem meios para o funcionamento do solo, o monitoramento adequado da qualidade do solo só poderá ser feito utilizando-se propriedades

e/ou atributos que reflitam a capacidade de produção do solo e a sua sustentabilidade. Para isso é necessário definir as funções do solo e identificar as propriedades e/ou atributos associados a estas (DORAN & PARKIN, 1994).

Estas propriedades ou atributos devem representar indicadores capazes de mostrar mudanças ocorridas na qualidade do solo, refletindo alterações da sua condição frente ao uso da terra e sistemas de manejo.

Para ser de utilidade prática, os indicadores de qualidade devem ser sensíveis as variações de manejo, correlacionar-se com as funções do solo, ser de fácil mensuração e de baixo custo: que possibilitem o entendimento dos processos do ecossistema e que sejam compreensíveis e úteis para o agricultor (DORAN & ZEISS, 2000).

A estrutura do solo é um dos indicadores mais importante para o crescimento das plantas, uma vez que influi diretamente nas condições de adensamento, compactação, encrostamento, infiltração de água e suscetibilidade do solo a erosão (CAMPOS et al., 1995).

A estrutura pode ser avaliada por meio da densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade e agregados, resistência à penetração e infiltração da água no solo. Estes indicam o efeito do manejo, sendo de fácil mensuração, com respostas rápidas e de razoável precisão (CAMPOS et al., 1995, DORAN, 1997).

Segundo Aguiar (2008), a porosidade do solo é reflexo direto da estrutura e textura do solo, sendo os poros determinados pelo arranjo e geometria das partículas, diferindo quanto à forma, comprimento, largura e tortuosidade, o estudo dos poros é usualmente realizado baseando-se no diâmetro dos poros, distinguindo-se macro e microporosidade do solo, aos quais são associados os ambientes onde ocorrerão os processos de aeração e drenagem, para os primeiros e, de retenção de água, para os últimos.

De acordo com Souza e Resende (2003), por meio da cobertura do solo, procura-se influenciar positivamente as qualidades físicas, bem como a diminuição da erosão, criando condições ótimas para o crescimento radicular. Diversas práticas de manejo visam à manutenção da umidade no solo e, para Baver (1956), a matéria orgânica tem papel importante, uma vez que favorece a formação de agregados, aumentando a porosidade total e, conseqüentemente, a sustentação da umidade do solo.

A densidade dos solos ( $D_s$ ) relaciona-se com a estrutura, uma vez que esta é função do arranjo e orientação das partículas do solo, assim como da quantidade e geometria dos poros.

A porosidade reflete o efeito do manejo do solo, podendo sofrer alteração na referida relação macro e microporosidade, tendo em vista a frequente redução dos poros de maior

diâmetro verificada com o uso do solo, que ocorre devido à quebra de agregados e consequente entupimento de poros.

O cultivo intensivo e a frequente exposição do solo à ação direta das gotas de chuva promovem rápida degeneração das propriedades físicas da camada superficial e acarretam reflexos ao desenvolvimento das culturas (CARVALHO et al., 1999). Os frequentes ciclos de umedecimento e secagem reorganizam, segundo Rezende et al. (2002), as partículas do solo, e disto resulta a formação de uma camada superficial endurecida, que parece ser causadora, dentre outros problemas, da redução do estande da cultura, o que irá acarretar menor produtividade.

O termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado, durante a qual ocorre um aumento da densidade, em consequência da redução de volume pela expulsão do ar (DIAS JR. & PIERCY, 1995).

Adensamento, por sua vez, é o fenômeno de deposição de partículas menores no espaço poroso, devido à desagregação da estrutura física do solo, causando aumento da massa de determinada porção do solo e mantendo constante o volume inicial, o que causa, também, aumento da densidade do solo, porém sem participação direta da pressão (STONE, 2002).

A compactação excessiva pode limitar a adsorção e/ou absorção de nutrientes, a infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas e desenvolvimento do sistema radicular resultando em decréscimo da produção, aumento da erosão e da potência necessária para o preparo do solo Smucker & Erickson (1989) citado por Stone *et al.* (2002).

### 2.2.1. ATRIBUTO TEXTURAL

De acordo com Brandão *et al.* (2003) solos de textura grossa, ou seja, solos arenosos, possuem maior quantidade de macroporos do que solos de textura fina (argilosos) e, conseqüentemente, apresentam maiores condutividade hidráulica e taxa de infiltração. Por outro lado, solos argilosos bem estruturados, ou com estrutura estável, podem apresentar maiores taxas de infiltração do que os solos com estrutura instável, que sofrem dispersão quando umedecidos ou submetidos a algum agente desagregador.

