

## COMPACTAÇÃO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS EM DIFERENTES ÁREAS DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS – *CAMPUS* DIANÓPOLIS

Cleone de Souza Raimundo<sup>1</sup>, Edilene Cardoso de Araújo<sup>1</sup>, Carmen Maria Coimbra Manhães<sup>2</sup>,  
Karolyne Alves Fernandes<sup>1</sup>, Paula Monique dos Santos Martins<sup>1</sup>, Taynana Lima Cavalcante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudantes do quinto período de Engenharia Agrônoma do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Tocantins – *Campus* Dianópolis. e-mail : edilene\_de\_araujo@outlook.com

<sup>2</sup> Professora EBTB do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Estado do Tocantins – IFTO. e-mail : carmen.manhaes@ifto.edu.br

**Resumo:** A redução do volume de poros do solo quando estes são submetidos à determinada pressão, acarreta um aumento na densidade do solo, ocorrendo o processo de compactação, afetando o desenvolvimento ideal do sistema radicular das culturas. Neste sentido o presente estudo teve como objetivo avaliar a compactação dos solos em três diferentes áreas (Fruticultura, manguezal e pastagem) sobre a distribuição do sistema radicular destas plantas nas áreas agrícolas do campus Dianópolis, do IFTO. A presença de compactação do solo foi observada de forma indireta através da análise de algumas características físicas e morfológicas com base nas recomendações contidas em Santos et al. (2015) e IBGE (2007). Estas análises foram realizadas através da coleta de amostras de solos em 3 minitrincheiras que foram abertas nas três diferentes áreas no Campus. As minitrincheiras tiveram dimensões de 0,6 m de comprimento por 0,8 m de largura e 0,4 m de profundidade. Após abertas as minitrincheiras, separou-se as camadas a cada 0,1 m de profundidade e coletou-se amostras de cada camada até a profundidade de 0,4 m. As características avaliadas foram: textura, estrutura e consistências seca, úmida e molhada. A avaliação da distribuição do sistema radicular foi realizado de forma visual, analisando a distribuição das raízes em profundidade. Na área de fruticultura, a presença de uma camada rochosa a partir de 0,2 m de profundidade causou um impedimento físico na distribuição das raízes da aceroleira. As mesmas distribuíram-se horizontalmente na superfície. Na área de manguezal, a presença de argila em grande quantidade proporcionou uma área superficial mais compactada tanto no solo seco quanto no úmido. Na área de pastagem foi verificada uma leve compactação na camada de 0,0 a 0,2 m e uma média compactação na camada de 0,2 a 0,4 m o que interferiu grandemente no desenvolvimento radicular do Tifton.

**Palavras-chave:** *Cynodon spp*, consistência, estrutura, *Malpighia punicifolia* L., textura

### 1. INTRODUÇÃO

As plantas têm a capacidade de absorver água e nutrientes do solo, mas isso depende da distribuição de suas raízes no perfil do solo, o qual pode conter limitações físicas que impeçam essa distribuição e o seu desenvolvimento em profundidade.

A compactação do solo é uma alteração estrutural onde ocorre uma reorganização das partículas e de seus agregados, resultando no aumento da densidade do solo e redução da porosidade total e da macroporosidade do solo (STONE et al., 2002). O arranjo estrutural do solo e a consistência também são afetados pela compactação, que, por consequência, afeta o desenvolvimento ideal do sistema radicular das culturas (TAYLOR e BRAR, 1991).

Segundo Passioura (1991) para ocorrer o alongamento radicular é necessário que a pressão radicular seja maior que o impedimento mecânico oferecido pelo meio. Assim, a estrutura do solo afeta o alongamento radicular, modificando a habilidade das raízes em extrair água e nutrientes. De acordo com Richart et al. (2005), o caminho natural de crescimento das raízes no solo é pelos macroporos ou espaços vazios que ocorrem entre os agregados. Nos solos em que não ocorre a compactação, esses macroporos quase sempre são interligados entre si. Ainda segundo Beutler et al. (2004), a tolerância das plantas à compactação do solo, em relação ao valor crítico à produção, diverge entre culturas.

