

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI**

**INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO
MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO
TOCANTINS**

Stefane Cardoso Santana

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins como parte da exigência do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de "Mestre".

**Gurupi - Tocantins
2009**

Stefane Cardoso Santana

**INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO
MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO
TOCANTINS**

**Orientador:
Prof. Dr. Saulo de Oliveira Lima**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins como parte da exigência do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

**Gurupi – Tocantins
2009**

Dissertação intitulada “*INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS*” de autoria de Stefane Cardoso Santana.

APROVADA: 02 de julho de 2009

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Saulo de Oliveira Lima - Orientador
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Leonardo Santos Collier
Universidade Federal do Tocantins

Profa. Dra. Juliana Barilli
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Antônio José Peron
Universidade Federal do Tocantins

AGRADEÇO

A Deus por mais esta conquista, pois sempre fez presente em todos os momentos na minha vida.

OFEREÇO

Ao meu pai, Rainor José de Santana, *“in memória”* que me ensinou tantas virtudes para enfrentar os desafios e as conquistas. Minha eterna fonte de inspiração e motivação.

DEDICO

Eliane, a minha esposa e companheira pelo carinho e apoio para que possamos juntos sempre alçar novos projetos.

AGRADECIMENTOS

- A minha família que sempre me apoiaram em todos os momentos, em especial a minha esposa Eliane Alves de Azevedo Santana, minha mãe Irene Cardoso Santana, a meus irmãos e sobrinhos.
- Ao Prof. Dr. Saulo de Oliveira Lima pela orientação, repasse de conhecimento que contribui para o meu crescimento profissional.
- À Universidade Federal do Tocantins – UFT pela oportunidade de realização do mestrado.
- Aos proprietários das fazendas que colaboram cedendo as áreas para estudo, Fazenda Mariquinha o Sr. Eloy Barch e o Gerente Sr. Nicanor e Fazenda Colorado Sr. José Arnaldo.
- Ao Diretor Superintendente do SEBRAE, Paulo Massuia, e o Gerente do NRS, Jânio Valadares, que soube oportunizar a qualificação profissional do seu colaborador.
- À Coordenação do Programa de Mestrado em Produção Vegetal, representada pelo Professor Dr. Gil Rodrigues dos Santos.
- Aos colegas mestrandos, junto dos quais lutamos e vencemos mais esta etapa de conquista.
- Aos ensinamentos de todos os professores do programa do Mestrado em Produção Vegetal.
- Ao amigo Clauber Rosanova pelo incentivo e apoio no Mestrado.
- Aos professores que participarão desta banca de avaliação contribuindo com essa dissertação, Prof. Dr. Saulo de Oliveira Lima, Prof. Dr. Leonardo S. Collier, Prof. Dr. Antônio José Peron e Prof. Dra Juliana Barlli e suplente Prof. Dr. Flávio Sérgio Afféri.
- Aos professores Rodrigo Fidelis e Aurélio Vaz que colaboram na análise estatística dessa dissertação.
- A todos os acadêmicos de Agronomia que ajudaram na coleta de campo em especial a Josimar Furlan.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. CAPÍTULO I - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS..... | 10 |
| 1.1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 13 |
| 1.2.1. DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS..... | 13 |
| 1.2.2. COMPACTAÇÃO DO SOLO..... | 15 |
| 1.2.3. DENSIDADE DO SOLO..... | 18 |
| 1.2.4. DENSIDADE DE PARTÍCULA..... | 18 |
| 1.2.5. POROSIDADE TOTAL..... | 19 |
| 1.2.6. RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO..... | 19 |
| 1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 21 |
| 2. CAPITULO II - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM CARIRI DO TOCANTINS – TO..... | 26 |
| 2.1. RESUMO..... | 27 |
| 2.2. ABSTRACT..... | 28 |
| 2.3. INTRODUÇÃO..... | 29 |
| 2.4. MATERIAIS E MÉTODO..... | 30 |
| 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 32 |
| 2.6. CONCLUSÃO..... | 44 |
| 2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 45 |
| 3. CAPITULO III - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA COLORADO EM GURUPI - TO..... | 50 |
| 3.1. RESUMO..... | 51 |
| 3.2. ABSTRACT..... | 52 |
| 3.3. INTRODUÇÃO..... | 53 |
| 3.4. MATERIAIS E MÉTODO..... | 54 |
| 3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 56 |
| 3.6. CONCLUSÃO..... | 71 |
| 3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO II - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM CARIRI DO TOCANTINS – TO

| | | |
|-----------------|---|----|
| Figura 1 | Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação)..... | 36 |
| Figura 2 | Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação)..... | 38 |
| Figura 3 | Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (menor grau de degradação)..... | 39 |
| Figura 4 | Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (menor grau de degradação)..... | 41 |
| Figura 5 | Resistências à penetração (MPa) na Área 1 (maior grau de degradação) e na Área 02 (menor grau de degradação)..... | 43 |

CAPITULO III - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA COLORADO EM GURUPI – TO

| | | |
|-----------------|---|----|
| Figura 1 | Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação)..... | 60 |
| Figura 2 | Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação)..... | 62 |
| Figura 3 | Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (médio grau de degradação)..... | 63 |
| Figura 4 | Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (médio grau de degradação)..... | 65 |
| Figura 5 | Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 3 (menor grau de degradação)..... | 66 |
| Figura 6 | Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 3 (menor grau de degradação)..... | 68 |

- Figura 7** Resistências à penetração (MPa) na Área 1 (maior grau de degradação), na Área 02 (médio grau de degradação) e Área 3 (menor nível de degradação)..... 70

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM CARIRI DO TOCANTINS – TO.

- Tabela 1** Médias dos valores da densidade de solo (D_s), em $g\ cm^{-3}$, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO..... 32
- Tabela 2** Médias dos valores da densidade de partícula (D_p) em $g\ cm^{-3}$, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO..... 33
- Tabela 3** Médias dos valores de porosidade total (PT) em %, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO..... 34
- Tabela 4** Médias dos valores da umidade do solo em (%), em áreas com diferentes graus de degradação nas profundidades na Fazenda Mariquinha..... 43

CAPITULO III - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA COLORADO EM GURUPI – TO

- Tabela 1** Médias dos valores da densidade de solo (D_s), em $g\ cm^{-3}$, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO..... 56
- Tabela 2** Médias dos valores da densidade de partícula (D_p) em $g\ cm^{-3}$, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO..... 57
- Tabela 3** Médias dos valores de porosidade total (PT) em %, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO..... 58
- Tabela 4** Médias dos valores da umidade do solo em (%), em áreas com diferentes graus de degradação nas profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO..... 70

ANEXOS**CAPITULO II - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM CARIRI DO TOCANTINS – TO.**

Anexo 1 Descrição Morfológica do solo - Latossolo amarelo distrófico 49

CAPITULO III - INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA COLORADO EM GURUPI – TO

Anexo 1 Descrição Morfológica do solo - Plintossolo háplico distrófico 76

CAPÍTULO I

INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS

1. INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE SOLOS NO MONITORAMENTO DE PASTAGENS DEGRADADAS NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS

1.1. INTRODUÇÃO

A pecuária é responsável por grande parte da produção do Produto Interno Brasileiro com destaque na produção de carne e leite. Nos últimos anos os pecuaristas têm enfrentado dificuldades para manter em destaque na produção das riquezas do país, pois o custo de produção tem aumentados e os preços recebidos não aumentaram na mesma proporção. Além das condições climáticas favoráveis a produção de carne e leite, o país esta numa posição privilegiada, pois é um dos países com o menor custo de produção de carne bovina, devido às grandes áreas de pastagens cultivadas, considerado o alimento mais barato na produção.

Apesar das grandes áreas de pastagens cultivadas e grandes extensões de terras agricultáveis no Brasil para a ampliação das pastagens, grande parte dessas áreas cultivadas com pastagens encontra-se degradadas. A principal causa dessa degradação é à insuficiência destas não suportarem as altas lotações e aliados a falta de reposição de nutrientes para manter a produtividade esperada da forragem, tem ocasionado redução na produção de massa devido as alterações químicas e física do solo. Uma das principais alterações físicas do solo que limita a produtividade das pastagens é a compactação do solo.

A compactação do solo pode ocasionar baixa infiltração de água, ocorrência freqüente de enxurradas, raízes deformadas e alta resistência do solo às operações de preparo.

As alterações dos atributos físicos do solo em área de pastagens degradadas ocorrem principalmente devido ao superpastejo. Esses processos são responsáveis por diversos fatores que têm contribuído para a diminuição do potencial produtiva do solo.

Vários estudos concluem que as alterações dos atributos que provoca a degradação dos solos sob pastagens estão relacionadas com as propriedades físicas.

Para este estudo, deve-se buscar alternativas de manejo do solo através de pesquisas para subsidiar o pecuarista na tomada de decisão no momento de recuperar os pastos degradados, direcionando principalmente para uma possível

recomendação dos tipos de implementos necessário para manejo do solo no momento de recuperação ou renovação dessas pastagens, alterando de forma favorável os atributos físicos do solo para o crescimento das forrageiras, com a descompactação do solo favorecendo a infiltração de água e aeração.

Diante da grande importância das pastagens na produção da pecuária brasileira o objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre a degradação das pastagens e as modificações físicas do solo região Sul do Tocantins.

1.2. REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1. DEGRADAÇÃO DAS PASTAGENS

A produção animal na América Central, sobretudo na região dos Cerrados do Brasil, é realizada principalmente sob pastejo direto em pastagens tropicais cultivadas e introduzidas da África. O mau manejo do sistema solo-forrageira-animal explica o fato de que, atualmente, 60 a 70% das pastagens cultivadas no Cerrado apresentam algum grau de degradação (MARTHA JÚNIOR 2002).

A degradação de pastagens pode ser vista como o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural para sustentar, economicamente, os níveis de produção e de qualidade exigidos pelos animais, assim como o processo de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados (MACEDO, 2000) citado por (MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

Os fatores condicionantes ao processo de degradação das pastagens, citado por (MACEDO et al., 2001) são o germoplasma inadequado ao local; má formação inicial da pastagem causada pela ausência ou mau uso de práticas de conservação do solo, preparo do solo, correção da acidez e/ou adubação, sistema e métodos de semeadura/plantio, manejo animal na fase de formação; manejo e práticas culturais, a exemplo do uso de fogo como rotina, métodos, épocas e excesso de roçadas, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção; ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras; manejo animal impróprio com taxa de lotação acima da capacidade de suporte e métodos inadequados de pastejo; ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo após relativo tempo de uso de pastejo.

Os solos ocupados por pastagens em geral são marginais quando comparados àqueles usados pela agricultura de grãos. Estes solos apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, pedregosidade ou limitações de drenagem. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial, para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar, etc (MACEDO, 1999). Sendo, pois, de esperar que as áreas destinadas à exploração dos bovinos de corte apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção.

Segundo Vieira & Kichel (1995), em termos práticos, com base na vivência sobre o potencial produtivo de uma dada forrageira, o estado de degradação da pastagem pode ser facilmente avaliado pela observação de algumas características, como:

- a) disponibilidade de forragem: pastos baixos, com escasso material disponível;
- b) capacidade de rebrota: produção de MS não reage à vedação prolongada, mesmo sob condições climáticas favoráveis;
- c) cobertura vegetal: presença de áreas sem vegetação;
- d) lotação: muito baixa para o potencial da forrageira;
- e) ganho de peso dos animais: abaixo do possível para a categoria;
- f) invasoras e pragas: infestação por invasoras e eventual aparecimento de pragas;
- g) propriedades do solo: compactação, sinais de erosão e de deficiências minerais.

Fatores como manejo inadequado e deficiências nutricionais do solo têm concorrido para reduzir a produtividade, resultando no aparecimento de áreas descobertas que são povoadas por invasoras de folhas largas ou por gramíneas de baixo valor nutritivo, levando à degradação das pastagens.

O grau de degradação das pastagens das áreas escolhidas, foi determinado de acordo com Barcellos (1996) citado por Nascimento Júnior *et al.*, (1994), que estabeleceu uma escala de degradação que varia de 1 a 4, onde a menor degradação seria o grau 1, ocorrendo somente a característica 1, e os demais graus seriam obtidos com somatório das características (1+2= grau 2; 1+2+3 = grau 3; 1+2+3+4= grau 4). As características são: (1) redução da produção de forragem, da qualidade, altura e volume, mesmo nas épocas favoráveis ao crescimento; (2) diminuição na área coberta pela vegetação e pequeno número de plantas provenientes da ressemeadura natural; (3) aparecimento de espécies invasoras de folhas largas e início de processos erosivos pela ação das chuvas; (4) presença de plantas invasoras em grandes proporções, colonização da pastagem por gramíneas nativas e processos erosivos acelerados.

Regiões de cerrado apresentam características físicas favoráveis, boa topografia e poucas limitações climáticas. Entretanto, apresentam solos, em sua maioria, com sérias limitações de fertilidade, principalmente em relação aos baixos valores de pH, elevados teores de alumínio trocável e baixo teores de nutrientes, com destaque para o fósforo. Assim, é importante a correção dessas limitações para que se tenham produções satisfatórias das forrageiras.

A deterioração na estrutura do solo, em pastagem degradada, reflete em grande parte, a perda de cobertura vegetal do solo e a redução no seu teor de matéria orgânica. A evolução desse quadro determina a compactação e a redução das taxas de infiltração e da capacidade do solo em reter água, causando erosão e assoreamento de nascentes, lagos e rios (MACEDO, 1999).

A mudança gradual da qualidade da matéria orgânica, resultando um decréscimo significativo da taxa de liberação de nitrogênio ou mineralização líquida, somada à deficiência de fósforo e à baixa altura de corte das plantas (alta pressão de pastejo), parece estar associada à degradação das pastagens. Frente a este problema, é um desafio encontrar caminhos que ajudem a explicar as causas da degradação das pastagens, mas também na recuperação das pastagens degradadas mantendo uma produtividade sustentável em equilíbrio com o meio ambiente (URQUIAGA et al., 1998).

1.2.2. COMPACTAÇÃO DO SOLO

A qualidade física do solo é um importante fator para manutenção da produtividade e sustentabilidade dos sistemas agrícolas (IMHOFF et al., 2000) pelo fato das plantas exigirem uma boa estruturação do solo, o que permite o melhor desenvolvimento das raízes (RESENDE et al., 2002). As alterações físicas podem influenciar na maioria dos fenômenos importantes que ocorrem no solo, incluindo a quantidade de calor, água e gases transportados, e a resistência mecânica oferecida pelo solo (LARSON et al., 1980). Dentre os atributos físicos do solo sujeitos a alteração pelo manejo, o diâmetro de poros e o estado de agregação têm sido utilizados por vários autores como indicadores de qualidade do solo (CAMPOS et al., 1995; BALBINO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003).

A compactação do solo devido ao tráfego dos animais apresenta-se como a maior causa da degradação dos solos sob pastagem (RIBON & TAVARES FILHO, 2004). Sua ocorrência está associada a elevada pressão exercida sobre o solo pelas patas dos animais, em função da elevada massa corporal aplicada em uma pequena área de contato (IMHOFF et al., 2000). Watkin & Clements (1978) estimaram que um animal poderia pisotear até $0,01 \text{ ha dia}^{-1}$, admitindo que um bovino provocaria entre 8.000 a 10.000 impactos dia^{-1} , tendo cada impacto uma área aproximada de 90 cm^2 . Porém, a área que poderia ser efetivamente pisoteada dependeria do

comportamento animal em resposta ao clima e da disponibilidade da forrageira, entre outros.

Estando o solo compactado, a resistência mecânica aumenta, reduzindo a porosidade total em função da perda dos espaços vazios. A resistência do solo à penetração é um parâmetro dinâmico, que depende da densidade do solo, do teor de umidade e do tipo de solo. A textura do solo tem influência nos valores da resistência do solo à penetração; o teor de água existente no solo é fator crucial para a determinação dos valores de resistência. Diversos autores mostram que os valores de resistência à penetração são diferentes quando avaliados com teores de água diferentes.