Solos arenosos, por possuírem partículas maiores, apresentam espaço poroso constituído por poros de maior diâmetro (macroporos), por outro lado o volume total de poros é menor nestes quando comparados aos de textura argilosa, onde a formação de microagregados pelas partículas de argila aumenta a microporosidade (KLEIN, 2000).

Além das estruturas, a textura do solo também está relacionada com a densidade, sendo observado maiores valores para solos arenosos, nos quais são frequentemente observados valores entre 1,35 a 1,85 Kg dm<sup>-3</sup> (ARAÚJO et al., 2004a), enquanto nos solos argilosos está se apresenta na faixa de 0,95 a 1,25 kg dm<sup>-3</sup> (ARAÚJO et al., 2004b). Os menores valores observados para os solos argilosos podem ser decorrentes da microagregação das partículas de argila, que aumenta a porosidade intra-agregado, diminuindo a densidade devido ao maior peso específico das partículas de quartzo que compõe a fração areia e ao menor teor de matéria orgânica comumente verificada nestes solos.

### 2.3. EFEITO DE ATRIBUTOS FÍSICOS SOBRE AMBIENTES DE CULTIVO

Stone *et al.* (2002) estudando os efeitos da compactação nas propriedades físico-hídricas do solo na cultura do feijoeiro concluíram que a porosidade total e a macroporosidade diminuíram linearmente enquanto que a resistência do solo à penetração aumentou de maneira quadrática com o aumento da densidade do solo e que o aumento da densidade do solo reduziu o tamanho dos poros para fluxo de água e a condutividade hidráulica do solo.

Centurion et al. (2000) observaram que todas as formas de uso e manejo empregadas em seu trabalho (milho, cana-de-açúcar e pastagem) induziram, em ordem crescente a degradação das propriedades físicas do solo em relação ao solo natural (mata). Em pesquisa semelhante, Araújo et al. (2004) compararam as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico cultivado com culturas anuais e sob mata nativa, e observaram que o solo sob cultivo apresentou maiores valores de densidade e menores valores de porosidade total e de macroporosidade.

A densidade do solo afetou a retenção de água, refletindo os efeitos do uso do solo. Sob mata nativa, o intervalo hídrico ótimo (IHO) foi igual à água disponível, enquanto que no solo cultivado esse intervalo foi menor. De forma geral, os solos de mata nativa, em seu estado natural, costumam apresentar, no aspecto agrônômico, características físicas extremamente desejáveis (densidade, permeabilidade, porosidade e estrutura) (ANDREOLA et al., 2000).

O problema de compactação e adensamento do solo vem aparecendo sistematicamente na região do cerrado, onde os sistemas convencionais de manejo do solo promovem a desagregação excessiva da camada arável, o encrostamento superficial e a formação de camadas coesas ou compactadas, denominadas pé-de-grade ou pé-de-arado (FREITAS, 1994).

## 3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no município de São João Evangelista Minas Gerais localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub bacia do Rio São Nicolau), região leste do Estado de Minas Gerais.

A coleta das amostras para atributos físicos de solos foram realizadas em cinco propriedades rurais. Foram catalogadas e georreferenciadas treze propriedades da Sub-bacia do Rio São Nicolau (ANEXO II, Tabela 1), situadas à montante da estação de captação da COPASA, empresa responsável pelo tratamento e distribuição de água potável para o município.

Dentre as treze propriedades catalogadas, foram escolhidos três propriedades para coleta em mata em melhores condições de conservação e, também, três pastagens que apresentaram estágio mais avançado de degradação (ANEXO II, Tabela 1).

Nas propriedades, foram abertas seis trincheiras, sendo três em áreas de fragmento de Mata (MA1, MA2, MA3) e três em área de pastagem (PA1, PA2, PA3). De cada trincheira foram coletadas, para determinação das características físicas dos solos, amostras nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm (SANTOS *et al.*, 2013) (ANEXO I). Amostras para determinação da textura dos solos foram encaminhadas para o Laboratório de solos do IFMG Campus Bambuí. A análise textural foi realizada segundo metodologia da EMBRAPA (2013).