A compactação do solo é um problema comum nas lavouras e que influi tanto no crescimento e na produtividade das culturas, como na conservação do solo e da água. O resultado de todas essas alterações no solo compactado é que as raízes sofrem modificações morfológicas e fisiológicas, por vezes específicas a cada espécie ou cultivar, a fim de se adaptarem (MULLER et al., 2001).

A compactação do solo tem sido observada em muitos pomares, em função do tráfego de implementos em solo com umidade inadequada e de práticas mecânicas de controle de invasoras. Plantas com raízes pivotantes mais grossas podem ser mais afetadas pela compactação do solo do que plantas com raízes fasciculadas mais finas, pois essas podem explorar canais já existentes no solo, deixadas por raízes que apodreceram ou por fissuras (WHITELEY & DEXTER, 1982).

A compactação do solo é a principal característica da degradação dos solos de pastagens (SANTOS et al., 2009), essa compactação nas áreas de pastagem normalmente se caracteriza pelo aumento da densidade, aumento da resistência do solo a penetração das raízes, redução da porosidade total, condutividade hidráulica, macroporosidade, aeração e capacidade de infiltração de águas (SEVERIANO et al., 2010).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a compactação do solo de forma indireta em três diferentes áreas dentro da área experimental do Campus Dianópolis e avaliar a distribuição do sistema radicular das plantas contidas nestas áreas, relacionando a ocorrência de compactação do solo com a distribuição do sistema radicular.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em três diferentes áreas do Instituto Federal do Tocantins Campus Dianópolis, onde foram analisadas a ocorrência de compactação do solo de forma indireta através da análise de algumas características físicas e morfológicas do solo, assim como do desenvolvimento do sistema radicular das plantas encontradas nestas áreas. A fim de relacionar a compactação do solo com a distribuição do sistema radicular das plantas no perfil do solo.

As áreas avaliadas foram as seguintes: uma área de fruticultura contendo a cultura da acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), uma área de manguezal e uma área com pastagem (Tifton – *Cynodon spp.*).

As análises físicas e morfológicas dos solos foram realizadas através da coleta de amostras de solos em 3 minitrincheiras que foram abertas nas três diferentes áreas no Campus. As minitrincheiras tiveram dimensões de 0,6 m de comprimento por 0,8 m de largura e 0,4 m de profundidade.

Após abertas as minitrincheiras, iniciou-se o exame do perfil do solo separando as camadas a cada 0,1 m de profundidade e coletando amostras de cada camada até a profundidade de 0,4 m.

As análises das características físicas e morfológicas dos solos foram realizadas com base nas recomendações contidas em Santos et al. (2015) e IBGE (2007). As características avaliadas foram: textura, estrutura e consistência seca (dureza), consistência úmida (friabilidade) e consistência molhada (plasticidade e pegajosidade).

A avaliação da distribuição do sistema radicular foi realizado de forma visual, analisando a distribuição das raízes em profundidade, objetivando procurar impedimentos físicos ao desenvolvimento radicular.



Figura 1- Abertura das minitrincheiras.

A textura no campo foi avaliada em amostra de solo molhada, através de sensação de tato, esfregando-se a amostra entre os dedos após amassada e homogeneizada. A areia deu sensação de atrito, o silte de sedosidade e a argila, de plasticidade e pegajosidade (IBGE, 2007). A textura do solo foi analisada estimando em campo através do tato os conteúdos de areia, silte e argila, estimando uma porcentagem para cada um dos três componentes e a soma das porcentagens somavam 100%. Sendo então caracterizados entre as seguintes classes de textura: areia, silte, argila, areia-franca, franco, francoargiloarenosa, franco-argilosa, franco-arenosa, argiloarenosa, muito argilosa, argilossiltosa, franco-argilossiltosa e franco-siltosa.

