



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO
E PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE
PARAGOMINAS/PA**

ELAINE MARIA SILVA GUEDES

**Belém
Pará - Brasil
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Guedes, Elaine Maria Silva

Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo argiloso e produção de soja em sistemas de manejo, no Município de Paragominas/PA./Elaine Maria Silva Guedes.- Belém, 2009.

75f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.

1. Soja 2. Plantio direto 3. Plantio convencional 4. Atributos do solo I.
Título.

CDD – 633.42



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO
E PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE
PARAGOMINAS/PA**

ELAINE MARIA SILVA GUEDES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rodrigues Fernandes

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira

Belém
Pará - Brasil
2009



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO
E PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE
PARAGOMINAS/PA**

Aprovada em 12 de fevereiro de 2009

ELAINE MARIA SILVA GUEDES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

Banca Examinadora

Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. Francisco de Assis Oliveira
(Co-orientador)
(Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA)

Engenheiro Agrônomo, Dr. Michel Alexandro Cambri
(Associação dos Produtores de Soja do Pará- APROSOJA-PA)

Engenheiro Agrônomo Professor, Dr. Mário Lopes da Silva Júnior.
(Universidade Federal Rural da Amazônia– UFRA)

Engenheira Agrônoma Professora Dr. Herdjania Veras de Lima
(Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA)

AGRADEÇO,

À Deus, pela vida

DEDICO,

Àqueles que nem em três vidas poderei demonstrar minha eterna gratidão e amor incondicional, quais orgulhosamente chamo de Pai e Mãe.

OFEREÇO,

Aos meus irmãos Erick, Tonio, Lidiane, Pablo, Rafael e Mayara que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por sempre ter iluminado cada amanhecer meu. “Em te se encontram todas as minhas fontes” (SL 87:7)

Aos meus pais José Francílio de Albuquerque Guedes e Maria Liduina da Silva Guedes, maiores ídolos e incentivadores para seguir firme em busca dos meus sonhos profissionais

À Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA e ao seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso aperfeiçoando meus conhecimentos.

Ao meu orientador Prof. Antonio Rodrigues Fernandes pela orientação, conselhos, ensinamentos e grande amizade desde a graduação, que foram de grande importância para meu amadurecimento profissional e pessoal.

A Engenheira Agrônoma prof^a Herdjania Veras de Lima, da Universidade Federal Rural da Amazônia, pelas sugestões nas discussões dos dados e valiosos conselhos de ordem profissional

Ao Engenheiro Agrônomo Prof. Mário Lopes da Silva Júnior da Universidade Federal Rural da Amazônia, pelos valiosos conselhos, críticas e sugestões para a conclusão do trabalho

Engenheiro Agrônomo Dr. Michel Alexandro Cambri, da associação dos produtores de soja do Pará em aceitar o convite e importantes sugestões.

À Dr^a. Sônia Botelho, chefe do Laboratório de Análise de Solos da EMBRAPA-CPATU, pela colaboração na realização de algumas análises.

Em especial a Neilo Bergamim Moreira e Clévea Rossana Ferreira da Silva aos quais orgulhosamente chamo de amigos e cúmplices, pela ajuda no laboratório, conselhos nas horas difíceis e eternos momentos de descontração.

Ao Engenheiro Agrônomo Prof. Francisco de Assis Oliveira da Universidade Federal Rural da Amazônia, pelas críticas e sugestões para a conclusão do trabalho

A José Carminati proprietário da Fazenda Juparanã Mirim, por ter concedido permissão para as coletas e o gerente geral José Ribamar Costa Neto, peça fundamental na realização deste estudo.

Ao meu irmão Rafael da Silva Guedes, que nunca se negou a me ajudar em todos os momentos desta minha etapa de vida.

Ao Hugo Leonardo Santos de Souza, Anderson Martins de Sousa e Braz, pela amizade e grande ajuda nas coletas de solos, pois sem eles não seria possível a realização deste estudo.

Ao Ademir de Jesus, pela sua importante ajuda na construção da imagem da área de estudo.

Aos meus colegas de turma Daniele Pegado, Sandra Batista, Sabrina Lima Lima, Paulo Jorge, Joze Melissa, Gláucio Ilan de Oliveiras Torres, e Eliane Rodrigues Santos pelas ótimas conversas.

À Daniel Pereira Pinheiro e Sanah Mohamad Birani pela grande amizade conquistada e palavras confortantes nos momento críticos.

Ao João Franco Rabelo Saraiva, pela grande ajuda durante as análises de solo

Ao João Guimarães Pinheiro e Bruno de Oliveira Serrão pessoas fundamentais na compreensão da parte estatística desta pesquisa.

À Nara Elisa Ribeiro Lobato e Sâmala Glícia Carneiro pela força e confiança que sempre depositaram em mim.

A secretária do mestrado em agronomia Gracy Kely Monteiro sempre prestativa durante o curso, que se tornou uma grande colega.

Aos funcionários e técnicos dos Laboratórios de Química do Solo do Instituto de Ciência Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia que sempre estavam dispostos a colaborar junto para comigo.

Aos técnicos dos Laboratórios de Solos da Embrapa Amazônia Oriental sempre muito prestativos quando precisei.

Aos professores Mário Lopes da Silva Júnior, Marco André Piedade Gama, Ana Regina Araújo, Francisco Ilton de Oliveira Moraes, George Rodrigues da Silva, Maria Marly de Lourdes da Silva Santos pelos importantes ensinamentos repassados durante as disciplinas ministradas na graduação e Pós.

Por fim, agradeço sinceramente a todas as pessoas que somaram para a conclusão deste estudo

“Aprender é a única coisa que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo da Vinci

Biografia

Elaine Maria Silva Guedes, filha de José Francilio de Albuquerque Guedes e Maria Liduina da Silva Guedes, nasceu em Fortaleza, Ceará, ao 01 dia do mês de Julho de 1983.

Em março de 2002 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia.

Em novembro de 2006, graduou-se em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia.

Em março de 2007, iniciou o curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado em Agronomia, na área de Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre, na Universidade Federal Rural do Pará - UFRA.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	p. vii
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1: ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO E PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS/PA	
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.2.1 USO E MANEJO DO SOLO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS.....	16
1.2.2. USO E MANEJO DO SOLO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS.....	16
1.2.3 A MATÉRIA ORGÂNICA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO.....	18
1.2.4 ÍNDICE DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO (ÍNDICE S).....	20
1.2.5 PRODUÇÃO DE SOJA NO ESTADO DO PARÁ.....	23
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 2: ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUÇÃO DA SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS/PA.....	27
RESUMO	34
ABSTRACT.....	35
2.1. INTRODUÇÃO	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.2.1- Localização e descrição das áreas de estudo.....	37
2.2.2 - Amostragem e análises químicas do solo	37
2.2.3- Análise estatística.....	39
2.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.4 - CONCLUSÕES.....	41
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CAPÍTULO 3: ATRIBUTOS FÍSICOS E ÍNDICE S DO SOLO, SOB SISTEMAS DE MANEJO NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA.....	50
RESUMO	54
ABSTRACT	55
3.1- INTRODUÇÃO	55
3.2- MATERIAL E MÉTODOS	56
3.2.1-Localização e descrição das áreas de estudo.....	57
3.2.2-Amostragem e análise físicas do solo.....	57
3.2.3-Calculo do índice S.....	59
3.2.4- Análise estatística	61
3.3 -RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.4- CONCLUSÕES	61
3.5 -REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICAS.....	71
	72