As reações do solo ao manejo ocasionam uma reação em cadeia, alterando uma série de componentes do ambiente. Apesar disto, as avaliações das alterações das características físicas do solo pelo uso, geralmente são feitas separadamente, dificultando sua interpretação. Quando as características físicas são analisadas em conjunto, a visualização e ordem de influência dessas variáveis tornam-se mais claras (ALVARENGA & DAVIDE, 1999; GOMES et al., 2004).

Magalhães et al (2001) avaliando a evolução histórica das propriedades físicas de um Latossolo vermelho, distrófico, fase cerrado, textura média, em uma área de pastagem proveniente da abertura do cerrado original, verificaram que ocorreu aumento progressivo, ao longo dos anos, da densidade global na camada superficial de 0 a 10 cm de profundidade por efeito do pastejo, não mostrando correlação significativa com a produção de massa verde. A produção de massa verde apresenta relação inversa com a resistência média à penetração na época seca, na camada de 8 a 16 cm de profundidade, obtendo-se nível crítico de 2,22 MPa.

Segundo Imhoff et al. (2000) valores de resistência mecânica do solo entre 2 e 3 MPa, são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular.

Moraes et al. (2002) avaliando o estado de degradação de pastagens, através de sinais visuais indicadores de solo compactado e da determinação da densidade e porosidade do solo, em áreas sob diferentes níveis de oferta de forragem, verificaram que ocorreram reduções na macroporosidade e relação macro/microporosidade do solo inversamente proporcionais a redução da densidade do solo, ou seja, com o agravamento da degradação do solo a macroporosidade diminui a níveis muito baixo, podendo chegar a comprometer a respiração das raízes

das plantas. Resultados semelhantes são relatados por Muller et al. 2001, trabalhando com solos argilosos na região Amazônica sob pastagem de capim colônia.

Em sistemas de pastejo intensivo, a probabilidade de que ocorra pisoteio repetidamente no mesmo local aumenta, promovendo acréscimos nos valores de densidade do solo que variam de 7% a 18% (WILLATT & PULLAR, 1983; CHANASYK & NAETH, 1995; AZENEGASHE et al., 1997). A variabilidade da densidade do solo tende a ser mais elevada na camada superficial em virtude da influência dos fatores de manejo. A densidade do solo é influenciada principalmente pela idade e tipo de forrageira, pela taxa de lotação animal empregada, pela umidade do solo no momento do pastejo e pela textura do solo. Um dos principais efeitos da atividade das raízes consiste na estruturação do solo, a qual implica uma diminuição da densidade do solo na rizosfera (DERNER et al., 1997).

Moraes et al. (2002) avaliando o estado de degradação de pastagens, através de sinais visuais indicadores de solo compactado e da determinação da densidade e porosidade do solo, em áreas sob diferentes níveis de oferta de forragem, observaram que a densidade do solo foi menor no solo sob pastagem com ótima oferta de forragem, cujo valor médio se situa entre 1,0 e 1,20 Mg m⁻³, sendo estes, valores médios comumente encontrados nos solos argilosos com boas condições físicas (CAMARGO & ALLEONI, 1997).

Stenberg (1999) enfatiza que nenhum indicador individualmente conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos de qualidade do solo, pois deve haver uma relação entre todos os atributos do solo. Os critérios para a seleção de indicadores relacionam-se principalmente com a sua utilidade em definir os processos do ecossistema. Em física do solo, de acordo com Reichert et al. (2003), a qualidade está associada àquele solo que: (i) permite a infiltração, retenção e disponibilização de água às plantas, córregos e subsuperfície; (ii) responde ao manejo e resiste à degradação; (iii) permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e raízes de plantas; e (iv) permite o crescimento das raízes.

1.2.3. Densidade do Solo

A densidade do solo é também chamada de densidade global ou densidade aparente, sendo esta bastante afetada pelo manejo do homem (ANDRADE et al. 1998).

A densidade do solo pode ser definida como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 110° C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e poros. A densidade do solo, geralmente, aumenta com a profundidade do perfil, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno de compactação, reduzindo a porosidade. A movimentação de material fino nos horizontes superiores para inferiores, por eluviação, também concorre para reduzir os espaços porosos e aumentar a densidade dessas camadas (RABELO, 2000).

A densidade do solo depende da natureza, das dimensões e da forma como se acham dispostas as partículas do solo. Nos solos minerais os valores da densidade do solo oscilam de 1,1 a 1,6 g/cm³ e, no solos orgânicos, a densidade é inferior, achando-se entre 0,6 a 0,8 g/cm³. A amplitude de variação situa-se dentro dos limites médios: solos argilosos, de 1,00 a 1,25 g/cm³; solos arenosos de 1,25 a 1,40 g/cm³; solos húmiferos, de 0,75 a 1,00 g/cm³ e solos turfosos, de 0,20 a 0,40 g/cm³.

O manejo incorreto de uma terra de cultura pode provocar a compactação, alterando a estruturação e a densidade do solo. De maneira geral, pode-se afirmar que, quanto mais elevada for a densidade do solo, maior será a sua compactação, menor será a sua estruturação, menor a sua porosidade total e, conseqüentemente, maiores serão as restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas (RABELO, 2000).

1.2.4. Densidade de Partícula

A densidade de partícula (DP) refere-se ao volume de sólidos de uma amostra de terra, sem considerar a porosidade. Por definição entende-se DR como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas. A DR também é designada como densidade de partículas, peso do volume de sólidos, massa específica real e peso específico real. Nos solos seus valores variam, em média, entre os limites 2,30 e 2,90 g cm⁻³. Como valor médio, para efeito de cálculos, por exemplo, pode-se considerar a DR como 2,65 g

cm^{-3} , isto porque os constituintes minerais predominantes nos solos são o quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de $2,65 \text{ g cm}^{-3}$. Em mineralogia, a DR é importante informação para auxiliar a identificação dos minerais. De acordo com a densidade real, são os minerais classificados em leves, quando a DR é menor que $2,85 \text{ g cm}^{-3}$, e pesados, quando acima desse valor (RABELO, 2000).

1.2.5. Porosidade Total

A porosidade depende, principalmente, da textura e da estrutura dos solos. A porosidade de um solo pode ser definida como o volume de vazios ou, ainda, o espaço do solo não ocupado pela matrix (conjuntos dos componentes orgânicos e inorgânicos). Esta é a relação entre a proporção de espaços que podem ser ocupados por líquidos e ar em relação ao espaço ocupado pela massa de solo.

Os solos que tem menor porosidade são os arenosos. Como suas partículas são predominantemente grandes, a tendência é formar a disposição piramidal, que tem menor espaço vazio. Nas terras de textura fina, as partículas não se arranjam de maneira tão compactada, além disso, a argila coloidal contribui para formar agregados que aumentam a porosidade. Somente solos ricos em matéria orgânica apresentam porosidade entre 60 e 80%. Considera-se que, em média, a porosidade dos solos arenosos varia de 35 a 50% e dos argilosos de 40 a 60% (RABELO, 2000).

A porosidade total é dividida em macroporos e microporos, sendo o solo um emaranhado de capilares de diferentes formas e tamanhos. Estes têm grandes influencia na capacidade do solo em armazenar água (ANDRADE e SANTOS, 2004).

A perda da porosidade esta relacionada diretamente com a compactação que reduz o tamanho dos poros (ANDRADE & SANTOS, 2004).

1.2.6. Resistência mecânica do solo à penetração

Alguns atributos físicos são utilizados para caracterizar a compactação do solo, entre estes, a infiltração de água, a porosidade, a densidade do solo e a resistência mecânica do solo à penetração. A penetrometria consiste num método apropriado

para avaliar a resistência mecânica à penetração das raízes no solo, devido à facilidade, rapidez e à possibilidade de efetuar grande número de repetições na obtenção de dados, embora possam ocorrer dificuldades na interpretação dos resultados obtidos devido à dependência desses em relação ao conteúdo de água, matéria orgânica e a textura do solo (TAVARES FILHO et al., 1999; BENGHOUGH & MULLINS, 1990).

Os penetrômetros são aparelhos destinados a determinar a resistência mecânica do solo a penetração. Estes dividem em dois grupos: os convencionais para uso agrícola e de impacto. Na ocasião de coleta de dados é preciso levar em consideração a umidade do solo, pois esta influencia na resistência da penetração. Segundo o USDA (1993), a resistência do solo à penetração pode ser classificada em três classes: Pequena <0,1 MPa; Intermediária 0,1 – 2 MPa e Grande > 2 MPa. O USDA (1993) considera o limite de 2 MPa como forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais. Sendo um critério para a restrição ao crescimento radicular.

A resistência mecânica à penetração possui boa correlação com o crescimento radicular. As limitações que o crescimento radicular apresenta variam com o tipo de penetrômetro utilizado, tipo de solo e também com a espécie da planta. Outro fator importante é que, com a redução do teor de água no solo, ocorre um aumento da resistência à penetração, decorrente da maior coesão entre as partículas (GERARD et al., 1972).

1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. E. ; SANTOS, M. F. P. Manejo do solo visando maior disponibilidade de água para a cultura do café. In: ZAMBOLIN, L. (Editor). Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café. Viçosa: UFV, 2004. p. 385-416.

ANDRADE, C.L.T.; COELHO, E.F.; COURO, L.; SILVA, E.L. Parâmetros de solo-água para a engenharia de irrigação e ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas, Mg. Anais... Manejo da irrigação. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-132.

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**, v. 23, p.933-942, 1999.

AZENEGASHE, O.A.; ALLEN, V.; FONTENOT, J. Grazing sheep and cattle together or separately: effect on soil and plants. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, p.380-386, 1997.

BALBINO, L.C.; BRUAND, A.; BROSSARD, M.; GRIMALDI, M.; HAJNOS, M.; GUIMARÃES, M.F. Changes in porosity and microaggregation in clayey ferralsols of the brazilian cerrado on clearing for pasture. **European Journal of Soil Science**, v. 53, p.219-230, 2002.

BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., Brasília, 1996. Anais. Brasília: Embrapa- CPAC, 1996. p.130-136.

BENGOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, v. 41, p. 341-358, 1990

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, 1997. 132p.

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 sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.121-126, 1995.

CHANASYK, D.S.; NAETH, M.A. Grazing impacts on bulk density and soil strength in the foothills fescue grasslands of Alberta, Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.24, n.2, p.551-557, 1995.

DERNER, J.D.; BRISKE, D.D.; BOUTTON, T.W. Does grazing mediate soil carbon and nitrogen accumulation beneath C₄, perennial grasses along an environmental gradient. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.191, n.2, p.147-156, 1997.

GERARD, C. J.; MEHTH, H. C.; HINOJOSA, F. Root growth in a clay soil. **Soil Science**, v. 114, p. 37-49, 1972.

GOMES, J.B.V.; CURI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.M.; SCULZE, D.G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solo do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.37-153, 2004.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P. da; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.7, p. 1493-1500, 2000.

LARSON, W.E.; GUPTA, S.C.; USECHE, R.A. Compression of agricultural soils from eight soil orders. **Soil Science Society of American Journal, Madison**, v. 44, p.450-457, 1980.

MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação
In: "SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL". *Anais...*, Juiz de
Fora. 1999. P.137-150.

MACEDO, M.C.M. Sistema de produção animal em pasto nas savanas tropicais da
América: Limitações à sustentabilidade. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE
PRODUCCIÓN ANIMAL, 16,; CONGRESSO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN
ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. Anales. Montevideo: Alpa, 2000. 1 CD-ROM.

MACEDO, M.C.M.; BONO, J.A.; ZIMMER, A.; COSTA, F.P.; MIRANDA, C.H.B.;
KCHIEL, A. N.; KANNO, T. Preliminary results of agropastoral systems in the
Cerrados of Mato Grosso do Sul – Brazil. In: KANNO, T.; MACEDO, M. C. M. (Ed.).
JIRCAS/EMBRAPA Gado de Corte International Joint Workshop on Agropastoral
System in South América. [Tsukuba]: JIRCAS, 2001. p. 35-42.

MAGALHAES, R.T.; KLIEMANN, H.J. & OLIVEIRA, I.P. Evolução das propriedades
físicas de solos submetidos ao manejo do Sistema Barreirão. Pesquisa Agropecuária
Tropical, v.31, n.1, p.7-13, 2001.

MARTHA JÚNIOR, G. B. Pastagem no Cerrado: baixa produtividade pelo uso
limitado de fertilizantes. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Embrapa
Cerrados. Documentos, 50).

MARTHA JÚNIOR, G. B; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. de; Cerrado: Uso eficiente de
corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.
224 p.

MORAES, M.F.; OLIVEIRA, G.C.; KLIEMANN, H.J.; SEVERIANO, E.C.;
SARMENTO, P.H.L. & NASCIMENTO, M.O. Densidade e porosidade do solo como
diagnóstico do estado de degradação de solos sob pastagens na região dos
cerrados. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE AREAS
DEGRADADAS: AGUA E BIODIVERSIDADE, V SINRAD. Belo Horizonte, 2002. 536
p.

MULLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. 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 JÚNIOR, D. do; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. dos. Degradação de pastagens, critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 107-151.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M. S; RESCK, D.V.S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p.291-299, 2003.

RABELO, N. A. Método de Análise – Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.: - (Cadernos Didáticos; 12).

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade do Solo e Sustentabilidade: de Sistemas Agrícolas. *Revista Ciência & Ambiente*, edição 27, p. 29-48, 2003.

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

RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J. Models for the estimation of the physical quality of a Yellow Red Latosol (Oxisol) under pasture. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, n. 1, p. 25-31, 2004.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. *Soil and Plant. Science*, v.49, p.1-24, 1999.

TAVARES FILHO, J.; EIRA, G. C.; LUDWIG FARINHA, L.R. Avaliação da compactação em um solo cultivado no sistema convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v19, p. 219-225, 1999

URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; FERREIRA, E.; MIRANDA, C.H.B.; OLIVEIRA, O.C. de; OLIVEIRA, I.P. de; PEREIRA, J.M.; REZENDE, C. de P. Caracterização de degradação de pastagens e avaliação de técnicas de recuperação usando-se leguminosas forrageiras. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, nov. 1998. 18p. (Embrapa- CNPAB. Documentos, 66).

USDA, Soil survey manual. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (Handbook, 18).

VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 147-96.

WATKIN, B. R.; CLEMENTS, R. J. The effects of grazing animals on pasture. In: WILSON, P. Plant Relations in Pastures. P.273-289. 1978.

WILLATT, S.T.; PULLAR, D.M. Changes in soil physical properties under grazed pastures. Australian Journal of Soil Research, Melbourne, v.22, n.4, p.343-348, 1983

CAPÍTULO II

**INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO
DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM
CARIRI DO TOCANTINS - TO**

2. INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO SOB PASTAGEM DEGRADAS NA FAZENDA MARIQUINHA EM CARIRI DO TOCANTINS - TO

2.1. RESUMO

A região em estudo é caracterizada por grandes áreas sob pastagens, as quais em sua maioria encontram-se degradadas e, por conseguinte, apresentando baixa produção de massa, solos com baixos níveis de nutrientes e com propriedades físicas comprometidas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar indicadores físicos de um Latossolo Amarelo distrófico cultivado em pastagens com diferentes níveis de degradação na Fazenda Mariquinha em Cariri – TO. Foi avaliado o grau de degradação das pastagens em duas áreas avaliadas, determinando a densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e resistência a penetração do solo. A análise dos dados do experimento foi feita empregando análise de variância e posterior teste de Tukey ao nível de 5 % de significância para comparação das médias em função do grau de degradação das pastagens em áreas de mesma classe de solo, a partir das variáveis físicas: porosidade total, resistência à penetração nas profundidades (0 a 40 cm) e densidade do solo e partícula (0 -10, 10 – 20 e 20 - 30 cm). As áreas foram classificadas de acordo com o grau de degradação, sendo a Área 1 (maior grau de degradação) e Área 2 (menor grau de degradação). Essas áreas apresentaram diferença significativa entre os valores médios para a densidade do solo e porosidade total, sendo a Área 1 a mais compactada de acordo com os altos valores encontrados para a resistência à penetração. Ambas as áreas em estudo apresentam-se degradadas, pois os atributos físicos do solo avaliados mostram-se alterados.