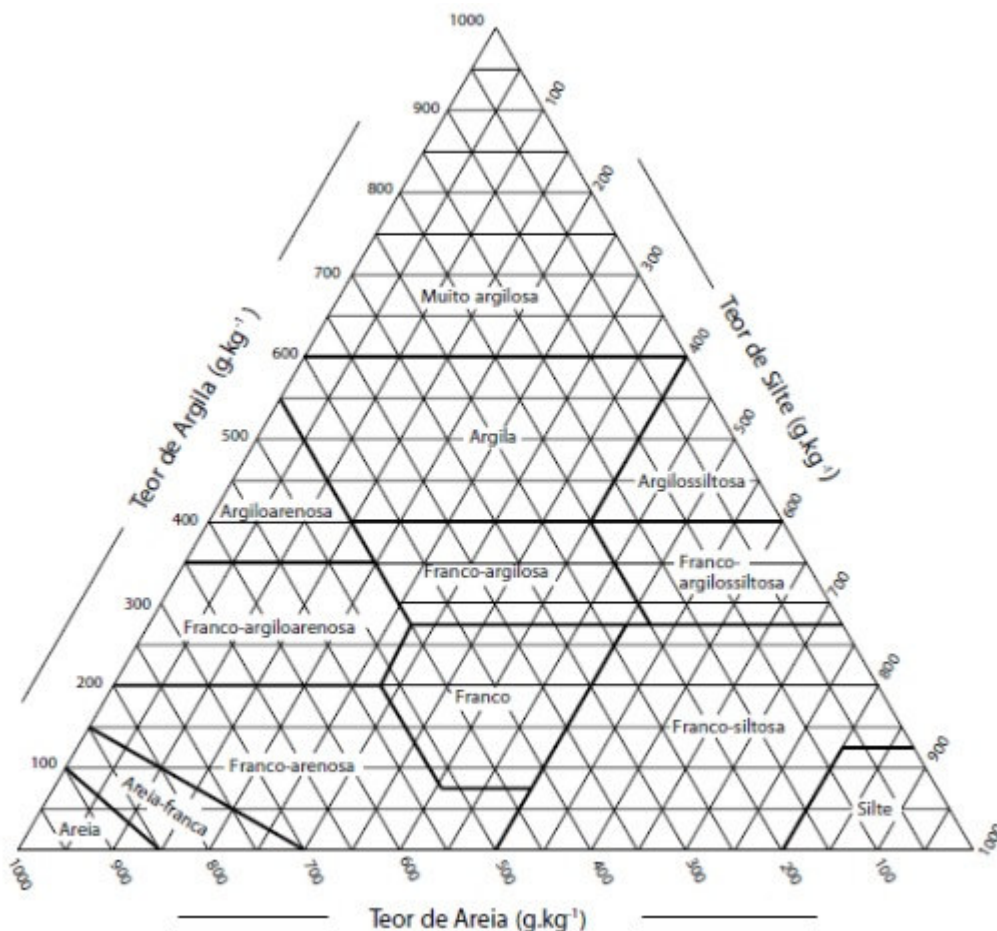


Figura 2 - Triângulo textural utilizado para identificação da classe textural.

A estrutura do solo foi caracterizada segundo suas formas (tipo de estrutura), e seu tamanho (classe de estrutura) segundo (IBGE, 2007). Quanto ao tipo de estrutura foi classificada em um dos seguintes tipos:

**Laminar** - aquela onde as partículas do solo estão arranjadas em torno de uma linha horizontal, configurando lâminas de espessura variável, ou seja, figuras geométricas regulares onde as dimensões horizontais são sempre maiores que as verticais.

Este tipo de estrutura pode ocorrer em regiões secas e frias com ocorrência de congelamento e podem ser também produzidas por compactação (pisoteio, motomecanização, implementos, etc.), comumente nos horizontes superficiais (A e E) e em alguns casos podem ser herdadas da rocha matriz, neste caso, são mais comuns nos horizontes C de alguns solos (IBGE, 2007).

**Prismática** - Estrutura onde as partículas se arranjam em forma de prisma (com faces e arestas), sendo sua distribuição preferencialmente ao longo de um eixo vertical e os limites laterais entre as unidades são relativamente planos. Portanto, as dimensões verticais são maiores que as horizontais. Para este tipo de estrutura são reconhecidos dois subtipos: **prismática** e **colunar**. Ambas têm as dimensões verticais maiores que as horizontais, porém diferem entre si pelo formato da extremidade superior que é anguloso ou “arestado” no caso do subtipo prismática e mais arredondado ou “abaulado” no caso do subtipo colunar. São típicas de horizonte B, sendo verifi

cadadas também no horizonte C. O subtipo colunar é característico de solos com horizonte plânico sódico (IBGE, 2007).