LISTA DE TABELAS

Tabela		p.
1	Teor de argila, areia e silte de um Latossolo Amarelo em área com plantio direto com 4 e 8 anos, plantio convencional com 2 anos, pastagem e mata secundária, na profundidade de 0-0,2 m do Município de Paragominas/PA.....	40
2	Valores de matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC efetiva), fósforo disponível (P), saturação por base (V), soma de bases, (SB) saturação por alumínio (m) e coeficientes de variação (CV) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos (PD8), pastagem e mata secundária em Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	41
3	Valores de pH em água , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , $Al^{3+}+H^+$ e coeficientes de variação(CV) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos ((PD8), pastagem, mata secundária, em um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	46
4	Altura de plantas, peso seco de 100 grãos, massa seca e produtividade da soja cultivada em um Latossolo Amarelo, sob sistemas plantio direto com idades diferentes, do Município de Paragominas/PA.....	48
5	Teor de argila, areia, silte e matéria orgânica de um Latossolo Amarelo em diferentes sistemas de manejo na profundidade de 0-0,20 m do Município de Paragominas/PA.....	59
6	Médias de densidade do solo, macro, microporosidade e porosidade total nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2 anos), plantio direto 8 e 4 anos (PD8 anos e PD4 anos), Pastagem e Mata de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	63
7	Médias dos Parâmetros referentes à equação de Van Genuchten (1980) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2 anos), plantio direto 8 e 4 anos (PD8 e PD4), Pastagem e Mata de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura		p.
1 e 2	Imagem de satélite da Fazenda Juparanã Mirim e localização das áreas de coleta no município de Paragominas/PA.....	38, 58
3	Curvas de retenção da água nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2 anos), plantio direto 8 e 4 anos (PD8 anos e PD4 anos), Pastagem e Mata de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	65
4	Valores do índice S nas profundidades de 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, relativo áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2 anos), plantio direto 8 e 4 anos (PD8 anos e PD4 anos), pastagem e mata de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	67
5	Valores médios do índice S, relativo áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2 anos), plantio direto 8 e 4 anos (PD8 anos e PD4 anos), pastagem e mata de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.....	68
6	Relação do índice S em função do conteúdo de matéria orgânica de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo do Município de Paragominas/PA.....	69
7	Relação entre o Índice S e a densidade de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo, do Município de Paragominas/PA.....	70

CAPÍTULO 1: ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO ARGILOSO E PRODUÇÃO DE SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS/PA

GUEDES, Elaine Maria Silva. **Atributos químicos e físicos de um Latossolo Amarelo argiloso e produção de soja em sistemas de manejo, no Município de Paragominas//Pa** Belém: UFRA, 2009. 75p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)

RESUMO

Paragominas tem grande importância no cenário amazônico, devido à elevada produção agropecuária e madeireira. Tais atividades levaram ao desmatamento de extensas áreas que atualmente encontram-se com pastagens degradadas e/ou em recuperação com o cultivo de grãos, pois a interferência do homem nos ecossistemas naturais ocasiona o surgimento de uma série de alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. O uso agrícola com correção e adição de fertilizantes químicos, geralmente melhora a fertilidade dos solos na camada arável, enquanto que a estrutura e a matéria orgânica têm sido afetada negativamente pelas ações de preparo do solo. No entanto, os sistemas de manejo conservacionistas como o plantio direto têm melhorado a qualidade dos solos, principalmente pelo maior acúmulo de matéria orgânica. Nesse contexto foram realizadas coletas em um Latossolo Amarelo argiloso no Município de Paragominas com os seguintes sistemas de uso e manejo: mata secundária (capoeira) com cerca de 20 anos; pastagem reformada; plantio direto de 4 e 8 anos de implantação, cultivados sempre em sistema de rotação milho/soja e plantio convencional de 2 anos, cultivado em rotação arroz/soja. Foram delimitados 0,5 ha em cada área e coletas amostras deformadas e indeformadas seguindo um transecto, nas profundidades 0,0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2m, com sete repetições. As coletas foram realizadas na ocasião da colheita da soja em Março de 2007, foram retiradas cinco amostras deformadas nas linhas e entrelinhas da soja para forma uma amostra composta. Em cada ponto de coleta foram retiradas duas plantas de soja para avaliação do crescimento e produção, adotando-se 250.000 plantas/ha. O uso agrícola alterou positivamente os atributos químicos, pelo acúmulo de P, diminuição da acidez e alumínio trocável nos sistemas de manejo convencional e direto em comparação com a área de mata. O tempo de implantação do plantio direto ainda não foi suficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo, haja vista as condições climáticas da região que acelera o processo de decomposição do material orgânico. O rendimento da soja pode ser considerado superior ao do Cerrado. Independentemente do uso do solo todos os atributos físicos foram alterados de forma negativa, em relação a área de mata secundária. As alterações negativas oriundas do manejo das áreas cultivadas foram mais bem representadas pela análise e comportamento da curva de retenção de água no solo.

Palavras chaves: plantio direto, plantio convencional e atributos do solo

GUEDES, Elaine Maria Silva. Chemical and physical attributes of a clay Oxisol in soybean production and management systems in the region of Paragominas/Pa. Belém: UFRA, 2009. 75p. (Dissertação – Mestrado em agronomia).

ABSTRACT

Paragominas has great importance in the Amazonian setting, had to be high due to agriculture and timber production. These activities led to the deforestation of large areas that currently are found with degraded pastures and / or in recovery with the cultivation of grains. The interference of man in natural ecosystems causes the appearance of a series of changes in the chemical properties, physical and biological soil. The agricultural use with correction and addition of chemical fertilizers, usually improves the fertility of soil in the arable layer, while the structure and organic matter have been negatively affected by the actions of preparation of soil. However, the management systems such as conservation tillage has improved the quality of the soil, primarily by higher accumulation of organic matter. In this context, collections were made in a clay Oxisol in the city of Paragominas with the use and management systems: secondary forest (capoeira), with 20 years, reformed pasture, no-tillage, 4 and 8 years of deployment, always grown in system of succession corn/soy and conventional tillage for 2 years, grown in succession rice / soy. Were mark 0.5 ha in each area and undisturbed and disturbed samples in depths 0,0-0,05, 0,5-0,1 and 0,1-0,2 m, with seven replicates. The collections were made at the time of harvest of soybean 2007 in March, five disturbed samples were taken in the row and interrow and soybeans to form a composite sample. At each point of collection was removed two soybean plants to assess growth and production, taking up 250.000 plants /ha. The agricultural use positive to change the chemical attributes, the accumulation of P, decreased acidity and exchange aluminum in conventional tillage systems and no-tillage compared with the area of forest. The time of deployment of no-tillage, has not been enough to increase the content of soil organic matter to a, considering the climate of the region that accelerates the process of decomposition of organic material. The yield of soybean can be considered superior to the Savana. Independent of soil use all the physical attributes were changed in a negative way, for the area of forest. The negative changes from the management of cultivated areas were better represented by the look and behavior of the curve of water retention in soil

Keywords: No-tillage, conventional tillage and soil attributes

1.1- INTRODUÇÃO

O pólo de Paragominas é muito importante para a região Amazônica, devido a grandes áreas dedicadas à pecuária extensiva, atividade madeireira. Atualmente na região a atividade agrícola em expansão é o cultivo de grãos, principalmente com milho (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) e soja (*Glycine max* L Merr).

A interferência antrópica no sistema solo-água-plantas, tende a ocasionar o surgimento de uma série de alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Essas alterações têm influenciado diretamente na qualidade dos solos agrícolas. Esse problema despertou nas últimas décadas uma grande preocupação com a qualidade dos solos e a sustentabilidade da exploração agrícola no mundo.

A sustentabilidade da produção agrícola é perdida quando o uso intensivo e manejo inadequado do solo comprometem as suas propriedades químicas e físicas, conseqüentemente reduzindo a produtividade (LAL; PIRCE, 1991). A relação entre o manejo e a qualidade do solo é avaliada pelo seu efeito nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. A estrutura, a densidade, a umidade e a matéria orgânica no solo são facilmente alteradas pelo manejo, sendo estes também indicadores da qualidade do solo (DORAN; PARKIN, 1994). Mais recentemente têm sido estudados alguns índices, como o intervalo hídrico ótimo e o índice S, que refletem a qualidade física, porém a avaliação conjunta dos atributos químicos e físicos tem representado melhor a ação do manejo na qualidade dos solos agrícolas.

A fertilidade é melhorada com o uso agrícola, cultivo anual ou pastagem, desde que manejadas corretamente, devido a adições constantes de fertilizantes químicos. Porém quando o uso do solo é com pastagens extensivas ou mal manejadas a disponibilidade de nutrientes de início é ótima, e com o passar do tempo diminui associada com o surgimento da compactação.

O manejo convencional e o sistema plantio direto vem sendo utilizado em Paragominas, porém não há muita informação a respeito do comportamento químico e físico dos solos nos diferentes sistemas de uso e manejo na região. Muitos trabalhos na literatura brasileira que comparam esses tipos de uso, em relação aos atributos do solo e tem sido constatado que o plantio direto se sobressai ao plantio convencional e as pastagens, tanto no âmbito da fertilidade, principalmente pelo acúmulo de matéria orgânica e fósforo na camada superficial, como nas propriedades físicas do solo.