PALAVRAS CHAVES: Gramíneas forrageiras; Compactação; Degradação do solo; Propriedades físicas.

2.2. ABSTRACT

The region under study is characterized by large areas under pasture, which mostly are degraded and, therefore, with low-weight soils with low nutrient levels and physical properties compromised. The objective of this study was to characterize and evaluate the physical indicators of a dystrophic Oxisol cultivated pastures with different levels of degradation in Fazenda Mariquinha in Cariri-TO. We assessed the degree of degradation of grasslands in two areas, determining the bulk density, particle density, porosity and penetration resistance of soil. Data analysis of the experiment was performed using analysis of variance and subsequent Tukey test at 5% significance for comparison of means depending on the degree of degradation of the grassland areas of the same class of soil, from the physical variables: total porosity, resistance to penetration depths (0 to 40 cm) and bulk density and particle (0 -10, 10 - 20 and 20 - 30 cm). The areas were classified according to the degree of degradation, and the Area 1 (higher degree of degradation) and Area 2 (lower degree of degradation). These areas showed significant differences between mean values for soil density and porosity, and the Area 1 more compressed in accordance with the highest values found for the resistance to penetration. Both areas of study are presented degraded, because the soil physical properties evaluated are shown altered.

KEY WORDS: forage grasses; compaction; soil degradation; soil physical properties.

2.3. INTRODUÇÃO

O Estado do Tocantins, com uma área de 277.620,914 km², possui 61 % da sua área com o desenvolvimento da atividade de agropecuária, sendo 10,3 milhões de hectares de pastagem naturais e plantadas (degradadas e em boas condições) de acordo com os dados do (IBGE 2006). Contudo o estado não difere de outras regiões do país, que também encontra-se com grande parte das pastagens em estado de degradação. Estima-se que cerca de 50% a 80% das áreas ocupadas com pastagens cultivadas na região dos Cerrados apresenta algum grau de degradação (VIEIRA & KICHEL, 1995; BARCELLOS, 1996). A pecuária bovina no estado está entre os 10 maiores produtores de gado do país, com cerca de 7,3 milhões de cabeças (ADAPEC, 2008), sendo que as pastagens são a principal fonte de alimentação do rebanho, com predominância das espécies *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola*, *Panicum* e *Andropogon gayanus*, as mais comuns no estado. Um dos fatores que podemos observar é a baixa lotação das áreas de pastagens que varia de 0,5 a 0,7 U.A por hectare, o que confirma o alto grau de degradação devido a perda de produtividade das mesmas. Uma das causas que mais afeta esse processo de degradação das pastagens são as más formações, o manejo, a compactação, a resistência do solo a penetração e infiltração, afetando a produtividade da pecuária.

Aliados a falta de capacidade de investimento do pecuarista e o manejo inadequado destas áreas, o processo de degradação avança provocando alterações nos atributos físicos do solo (densidade do solo e porosidade total), que são os indicadores do processo. Em geral, a compactação altera as propriedades físicas do solo, com o aumento da resistência mecânica à penetração e densidade do solo (BERTOL et. al., 2000), limitando o crescimento vegetativo e comprometendo o rendimento das culturas (DIAS JÚNIOR, 2000) citado por (RALISCH, et. al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar indicadores físicos de um Latossolo Amarelo distrófico cultivado com pastagens com diferentes níveis de degradação.

2.4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas com pastagens degradadas na Fazenda Mariquinha, situadas no município de Cariri-TO, com coordenadas geográficas 11°46'56.5" de latitude S e 49°14'56.9" de longitude W, altitude média de 295 m e clima tropical semi-úmido, segundo classificação de Köppen, do tipo AW - Tropical com temperatura média anual 24 a 28° C e índice pluviométrico variando de 1.500 a 1.800 mm/ano. A topografia da região é plana, com declividade inferior a 3%. As áreas foram escolhidas quanto ao grau de degradação da pastagem e classe de solo. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico segundo Embrapa (2006). Para tanto realizou-se descrição morfológica do perfil do solo (Anexo 1) segundo Santos (2005).

As pastagens foram formadas a mais de 4 anos e não foi realizada nenhuma adubação de manutenção desde a sua formação. As duas áreas de pastagem escolhidas são formadas com a espécie *Brachiaria brizantha* cv Marandu, que apresentavam diferentes níveis de degradação, constatados através de sinais indicativos.

As principais plantas invasoras foram identificadas e classificadas de acordo com o manual de identificação e controle de plantas daninhas (LORENZI, 2000).

A densidade do solo (DS) foi determinada pelo método do anel volumétrico (Embrapa, 1997), sendo que em cada área foram coletadas amostras indeformadas em 15 pontos em uma malha com distância entre os pontos de 50 m, nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, utilizando um amostrador tipo Uhland e com cilindros com 7 cm de diâmetro por 7 cm de altura. Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório, colocadas em estufa a 110° C por 24 horas, depois de retiradas deixou-se esfriar e procedeu-se a pesagem dos cilindros. Utilizou-se a expressão para a determinação da DS.

$$DS = \text{massa de solo seco} / \text{volume de solo} \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$$

A determinação da Densidade de Partículas (DP) dos solos foi realizada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997), utilizando as mesmas amostras utilizadas para a determinação da DS, através da expressão:

$$DP = \text{peso da amostra seca} / (50 - \text{volume de álcool gasto}) \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$$

A porosidade total (PT) percentual do solo foi calculada a partir das determinações de Densidade do Solo (DS) e Densidade de Partículas (DP) (EMBRAPA, 1997), utilizando-se a expressão:

$$PT (\%) = 100 (DP - DS) / DP.$$

Em cada ponto de coleta para as determinações da DS e PT foi realizado o levantamento das coordenadas geográficas, utilizando um GPS modelo Garmin Legend, objetivando a confecção dos gráficos no software Surfer 8.0, para se ter uma idéia da variabilidade espacial das propriedades físicas nas profundidades das áreas amostradas.

Para a determinação da resistência do solo à penetração, foi utilizado um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf. Foram amostrados 30 pontos, em cada área, em uma malha com distância entre os pontos de 50 m ao longo da área e analisados até 0,40 m de profundidade, com os valores transformados em MPa de acordo com metodologia proposta por Stolf et al., 1983; Stolf, 1991.

Na determinação da textura do solo utilizou-se o método de Bouyoucos (EMBRAPA, 1997). As análises granulométricas foram realizadas no laboratório de Solos do Campus de Gurupi/UFT.

A análise dos dados foi feita por estatística clássica empregando análise de variância e posterior teste de médias em função do nível de degradação das pastagens (Área 1 e 2) em área de mesma classe de solo e em relação às profundidades de (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), com 15 repetições, num arranjo fatorial 2x3 sendo, duas áreas com diferentes níveis de degradação e três profundidades de amostragem, a partir das variáveis físicas: porosidade total, densidade de partículas, densidade do solo. As análises foram efetuadas utilizando o programa computacional SISVAR 4.3.

2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação da degradação das pastagens foram utilizados sinais visuais da oferta de forragem, incidência de invasoras (plantas daninhas) e presença de cupinzeiros. As áreas em estudo foram classificadas com os seguintes graus de degradação: Área 1 classificada como o grau 3 (1+2+3) e a Área 2 – grau 2 (1+2), segundo Barcellos (1996) citado por Nascimento Júnior et al. (1994).

As principais plantas invasoras encontradas nas áreas de estudo foram a *Hypitis suaveolens* L. (Cheirosa), *Senna obtusifolia* L. (Fedegoso), *Sida Cordifolia* L. (malva branca), *Sidastrum micranthum* (malva preta) e *Waltheria indica* L. (falsa guanxuma).

A classe textural, determinada pela análise granulométrica, para o solo em estudo foi franco-argilo-arenoso apresentando os valores na Área 1: 66,4% (areia), 3,1% (silte) e 30,5% (argila) e na Área 2: 68,3% (areia), 2,4% (silte) e 29,3% (argila).

Tabela 1. Médias dos valores da densidade de solo (Ds), em g cm⁻³, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|-------|-------------------|---------|---------|------------|
| | 0 - 10 | 20 - 30 | 20 - 30 | |
| 1 | 1,67 | 1,68 | 1,68 | 1,68 a |
| 2 | 1,61 | 1,57 | 1,55 | 1,57 b |
| Média | 1,64 | 1,63 | 1,62 | CV= 4,68 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação; Área 2 – Menor grau de degradação.

Observando a Tabela 1 nota-se diferença significativa entre os valores médios da densidade do solo em relação às áreas, sendo que, a menor densidade do solo ocorreu na Área 2, considerada a menos degradada, resultados semelhantes foram comumente encontrados em Latossolos estudados por Moraes et al., 2002. A densidade do solo foi menor na área menos degradada, o que esta de acordo com os valores encontrados por Moraes et al. 2002. Ainda de acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, observa-se a influência do estágio de degradação na densidade do solo, aumentando o nível de degradação aumenta a densidade do solo. Provavelmente isto ocorre devido a menor cobertura vegetal na área com maior

grau de degradação, propiciando o aumento da densidade de solo pelo pisoteio dos animais. Pode-se dizer com certa restrição que ela é a medida quantitativa mais direta da compactação do solo (CAMARGO & ALLEONI, 1997). Quanto maior a densidade do solo maior será a restrição ao desenvolvimento das plantas e ao preparo do solo (ANDRADE & SANTOS, 2004).

Em relação à variação da DS com as profundidades não houve diferença significativa entre as duas áreas. Segundo Neves Júnior, 2005 o fato de não ter diferença significativa entre os tratamentos utilizados, não implica que o sistema continue e/ou permaneça em processo de degradação, uma vez que a caracterização do processo de degradação esta relacionada a uma série de fatores.

Para a densidade do solo os valores encontrados, em média, estão acima de $1,60 \text{ g cm}^{-3}$. Segundo Moraes et al., 2002 estudando um Latossolo Vermelho distroférico quando a densidade do solo for superior a $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ pode ser considerado compactado ou em processo de compactação.

Tabela 2. Médias dos valores da densidade de partícula (D_p) em g cm^{-3} , em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|-------|-------------------|---------|---------|------------|
| | 0 – 10 | 20 – 30 | 20 - 30 | |
| 1 | 2,73 | 2,69 | 2,72 | 2,71 a |
| 2 | 2,61 | 2,66 | 2,67 | 2,65 b |
| Média | 2,67 | 2,68 | 2,69 | CV= 3,12 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação; Área 2 – Menor grau de degradação.

Na Tabela 2 nota-se diferença significativa entre os valores médios das áreas para a densidade de partícula, sendo que, a menor densidade de partícula ocorreu na Área 2 considerada a menos degradada. Nos solos seus valores variam, em média, entre os limites $2,3$ e $2,9 \text{ g cm}^{-3}$, sendo os minerais classificados em leves, quando a DP é menor que $2,85 \text{ g cm}^{-3}$ (RABELO, 2000).

Tabela 3. Médias dos valores de porosidade total (PT) em %, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Mariquinha, Cariri-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|-------|-------------------|----------|----------|------------|
| | 0 - 10 | 20 - 30 | 20 - 30 | |
| 1 | 38,66 aA | 37,46 aA | 38,03 aA | 38,05 a |
| 2 | 38,38 aA | 40,88 bB | 41,89 bB | 40,38 b |
| Média | 38,52 | 39,17 | 39,96 | CV= 8,40 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação; **Área 2** – Menor grau de degradação.

Na Tabela 3 nota-se diferença significativa entre os valores médios das áreas para a porosidade total, sendo que, a menor porosidade total ocorreu na Área 1 considerada a mais degradada. A perda da porosidade esta relacionada diretamente com a compactação que reduz o tamanho dos poros (ANDRADE & SANTOS, 2004). Observando a Área 1 em relação às profundidades avaliadas, não houve diferença estatística, isto provavelmente pelo alto estágio de degradação que se encontra a pastagem. Para a Área 2 houve diferença estatística nas profundidades de 0 – 10 que apresentou menor porosidade total em relação as profundidade de 10 – 20 e 20 – 30 que não diferiram entre si, pois a camada mais superficial sofreu maior pressão pela influência do pisoteio dos animais. Avaliando as profundidades de 10 – 20 e 20 – 30 entre as duas áreas houve diferença significativa, pois a Área 2 encontra-se com menor grau de degradação que a Área 1.

A porosidade total mostrou-se inversamente proporcional a densidade do solo, quando a densidade aumentou a porosidade total diminuiu, o que podemos confirmar um aumento na compactação e redução dos espaços vazios do solo.

A utilização do solo com pastagem de forma inadequada, sendo mal manejada e sem respeitar as características da planta forrageira e do solo pode provocar alterações nos atributos físicos principalmente na camada superficial, o que está de acordo com Azevedo, 2007. Estas alterações das condições físicas evidenciadas pelos valores inadequados dos atributos físicos do solo sob pastagem podem ser atribuídas ao pisoteio dos animais na área (AZEVEDO, 2004), que está de acordo com os relatos de Holt et al. (1996), Moraes & Lustosa (1997), Souza et al. (1998), Muller et al. (2001), Cardoso Júnior et al. (2002).

Correia & Rechardt (1995) ressaltaram que as alterações do solo sob pastagem, evidenciaram-se como redução na porosidade total da camada superficial, tornando seus valores similares às camadas subsuperficiais, que naturalmente foram menores, o que ressaltou uma menor capacidade de infiltração da água. Costa & Matos (1997) relataram que Latossolos, apesar de apresentarem boas condições naturais das propriedades físicas, podem apresentar-se susceptíveis a erosão, especialmente quando possuem camadas subsuperficiais compactadas, devido ao uso e manejo.

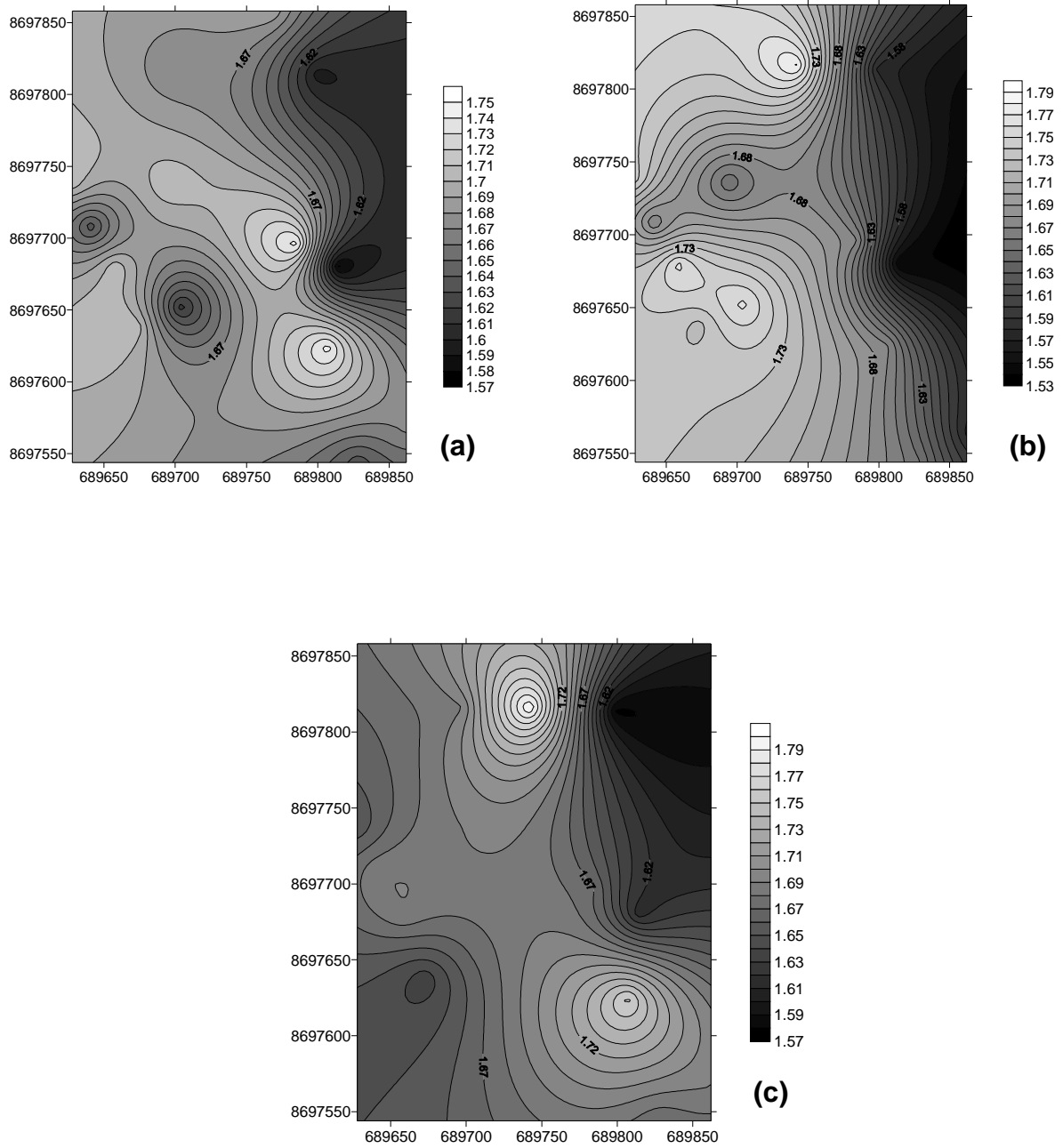


FIGURA 1 – Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (com maior grau de degradação).