A metodologia usada para determinar a densidade de partículas foi a sugerida por Blake (1965), citado por Mota (1976). Já a densidade do solo foi determinada através do uso de anel volumétrico, a partir da coleta de amostras com estrutura indeformada que foram coletadas com auxílio de amostrador tipo Uhland, com anéis volumétricos de 0,05 m de altura e 0,05 m de diâmetro, segundo orientação obtida em Santos et al., (2013) (ANEXO I). Estas determinações foram realizadas no laboratório de solos do IFMG-SJE.

A porosidade total foi obtida indiretamente, em função das densidades do solo e de partículas, através da expressão  $Pt = 100 * (1 - Ds/Dp)$ , sugerida por Ferreira (2010), em que:

Pt = porosidade total (%);

Ds = densidade do solo ( $g.cm^{-3}$ );

Dp = densidade de partículas ( $g.cm^{-3}$ ).

Os dados foram submetidos ao teste t não pareado a 5,0% de significância estatística. A análise estatística foi realizada com auxílio de um software livre, comumente empregado no setor agrícola.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As características físicas (densidade, porosidade, umidade gravimétrica, umidade volumétrica) entre as áreas de mata e pastagens foram comparados, com a finalidade de investigação do possível uso do comprometimento dessas características, como parte das justificativas, da redução de vazão dos cursos d'água da sub-bacia.

Foi observado efeito do uso do solo nas pastagens e nas matas nas variáveis de umidade gravimétrica do solo, umidade volumétrica do solo e densidade do solo ( $p \geq 0,05$ ) (ANEXO II, Tabela 2). Foi observado também efeito da profundidade de amostragem sobre a umidade de gravimétrica de solo e umidade volumétrica de solo ( $p \geq 0,05$ ) (ANEXO II, Figura 1).

Ao considerar as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, as pastagens apresentaram maior densidade do solo ( $D_s$ ) do que os fragmentos de mata (ANEXO II, Figura 1).

Os valores mais baixos da  $D_s$  na área de mata deve-se ao fato de essa área encontrar-se em boas condições, com maior diversidade biológica, maior teor de matéria orgânica, que é caracterizado como um dos fatores responsáveis pela manutenção das condições físicas do solo e também pela maior influência na reversão do estado de compactação do solo, como relatam Assouline et al. (1997), Camargo & Alleoni (1997) e Dias Júnior et al. (1999). Já os valores mais elevados de  $D_s$  para as camadas superficiais das áreas de pastagem são consequência provável de maior tráfego dos animais, mau manejo do solo por excesso de pastejo e outras modalidades de pressão, que favoreceram a maior compactação, conforme declaram Silva (2000), Fraga & Salcedo (2004).

Os menores valores de  $D_s$  observados na camada de 0 a 20 cm na mata em comparação à profundidade de 20 a 40 cm podem estar relacionados ao maior aporte de matéria orgânica propiciado por essas coberturas na superfície do solo. Baixos valores de  $D_s$  para vegetação nativa em relação a agrossistemas também foram observados por Jakelaitis et al (2008). Considerando-se apenas a mata, os baixos valores de  $D_s$  encontrados nas duas profundidades analisadas poderiam estar associados ainda à menor interferência antrópica neste ambiente se comparado aos agrossistemas (REINERT et al., 2008).

Os valores de umidade gravimétrica do solo e umidade volumétrica do solo foram maiores nos fragmentos de mata, comparado as pastagens. Esse fato, pode ser explicado devido aos resíduos orgânicos em solos de mata, e a não exposição do solo a agentes físicos, químicos e mecânicos que catalisam o processo de degradação, e aumentam a densidade dos solos.

## **5. CONCLUSÃO**

De acordo com os dados obtidos conclui-se que os solos das pastagens possuem uma maior densidade de solos, comparado com a mata.

A umidade volumétrica e umidade gravimétrica teve melhores resultados em áreas de mata.