O objetivo foi levantar informações a respeito do comportamento dos atributos químicos e físicos dos solos função dos diferentes sistemas de uso e manejo, e a produção de soja no Estado do Pará.

1.2- REVISÃO DE LITERATURA.

1.2.1- USO E MANEJO DO SOLO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS

A utilização das propriedades químicas do solo para avaliar as mudanças ocorridas em função dos seus diferentes tipos de uso e manejo, já vem sendo relatada há vários anos na literatura. Os resultados têm sido utilizados para identificar qual a melhor maneira de utilização do solo, sem que ocorram maiores impactos negativos na natureza. No sistema plantio direto, antes mesmo de ser completamente difundido pelos agricultores, alguns estudiosos já procuravam identificar o comportamento dos solos diante desta nova tecnologia que estava sendo implantada.

Diante da falta de informações a respeito do comportamento dos nutrientes no solo quando não é revolvido Muzili (1983) observou que há um acúmulo de fósforo na camada arável, podendo até se reduzir as adubações com fósforo nesse sistema com o tempo, e uma diminuição do cálcio e magnésio em profundidade. Bayer e Mielniczuk (1997) também encontraram resultados semelhantes ao avaliarem métodos de preparo e sistemas de culturas. Eles concluíram que a utilização de sistemas de manejo do solo sem revolvimento e alta adição de resíduos culturais por cinco anos foi capaz de promover melhorias na qualidade química do solo, indicando a sua viabilidade na recuperação de solos degradados, em médio prazo.

Tognon, Demattê e Mazza (1997) afirmaram que as intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais promovem modificações nos teores de matéria orgânica (MO), na capacidade de troca de cátions (CTC), no pH, na dinâmica dos nutrientes. Estas modificações tornam-se mais evidentes, conforme aumenta o tempo de uso da área

Numa visão geral, a maioria das pesquisas relatam um aumento no teor de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e a CTC do solo na camada mais superficial do solo para o sistema plantio direto (BAYER; MIELNICZUK, 1997; SOUZA; ALVES, 2003; OLIVEIRA et al., 2004). O sistema plantio direto (PD), por exemplo, recebe

adições freqüentes de fertilizantes e corretivos, em superfície, contendo elementos que ali se acumulam. O comportamento do cálcio (Ca) e do magnésio (Mg), segundo Almeida et al. (2005) é mais variável nos sistemas de manejo do solo e dependem também do tipo de solo, seqüências de culturas, clima e diferenças na mobilidade intrínseca de cada elemento no solo. O maior teor de Ca e Mg em sistemas de culturas anuais podem ser em função da adição de calcário, à reciclagem de cálcio via decomposição de resíduos e ao aumento da CTC efetiva do solo, capaz de reter mais cátions nessa camada (SOUZA; ALVES, 2003). O fósforo se concentra mais na parte superficial do solo devido à sua baixa mobilidade (CENTURION; DEMATTÊ; FERNANDES, 1985; RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2001). Segundo Almeida et al. (2005), a maior concentração de fósforo (P) e potássio (K) na superfície dos solos sob sistema plantio direto e convencional deve-se, principalmente, ao modo de aplicação dos adubos dos dois sistemas. No PD, a distribuição ocorre a lanço ou incorporados na linha, próxima às sementes durante a semeadura, concentrando assim esse nutriente nas camadas mais superficiais do solo. No preparo convencional eles são incorporados antes de cada semeadura e homogeneizados na camada arável do solo, neste caso favorecendo até mesmo a lixiviação de K.

O sistema de PD indica uma tendência de apresentar menores valores de saturação de alumínio nos primeiros 5 cm do solo crescendo a partir daí a níveis superiores aos sistemas de preparo reduzido, convencional, superpreparado e semeadura direta (CENTURION; DEMATTÊ; FERNANDES, 1985). No entanto Bayer e Mielniczuk (1997) não encontraram diferenças entre os métodos de preparo convencional, sem preparo e preparo reduzido para o teor de alumínio. Já quando o plantio direto foi escarificado Fallerio et al. (2003) concluíram que a escarificação reduziu o Al na camada superficial (0-5 cm) do solo.

A contribuição das pastagens na dinâmica dos nutrientes é bastante diferente dos sistemas de cultivo de grãos. Isso por que quando a vegetação natural é retirada e as cinzas remanescentes da queimada são a única fonte de “adubação”. Estas contribuem para um aumento da fertilidade dando vigor inicial ao capim, porém com o passar do tempo se não houver uma manutenção adequada no suprimento de nutrientes ocorre a perda o vigor da pastagem com o declínio da produção (SANCHES, 1983)

Correia e Richart (1995) com objetivo de identificar as alterações nas propriedades químicas em solos sob pastagem, com diferentes idades, na Amazônia

Oriental, verificaram que as cinzas provenientes da queimada elevaram os níveis de quase todos os nutrientes e com o passar do tempo houve uma redução na concentração de bases trocáveis e, conseqüentemente, elevação nos teores de alumínio. Frazão et al. (2008) afirmaram que o uso do Neossolo Quartzarênico do Cerrado com pastagens, sem o manejo adequado (com reforma e reposição de nutrientes), culmina em reduções acentuadas da fertilidade e da matéria orgânica do solo. Também em solos sob Cerrado. Araújo et al. (2007) encontraram menores valores de CTC na camada de 0-5 cm nas áreas utilizadas com pastagem plantada, ao comparar com o cerrado nativo.

Zalamena (2008) confirma que os diferentes usos da terra alteraram as características químicas do solo e os sistemas que não recebem adições constantes de fontes externas causaram uma depressão química de nutrientes considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, como Ca, Mg, P e K.

1.2.2- USO E MANEJO DO SOLO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS

As características físicas do solo são que mais se modificam com a exploração agrícola, devido a intensa mobilização do solo no início do processo de preparo de área.

Do ponto de vista técnico, o sistema de manejo deve contribuir para a manutenção ou melhoria da qualidade do solo e do ambiente de crescimento radicular, bem como para a obtenção de adequadas produtividades das culturas em longo prazo (COSTA et al., 2003). No entanto, o uso, o manejo e o tempo de utilização promovem sérias alterações nas propriedades físicas que podem até causar restrições ao crescimento das plantas (ROTH; PAVAN, 1991; CASTRO FILHO et al., 1998).

A degradação das características físicas do solo, segundo Bertol et al. (2001) é um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade estrutural e aumento da erosão hídrica, sendo que essas alterações podem se manifestar de várias maneiras, influenciando o desenvolvimento das plantas. O monitoramento da qualidade do solo mediante avaliação das características físicas é necessário, tendo em vista a importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (SILVA et al., 2005).

Muitas pesquisas desenvolvidas no Brasil e em outros países apontam mudanças ocorridas nas propriedades físicas do solo em função do uso e manejo, mostrando sempre a variação dos resultados em diferentes profundidades.

De modo geral, a maioria dos resultados de pesquisas mostram aumentos de densidade do solo nas profundidades entre 0- 0,10 m no sistema plantio direto com o passar do tempo de implantação (ABRÃO et al., 1979; SILVERA et al., 1997; SILVEIRA; STONE et al., 2003; COSTA et al., 2003; SILVEIRA NETO et al., 2006). O aumento da densidade do solo tem sido considerado como conseqüência normal, nas lavouras de plantio direto, pois em alguns casos não tem afetado a produtividade (FIGUEREDO et al., 2008). Silveira Neto et al. (2006), pesquisando a influência do manejo e da rotação nas características físicas do solo de um Latossolo Amarelo distrófico, encontraram que o sistema de plantio direto contínuo de cinco anos apresentou maiores valores de densidade do solo e menores valores de macroporosidade e porosidade total.

A alteração na estrutura dos solos argilosos pelo plantio direto contínuo, com aumento na densidade e diminuição na macroporosidade e na porosidade total, pode provocar modificações no fluxo de água e nutrientes do solo e na atividade microbiana, atuando, conseqüentemente, na redução do desenvolvimento das culturas e no aumento do processo erosivo (CASTRO, 1989). Ao analisar características físicas em diversos solos de Santa Catarina, ANJOS et al. (1994) encontraram, em Latossolo e Cambissolos, maiores valores de densidade do solo nos sistemas de plantio direto e cultivo convencional, em comparação com a mata nativa. Em função dessa elevação na densidade do solo, a condutividade hidráulica do Cambissolo Bruno teve seus valores diminuídos no cultivo convencional. No entanto alguns resultados de pesquisas também encontram semelhanças entre o manejo convencional e plantio direto, quanto a densidade e porosidade do solo na camada superficial de 0-0,10 m (COSTA et al., 2003), principalmente quando há pouco tempo de uso do solo.