Conforme mostra a Figura 1 podemos notar a variabilidade espacial para a densidade do solo nas profundidades de 0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm. Observa-se uma maior uniformidade, ou seja, uma menor variação da densidade do solo. Na camada de 0 – 10 cm de profundidade a maior parte da densidade encontra-se entre 1,68 a 1,72 g cm⁻³, na profundidade de 10 – 20 cm os maiores valores estão entre 1,68 a 1,74 g cm⁻³ e na camada de 20 – 30 cm 1,64 a 1,70 g cm⁻³.

De acordo com a análise estatística feita para a densidade do solo (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as médias de densidade do solo para profundidades da Área 1 (menor grau de degradação).

Podemos notar também na Figura 1 que à medida que a profundidade aumenta a densidade do solo tende a aumentar, pois as camadas superficial tende a pressionar as camadas inferiores de acordo com os valores mínimos e máximos, 0 – 10 cm (1,57 a 1,75 g cm⁻³), 10 – 20 cm (1,53 a 1,79 g cm⁻³) e 20 – 30 cm (1,57 a 1,79 g cm⁻³).

Observando os gráficos da Figura 2 (PT) e comparando com os gráficos da Figura 1 (DS) nota-se que os valores de porosidade total alteraram conforme houve alteração da densidade do solo, quanto maior a densidade do solo menor a porosidade do total, isto observado nas três profundidades amostradas (0 -10, 10 - 20 e 20 – 30 cm).

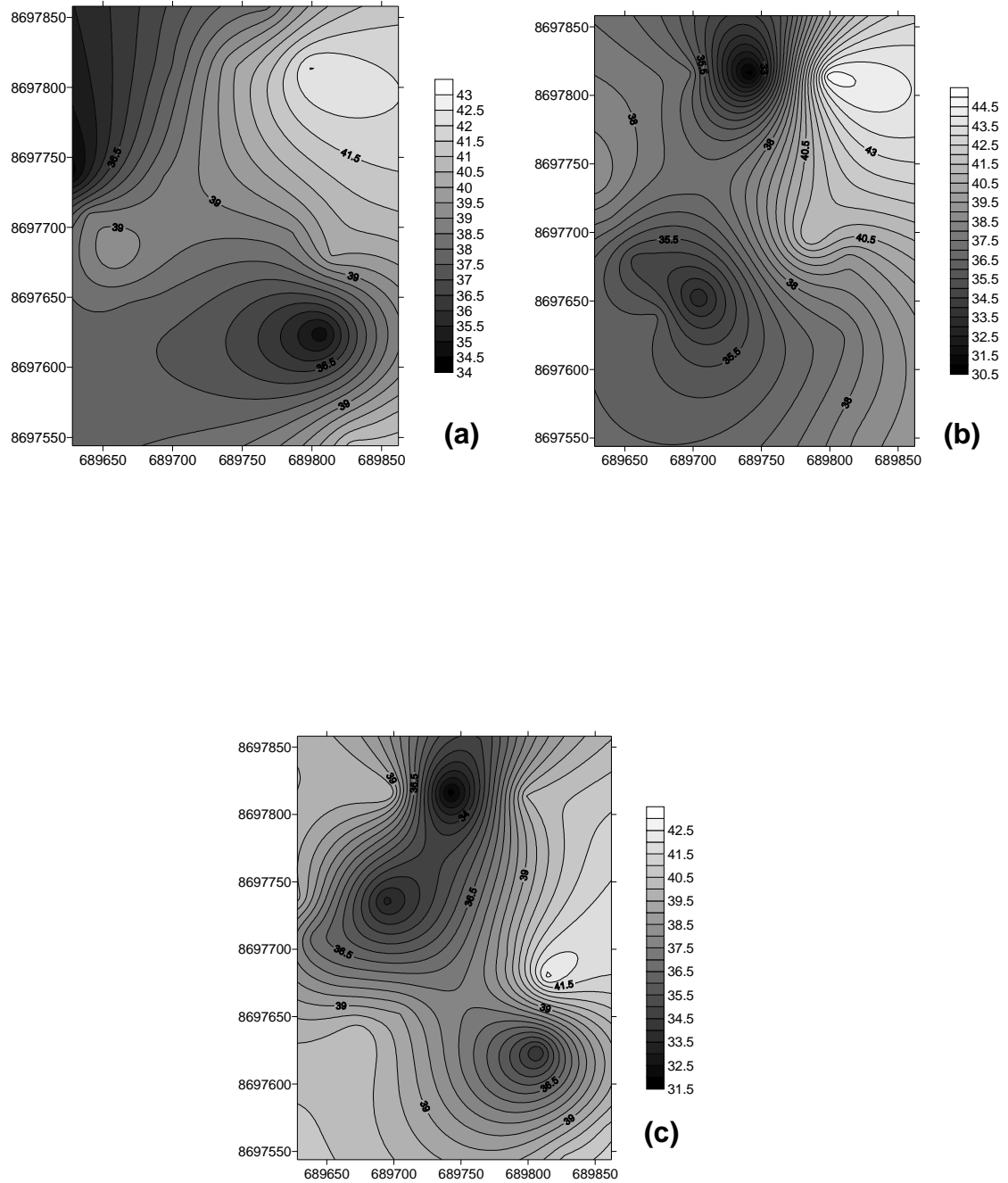


FIGURA 2 – Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (com maior grau de degradação).

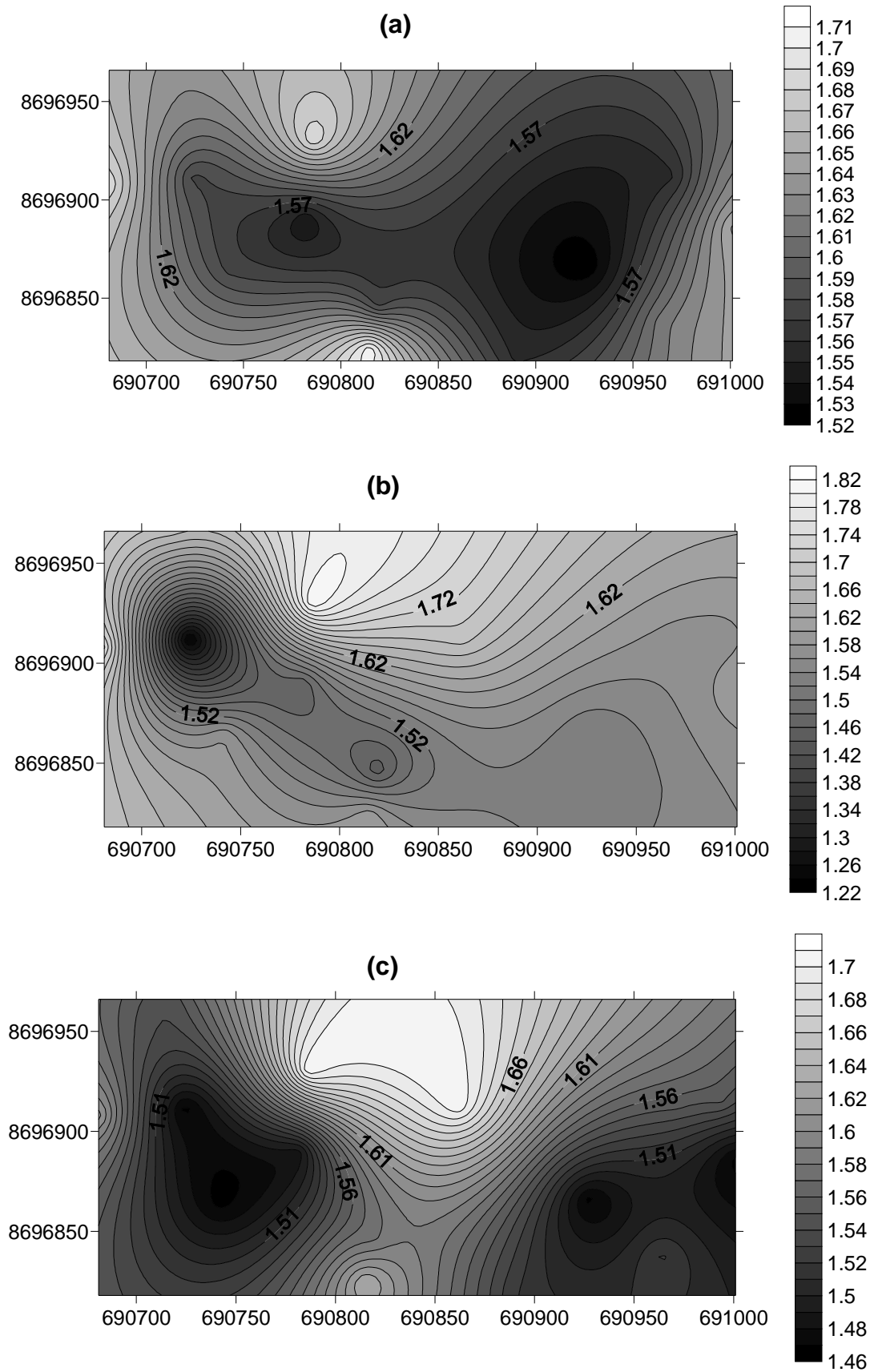


FIGURA 3 – Densidade do solo (DS) em g cm⁻³ nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (menor grau de degradação).

Analisando a Figura 3 observa-se uma maior variabilidade espacial na Área 2, dos valores da densidade do solo nas profundidades amostradas, diferindo do ocorrido na Área 1 (maior grau de degradação). Na camada de 0 – 10 cm de profundidade a maior parte da densidade do solo encontra-se entre 1,57 a 1,66 g cm⁻³, na profundidade de 10 – 20 cm os maiores valores estão entre 1,45 a 1,60 g cm⁻³ e na camada de 20 – 30 cm 1,49 a 1,65 g cm⁻³.

De acordo com a análise estatística feita para a densidade do solo (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as médias de densidade do solo para profundidades da Área 2 (menor grau de degradação).

Podemos notar também na Figura 3 que a medida que a profundidade aumenta a densidade do solo tende a aumentar, também na Área 2, pois as camadas superficiais tendem a pressionar as camadas inferiores de acordo com os valores mínimos e máximos, 0 – 10 cm (1,52 a 1,71 g cm⁻³), 10 – 20 cm (1,22 a 1,82 g cm⁻³) e 20 – 30 cm (1,46 a 1,70 g cm⁻³).

Na Figura 4 são apresentados o comportamento da porosidade total na Área 2 nas profundidades (0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm). E nota-se que os valores de porosidade total diminuem com o aumento da densidade do solo (Figura 3).

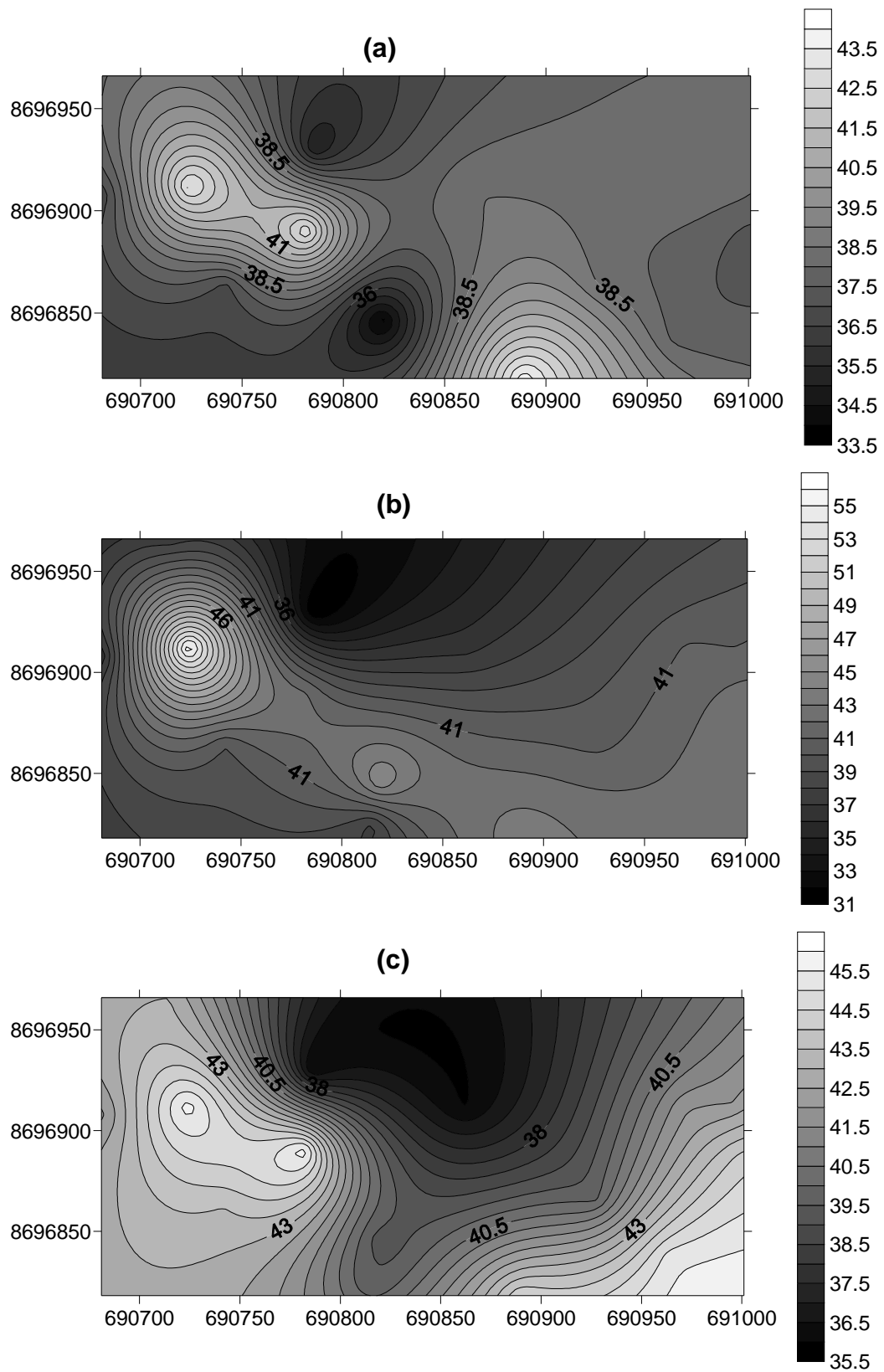


FIGURA 4 – Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (menor grau de degradação).