Comparando as profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm, obteve-se uma maior umidade gravimétrica e volumétrica nas camadas e 20-40 cm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, L.J.O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Boletim Informativo, 25:1:23-25, 2000.
- ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; FONTOURA, S.M.V.; BAYER, C. & PASSOS, J.F.M. **Avaliação de sistemas de preparo e calagem em um Latossolo Bruno aluminico.** R.Bras. Ci. Solo, 29:963- 975, 2005.
- ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. **Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 933-942, 1999.
- ANDREOLA, Faustino; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, Nelci. **Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 4, 2000.
- ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. **Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental.** Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, p.307 – 315, 2004.
- ARAÚJO, M, A.; TORMENA, C,A.; SILVA, A.P. **Propriedades físicas de um latossolo Vermelho distrofico cultivado sob mata nativa.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28; 337-345, 2004a.
- ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; INOUE, T.T.; COSTA, A.C.S. **Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distróferrico após treze anos de semeadura direta.** Revist Brasileira de Ciência di Solo, 28: 459-504, 2004b.
- ARSHAD, M. A. & MARTIN, S. **Identifying critical limits for soil quality indicators in agro- ecosystems.** Agric., Ecosyst.Environ., 88:153-160, 2002.
- ASSOULINE, S. et al. **Effect of compaction on soil physical and hydraulic properties: experimental results and modeling.** Soil Science Society of America Journal, Madison, v.61, n.2, p.390-398, 1997.
- BAVER, L. **Soil physics.** New York: John Wiley, 1956. 489p.
- BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J.; BARBOSA, F.T. **Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas-SP, v. 28, p. 485-494, 2004.
- BLAKE. R. Bulk density. In: BLACK, C, A., ed, **Methods of soil analysis.** Madison, Am. Soc. Agron., 1965. pt. 1, p, 374-7.
- BODDEY, R. M.; RESENDE, C. P. SCHUNKE, R. M. **Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramíneas em monocultura: o papel chave das transformações de nitrogênio,** In: **30a Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia,** 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.141-173.

BORTOLO, M.; CECATO, U.; MARTINS, E. N.; CANO, C. C. P.; COALHO M. R.; CANTO, M. W. : SANTOS G. T. Avaliação de uma pastagem de coastcross-1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.627-635, 2001.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7 ed. São Paulo-SP, Freitas Bastos, 1989. 878 p.

BRANDÃO, V. S., PRUSKI, F.F., SILVA, D.D. **Infiltração de água no solo**. Viçosa-MG, Editora UFV, 2003. 98 p.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?S0100204X2004001100015](http://www.scielo.br/scielo.php?S0100204X2004001100015)>. Acesso em: 15 agosto, 2018.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistema de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 19: 121-126, 1995.

CARVALHO, Eduardo Jorge Maklouf; DE SOUZA FIGUEIREDO, Matozinho; DA COSTA, Liovando Marciano. **Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 2, p. 257-265, 1999.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.527-538, 1998.

CECATO U.; CASTRO C. R. C.; CANTO, M. W.; PETERNELLI M.; A. JÚNIOR, J.; JOBIM, C. C.; CANO, C. C. P. Perdas de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania-1) manejado sob diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.295-301, 2001.

CENTURION, J. F.; CARDOSO J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agro ecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.5, p.254-258, 2000.

DE AGUIAR, Maria Ivanilda. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DIAS JUNIOR, M.S. & PIERCE, F.J. **A simple procedure forestimating preconsolidation pressure from soil compressioncurves**. Soil Technol., 8:139-151, 1995.

DIAS JUNIOR, M.S. et al. Avaliação quantitativa da sustentabilidade estrutural dos solos em sistemas florestais na região de Aracruz-Es. *Revista Árvore*,v.23, n.4, p.371-380, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010067622003300010arttext>>. Acesso em: 15 agosto, 2018.

DORAN, J.W. & ZEISS, M.R. **Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality.** Appl. Soil Ecol., 15:3-11, 2000.

DORAN, JOHN W.; PARKIN, TIMOTHY B. **Defining and assessing soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment, n. definingsoilqua**, p. 1-21, 1994.

EMBRAPA. 1997. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ª edição. rev. atual. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos; 1).

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro-RJ, SNLCS, 1979.  
FERREIRA, M.M. **Caracterização física do solo.** In: JONG VAN LIER, Q. (ed.). Física do solo. Viçosa-MG, SBCS, 2010. 298 p.

FIALHO, J. F.; BORGES, A. C.; BARROS, N. F. Cobertura vegetal e características químicas e físicas e atividade da microbiota de um solo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.21-28, 1991.

FRAGA, V.S.; SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsystems farming. Soil Science Society of America Journal, v.68, n.1, p.215-224, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622010000200010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622010000200010&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em: 15 agosto, 2018.