Quando a comparação dos atributos físicos deixa de ser somente entre os sistemas convencional e direto e passa a incluir outras formas de uso do solo, como por exemplo, pastagens, reflorestamento e sistema agroflorestais (SAF^{vs}) o comportamento passa a ser diferenciado. O uso do solo que designa a total ausência de mobilização do solo e maior aporte de conteúdo orgânico contribui para uma melhor estruturação da camada arável. As pastagens estabelecidas em

Latossolos e manejadas incorretamente, com excesso de lotação animal, um dos primeiros indícios de degradação é a compactação da camada superficial (DIAS JUNIOR, 2007).

Em estudo realizado no planalto catarinense em um Cambissolo sob diferentes sistemas de uso, Bertol e Santos (1995) concluíram que a densidade do solo no plantio convencional foi maior na camada de 0-0,05 m em relação ao plantio direto e a macroporosidade foi reduzida em 12%. Souza; Leite e Beutler (2004), avaliando o comportamento físico de um Latossolo em diferentes agroecossistemas do Amazonas, relataram que o solo sem mecanização, com sistemas de uso com capoeira de guaraná, apresentou melhor qualidade física, pois a matéria orgânica manteve-se em níveis similares à floresta nativa. Enquanto que Muller et al. (2001) avaliando pastagens da Amazônia verificaram que a degradação das pastagens resultaram em aumento de densidade do solo. Centurion; Cardoso e Natale (2001), estudando o efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas, floresta nativa, cultivo de milho, cana-de-açúcar e pastagem plantada concluíram que, independente das formas de manejo, as propriedades físicas são mais afetadas que as propriedades químicas do solo. Dessa forma, os atributos físicos em função do uso são alterados de maneira a comprometer a qualidade física do solo, desde que não sejam tomadas medidas mitigadoras, como cobertura morta, e não revolvimento do solo.

1.2.3- A MATÉRIA ORGÂNICA E SUA RELAÇÃO COM OS ATRIBUTOS DO SOLO

A matéria orgânica do solo é um dos melhores indicadores de qualidade do solo, devido sua relação direta com inúmeras propriedades físicas, químicas e biológicas (REICHERT et al., 2003). Conceição et al. (2005) consideraram a matéria orgânica como um eficiente indicador para discriminar a qualidade do solo induzida por sistemas de manejo. A matéria orgânica é responsável pela “vida” no solo, que é importante para a sua fertilidade e condições físicas (FREITAS, 2005).

Bayer et al. (2000) e Machado e Freitas (2004) afirmam que só pode ser considerado conservacionista um sistema de manejo se conseguir aumentar o teor e a qualidade de matéria orgânica no solo. Um dos sistemas conservacionistas mais efetivos no momento é o sistema plantio direto, que permite, aumentar o estoque e

melhorar a qualidade da matéria orgânica no solo. Nos sistemas agrícolas, segundo Leite (2003), a dinâmica da MO, além de ser influenciada pelo manejo de culturas e preparo do solo, também é influenciada pela adição de fertilizantes químicos e materiais orgânicos, que influem positivamente nos processos biológicos de decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo.

A função física da MOS se refere à melhoria da estrutura do solo e, conseqüentemente, aeração, drenagem e retenção de água (MARTINAZZO, 2006). Biologicamente, sua função é fornecer carbono como fonte de energia para os microrganismos, promovendo a ciclagem de nutrientes. Sua função química é manifestada por sua capacidade de interagir com metais, óxidos e hidróxidos metálicos, atuando como trocadora de íons (CTC) e na estocagem de nitrogênio, fósforo e enxofre (SCHNITZER, 1991). Outra característica a ser destacada é a liberação de ácidos orgânicos durante sua decomposição, que pode complexar o Al monomérico ou se ligar às cargas elétricas dos óxidos de ferro e alumínio, diminuindo assim, os sítios de adsorção de P (HAYNES; MOKOLOBATE, 2001).

Um papel muito importante da MO é na formação dos agregados do solo. Após a aproximação das partículas minerais, a matéria orgânica apresenta importância fundamental como um dos fatores determinantes da estabilização dos agregados (BAYER; MIELNICZUK, 1999). Dessa forma, sistemas agrícolas que adotam menor revolvimento do solo e alta taxa de adição de resíduos podem deter o declínio da qualidade estrutural de solos cultivados, bem como promover a recuperação daqueles já degradados (PALADINI; MIELNICZUK, 1991).

Machado et al. (1981) encontraram reduções no teor de MO a partir do quarto ano de cultivo do solo, aumentando as alterações à medida que aumenta o tempo de uso sob o sistema convencional. De acordo com BERTOL et al. (2001) o sistema de preparo convencional, , promove um intenso revolvimento do solo na camada superficial, podendo favorecer a decomposição da matéria orgânica e, ocasionar um efeito prejudicial considerável na qualidade estrutural do solo.

A contribuição química de grande importância da matéria orgânica em solos com carga elétrica variável é no aumento da CTC do solo. A geração de cargas elétricas da MOS é balanceada com cátions e ânions que se encontram na solução, constituindo o reservatório dos nutrientes no solo. Quando a ligação entre esses elementos e a superfície dos colóides envolve interações de natureza eletrostática, é considerada reversível, pois são ligações relativamente fracas. Dessa forma, um

determinado íon retido pode ser trocado estequiometricamente por outro, ou seja, por íons com carga numa proporção equivalente ao que estava retido, de modo a manter a eletroneutralidade do sistema (SILVA et al., 2000).

De uma maneira geral, quando a comparação dos teores de MO é feita entre sistema de plantio direto com o sistema convencional, vários trabalhos apontam uma melhoria nos teores de MO para o sistema de plantio direto, principalmente nas camadas mais superficiais do solo (BAYER; MIELNICZUK, 1997; SOUZA; ALVES, 2003; ALMEIDA et al., 2005). Por outro lado, Berreto et al. (2006) avaliando diferentes sistemas de uso em um Latossolo Vermelho Amarelo no Sul da Bahia, não detectaram diferenças no conteúdo de carbono orgânico total e nitrogênio, nos solos cultivados com cacau e pastagem em relação à mata nativa.

A matéria orgânica também é de grande importância na qualidade dos solos sob pastagem, pois com a retirada da cobertura vegetal natural os resíduos remanescentes e cinzas são a única fonte de adubação (SANCHEZ, 1983.). Sem a adição de fertilizantes químicos com o passar do tempo ocorre a diminuição da produção de forragem e, conseqüentemente, a degradação química do solo. Freitas et al. (2000), pesquisando sobre o nível e natureza dos estoques de carbono orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo, observaram que a introdução de culturas ou de pastagens exercem pequeno efeito nos teores e estoques de C nas camadas superficiais 0-0,20 m. A única diferença observada concerne a uma diminuição de 20% do estoque de carbono orgânico sob pastagem degradada em relação ao cerrado e o sistema de plantio direto possibilitou a maior estocagem de carbono orgânico no compartimento resíduos vegetais, em comparação com o sistema convencional.

No entanto, é importante salientar que a contribuição da matéria orgânica do sistema plantio direto às propriedades do solo é dependente da velocidade de decomposição da palhada, que por sua vez é dependente da condição climática de cada região (SÁ, 2004). Para que ocorra realmente a contribuição do material orgânico aos atributos do solo é de grande importância a manutenção da palhada na superfície do solo, sendo isto ainda um grande desafio no manejo do sistema plantio direto no Município de Paragominas-Pa.

1.2.4- INDICE DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO (ÍNDICE S)

Recentemente Dexter (2004 abc) apresentou a teoria do índice S como um ótimo indicador da qualidade física e estrutural dos solos. O autor se baseou em resultados experimentais de solos de vários países, com diferentes conteúdos de água, conteúdo da matéria orgânica, graus de compactação, preparo do solo e condutividade hidráulica.