Os resultados de resistência à penetração estão apresentados na Figura 5 e os valores de umidade do solo no momento da avaliação na Tabela 4.

Analisando a Figura 5, nota-se que os solos encontram-se compactados para ambas as áreas. Os maiores valores ocorreram na Área 1 (maior grau de degradação) com resistência a penetração acima de 2,00 MPa na profundidade de 8-10 a 22-24 cm, classificada segundo USDA (1993), classe grande e com resistência à penetração considerada alta (2 a 4 MPa). Ainda segundo USDA (1993), o limite de 2 MPa apresenta forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais, sendo um critério para restrição física ao crescimento radicular. Já na Área 2 (menor grau de degradação) a resistência a penetração excedeu o valor de 2,00 MPa nas profundidades de 8–12 cm. Nas demais profundidades do perfil do solo, a resistência a penetração variou de 1,00 a 2,00 MPa considerada classe intermediária e RP moderada de acordo com a USDA (1993). Os maiores valores de resistência a penetração na Área 1 (maior grau de degradação) estão de acordo com os resultados obtidos da densidade do solo e porosidade total o que indica uma maior compactação do solo, provocada pelo pisoteio dos animais na área com maior grau de degradação.

Resistência à Penetração (MPa)

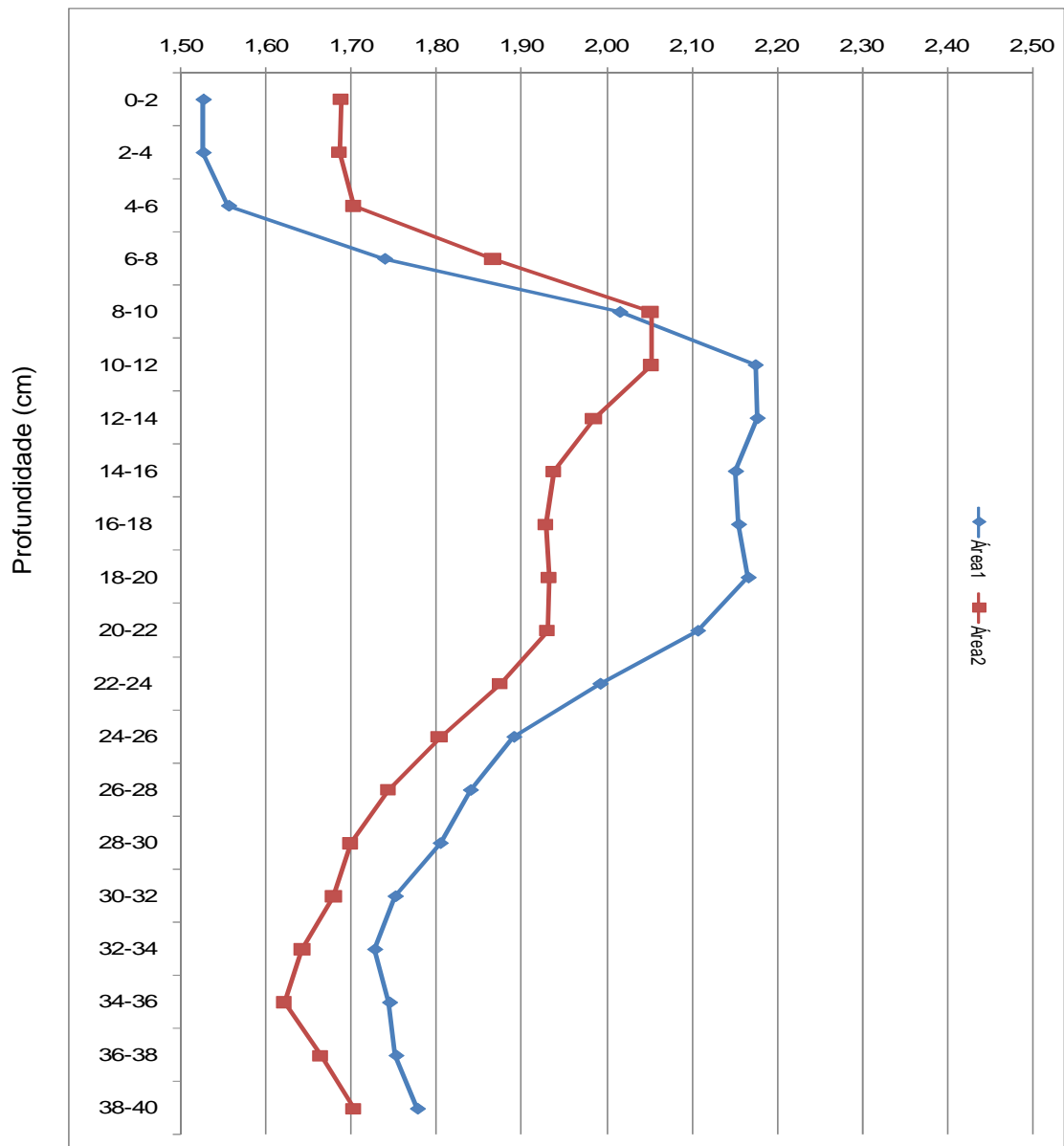


FIGURA 5. Resistências à penetração (MPa) na Área 1 (maior grau de degradação) e na Área 02 (menor grau de degradação).

Tabela 4. Médias dos valores da umidade do solo em (%), em áreas com diferentes graus de degradação nas profundidades na Fazenda Mariquinha.

| Área | Profundidade (cm) | | | |
|------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 0 - 10 | 20 - 30 | 20 - 30 | 30 - 40 |
| 1 | 17 | 22 | 20 | 17 |
| 2 | 18 | 23 | 21 | 18 |

Área 1 – Maior grau de degradação; Área 2 – Menor grau de degradação.

2.6. CONCLUSÃO

1. A densidade do solo, porosidade total, e resistência mecânica a penetração, se apresentam como bons indicadores físicos para avaliar o grau de degradação de uma pastagem, nas condições avaliadas.
2. A intensificação do grau de degradação da pastagem propicia o aumento da densidade do solo; a redução da porosidade total; e aumento na resistência do solo a penetração, pelo pisoteio do gado favorecendo a compactação do solo.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPEC, Dados da área animal, Novembro 2008. disponível em www.adapec.to.gov.br

ANDRADE, C. E. ; SANTOS, M. F. P. Manejo do solo visando maior disponibilidade de água para a cultura do café. In: ZAMBOLIN, L. (Editor). Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café. Viçosa: UFV, 2004. p. 385-416.

AZEVEDO, E. C.; SVERZUT, C.B. Alterações dos atributos físicos e químicos do solo sob pastagem no sudoeste do Estado do Mato Grosso. Ver. Agr. Trop. Cuiabá-MT. v.9, n.1, 191p. 2007.

BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., Brasília, 1996. Anais. Brasília: Embrapa- CPAC, 1996. p.130-136

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSORIOL, J. M.; REIS, E.F. dos; DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetados pelo manejo do solo. Ciência Rural, v.30, n.1, p.91-95, 2000.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, 1997. 132p.

CARDOSO JÚNIOR, E. Q.; TODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. Propriedades físicas de latossolo e argissolo no nordeste paranaense sob sistemas de recuperação de pastagem (*Brachiaria humidicola*, Rendle). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E DA ÁGUA, 14. 2002. Cuiabá. Anais... Cuiabá: Editora Universidade Federal de Mato Grosso, 2002. 4p. CD-ROOM.

CORREIA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso de pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo na Amazônia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30, 107-114, 1995.

COSTA, L. M.; MATOS, A. T. Impactos da erosão do solo em recursos hídricos. In: Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. p.173-189.

DIAS JÚNIOR, M. S. Compactação do solo. In. Tópicos em ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.55-94, 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 2ed.

HOLT, J. A.; BRISTOW, K. L.; McIVOR, J. G. The effects of grazing pressure on soil animals and hydraulic properties of two soils in semi-arid tropical Queensland. Journal of Soil Research, 34, 69-79, 1996.

IBGE, Censo Agropecuário 1985/2006, disponível em WWW.ibge.gov.br

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 5ª. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 339p.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGEM COM ANIMAIS. 1997. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p129-149.

MORAES, M.F.; OLIVEIRA, G.C.; KLIEMANN, H.J.; SEVERIANO, E.C.; SARMENTO, P.H.L. & NASCIMENTO, M.O. Densidade e porosidade do solo como diagnóstico do estado de degradação de solos sob pastagens na região dos

cerrados. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, V SINRAD. Belo Horizonte, 2002. 536 p.

MULLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. 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.

NEVES JÚNIOR, A. F. Avaliação da qualidade física de solos em pastagem degradadas na Amazônia. Dissertação (Mestrado). Piracicaba, 2005. 65p.

RABELO, N. A. Método de Análise – Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.: - (Cadernos Didáticos; 12).

RALISCH, R; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G. M. de C.; GUIMARÃES, M. de F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.12, n.4, p.381-384, 2008.

SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo, por R.D. dos Santos e outros autores. 5ª ed. revista e ampliada. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.il

SOUSA, A. R., SILVA, A. B., RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 1998. p.256-257.]

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar - Stolf. Revista STAB – açúcar, álcool e subprodutos, v. 1, n. 3, p.18-23, 1983.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. Campinas, **R. bras. Ci. Solo**, n.15, p.229-235, 1991.

USDA, Soil survey manual. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (Handbook, 18).

VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 147-96.

ANEXO I

DESCRIÇÃO GERAL

Data: 05/06/2009

Classificação: Latossolo amarelo distrófico

Localização: Entrada da Faz. Mariquinha, lado direito

Coordenadas: 11°46'56.5" de latitude S e 49°14'56.9" de longitude W

Altitude: 295 m

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: barranco na beira da estrada, com declive suave, cobertura com pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Uso atual: pastagem

Relevo local: plano

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Erosão: não aparente

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

| | |
|---|---|
| Ap | 0-18 cm; bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-argilo-arenoso; moderada, pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, não pegajoso; transição plana e abrupta. |
| AB | 18-64 cm; bruno amarelado escuro (10 YR 3/6, úmido); franco-argilo-arenoso; moderada, pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual. |
| BA | 64-98 cm; bruno amarelado (10 YR 5/6, úmido); franco-argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena granular; macio, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa. |
| B | 98-125 cm ⁺ ; bruno amarelado (10 YR 6/8, úmido); franco-argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena granular; macio, muito friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa. |
| Raízes: comuns e finas em todos os horizontes.. | |
| Observações: Resquício de queimada no horizonte Ap. | |

CAPÍTULO III

**INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO
DISTRÓFICO SOB PASTAGENS DEGRADADAS NA FAZENDA COLORADO EM
GURUPI - TO**

3. INDICADORES FÍSICOS DA QUALIDADE DE UM PLINTOSSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO SOB PASTAGENS DEGRADADAS NA FAZENDA COLORADO EM GURUPI - TO

3.1. RESUMO

Uma das principais atividades econômica brasileira do agronegócio é a produção de bovinos de corte e leite. Esta atividade tem como principal fonte de alimentos as pastagens, sendo a fonte mais barata para a produção de bovinos em todo o país. Um fator de grande preocupação é o estado em que se encontram estas áreas para a produção, pois grande parte apresenta algum grau de degradação o que diminuindo a produtividade de carne e leite no país. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as modificações dos atributos físicos do solo, em área de pastagem de espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. O solo foi classificado como Plintossolo Háplico distrófico, localizado na Fazenda Colorado em Gurupi – TO. Foram selecionadas três áreas e classificadas com o grau de degradação, sendo a Área 1 (maior grau de degradação), Área 2 (médio grau de degradação) e Área 3 (menor grau de degradação). Os atributos físicos avaliados foram a densidade do solo, densidade e partícula e porosidade total nas profundidades de (0 – 10, 10-20 e 20 – 30 cm) e a resistência mecânica a penetração nas profundidades de (0 – 40 cm). A Área 1 apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5 % em relação as demais áreas para a densidade de solo e porosidade total, sendo os valores encontrados na Área 1 de 1,71 g cm⁻³ (Ds) e 36,81 % (PT) onde observa-se a influência do estágio de degradação nesses atributos. Para a resistência à penetração nas três áreas a partir da profundidade de (4 a 40 cm) estão acima de 2,00 MPa, considerados valores que influencia no crescimento das raízes. Ambas as áreas em estudo apresentam-se degradadas, pois os atributos físicos do solo avaliados mostraram-se alterados.

PALAVRAS CHAVES: degradação do solo; pastagem; atributos físicos; densidade do solo

3.2. ABSTRACT

One of the main economic activities of the Brazilian agribusiness is the production of beef cattle and milk. This activity has as its main food source of pasture, being the cheapest source for the production of cattle throughout the country. A factor of great concern is the state that you find these areas to produce, since most have some degree of degradation that decreasing the productivity of meat and milk in the country. This study aimed to evaluate the changes of soil physical properties in the pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Dormancy. The soil was classified as Plintossolo Háplico distrófico, located in Fazenda Colorado in Gurupi-TO. Three areas were selected and classified with the degree of degradation, and the Area 1 (higher degree of degradation), Area 2 (medium degree of degradation) and Area 3 (lower level of degradation). The physical attributes were evaluated for bulk density, particle density, and porosity at depths of (0 - 10, 10-20 and 20 - 30 cm) and penetration resistance at depths of (0 - 40 cm). The Areas 1 showed significant differences by Tukey test at 5% when compared with other areas for soil density and porosity, the values found in Area 1 $1,71 \text{ g cm}^{-3}$ (Ds) e 36,81 % (PT) where there is the influence of the stage of degradation in these attributes. For the resistance to penetration in the three areas from the deep (4 to 40 cm) are above 2.00 MPa, values considered to influence the growth of roots. Both areas of study are presented degraded, because the soil physical properties evaluated showed alterations.

KEY WORDS: soil degradation; pasture; physical attributes; soil density

3.3. INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado ocupam uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, estendendo-se pela Região Centro-Oeste, por parte do Sudeste, Norte e Nordeste brasileiros (GOEDERT, 1989; LOPES, 1997), são naturalmente de baixa fertilidade, ácidos apresentando baixo teor de matéria orgânica, mas, em contrapartida, são profundos, e com alta estabilidade de agregados. A capacidade produtiva desses solos é reduzida em função do nível do manejo utilizado, porém o seu potencial é elevado, uma vez corrigidas as limitações nutricionais.

As pastagens ocupam uma posição de destaque no cenário agrícola brasileiro. A área ocupada por plantas forrageiras responde por três quartos da área agrícola nacional, embora essa proporção varie entre os Estados da federação (MARTHA JÚNIOR & CORSI, 2007). Isso se deve principalmente ao fato desta modalidade alimentar ser a mais competitiva, em termos de custos, pois a forragem é colhida no campo pelo próprio animal (ARRUDA, 1997).

A forragem é responsável por quase 90% da produção de carne bovina consumida no Brasil e pela maior parte dos 20 bilhões de litros de leite produzidos anualmente no país (MARTHA JÚNIOR & CORSI, 2007). Contudo, estimativas indicam que entre 50% a 80% das áreas ocupadas com pastagens cultivadas na região dos Cerrados apresentam algum grau de degradação (VIEIRA & KICHEL, 1995; BARCELLOS, 1996). Na maioria das vezes, este processo é causado pela subutilização de corretivos e fertilizantes durante a implantação das pastagens (KLUTHCOUSKI & AIDAR, 2003). O sistema intensivo de uso e manejo do solo pode alterar seus atributos físicos, ocasionar degradação e perda da qualidade do solo, e causar prejuízo para a sua sustentabilidade.

Um dos principais problemas enfrentados pelos pecuaristas com as pastagens são os níveis de compactação do solo devido ao pisoteio dos animais. Esta compactação do solo ocorre devido à pressão das patas dos animais, ocasionando redução de volume e aumento da resistência à penetração e da densidade (STONE et al., 2002 citado por RALISCH et. al. 2008).