FREITAS, P.L. de. **Aspectos físicos e biológicos do solo.** In: Landers, J.N. (ed.). Fascículos sobre experiências em plantio direto nos Cerrados. Uberlândia: APDC, 1994. Cap.9. p.187-196.  
GAMA-RODRIGUES, A.C. & CADIMA-ZEVALLOS, A. **Efeito da intensidade de pastejo sobre o sistema radicular de pastagem.** Pesq. Agropec. Bras., 26:439-445, 1991.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. & MENDONÇA, E.S. **Alterações edáficas sob plantios puros e mistos de espécies florestais nativas do sudeste da Bahia, Brasil.** R. Bras. Ci. Solo, 23:5 81-592, 1999.

JAKELAITIS, Adriano et al. **Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 38, n. 2, 2008.

KIEHL, E.J.; KINJO, T.; MARCOS, Z.Z. **Caracterização e interpretação das propriedades do solo.** 2 ed. Piracicaba-SP, ESALQ, Departamento de Solos e Geologia, 1972. 119 p.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. **Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um Latossolo Roxo.** Ciência Rural, v.30, n.6, p.959-964, 2000

LAL, Rattan. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. **The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management.** In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: SSSA, 1994. p. 37-51.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. **The dynamics off soil quality as a measure of suatainable management.** In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) *Defining soil quality for a sustainable environment.* Madison: SSSA, 1994. p. 37-51.

MARCHIORI JÚNIOR, MILTON; MELO, WANDERLEY JOSÉ DE. **Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, p. 1177-1182, 2000.

MATOS, A.T. **Qualidade do meio físico e ambiental.** Caderno Didático, Viçosa-MG, AEAGRI-MG/DEA/UFV, n. 33, 2009. 72 p.

MOTA, F. O. B. **Retenção de água em perfil de alfisol do município de Mossoró-RN.** Piracicaba-SP, ESALQ/USP, 1976. 70 p. (Tese de mestrado).

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. DE F.; DESJARDINS,T.; Silva, M. P. F. da. **Degradação de pastagens na Região Amazônica:propriedades físicas do solo e crescimento de raízes.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.11, p.1409-1418, 2001.

NASCIMENTO, M. C.; RIVA, R. D. D.; CHAGAS, C. S.; OLIVEIRA, H.; DIAS, L. E.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOARES, V. P. Uso de imagens do sensor ASTER na identificação de níveis de degradação em pastagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.196–202, 2006.

PINHEIRO, D.T.C.; COSTA,C.C.; MOTTA, L.L.; GODINHO, F.C.; SILVA; J.V. **Monitoramento da fertilidade do solo submetido à erosão hídrica em área cultivada com Eucalyptus sp. em São João Evangelista – MG.** *Revista Agrogeoambiental*, p.57-65, Abr. 2010.

REICHERT, J.M; REINERT D.J. BRAIDA, J.A. **Manejo, qualidade do solo e sustentabilidade: condições físicas do solo agrícola.** CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. Palestras. Ribeirão Preto: SBCS, 2003.

REINERT, D. J.; C OLLAR ES, G.L. & REICHERT, J.M. **Penetrômetro de cone com taxa constante de penetração no solo: Desenvolvi mento e teste de funcionalidade.** *Eng. Agr íc.*, 27:304-316, 2007

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 4 ed. Viçosa-MG, NEPUT, 2002. 338 p.

SAADI, A. **Os sertões que viram deserto.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. *Bol. Inf.*, 25:1:10-17. 2000.

SANS, L.M.A. **Avaliação da qualidade do solo.** In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.E.C. (eds). *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido.* Fortaleza, UFC, UFC, SBCS, 2000. p. 170-213.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 6 ed. Viçosa-MG, SBCS, 2013. 100 p.

SILVA, M.P.S. **Biomassa e caracterização química das erapilheira e do solo sob diferentes coberturas florestais na região norte fluminense.** Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2005. 16p. (Monografia - Graduação em Agronomia).

Smucker, A.J.M.; Erickson, A.E. Tillage and compactive modifications of gaseous flow and soil aeration. In: Larson, W.E.; Blake, G.R.; Allmaras, R.R.; Voorhees, W.B.; Gupta, S.C. (eds.). **Mechanics related process in structured agricultural soils.** NATO applied sciences. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1989. v.172, p.205-221.

SOARES FILHO, C. V., MONTEIRO, F. A. & CORSI, M. 1992b. **Recuperação de pastagens degradadas de Brachiaria decumbens.** 2. Variação sazonal de parâmetros bioquímico-fisiológicos. Pasturas Tropicales, 14, 7-13.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. & REIN, T. M. **Adubação com fósforo.** IN: SOUZA, D. M. G. & LOBATO, E., eds. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2ª Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação e Tecnologia, 2004. p. 147-167.