O valor do índice S é fisicamente baseado na curva de retenção de água a qual reflete a distribuição de poros do solo. Dexter (2004a) usou a curva de retenção de água, como a relação entre o conteúdo de água à base de massa (θ_g) e o logaritmo do potencial de água no solo (ψ , hPa). Desta forma, a curva de retenção de água tem um único ponto característico denominado de ponto de inflexão, onde a curvatura é zero. A curva no ponto de inflexão tem somente duas características: primeiro, a sua coordenada de posição (θ_i , $\ln(\psi_i)$), onde i refere-se aos valores no ponto de inflexão e, segundo, a sua inclinação (Slope). O parâmetro físico S é definido como o valor da inclinação da curva de retenção no seu ponto de inflexão.

O valor do índice S é um indicador da condição estrutural, determinada pela microestrutura do solo, que estabelece parte da porosidade estrutural composta por uma rede de poros interligados (fendas, microfendas), sensíveis aos efeitos dos sistemas de uso e manejo do solo. Dexter (2004a) estabeleceu que os poros que ainda estão drenando (ou ocupados com água) no ponto de inflexão da curva de retenção de água são considerados poros microestruturais (microfendas), que na sua totalidade determinam o “slope”, ou seja, a curvatura da curva de retenção de água no seu ponto de inflexão.

Solos degradados do ponto de vista estrutural apresentam menores valores de S comparativamente a solos não degradados, condizentes com mudanças na distribuição de tamanho de poros para menores tamanhos. Isto implica uma redução da inclinação vertical da curva de retenção de água no seu ponto de inflexão. A compactação do solo é considerada uma das principais formas de degradação física do solo, pois modifica a distribuição do tamanho de poros estabelecidos pela estrutura do solo (DEFOSSEZ; RICHARD, 2002; KLEIN; LIBARDI, 2002).

Dexter (2004a) demonstrou a partir de vários estudos que as raízes não cresciam em os valores de $S < 0,020$, cresciam pouco entre $0,020 < S < 0,035$ e cresciam adequadamente quando $S > 0,035$. Sendo adotado como limite crítico de

desenvolvimento para as raízes valores menores que 0,035 em alguns estudos já realizado no Brasil por Tormena et al. (2008).

Características do solo como textura e estrutura, e os fatores de manejo como matéria orgânica do solo, compactação, preparo do solo, que influenciam a distribuição do tamanho de poros refletem claramente alterações nos valores de S e, portanto, na qualidade estrutural e física do solo, influenciando nas plantas. Dexter (2004a) estudou a relação entre os valores de S e o conteúdo de argila e observou que o valor de S reduziu com aumento do teor de argila. Verificou que em solos com, aproximadamente, 30 a 50% de argila, ocorreram maiores valores do S, o que pode estar associado a uma estrutura mais desenvolvida.

A redução da matéria orgânica com o manejo do solo provoca depreciação da qualidade física do solo (CARVALHO et al., 1999; BERTOL et al., 2001; ARAÚJO et al., 2004). Os diferentes sistemas de uso e manejo do solo que promovem o acúmulo de matéria orgânica melhoram a qualidade física do solo, como mostrado por Dexter (2004a), utilizando o índice S. Quantificando a qualidade física de um Latossolo, pelo índice S cultivado com plantio direto e plantio convencional, nas linhas e entre linhas de plantas, Tormena et al. (2008) observaram que os maiores valores de S ($S > 0,035$) estão nas linhas de plantios. Verificaram também que, no plantio convencional, 72% das amostras obtiveram valores de $S > 0,035$, enquanto para o plantio direto esse valor foi de 55%. Segundo esses autores, esses resultados mostram o potencial do índice S para identificar variações na qualidade física do solo em função dos sistemas de manejo e da posição de amostragem (linhas e entre linhas), evidenciando ainda, que mesmo o solo manejado com medidas conservacionista sua estrutura é afetada.

Pesquisando o efeito a longo prazo do sistema plantio direto na dinâmica da qualidade física de um Latossolo Vermelho no Paraná, Cavalieri et al. (2008) observaram um relação linear e negativa entre a densidade do solo e o S com um coeficiente de determinação de 61% e a densidade crítica de $1,27 \text{ g cm}^{-3}$ quando o $S=0,035$. Enquanto Machado, 2006 obteve uma relação negativa com 92% entre o S e a densidade do solo. Isto indica que mesmo nos solos em condições tropicais o índice também é muito influenciado pela densidade do solo, pois representa a degradação do espaço poroso.

Silva (2008) avaliando a qualidade física de um Luvisolo cultivado com sistemas agrofloretais e convencional no semi-árido cearense, observou que no

sistema de cultivo intensivo o S foi de 0,035, enquanto que nos sistemas agroflorestais e silvopastoril o S foi maior que o valor limitante. devido a grande entrada de material orgânico nos sistemas agroflorestais. A partir destes resultados obtidos em solos no Brasil, acredita-se que este índice pode tornar um potencial indicador da qualidade física dos solos tropicais, porém é preciso realizar mais pesquisas a respeito.

1.2.5- PRODUÇÃO DE SOJA NO ESTADO DO PARÁ

Segundo a CONAB, a área plantada com soja no Estado do Pará em 1997/1998 era 2,6 mil ha com produção de 5,5 mil toneladas, passando em 2005/2006 para 79,7 mil ha com uma produção de 238,1 mil toneladas. No entanto na safra 2006/2007 houve uma redução na área plantada, assim como na produção.

A expansão dessa cultura no Pará tem contado com o incentivo dos governos, fornecendo-lhe bases tecnológicas, financiamentos e infra-estrutura. O Governo estadual e instituições federais, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/Amazônia Oriental), forneceram as bases tecnológicas para seu desenvolvimento.

Os primeiros cultivos de soja no Município de Paragominas iniciaram em 1996, em campos experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, com apoio do governo do Estado, objetivando recomendar cultivares adaptadas e estimular a produção de grãos dessa região (EL-HUSNY et al., 2003). A tendência de aumento de rendimento e a área plantada nessa região são das mais otimistas, pois as condições climáticas, o relevo e os solos da região, por suas características físicas e químicas, não apresentam impedimento para a produção de grãos. Estes solos, principalmente aqueles que vêm sendo incorporados ao cultivo da soja, são do tipo Latossolo Amarelo, textura média a argilosa ou muito argilosa (EL-HUSNY et al., 1999; RODRIGUES et al., 1999)

O sistema de preparo do solo na região é basicamente em sistema convencional, com migração para o sistema plantio direto, porém como as condições do clima da região Amazônica é muito adversa ao cerrado, o plantio direto no Pará ainda tem muitos entraves principalmente em relação a persistência da palhada no solo.

O cultivo de soja no Estado do Pará tem em torno de uma década e devido a isto não há resultado de pesquisas que comparam a produção de soja em diferentes sistemas de manejo do solo. Diante disso optou-se por reunir alguns resultados de outras regiões do país.

Santos; Lhamby e Spera (2006) pesquisando sobre o rendimento da soja em diferentes sistemas de manejo e rotação em um Latossolo Vermelho do Rio Grande do sul, observaram que a produção de grãos e peso de 1000 grãos foram maiores no plantio direto e cultivo mínimo comprado ao preparo convencional e a combinação de sistemas conservacionistas e a rotação de culturas favorece maior rendimento da cultura de soja.

Secco et al. (1996) e Vieira et al. (2004), trabalhando com a cultura da soja, não observaram diferença no rendimento de grãos comparando vários sistemas de manejo de solo, entre eles o PD e a escarificação em plantio direto. Em contrapartida, Ferreras et al. (2001), concluíram que o rendimento de soja sob PD foi 47,88% inferior ao plantio direto escarificado (PDE), todos em condições de cerrado brasileiro.

É importante perceber que às vezes são contraditórias as informações a respeito de produção de soja em diferentes sistemas de manejo em regiões distintas devido a vários fatores, dentre eles o tipo de solo e o tempo de uso d sistema. Por isso que as pesquisas sobre o comportamento dos atributos químico e físicos do solo e a produção de soja comparativamente aos sistemas de manejo na região de Paragominas é muito importante por ser uma região que desponta em aumento de área plantada.

1.3-REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRÃO, P. U. R.; GOEPFERT, C. F.; GUERRA, M.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v3, p.169-172, 1979.

ALMEIDA, J. A.; BERTOL, L.; LEITE, D.; AMARA, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, L, W. A. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 437-445. 2005.

ANJOS, J. T.; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTO, V.T.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.139-145, 1994.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.