**Blocos (poliédricas)** - estrutura em que as partículas estão arranjadas na forma de polígonos mais ou menos regulares, ou seja, com tamanho equivalente para as três dimensões. É bastante difundida em solos e muito comum em horizontes B, particularmente B dos tipos textural, plânico e nítico, com textura argilosa. São reconhecidos dois subtipos segundo IBGE (2007):

**Blocos angulares** - tem as faces planas, formando arestas e ângulos aguçados.

**Blocos subangulares** - ocorre mistura de faces planas e arredondadas, com poucas arestas e ângulos suavizados.

**Granular** - as partículas estão arranjadas em torno de um ponto, formando agregados arredondados, cujo contato entre as unidades não se dá através de faces e sim de pontos. São também reconhecidos dois subtipos: granular e grumos, que se diferenciam pela porosidade, sendo que os grumos são mais porosos (IBGE, 2007).

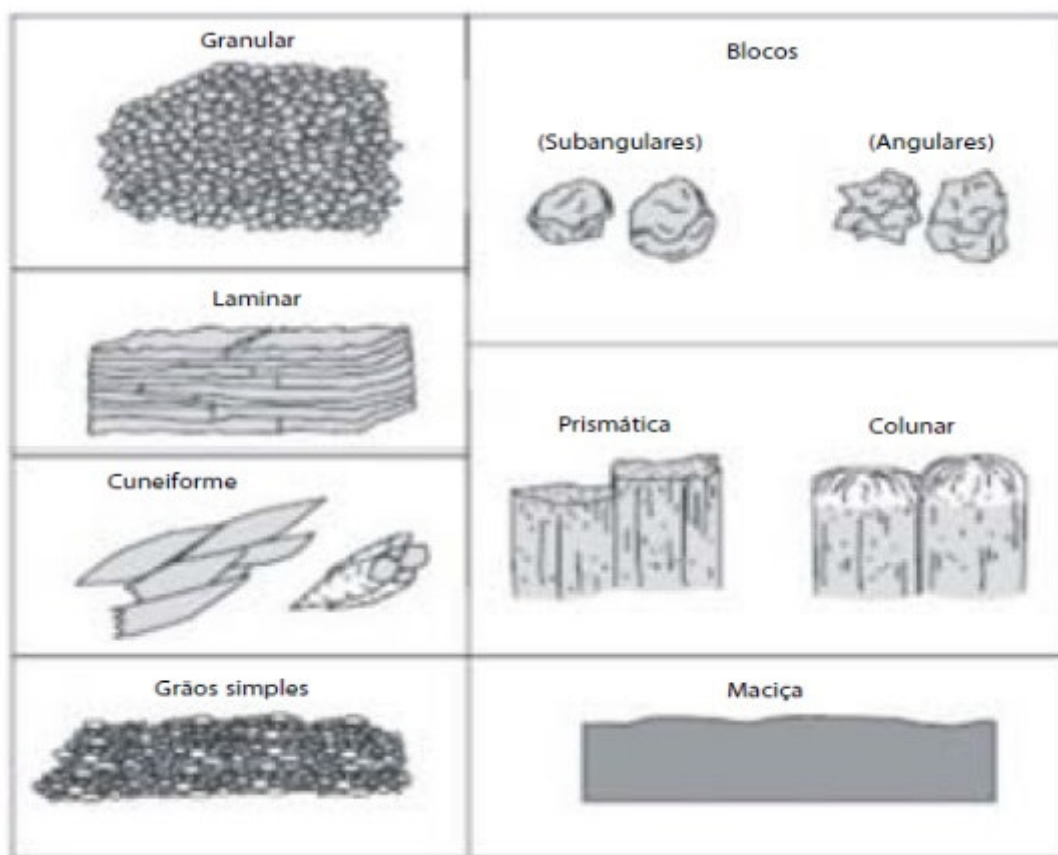


Figura 3 - Exemplos de tipos de estrutura.