STONE, Luís F.; GUIMARÃES, Cleber M.; MOREIRA, José AA. **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.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. **Organic matter and water-stable aggregates in soil.** J. Soil Sci., 33:141-163, 1982.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos.** Tópicos em Ciência do Solo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2:195-2776, 2002.

TOWNSEND, C. R., COSTA, N. L. & PEREIRA, A. G. A. 2010. **Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira.** Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, 5, 27-49.

VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V.; REICHERT, J.M. **Erodibilidade em entressulcos de solos do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas-SP, v. 17, n. 1, p. 121-128, 1993.

VIEIRA, M.J. **Propriedades físicas do solo.** In: IAPAR. Plantio direto no Estado do Paraná. Londrina-PR, 1981. Cap.2, p. 19-32. (IAPAR. Circular, 23).

YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; JÚNIOR, J. C. B. D.; SILVA, M. C.; SANTOS, V. F.; FERNANDES, A. P. M. Métodos de recuperação de pastagens de Brachiaria decumbens Stapf. no agreste pernambucano. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.3,p.699-705, 2006.

**ANEXO I**

Área de Pastagem.  
Fonte: José Roberto de Paula (2018)



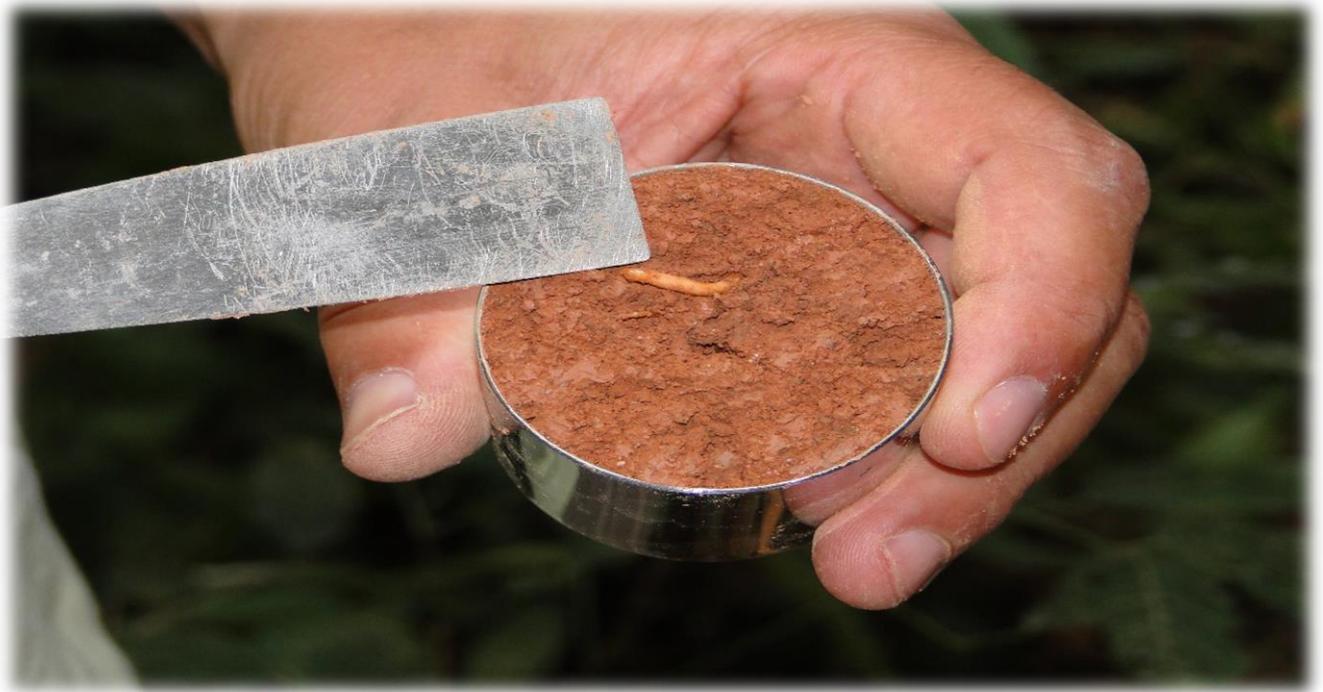
Área de Pastagem.  
Fonte: José Roberto de Paula (2018)