BARRETO, A. C. LIMA, F. H. S. FREIRE, M. B. G. DOS S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo Sob floresta, sistema Agroflorestal e Pastagem no sul da Bahia **Revista Caatinga** Mossoró, Brasil, v.19, n.4, p.415-425, 2006

BAYER, C. et al. Tillage and cropping system effects on organic matter storage in an Acrisol soil in southern Brasil. **Soil Tillage Research**, v. 54, p. 101-109, 2000.

_____, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese. p. 9-26. 1999

_____, C.; MIELNICZUUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 105-112, 1997.

BERTOL, I. ; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no planalto catarinense. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 263-267. 1995.

_____, I.; BEUTLER, J. F., LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 555-560, 2001.

_____, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades Físico-Hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília**, v. 30, n.2, p. 263-267, 2005.

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

CASTRO, O. M. **Compactação do solo em plantio direto**. In: Fancelli, A.L. (coord.). Plantio direto no Estado de São Paulo. Piracicaba: FEALQ/ESALQ. p.129-139, 1989

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A.P.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R.; HAKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.254-258, 2001.

_____, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I.; FERNANDES, F. M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 267-270, 1985.

CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J. & SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29 n.5. p.777-788, Viçosa. 2005.

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.30, p.107-114, 1995.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.27, p.527-535, 2003

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 23, p. 703-709, 1999.

DEFOSSEZ, P.; RICHARD, G. Models of soil compaction due to traffic and their evaluation. **Soil Tillage. Research.**, v.67p.41-64, 2002.

DEXTER, A. R. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density and organic matter and effects on root growth. **Geoderma**, v.120, p.201-214, 2004a.

_____, A.R. Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tith and hard-setting. **Geoderma**, v.120, p.215-225, 2004b.

_____, A.R. Soil physical quality: Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. **Geoderma**, v.120, p.227-239, 2004c.

DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação**. 3.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of American**. v. 35, p.3-21, 1994.

EL-HUSNY, J. C; ANDRADE, E. B. DE; ALMEIDA, L. A. DE; KLEPKER. D; MEYER, M. C. **BRS Tracajá: cultivar de soja para a região Sul do Pará**. Comunicado técnico abril 2003

_____, J.C.; ANDRADE, E.B. de; MEYER, M.C.; ALMEIDA, L.A. de. **Cultivares de soja para microrregião de Paragominas, Pará**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 19p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 76).

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C .S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1097-1104, 2003.

FIGUEREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um Latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. **Journal Biosciencia**. Uberlândia, v.24, n.3, p. 24-30, 2008.

FRAZÃO, L.A.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; CERRI. C.C.; CERRI. C. E. P. Propriedades químicas de Neossolo Quartzarenico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 43. 5: 641-648, 2008.

FREITAS, P. L. **Sistema Plantio Direto: Conceitos, Adoção e Fatores Limitantes**. Comunicado Técnico 31. Rio de Janeiro, Dez. 2005.

_____, P.L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRELARROUY, M.C.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.157-170, 2000.

HAYNES, R. J.; MOKOLOBATE, M. S. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. **Nutrient cycling in agroecosystems**, v. 59, p. 47-63, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2006

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V.26, p.857-867, 2002

LAL, R.; PIRCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F. J. (Ed.). Soil managment for sustainability. Ankeny: **Soil and Water Conservation Society**, p.1-5. 1991

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

MACHADO, J. A.; PAULA SOUZA, D.M. DE; BRUM, A.C.R. de. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.1, p.187-189, 1981.

MACHADO, J. L. **Qualidade física de solo em distintos sistemas de uso e manejo quantificado pelo índice S**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2006. 45p.

MACHADO, P. L. O. de A.; FREITAS, P. L. de. No till farming in Brazil and its impact on food security and environmental quality. In: LAL, R.; HOBBS, P.; UPHOFF, N.; HANSEN, D. **Sustainable agriculture and the rice-wheat system**. Marcel Dekker, New York. p. 291-310. 2004.

MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em Áreas sob plantio direto consolidado**- Dissertação de mestrado UFSM, Rio Grande do Sul. p.84. 2006

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. DE F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F. DA S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, 2001

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.7, p.95-102, 1983.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR M. S., RESCK, D. V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 135-140, 1991.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 27, n.2, p. 29-48, 2003.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 151-160,. 2001.

RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de; SANTOS, P.L.; SILVA, J.L. da. **Zoneamento Agroecológico do Município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 64p, 1999,

SÁ, J. C M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. ; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L. ; BOUZINAC, S. e VENZEKE FILHO, S. P. O plantio direto como base de produção. **Revista Plantio Direto**. v.84, p.45-61, 2004.

SANCHEZ, P. A.; VILLACHICA, J. H.; BANDY, D. E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. **Soil Science Society America Journal**, 47:1171-1178, 1983.

SANTOS, H.P DOS.; LHAMBY, J. C.B.; SPERA, T.S. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas Rendimento de grãos de soja em função de diferentes. **Ciência Rural** Santa Maria, v.36, n.1, p.21-29, 2006

SCHNITZER, M. Soil organic matter – the next 75 years. **Soil Science**, v. 151, p. 41-58, 1991.

SECCO, D.; DA ROSS, C. O.; FIORIN, J. E.; PAUTZ, C. V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-escuro. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1, Lages, 1996. **Resumo Expandido**. Lages: SBCS, p. 127-8. 1996.

SILVA G. L. da. **Qualidade física de um Luvissole cultivado com sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Ceará, p.70, 2008.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2485-2492, dez. 2000.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, M. M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na Bacia Alto do Rio Grande-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 719-730, 2005.

SILVEIRA NETO, A. N. da, SILVEIRA, P. M. da, STONE, L. F., OLIVEIRA, L. F. C. de. Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n.1, p. 29-35, 2006

SILVEIRA, P. M. DA, J. G. DA SILVA, L. F. STONE, F. J. P. ZIMMERMANN. 1997. Efeito de sistema de preparo na densidade do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Anais 26. Rio de Janeiro. Resumos. 1 CD-ROM.

_____, P. M.; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 240-244, 2003.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2003

_____, Z. M.; LEITE, J. A.; BEUTLER, A. N. Comportamento de atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob agroecossistemas do Amazonas. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.654-662, 2004.

TOGNON, A. A.; DEMATTÊ, J. A. M.; MAZZA, J. A. Alterações nas propriedades químicas de Latossolos roxos em sistemas de manejo intensivos e de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21p. 271-278, 1997.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; IMHOFF, S.D.C.; DEXTER, A.R. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Scientia Agricola**. v.65, p.56-60, 2008.

VIEIRA, M.L.; KLEIN, V.A.; MÄSSING, J.P.; SIMON, M.A. Produção de massa seca de azevém e rendimento de soja em plantio direto escarificado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, Santa Maria, 2004. **Resumos Expandidos**. Santa Maria: SBCS; UFSM, 2004. CD-ROM.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos Químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto – RS**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

CAPITULO 2- ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E PRODUÇÃO DA SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS/PA.

RESUMO

Na última década teve início no Município de Paragominas o cultivo de grãos em áreas de floresta e pastagens degradadas por meio do sistema convencional e, mais recentemente com o plantio direto. O objetivo foi avaliar os atributos químicos de um Latossolo Amarelo argiloso, sob diferentes sistemas de manejo e a produção da soja, no Município de Paragominas. Os sistemas de uso e manejo avaliados foram: mata secundária (capoeira) com cerca de 20 anos; pastagem reformada; plantio direto de 4 e 8 anos de implantação, cultivados sempre em sistema de rotação milho/soja e plantio convencional de 2 anos, cultivado em rotação arroz/soja. As áreas cultivadas com grãos receberam adubação com 350 kg ha^{-1} , da formulação 02-28-20, no ano agrícola de 2006/2007. A coleta do solo ocorreu na ocasião da colheita da soja, em março de 2007. O uso agrícola do solo alterou os atributos químicos de forma positiva, pelo acúmulo de P, diminuição da acidez e alumínio trocável em todos os sistemas de manejo do solo em relação à área de mata. O tempo de implantação do plantio direto, ainda não foi suficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo a níveis satisfatórios, haja vista as condições climáticas da região que acelera o processo de decomposição do material orgânico. O rendimento da soja independente do tempo de implantação do plantio direto pode ser considerado superior ao do Cerrado.