**Classes de estrutura** - definidas pelo seu tamanho, de acordo com os seguintes critérios segundo IBGE (2007):

Classes	Critérios (mm)		
	Granular e Laminar	Colunar, Prismática e Cuneiforme	Blocos angulares e subangulares
Muito pequena	< 1	< 10	< 5
Pequena	1 a < 2	10 a < 20	5 a < 10
Média	2 a < 5	20 a < 50	10 a < 20
Grande	5 a < 10	50 a < 100	20 a < 50
Muito grande	≥ 10	100 a < 500	≥ 50
Extremamente grande	-	≥ 500	-

Figura 4 - Classes de estrutura.

A consistência do solo quando seco e úmido (dureza e friabilidade, respectivamente) foi avaliada em material não desagregado. A consistência do solo quando seco foi caracterizada pela dureza ou tenacidade. Para avaliá-la, foi selecionado em cada horizonte/subhorizonte ou camada, um torrão seco e comprimido entre o polegar e o indicador. Assim, enquadrou-se em uma das opções da tabela 1, segundo IBGE (2007):

Tabela 1: Consistência seca.

Consistência Seca	
Solta	Não coerente entre o polegar e o indicador.
Macia	Fracamente coerente e frágil, quebrando-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito leve.
Ligeiramente dura	Fracamente resistente à pressão, sendo facilmente quebrável entre o polegar e o indicador.
Dura	Moderadamente resistente à pressão. Pode ser quebrado nas mãos, sem dificuldade, mas dificilmente quebrável entre o indicador e o polegar.
Muito dura	Muito resistente à pressão. Somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos. Não quebrável entre o indicador e o polegar.
Extremamente dura	Extremamente resistente à pressão. Não pode ser quebrado com as mãos.

A consistência do solo quando úmido foi caracterizada pela friabilidade que foi determinada num estado de umidade aproximadamente intermediário entre seco ao ar e a capacidade de campo. Para avaliação dessa consistência, foi selecionado um torrão, o umedeceu de

forma que a água entrasse no torrão por capilaridade e tentou esboroá-lo entre o polegar e o indicador, tendo-se segundo IBGE (2007) uma das seguintes opções da tabela 2:

Tabela 2: Consistência úmida.

Consistência Úmida	
Solta	Não Coerente
Muito Friável	O material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior.
Friável	O material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior.
Firme	O material do solo esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível.
Muito Firme	O material do solo esboroa-se sob forte pressão. dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar.
Extremamente Firme	O material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte. não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço.

A Consistência do solo quando molhado caracteriza a plasticidade e pegajosidade e foi determinada em amostra pulverizada e homogeneizada, com conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo, tendo-se segundo IBGE (2007):

**Plasticidade** - Para determinação de campo da plasticidade, rola-se, depois de amassado, o material do solo entre o indicador e o polegar e observa-se se pode ser feito ou modelado um fio ou cilindro fino de solo, com cerca de 4 cm de comprimento. O grau de resistência à deformação é expresso na tabela 3, segundo IBGE (2007):

**Pegajosidade** - Para avaliação de campo, a massa do solo quando molhada e homogeneizada é comprimida entre o indicador e o polegar, e a aderência é então observada. Os graus de pegajosidade são descritos na tabela 3, segundo IBGE (2007):

Tabela 3: Consistência Molhada.