Medição da Profundidade do Solo.  
Fonte: José Roberto de Paula (2018)



Coleta de amostra físico-hídrica.  
Fonte: José Roberto de Paula (2018)



Amostra de solo em anel volumétrico  
Fonte: Natália Gabriela Alves Pereira (2018)



Medição da Profundidade do Solo.  
Fonte: José Roberto de Paula (2018)



Área de Pastagem

Autor: Natália Gabriela Alves Pereira



Coleta de amostras para análise de fertilidade

Autor: Augusto César Pereira dos Santos

## ANEXO II

Tabela 1. Coordenadas geográficas de propriedades rurais do município de São João Evangelista-MG.

Propriedades	Coordenadas UTM	
	X	Y
Propriedade 1*	736467,37	7941631,34
Propriedade 2	731571,15	7944137,17
Propriedade 3	732734,14	7940370,93
Propriedade 4*	733791,77	7941698,77
Propriedade 5	735240,02	7942649,14
Propriedade 6	735128,31	7939555,99
Propriedade 7*	734910,95	7941808,28
Propriedade 8	733746,49	7940502,45
Propriedade 9*	736464,48	7941633,93
Propriedade 10*	735811,95	7943192,92
Propriedade 11	734291,18	7943867,2
Propriedade 12	732284,06	7941030,73
Propriedade 13	731642,35	7943033,79

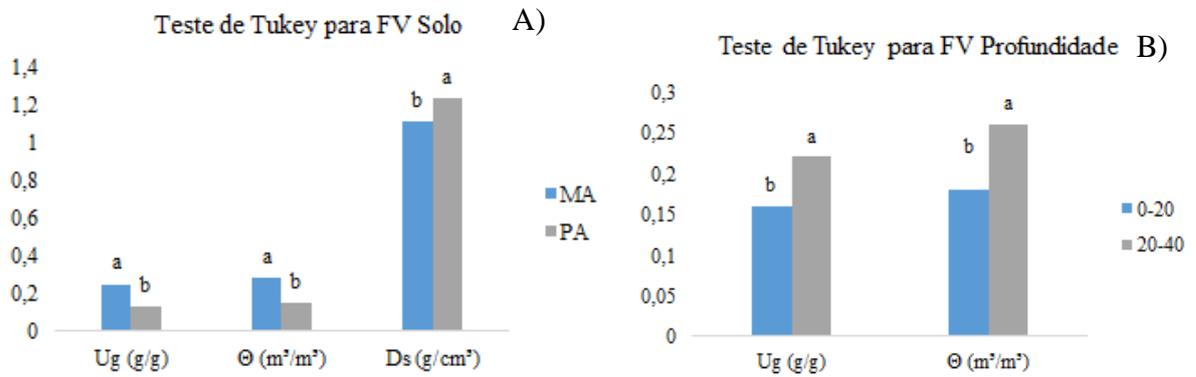
\* Propriedades que foram utilizadas no presente trabalho

Tabela 2. Resumo da anova das variáveis analisadas em amostras de solo coletadas em áreas de mata atlântica e pastagem degradadas.

FV	GL	QM				
		Ug (g/g)	$\Theta$ (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Ds (g/cm <sup>3</sup> )	Dp (g/cm <sup>3</sup> )	Pt (%)
Solo	1	0,048*	0,049 *	0,046 *	0,180 ns	7,208 ns
Profundidade	1	0,012*	0,020 *	0,0003 ns	0,044 ns	40,701 ns
Solo*Profundidade	1	0,005 ns	0,005 ns	0,008 ns	0,035 ns	7,841 ns
Erro	8	0,001	0,002	0,007	0,051	65,894
Total	11					
CV%		18,17	22,1	7,15	10,61	18,31

Ug (g/g) = umidade de saturação do solo.  $\Theta$  (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) = umidade em massa de solo. Ds = densidade do solo. Pt = porosidade total. Dp= densidade de partículas.

Figura 1: Valores médios de umidade de saturação do solo, umidade em massa de solos, densidade do solo (A) e valores médios de saturação do solo, umidade em massa de solos (B), sob diferentes coberturas vegetais.



\*Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam pelo teste *t* não pareado a 5,0 % de significância estatística.

Ug (g/g) = umidade de saturação do solo.  $\Theta$  (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) = umidade em massa de solos. Ds = densidade do solo.