No entanto, atributos físicos do solo favoráveis ao crescimento do sistema radicular são necessários para a obtenção e manutenção de elevadas produtividades. Os solos devem possuir suficiente espaço poroso para o movimento

de água e gases e resistência favorável à penetração das raízes. Neste contexto, a compactação causada pelo pisoteio dos animais concorre para a redução da produtividade e longevidade das pastagens.

Os atributos físicos do solo são bons indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram algum tipo de interferência, determinando o melhor uso daquele que provoca menor degradação (ARSHAD et al., 1996). Entre esses atributos, destacam-se a densidade, a porosidade e a resistência mecânica do solo à penetração.

Silva & Ribeiro (1997) comentando sobre o manejo físico de solos sob pastagem, relatam que há ampla evidência experimental da limitação do potencial produtivo das culturas por inadequadas condições físicas do solo. Neste contexto, os solos cultivados com pastagens carecem desse tipo de avaliação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as modificações dos atributos físicos, em área de pastagem degradadas na Fazenda Colorado em Gurupi – TO.

3.4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em áreas com pastagens degradadas na Fazenda Colorado, situadas no município de Gurupi-TO, com coordenadas geográficas 11° 47' 20.7" de latitude S e 48° 58' 17,3" de longitude W, altitude média de 254 m e clima tropical semi-úmido, segundo classificação de Köppen, do tipo AW - Tropical com temperatura média anual 24 a 28° C e índice pluviométrico variando de 1.500 a 1.800 mm/ano. A topografia da região é plana, com declividade inferior a 3%. As áreas foram escolhidas quanto ao grau de degradação da pastagem e classe de solo. O solo foi classificado como Plitossolo Háptico distrófico segundo Embrapa (2006). Para tanto se realizou descrição morfológica do perfil do solo (Anexo 1) segundo Santos (2005).

As pastagens foram formadas a 8 anos e desde então não foram realizadas nenhum tipo de recuperação e/ou reforma. As três áreas de pastagem escolhidas são formadas pela espécie *Brachiaria brizantha* cv Marandú. As áreas apresentaram diferentes níveis de degradação, que foi constatado através de sinais visuais indicativos.

As principais plantas invasoras foram identificadas e classificadas de acordo com o manual de identificação e controle de plantas daninhas (LORENZI, 2000).

A densidade do solo (DS) foi determinada pelo método do anel volumétrico (Embrapa, 2006), sendo que em cada área foram coletadas amostras ideformadas em 15 pontos em uma malha com distância entre os pontos de 50 m, nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, utilizando um amostrador tipo Uhland e com cilindros com 7 cm de diâmetro por 7 cm de altura. Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório, colocadas em estufa a 110° C por 24 horas, depois de retiradas deixou-se esfriar e procedeu-se a pesagem dos cilindros. Utilizou-se a expressão para a determinação da DS.

$$DS = \text{massa de solo seco} / \text{volume de solo (g cm}^{-3}\text{)}$$

A determinação da Densidade de Partículas (DP) dos solos foi realizada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997), utilizando as mesmas amostras utilizadas para a determinação da DS, através da expressão:

$$DP = \text{peso da amostra seca} / (50 - \text{volume de álcool gasto}) \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$$

A porosidade total (PT) percentual do solo foi calculada a partir das determinações de Densidade do Solo (DS) e Densidade de Partículas (DP) (EMBRAPA, 1997), utilizando-se a expressão:

$$PT (\%) = 100 (DP - DS) / DP.$$

Em cada ponto de coleta para as determinações da DS e PT foi realizado o levantamento das coordenadas geográficas, utilizando um GPS modelo Garmin Legend, objetivando a confecção dos gráficos utilizando o software Surfer 8.0 para se ter uma idéia da variabilidade espacial das propriedades físicas nas profundidades das áreas amostradas.

Para a determinação da resistência do solo à penetração, foi utilizado um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf. Foram amostrados 30 pontos, em cada área, em uma malha com distância entre os pontos de 50 m ao longo da área e analisados até 0,40 m de profundidade, com os valores transformados em MPa de acordo com metodologia proposta por Stolf et al., (1983).

Na determinação da textura do solo utilizou-se o método de Bouyoucos (EMBRAPA, 1997). As análises granulométricas foram realizadas no laboratório de Solos do Campus de Gurupi/UFT.

A análise dos dados foi feita por estatística clássica empregando análise de variância e posterior teste de médias em função do nível de degradação das pastagens (Área 1, 2 e 3) em área de mesma classe de solo e em relação às profundidades de (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), com 15 repetições, num arranjo

fatorial 3x3 sendo, três áreas com diferentes níveis de degradação e três profundidade de amostragem, a partir das variáveis físicas: porosidade total, densidade de partículas, densidade do solo. As análises foram efetuadas utilizando o programa computacional SISVAR 4.3.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação da degradação das pastagens foi utilizado à metodologia de Barcellos (1996) citado por Nascimento Júnior et al. (1994), sendo as três áreas avaliadas classificadas com os seguintes graus de degradação: Área 1 – grau 4 (1+2+3+4); Área 2 – grau 2 (1+2) e Área 3 – grau 1.

As principais plantas invasoras encontradas nas áreas de estudo foram a *Hypitis suaveolens* L. (Cheirosa), *Senna obtusifolia* L. (Fedegoso), *Sida cordifolia* L. (malva branca), *Sidastrum micranthum* (malva preta), *Waltheria indica* L. (falsa guanxuma) e *Mimosa pudica* (Fecha a porta marinha).

A textura do solo determinada pela análise granulométrica para o solo em estudo foi classificado como franco-arenoso, sendo os valores da camada de 0-20cm, na Área 1: 82,1% (areia), 5,7% (silte) e 12,2% (argila), na Área 2: 83,1% (areia), 3,1% (silte) e 13,8% (argila) e na Área 3: 80,5% (areia), 4,8% (silte) e 14,8% (argila).

Tabela 1. Médias dos valores da densidade de solo (Ds), em g cm⁻³, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------|
| | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | |
| 1 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,71 a |
| 2 | 1,63 | 1,67 | 1,62 | 1,64 b |
| 3 | 1,61 | 1,65 | 1,57 | 1,61 b |
| Média | 1,65 | 1,68 | 1,64 | CV= 4,98 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação. **Área 2** – Médio grau de degradação. **Área 3** – Menor grau de degradação.

Observando a Tabela 1 nota-se diferença significativa entre os valores médios para a densidade do solo, sendo que, a maior densidade ocorreu na Área 1 (maior nível de degradação). Nas Áreas 2 e 3 não houve diferença estatística para as duas

áreas. De acordo com o resultado pode-se observar a influência do estágio de degradação na densidade do solo, quando aumentando o nível de degradação aumenta a densidade do solo. Estes valores estão de acordo com os valores encontrados por (Moraes et al. 2002), onde quando maior a densidade do solo maior a degradação das pastagens. O maior adensamento de solos é consequência de processo de compactação oriunda do pisoteio do gado bovino (FERREIRA et al., 2007).

Em relação à variação da densidade do solo com as profundidades estudadas não houve diferença entre os valores médios encontrados (Tabela 1). Em todas as profundidades os valores médios para a densidade nas três áreas para o tipo de solo estão acima da amplitude de variação para solos arenosos, de 1,25 a 1,40 g cm⁻³ (RABELO, 2000), o que podem ser consideradas áreas degradadas devido ao adensamento das camadas analisadas.

Na Tabela 2 nota-se que não houve diferença significativa entre os valores médios das áreas para a densidade de partículas. Nos solos seus valores variam, em média, entre os limites 2,3 e 2,9 g cm⁻³, sendo os minerais classificados em leves, quando a DP é menor que 2,85 g cm⁻³ (RABELO, 2000).

Tabela 2. Médias dos valores da densidade de partícula (Dp) em g cm⁻³, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|--------------|-------------------|-------------|------------|-------------------|
| | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | |
| 1 | 2,67 | 2,77 | 2,71 | 2,71 a |
| 2 | 2,69 | 2,68 | 2,70 | 2,69 a |
| 3 | 2,69 | 2,68 | 2,68 | 2,68 a |
| Média | 2,68 | 2,71 | 2,7 | CV= 3,98 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação. **Área 2** – Médio grau de degradação. **Área 3** – Menor grau de degradação.

Observando-se a Tabela 3 nota-se diferença significativa entre os valores médios das áreas para a porosidade total (PT). Na Área 1 (maior grau de degradação) o valor médio da PT foi de 36,81%, significativamente menor que os valores das Áreas 2 e 3, o que indica uma redução da quantidade total de poros no

solo com o aumento do grau de degradação da pastagem. Segundo Rabelo, 2000 para solos arenosos a média da porosidade total varia entre 35 a 50%, sendo o valor encontrado, bem próximo do valor mínimo. Com relação à Área 2 (médio grau de degradação) e 3 (menor grau de degradação) não houve diferença estatística entre elas, este fato pode ser explicado pelo nível de degradação das pastagens que não difere muito devido a carga animal que se encontra nos pastos. A Área 1 (maior grau de degradação) atualmente está com baixa lotação de animais devido a baixa oferta de forragem, concentrando os animais nas Áreas 2 e 3 no período de avaliação. Os valores médios da porosidade total para as Áreas 2 e 3 apresenta-se próximo do mínimo considerado por Rabelo, 2000, o que pode comprometer o desenvolvimento das raízes, infiltração da água no solo, aeração do solo ao longo do tempo caso não seja efetuado um manejo adequado do solo e das pastagens. Para as profundidades avaliadas não se observou diferença estatística nas áreas e nem na interação entre as áreas estudadas para profundidades.

Tabela 3. Médias dos valores de porosidade total (PT) em %, em áreas com diferentes graus de degradação em três profundidades na Fazenda Colorado, Gurupi-TO.

| Área | Profundidade (cm) | | | Média |
|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|
| | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | |
| 1 | 36,00 | 37,98 | 36,45 | 36,81 a |
| 2 | 39,24 | 37,41 | 36,80 | 38,81 b |
| 3 | 39,82 | 38,39 | 41,23 | 39,81 b |
| Média | 38,35 | 37,93 | 39,16 | CV= 9,20 % |

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Área 1 – Maior grau de degradação. **Área 2** – Médio grau de degradação. **Área 3** – Menor grau de degradação.

Segundo Ferreira et al., (2007) estudando diferentes manejos de pastagem em sistema extensivo, o aumento da densidade, diminui o volume total de poros e macroporosidade, tendendo a um processo de compactação superficial e subsuperficial.

A degradação das pastagens diminui a cobertura do solo e o deixa exposto à chuva e ao pisoteio do gado, resultando no aumento da densidade do solo na camada superficial e diminuição da porosidade total (MULLER et. al., 2001).

Na Figura 1 nota-se a variabilidade espacial dos valores para a densidade do solo nas profundidades (0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm). Na camada de 0 – 10 cm de profundidade a maior parte da densidade encontra-se entre 1,67 a 1,78 g cm⁻³, na profundidade de 10 – 20 cm os maiores valores estão entre 1,66 a 1,78 g cm⁻³ e na camada de 20 – 30 cm 1,68 a 1,80 g cm⁻³.

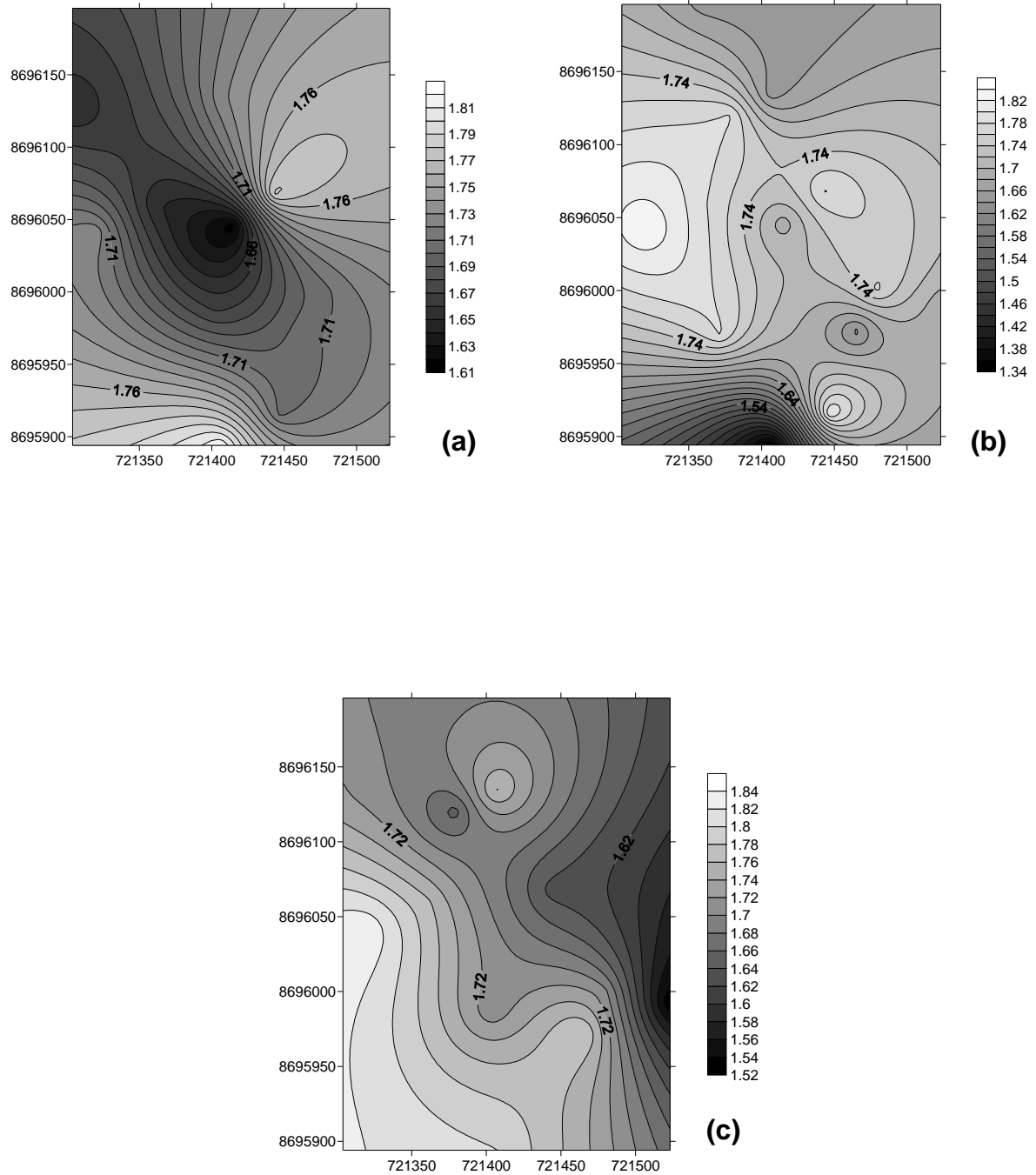


FIGURA 1 – Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação).

De acordo com a análise estatística realizada para a densidade do solo (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as médias de densidade do solo para as profundidades amostradas na Área 1 (maior grau de degradação).

Observa-se uma maior uniformidade, ou seja, uma menor variação da densidade do solo, sendo o adensamento mais uniforme nas camadas (0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm), provavelmente devido ao maior grau de degradação provocado pelo pisoteio excessivo dos animais nesta área (Figura 1).

Observando a Figura 2 (PT) e comparando com a Figura 1 (DS) nota-se que os valores de porosidade total alteraram conforme houve alteração da densidade do solo, quanto maior a densidade do solo menor a porosidade do total, isto observado nas três profundidades amostradas (0 -10, 10 - 20 e 20 – 30 cm). Carvalho (1976) verificou que as forças externas resultantes da ação de pressões sobre determinada área ocasiona a desagregação de partículas sólidas e líquidas que levam à diminuição do volume, pois as partículas finas tendem a ocupar os espaços vazios diminuindo a porosidade total, que caracteriza a compactação.