Palavra chaves: fertilidade do solo, plantio direto e produtividade da soja

ABSTRACT

In the last decade started in region-Paragominas (PA) the cultivation of grains in areas of degraded forest and pasture through the conventional tillage system and more recently with no-tillage. The objective was to evaluate the chemical attributes of a clay Oxisol under different management systems and production of soybean in the region of Paragominas (PA). The use and management systems were: secondary forest (capoeira), with about 20 years, reformed pasture, no-tillage 4 and 8 years of implantation, when grown in succession system of corn/soybean and conventional tillage for 2 years, grown in succession rice/soy. The areas planted with grain received fertilization with 350 kg ha^{-1} , the formulation 02-28-20 in the agricultural years of 2006/2007. The collection of soil occurred at the time of harvest of soybean in March 2007. The agricultural use of soil chemical attributes the change in a positive way, by the accumulation of P, decreased acidity and aluminum in all soil management systems on the area of forest. The time of deployment of tillage, has not been sufficient to increase the content of soil organic matter to a satisfactory level, considering the climate of the region that accelerates the process of decomposition of organic material. The yield of soybean regardless of length of deployment of tillage can be higher than in the Savana.

Key-words: Soil fertility, no-tillage, yield of soybean

2.1-INTRODUÇÃO

Na década de noventa, com a crise do setor madeireiro, teve início no Município de Paragominas o cultivo de grãos em áreas de floresta secundária (capoeiras) e de pastagens degradadas. Atualmente esta região é o maior pólo produtor de grãos do Estado do Pará,

Os solos mais representativos do município são os Latossolos Amarelos de textura média a muito argilosa, abrangendo mais de 81% do município (RODRIGUES et al., 2002a). Por apresentarem acidez elevada, baixos conteúdos de matéria orgânica, de P disponível e de bases trocáveis, torna a calagem e a adubação práticas indispensáveis para atingir níveis satisfatórios de produtividade. O uso destas áreas para produção de soja é basicamente com sistemas de manejo convencional, no entanto nos últimos anos foi introduzido o sistema plantio direto naquela região.

O intenso revolvimento do solo, em sistemas convencionais, pode resultar no esgotamento do solo, em função da diminuição no conteúdo de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, afetando negativamente as propriedades físicas (MUZILLI, 1983; BAYER; MIELNICZUK, 1997; DE MARIA et al., 1999) e por conseqüência redução da produtividade com o tempo.

As pastagens manejadas incorretamente também contribuem para o esgotamento físico e químico do solo, principalmente nos Latossolos argilosos, quando com umidade elevada, o pisoteio excessivo do gado pode provocar compactação (CORREIA; REICHARDT, 1995). Nestas condições há o favorecimento da erosão e conseqüentemente da perda de bases trocáveis, fatores que têm limitado a produtividade das pastagens. A adoção de medidas nestes sistemas de uso solo, que promovam o aumento da matéria orgânica é indispensável para a sustentabilidade da produção, já que ela contribui para a qualidade química e física do solo.

O sistema plantio direto, que preconiza a manutenção de resíduos/palhada sobre o solo e a mínima alteração em sua estrutura pode se constituir em uma alternativa importante para a manutenção e/ou aumento da matéria orgânica no solo. No entanto, a rápida decomposição da palhada, favorecida pelas condições climáticas regionais tem trazido dificuldades para o estabelecimento do mesmo na região. A persistência da palhada é um fator fundamental para o sucesso do plantio

direto, por promover alterações positivas dos atributos químicos do solo e melhoria na eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas (SÁ, 1993). Dentre as alterações promovidas pelo plantio direto destaca-se o acúmulo de matéria orgânica, de nutrientes na camada superficial e redução do alumínio trocável. Além disso, a matéria orgânica do solo pode representar 80% da capacidade de troca de cátions (KLEPKER; ANGHINONI, 1995; SILVEIRA; CUNHA, 2002).

Dessa forma, tratando-se de uma atividade agrícola que tende a se expandir no Município de Paragominas e no Estado a avaliação dos atributos químicos do solo, pode contribuir decisivamente para a sustentabilidade e sucesso do cultivo na região. Assim, hipótese que norteia este pesquisa é que os diferentes usos e manejos do solo de Paragominas alteram os seus atributos químicos e físicos. Portanto, o objetivo foi avaliar os atributos químicos de um Latossolo Amarelo argiloso, sob pastagem, plantio direto com 4 e 8 anos, plantio convencional de 2 anos e área de vegetação secundária, além da produção da soja no sistema plantio direto, no Município de Paragominas/PA

2.2-MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1- Localização e descrição das áreas de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na fazenda Juparanã Mirim (Figura 1), localizada no município de Paragominas-PA, sob as coordenadas 02° 55' 24" S e 47° 34'36"W. As áreas selecionadas foram classificadas como Latossolo Amarelo muito argiloso (EMBRAPA, 1999), O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, com temperatura média anual de 26,5°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.800 mm com duas estações, uma chuvosa que vai de dezembro a maio e outra menos chuvosa de junho a novembro. A umidade relativa do ar varia de 70% a 90% (RODRIGUES et al., 2002b). O relevo predominante da região varia de plano a suave ondulado, com altitude média em torno de 200 m e predomínio de vegetação secundária (capoeira) (RODRIGUES et al., 2002b).

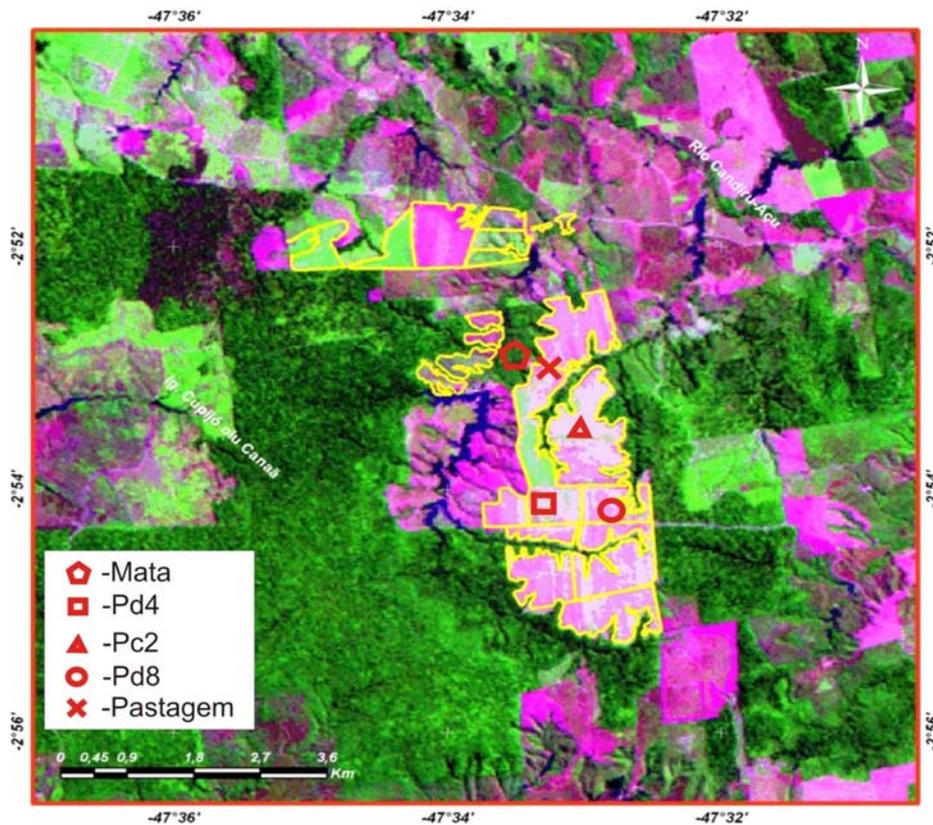


Figura 1- Imagem de satélite da Fazenda Juparanã Mirim e localização das áreas de coleta no município de Paragominas/PA

Os sistemas de uso avaliados na propriedade foram:

Mata secundária (capoeira) com cerca de 20 anos (mata secundária).

Pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*) reformada no ano de 2005, com uma roçagem e aplicação de 1 t ha^{-1} de calcário dolomítico sem incorporação (Pastagem). Utilizada em sistema de pastejo extensivo com taxa de lotação animal de 1 UA/ha, antes esta era pastagem degradada.

Plantio direto com 8 anos de implantação (PD8); cultivado sempre em rotação milho/soja, sendo realizadas duas escarificações, em 2005 e 2007 a 0,25 m de profundidade.