Consistência Molhada	
Plasticidade	
Não plástica	Nenhum fio ou cilindro fino se forma
Ligeiramente plástica	Forma-se um fio de 6 mm de diâmetro e não se forma um fio ou cilindro de 4mm
Plástica	Forma-se um fio de 4 mm de diâmetro e não se forma um fio ou cilindro de 2mm
Muito plástica	Forma-se um fio de 2 mm de diâmetro, que suporta seu próprio peso.
Pegajosidade	
Não pegajosa	Após cessar a pressão não se verifica, praticamente, nenhuma aderência da massa ao polegar e/ou indicador;
Ligeiramente pegajosa	Após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. Não há apreciável esticamento ou alongamento quando os dedos são afastados;
Pegajosa	Após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a alongar-se um pouco e romper-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos;
Muito pegajosa	Após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de fruticultura cultivada com a cultura da acerola, a presença de uma camada rochosa a partir de 0,2 m de profundidade causou um impedimento físico na distribuição das raízes da aceroleira. As raízes se distribuíram em sua maioria horizontalmente na superfície. A presença dessa camada rochosa também impediu a análise das características do solo nas profundidades mais abaixo, sendo realizada análise apenas de 0,0 a 0,2 m.

NEVES et al. (2000) analisaram o sistema radicular de três cultivares de acerola em um Latossolo Roxo e verificaram que a profundidade efetiva do sistema radicular das três variedades variou de 0,50 a 0,69 m, pois nesta profundidade foi encontrado 80% do sistema radicular das plantas analisadas. De acordo com os resultados destes autores a aceroleira na área estudada na presente pesquisa está tendo um grande impedimento de desenvolvimento do seu sistema radicular, visto que 80% do sistema radicular das plantas quando o solo não tem impedimento físico se concentram entre 0,5 e 0,7 m. Na presente área o impedimento já acontece a 0,2 m de

profundidade, o que prejudica consideravelmente o desenvolvimento e distribuição do sistema radicular da aceroleira e com isso prejudica absorção de água e nutrientes, consequentemente prejudica o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

Nas camadas avaliadas na área da aceroleira, a estrutura predominante foi granular de tamanho pequeno e muito pequeno. A textura predominante foi franco arenosa. A consistência seca ou dureza foi solta, a consistência úmida ou friabilidade foi muito friável, as consistências molhadas plasticidade e pegajosidade foram respectivamente não plástica e ligeiramente pegajosa (Tabela 4).

Tabela 4 – Características físicas e morfológicas analisadas nas três diferentes áreas.

<b>Área de Fruticultura</b>								
Prof (m)	Estrutura (Tipo)	Estrutura (Tamanho)	Textura (argila; silte; areia)	Classe Textural	Dureza	Friabilidade	Plasticidade	Pegajosidade
0,0-0,1	Granular	Pequena	10; 25; 65	Franco arenoso	Solta	Muito Friável	Não plástica	Ligeiramente pegajosa
0,1-0,2	Granular	Muito pequena	15;30; 65	Franco arenoso	Solta	Muito Friável	Não plástica	Ligeiramente pegajosa
0,2-0,4	Camada rochosa	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>Área de Manguezal</b>								
Prof (m)	Estrutura (Tipo)	Estrutura (Tamanho)	Textura	Classe Textural	Dureza	Friabilidade	Plasticidade	Pegajosidade
0,0-0,1	Blocos	Médio	50; 30; 20	Argila	Ligeiramente dura	Firme	Plástica	Pegajosa
0,1-0,2	Blocos	Médio	50; 35; 15	Argila	Dura	Firme	Plástica	Pegajosa
0,2-0,3	Blocos	Pequena	60; 30; 10	Argila	Ligeiramente dura	Friável	Plástica	Pegajosa
<b>Área de Pastagem</b>								
Prof (m)	Estrutura (Tipo)	Estrutura (Tamanho)	Textura	Classe Textural	Dureza	Friabilidade	Plasticidade	Pegajosidade
0,0-0,1	Granular	Pequena	20; 30; 50	Franco arenoso	Ligeiramente dura	Friável	Não plástica	Ligeiramente pegajosa
0,1-0,2	Blocos	Média	60;30; 10	Argila	Ligeiramente dura	Friável	Plástica	Pegajosa
0,2-0,3	Blocos	Média	65; 25; 10	Muito Argilosa	Dura	Friável	Plástica	Pegajosa
0,3-0,4	Blocos	Média	60;30; 10	Argila	Dura	Muito firme	Plástica	Pegajosa

Prof = Profundidade do solo.