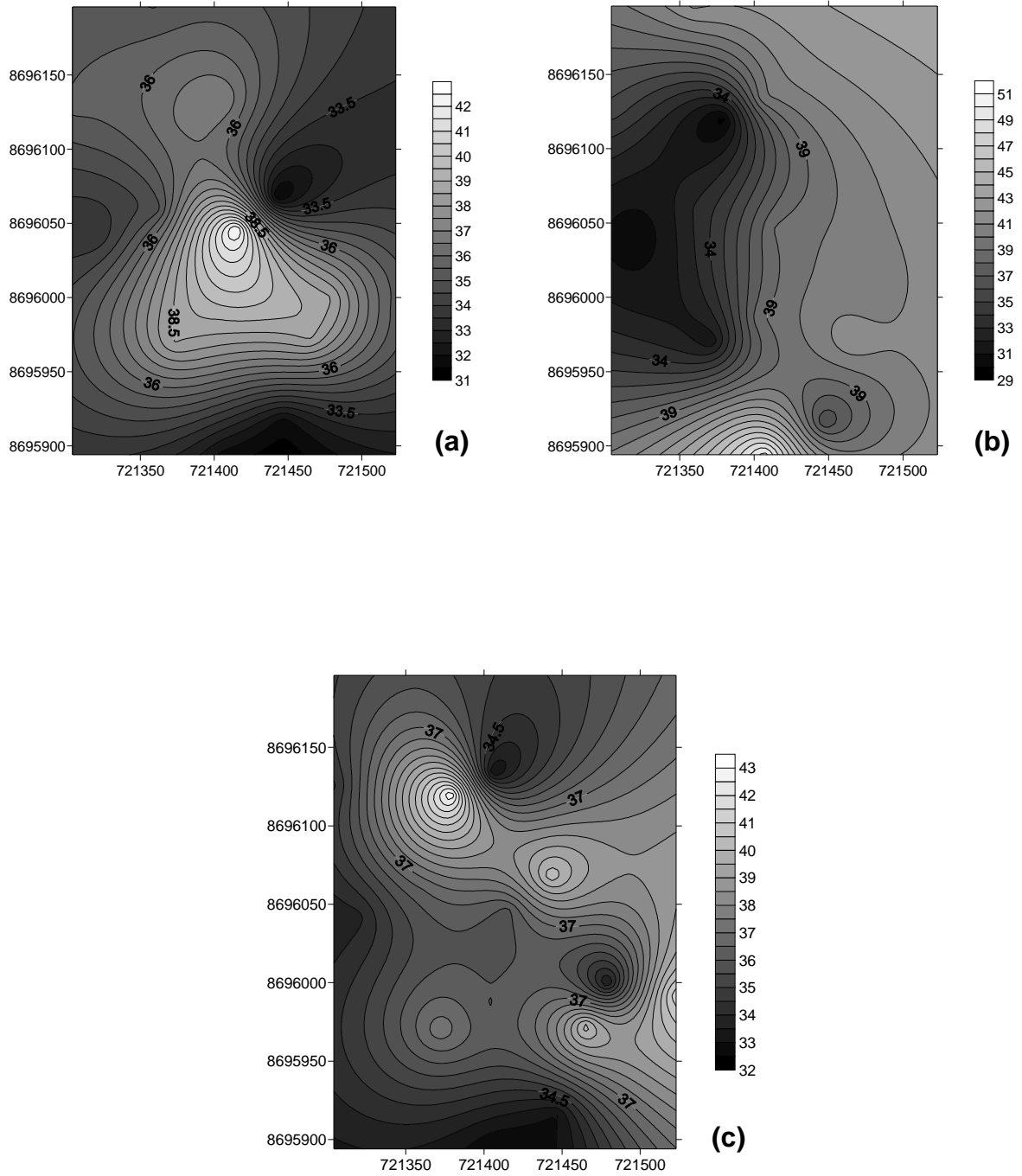


FIGURA 2 – Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 1 (maior grau de degradação).

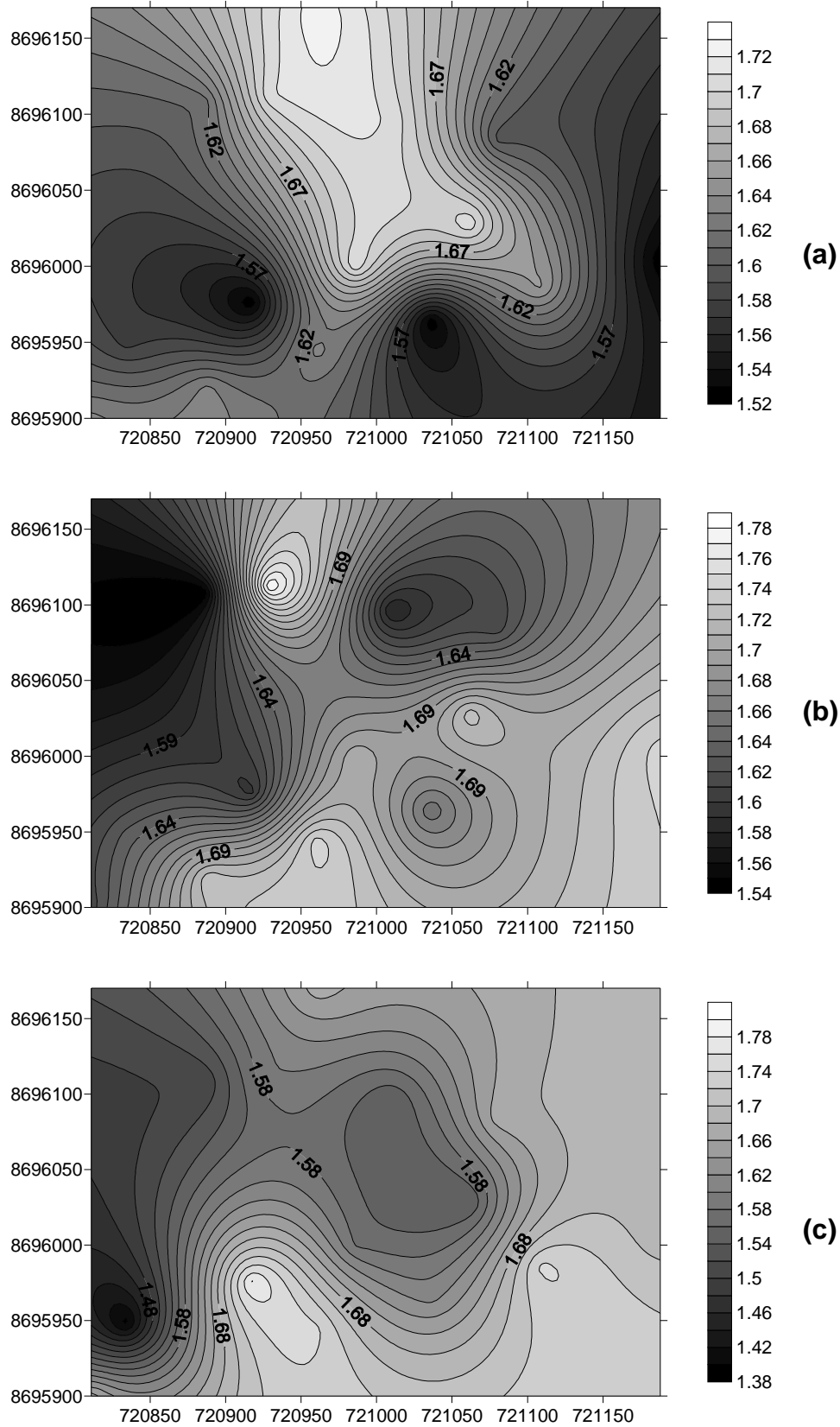


FIGURA 3 – Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (médio grau de degradação).

Observando-se a Figura 3, houve variabilidade espacial para os valores para a densidade do solo nas profundidades (0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm) na Área 2 (médio grau de degradação). Na camada de 0 – 10 cm de profundidade a maior parte da densidade encontra-se entre 1,58 a 1,70 g cm⁻³, na profundidade de 10 – 20 cm os maiores valores estão entre 1,62 a 1,72 g cm⁻³ e na camada de 20 – 30 cm 1,58 a 1,74 g cm⁻³.

De acordo com a análise estatística feita para a densidade do solo (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as médias de densidade do solo para profundidades da Área 2 .

Observa-se uma maior irregularidade espacial da densidade do solo nas camadas quando o grau de degradação ainda não comprometeu a área pela alta compactação do solo, conforme podemos observar em solos da Área 1 (maior grau de degradação) do gráfico da Figura 1 (DS).

Observando os gráficos da Figura 4 (PT) e comparando com os gráficos da Figura 3 (DS) nota-se que os valores de porosidade total alteraram conforme houve alteração da densidade do solo, quanto maior a densidade do solo menor a porosidade do total, isto observado nas três profundidades amostradas (0 -10, 10 - 20 e 20 – 30 cm).

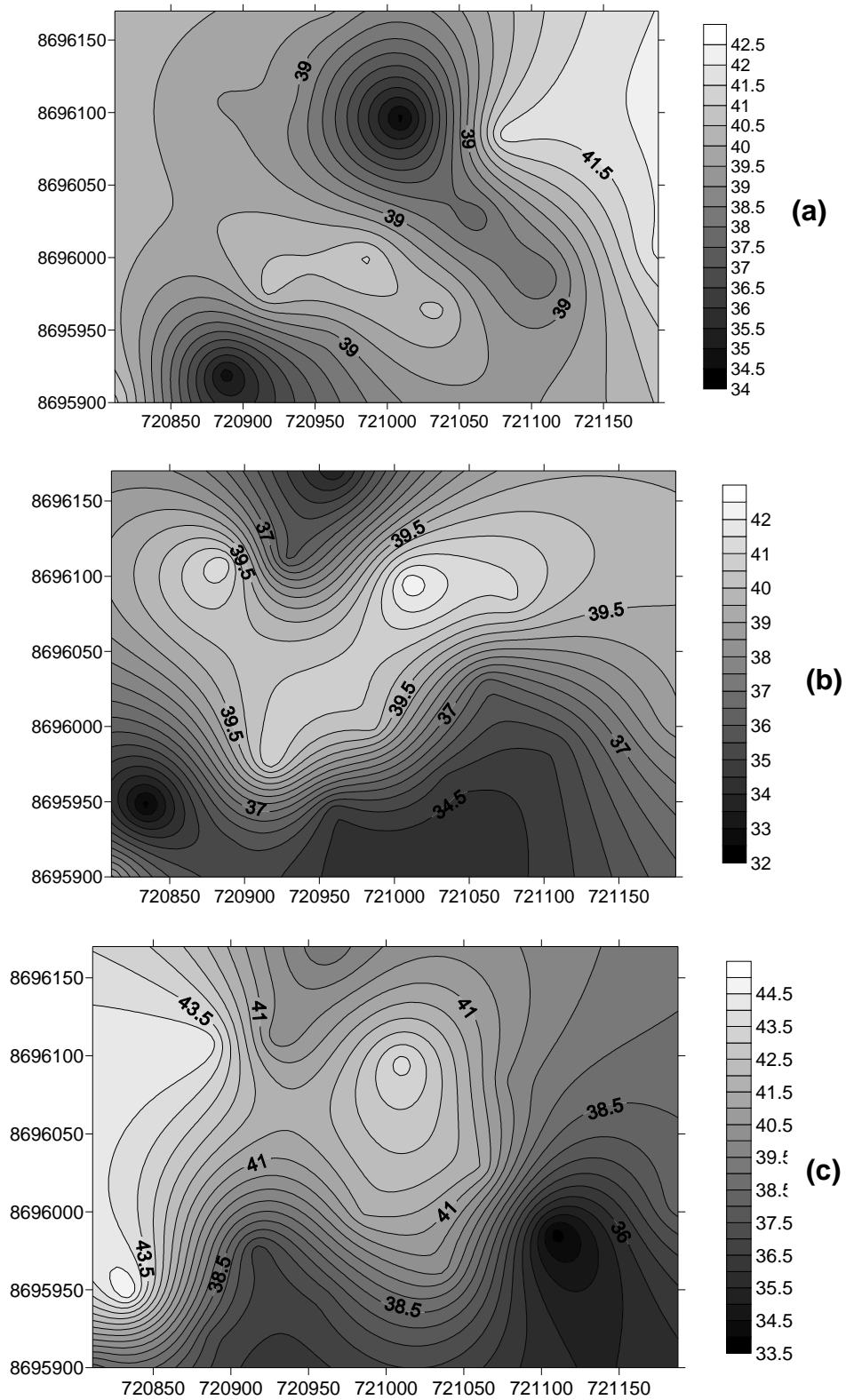


FIGURA 4 – Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 2 (médio grau de degradação).

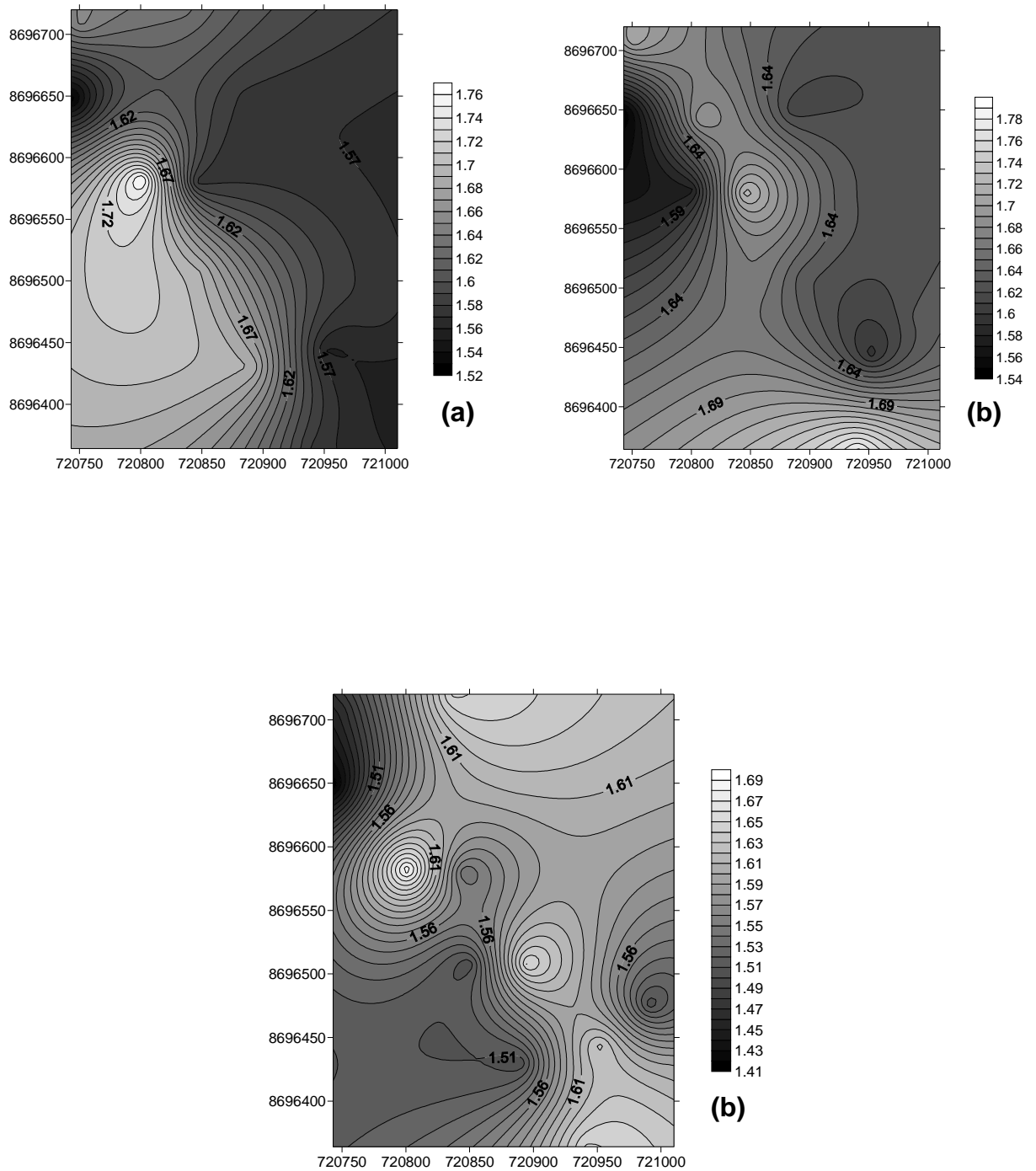


FIGURA 5 – Densidade do solo (DS) em g cm^{-3} nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 3 (menor grau de degradação).

Analisando a Figura 5 observa-se uma maior variabilidade espacial na Área 3 (menor grau de degradação), dos valores da densidade do solo nas profundidades amostradas, diferindo do ocorrido na Área 1 (maior grau de degradação). Na camada de 0 – 10 cm de profundidade a maior parte da densidade do solo encontra-se entre 1,58 a 1,70 g cm⁻³, na profundidade de 10 – 20 cm os maiores valores estão entre 1,59 a 1,69 g cm⁻³ e na camada de 20 – 30 cm 1,58 a 1,62 g cm⁻³.

De acordo com a análise estatística feita para a densidade do solo (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as médias de densidade do solo para profundidades da Área 3.

Na Figura 6 são apresentados o comportamento da porosidade total na Área 3 nas profundidades (0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm). Nota-se que os valores de porosidade total diminuem com o aumento da densidade do solo (Figura 5). Essa é uma relação direta da densidade do solo com a porosidade total.

Analisando a Figura 6 observa-se que a porosidade total na profundidade de 20 – 30 cm teve um comportamento diferente para as demais profundidades (0 – 10 e 10 – 20 cm). A porosidade total foi menor nas profundidades de 0 – 10 e 10 – 20 cm e na profundidade de 20 – 30 cm que foi maior. Segundo Black, 1968 citado por Resende et al. 2002, o espaço poroso total tende a ser maior nos solos argilosos do que nos arenosos.

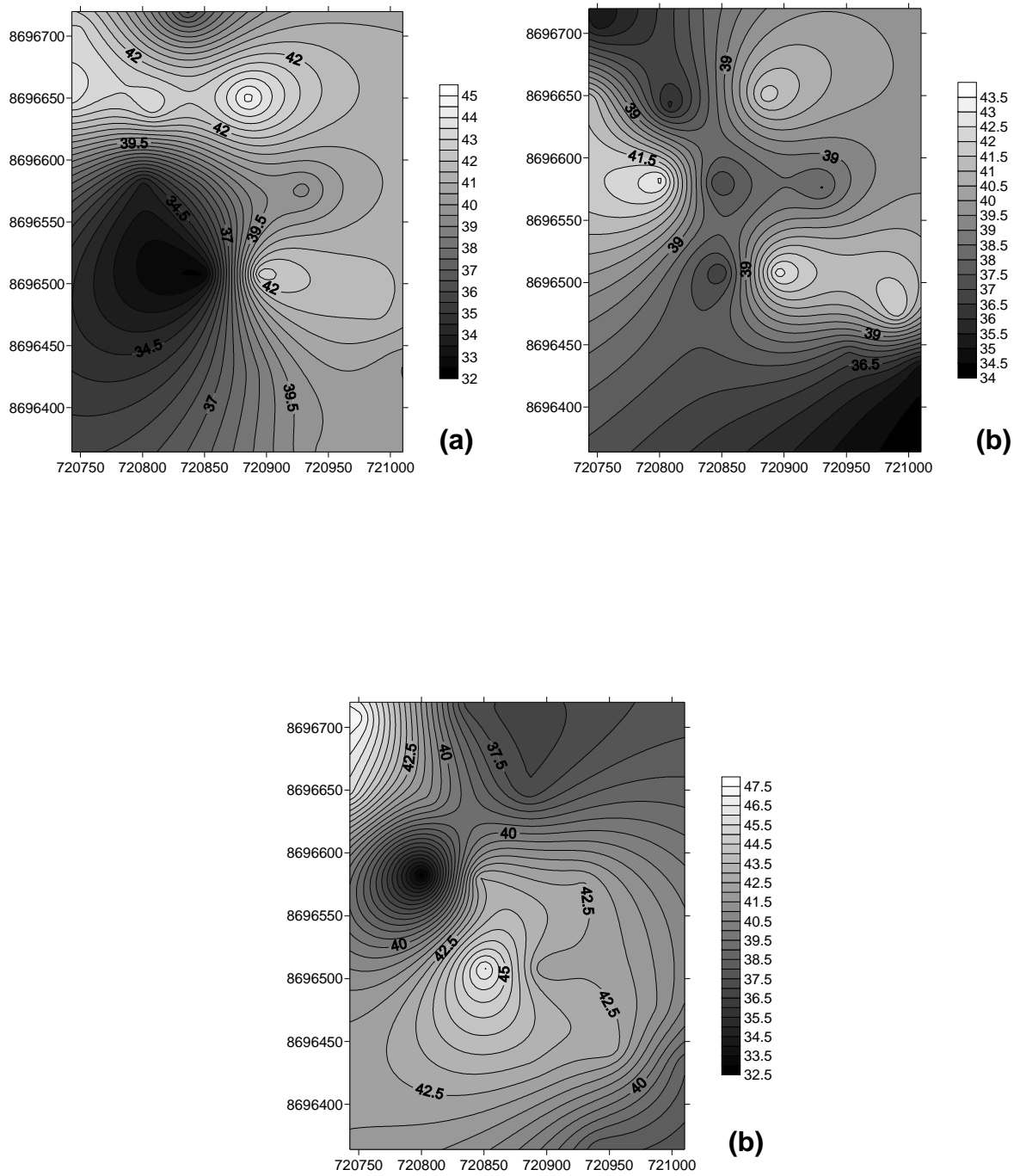


FIGURA 6 – Porosidade Total (PT) em % nas profundidades 0-10 cm (a), 10-20 cm (b) e 20-30 cm (c) na Área 3 (menor grau de degradação).

Os resultados de resistência à penetração estão apresentados na Figura 7 e os valores de umidade do solo no momento da avaliação na Tabela 4.

Analisando a Figura 7, nota-se que as áreas encontram-se compactadas. O maior valor de resistência a penetração foi de 2,82 MPa que ocorreu na Área 1 (maior grau de degradação) na profundidade de 16 – 18 cm na camada considerada subsuperficial. Este valor, classificado segundo USDA (1993), classe grande e com resistência à penetração considerada alta (2 a 4 MPa). Ainda segundo USDA (1993), o limite de 2 MPa apresenta forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais, sendo um critério para restrição física ao crescimento radicular. Uma provável explicação para esse acontecimento pode ser pelo maior grau de degradação da pastagem nessa área, pois esta possui baixa cobertura vegetal, sendo mais suscetível ao pisoteio pelos animais.

Os valores encontrados nas três áreas a partir da profundidade de (4 – 6 a 40 cm) estão acima de 2,00 MPa considerados valores que influenciam no crescimento das raízes (USDA, 1993), um fator que deve ser observado é o fato da localização desse solo, que durante o período chuvoso, tem o lençol freático mais próximo à superfície e o solo apresentar-se ligeiramente plástico (Anexo 1). Por ocasião da avaliação observou-se que os animais se concentraram na Área 2 (médio grau de degradação) e na Área 3 (menor grau de degradação), pois na Área 1 a oferta de forragem era muito pequena. A resistência do solo à penetração superior a 2 MPa tem sido associado ao impedimento para o crescimento adequado de raízes e conseqüentemente da parte aérea das plantas (AZEVEDO, 2007).

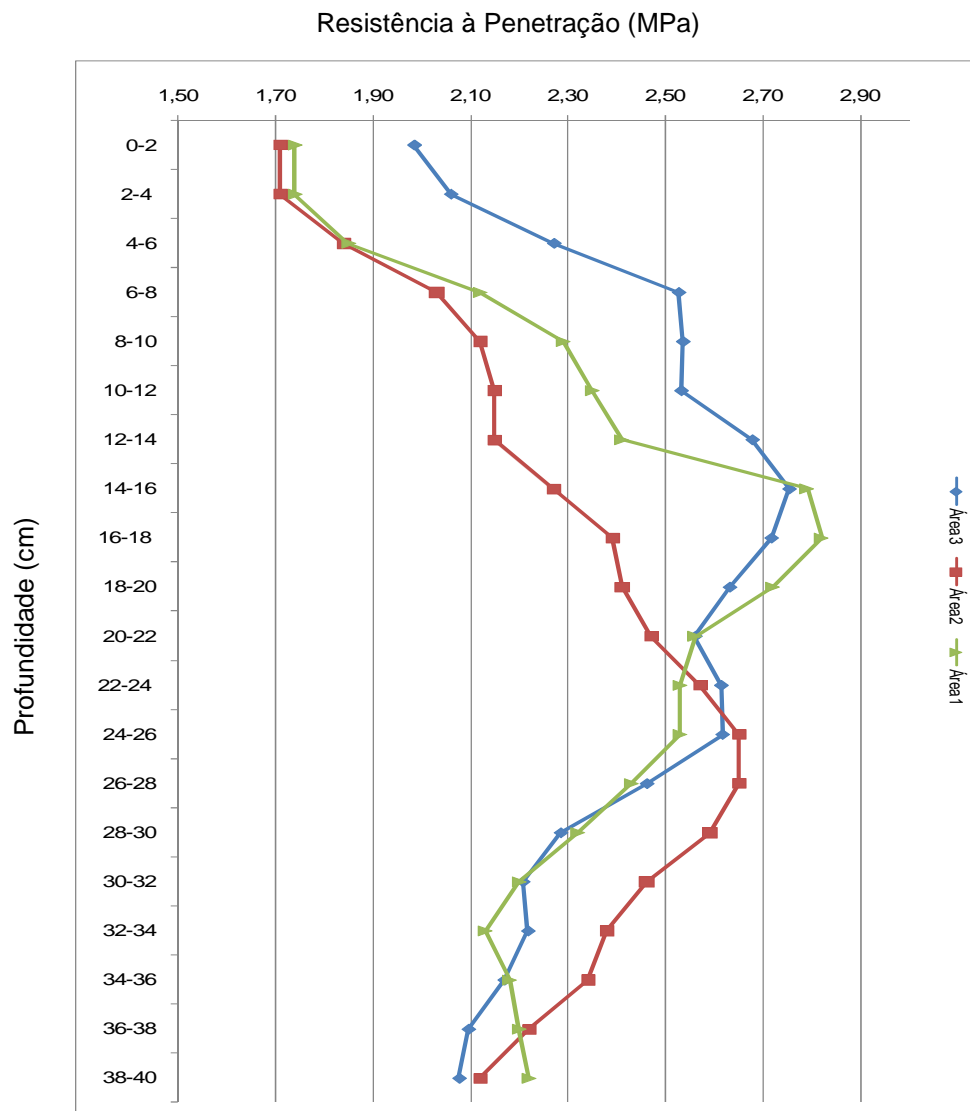


FIGURA 7. Resistências à penetração (MPa) na Área 1 (maior grau de degradação), na Área 02 (médio grau de degradação) e Área 3 (menor nível de degradação).

Tabela 4. Médias dos valores da umidade do solo em (%), em áreas com diferentes graus de degradação nas profundidades na Fazenda Colorado, Gurpi-TO

| Área | Profundidade (cm) | | | |
|------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 0 - 10 | 20 - 30 | 20 - 30 | 30 - 40 |
| 1 | 20 | 22 | 23 | 17 |
| 2 | 19 | 22 | 21 | 22 |
| 3 | 23 | 24 | 20 | 21 |

Área 1 – Maior grau de degradação. **Área 2** – Médio grau de degradação. **Área 3** – Menor grau de degradação.

3.6. CONCLUSÃO

1. A densidade do solo, porosidade total, e resistência mecânica a penetração, se apresentam como bons indicadores físicos para avaliar o grau de degradação de uma pastagem, nas condições avaliadas.
2. A intensificação do grau de degradação da pastagem propicia o aumento da densidade do solo; a redução da porosidade total; e aumento na resistência do solo a penetração, pelo pisoteio do gado favorecendo a compactação do solo.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, Z.J. A pecuária bovina de corte no Brasil e resultados econômicos de sistemas alternativos de produção In: Simpósio sobre pecuária de corte, 4, Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: FEALQ, p.259-273, 1997.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA special publication, 49).

AZEVEDO, E. C.; SVERZUT, C.B. Alterações dos atributos físicos e químicos do solo sob pastagem no sudoeste do Estado do Mato Grosso. Ver. Agr. Trop. Cuiabá-MT. v.9, n.1, 191p. 2007

BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., Brasília, 1996. Anais. Brasília: Embrapa-CPAC, 1996. p.130-136. 1986

CARVALHO, S. R. Influência de dois sistemas de manejo na compactação de uma Terra Roxa Estruturada. Piracicaba: USP/ESALQ, 1976. 89p. Dissertação de Mestrado.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 2ed.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; FERREIRA, V. M. Atributos físicos de Cambissolo sob diferentes manejos de pastagens em sistema extensivo: influência na dinâmica das águas pluviais. Conquista & Desafios da

Ciência do Solo Brasileira, XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramados- RS, 2007. 5p.

GOEDERT, W.J. Região dos cerrados: Potencial agrícola e política para o seu desenvolvimento. 1989. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 24 (10):1-17.

KLUTHCOUSKI, J. & AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária: Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.183-224.

LOPES, A.S. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros; região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. 1997. Rio de Janeiro, RJ. (CD-ROM - seção 4 e 8). Anais.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 5ª. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 339p.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Preços Agrícolas. 2007. Disponível em: <http://pa.esalq.usp.br/~pa/pa0101/geral0101.pdf>

MORAES, M.F.; OLIVEIRA, G.C.; KLIEMANN, H.J.; SEVERIANO, E.C.; SARMENTO, P.H.L. & NASCIMENTO, M.O. Densidade e porosidade do solo como diagnóstico do estado de degradação de solos sob pastagens na região dos cerrados. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADADAS: AGUA E BIODIVERSIDADE, V SINRAD. Belo Horizonte, 2002. 536 p.

MULLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. 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 JÚNIOR, D. do; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. dos. Degradação de pastagens, critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO

DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 107-151.

RABELO, N. A. Método de Análise – Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.: - (Cadernos Didáticos; 12).

RALISCH, R; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G. M. de C.; GUIMARÃES, M. de F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.12, n.4, p.381-384, 2008.

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

SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo, por R.D. dos Santos e outros autores. 5ª ed. revista e ampliada. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.il

SILVA, A.J.N. da; RIBEIRO, M.R. Caracterização de latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, p.684-688, 1997.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar - Stolf. *Revista STAB – açúcar, álcool e subprodutos*, v. 1, n. 3, p.18-23, 1983.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J.A.A. 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.

USDA, Soil survey manual. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (Handbook, 18).

VIEIRA, J. M.; KICHEL, A. N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 147-96.

ANEXO II

DESCRIÇÃO GERAL

Data: 05/06/2009

Classificação: Plintossolo háplico distrófico

Localização: BR 242, km 10, sentido Gurupi-Peixe-TO.

Coordenadas: 11°47' 20.7" de latitude S e 48°58' 17,3" de longitude W

Altitude: 254 m

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil: barranco na beira da estrada, com declive suave ondulado, cobertura com pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Uso atual: pastagem

Relevo local: suave ondulado

Relevo regional: suave ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Erosão: não aparente

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: não rochosa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

| | |
|--|--|
| A | 0-30 cm; bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmido); franco-arenoso; moderada, grande a muito pequena granular; ligeiramente duro, friável ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual. |
| E | 30-100 cm; amarelo claro acinzentado (2,5 Y 8/3, úmido); franco-arenoso; fraca, pequena a muito pequena granular; solta, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual. |
| Btf | 100-175 cm ⁺ ; amarelo claro acinzentado (5 Y 7/4, úmido), mosqueado comum, médio, distinto, vermelho (10 R 4/8, úmido); franco; moderada, média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; |
| Raízes: comuns e finas no horizonte A; poucas e finas no horizonte E e inexistente no horizonte Btf. | |