Na área de manguezal, a presença de argila em grande quantidade proporcionou uma área superficial mais compactada tanto com o solo seco quanto com o solo úmido. O que pode ser verificado nas características de dureza e friabilidade do solo, respectivamente ligeiramente dura ou dura e firme na camada superficial de 0,0 a 0,2 m (Tabela 4). Essa compactação superficial causou um impedimento físico na distribuição das raízes.

Nas camadas avaliadas na área de manguezal, a estrutura predominante foi em blocos de tamanho médio e pequeno. A textura predominante foi argilosa. A consistência seca ou dureza foi ligeiramente dura e dura, a consistência úmida ou friabilidade foi firme e friável, as consistências molhadas plasticidade e pegajosidade foram respectivamente plástica e pegajosa (Tabela 4).

Na área de pastagem (Tifton) foi verificada uma leve compactação na camada de 0,0 a 0,2 m e uma média compactação na camada de 0,2 a 0,4 m o que interferiu grandemente no desenvolvimento radicular do Tifton. Conseqüentemente interferiu no desenvolvimento da parte aérea das plantas afetando diretamente a sua capacidade de suprir as necessidades dos animais em termos de forrageiras consumidas.

Segundo Lima et al. (2004), tem-se observado que a compactação do solo promovida pelo pisoteio animal e pelo tráfego de máquinas é um dos grandes entraves à obtenção de elevadas produtividades das pastagens. Levando à queda da sua capacidade de suporte animal, por reduzir gradativamente o vigor da forrageira e aumentar os processos erosivos do solo (OLIVEIRA et al., 2007).

Nas camadas avaliadas na área de pastagem, a estrutura predominante foi granular na primeira camada e em blocos de tamanho médio no restante das camadas. A textura na primeira camada foi franco arenosa e no restante argilosa. A consistência seca ou dureza foi ligeiramente dura e dura, a consistência úmida ou friabilidade foi friável e muito firme, as consistências molhadas plasticidade e pegajosidade foram respectivamente não plástica e ligeiramente pegajosa na primeira camada e plástica e pegajosa nas outras camadas (Tabela 4).

#### 4. CONCLUSÕES

As três áreas avaliadas no presente trabalho (fruticultura, manguezal e pastagem) apresentaram compactação no solo, causando efeito negativo na distribuição do sistema radicular das plantas. Sendo necessária a realização de descompactação do solo das três áreas para resolver o problema e proporcionar um solo mais poroso para a distribuição e desenvolvimento do sistema radicular dessas plantas.

#### REFERÊNCIAS

- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. Intervalo hídrico ótimo e a produção de soja e arroz em dois latossolos. *Irriga, Botucatu*, v.9, n.2, p.181-192, 2004.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual Técnico de Pedologia* 2.ed. Rio de Janeiro, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).
- LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 945-951, 2004.
- MÜLLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 531-538, mai/jun. 2001.

NEVES, C. S. V. J.; BORGES, A. V. ; KANAI, H. T.; PRETE, E. C. E.; PIPOLO, V. C. Distribuição do sistema radicular de aceroleira cultivares Dominga, Lígia e Natalia. In **XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, CD ROM. Fortaleza, 2000. RESUMOS.

OLIVEIRA G.C.; SEVERIANO, E.C.; MELLO, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um latossolo vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 265-270, 2007.

PASSIOURA, J. B. Soil structure and plant growth. *Australian Journal of Soil Research*, Collingwood, v. 29, n. 6, p. 717-728, dec. 1991.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação de solo: Causas e efeitos. *Semina Ciência Agrária*, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul/set. 2005.

SANTOS, H. P. FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Atributos químicos e físicos do solo sob pastagens perenes de verão. *Bragantia*, v.68, n.4, p.1037-1046, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000400025>>.

SANTOS, Raphael David do [et al.]. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. C.; COSTA, K. A. P.; CASTRO, M. B.; MAGALHÃES, E. N. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tifton 85. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.1, p.39-45, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000100006>>.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, A. A. J. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.2, p.207-212, 2002.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research*, v.19, p.111-119, 1991.

WHITELEY, G.M.; DEXTER, A.R. Root development and growth of oilseed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.2, n.4, p.379-393, 1982.