Plantio direto com 4 anos de implantação (PD4) sem escarificação cultivado em rotação milha/soja. A espécie utilizada como cobertura do solo nos PD's era o *Brachiria ruziziense*

Plantio convencional de 2 anos (PC2), cultivado em rotação arroz/soja, preparado com gradagem anual a 0,2 m de profundidade.

Antes todas as áreas cultivadas com grãos eram capoeiras de mais ou menos 20 anos. As aplicações de fertilizantes e corretivos foram feitas de forma semelhante nas áreas cultivadas com grãos. Foram aplicados 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico nas áreas cultivadas com soja, no início da safra de 2005, incorporado somente no sistema convencional, e 350 kg ha⁻¹ de NPK, na formulação 02-28-20, por ocasião do cultivo da soja..

2.2.2- Amostragem e análises químicas do solo

As amostragens do solo ocorreram na ocasião da colheita da soja em março de 2007. Em cada sistema de manejo foi delimitado 0,5 ha e realizado as coletas nas seguintes profundidades: 0- 0,05; 0,05- 0,1 e 0,1- 0,2 m. Foram coletadas cinco amostras simples em cada profundidade para formar uma amostra composta, com 7 repetições em todas as profundidades. As amostras foram coletadas a distâncias equivalentes, seguindo um transecto nas áreas estudadas, totalizando 21 amostras por sistema de manejo. Nas áreas de plantio direto e convencional as amostras de solo foram coletadas na linha e entrelinha da soja e homogeneizadas.

As amostras de solo foram secas ao ar e homogeneizadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para as análises químicas e granulométricas, que foram realizadas segundo Embrapa (1999).

O pH foi determinado em água na relação (solo: solução de 1:2,5); o P e K foram extraídos por Mehlich-1 (0,0125 mol L⁻¹ de H₂SO₄ + 0,05 mol L⁻¹ de HCl), sendo o P determinado por colorimetria e o K por fotometria de chama; Al, Ca e Mg extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, sendo o Al determinado por titulação (volumetria de neutralização), enquanto que Ca e Mg foram determinados por complexometria com EDTA; H+Al extraído com solução de acetato de cálcio 1 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinado por titulação. O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley e Black, baseado no princípio da oxidação da matéria orgânica, com dicromato de potássio em meio sulfúrico.

A caracterização granulométrica das áreas foi determinada seguindo o método da pipeta com queima da matéria orgânica (Tabela 1). Foram calculados ainda a soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺), capacidade de troca de cátions efetiva (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Al³⁺), saturação por alumínio (m%=Al.100/S+Al) e a saturação por bases (V%=SB.100/CTCpH7).

A avaliação da produção da soja foi realizada nos sistemas de plantio direto de 4 e 8 anos, pois a área de plantio convencional já havia sido colhida a soja. Foram coletadas duas plantas de cada ponto de coleta de solo e baseado em amostragem do stande na área estabeleceu-se 250.000 plantas por hectare, para o cálculo da massa seca e da produção.

As plantas e os grãos foram secos em estufa de circulação forçada a 65°C, até peso constante, para determinação da massa seca da parte aérea e peso de grãos, sendo estes corrigidos para 13% de umidade.

Tabela 1. Teor de argila, areia e silte de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso e manejo, do Município de Paragominas/PA.

Sistemas de uso	Argila	Areia	Silte
	-----g kg ⁻¹ -----		
Plantio convencional com 2 anos	872	103	25
Plantio direto com 8 anos	873	51	76
Plantio direto com 4 anos	879	50	71
Pastagem	506	444	50
Mata secundária	904	40	56

2.2.3-Análise estatística

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando Statistical Analysis System (SAS Institute, 1999).

2.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso agrícola ocorreu uma redução do teor de matéria orgânica do solo em todos os sistemas de uso em relação à área de mata secundária, exceto para o PD8 na profundidade de 0-0,1 m, enquanto que na profundidade de 0,1-0,2 m menores valores foram observados no plantio direto com 4 anos (PD4) e na pastagem (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC efetiva), fósforo disponível (P), saturação por base (V), soma de bases, (SB) saturação por alumínio (m) e coeficientes de variação (CV) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos (PD8), Pastagem e mata secundária em Latossolo Amarelo do Município de Paragominas /PA.

	PC2	PD4	PD8	Pastagem	Mata sec.	CV
Profundidade, m	MO g kg ⁻¹					%
0-0,05	31,7b	25,9b	31,4ab	28,1b	39,9a	12,25
0,05-0,1	25,8bc	21,6c	27,4b	21,3c	33,1a	17,16
0,1-0,2	21,8ab	17,2b	28,3a	17,3b	22,9ab	27,09
0-0,2	26,45ab	21,50b	29,04a	22,23b	31,95a	24,58
	P mg dm ⁻³					
0-0,05	4,5bc	31,2a	31,7a	24,5ab	1,3c	70,49
0,05-0,1	3,8b	36,7a	42,3a	2,7b	1,8b	60,88
0,1-0,2	3,1b	30,4a	32,9a	2,4b	1,3b	48,93
0-0,2	3,76b	32,76a	37,95a	9,86b	1,24c	69,00
	CTC efetiva mmol _c dm ⁻³					
0-0,05	70,2a	75,7a	53,0b	45,1bc	36,8c	13,40
0,05-0,1	41,2bc	58,4a	50,9ab	40,3c	25,9d	21,50
0,1-0,2	44,4a	47,1a	40,4a	26,0b	18,4b	18,44
0-0,2	52,02ab	60,41a	48,12b	37,15c	27,04c	27,40
	SB mmol _c dm ⁻³					
0-0,05	66,05a	71,9a	47,25b	36,85c	21,12d	16,66
0,05-0,1	34,08bc	55,08a	44,85a	26,66b	1,11c	28,41
0,1-0,2	31,81b	41,57a	33,27ab	14,64c	5,27d	22,58
0-0,2	43,9b	56,20a	41,79b	26,12c	12,54d	37
	V %					
0-0,05	55,93b	70,19a	48,28b	45,88b	20,08 c	16,31
0,05-0,1	40,20 b	62,43a	46,79b	38,31 b	16,61 c	23,33
0,1-0,2	42,41ab	52,68a	39,31 ab	29,03 b	8,12 c	26,09
0-0,2	46,18ab	61,76a	44,79ab	37,74b	14,92c	
	m%					
0-0,05	6,12 c	4,98c	11,24bc	18,98 b	42,76a	39,27
0,05-0,1	20,18 bc	5,99c	12,13 c	34,23 b	58,98a	41,36
0,1-0,2	30,00bc	11,94c	18,13c	43,63b	71,04a	37,41
0-0,2	18,77c	7,64c	13,83c	32,28b	57,71a	50,70

Letras iguais nos sistemas de manejo não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

No sistema convencional, a redução da MO pode estar relacionado ao aumento da taxa de decomposição devido à mobilização do solo. Neste caso, com o revolvimento ocorre um desbalanço negativo entre a adição e perda de carbono no solo (BAYER, 1996). Nas áreas com o sistema plantio direto esperava-se que a deposição dos resíduos vegetais na superfície do solo fosse suficiente para manter ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo. No entanto, reduções no conteúdo de C orgânico de um Neossolo sob plantio direto e convencional no cerrado também

foram observadas por Frazão et al. (2008) e por Perin; Ceretta e Klamt. (2003) no Rio Grande do Sul em dois Latossolos Vermelho de textura argilosa e média, com o tempo de uso em sistema de plantio direto.

As condições climáticas de elevada umidade e temperatura na região de Paragominas favorecem a decomposição da matéria orgânica do solo, o que tem se constituído no maior entrave ao acúmulo de matéria orgânica do plantio direto. Além disso, os primeiros cinco anos do sistema plantio direto (fase inicial) os solos apresentam baixo conteúdo orgânico e baixo acúmulo de palhada, sendo que no período entre cinco e dez anos (fase de transição) é que inicia-se o acúmulo de palhada na superfície e carbono orgânico (SÁ, 2004). Como as áreas cultivadas nesse sistema se encontram com tempo de uso no limite entre a fase inicial e a transição, considerando ainda que as condições climáticas locais diminuem a persistência da palhada, pode se esperar um baixo conteúdo de matéria orgânica.

Constatou-se uma redução dos teores de MO em todos os sistemas de uso e manejo do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcante et al. (2007) em um Latossolo Vermelho argiloso em São Paulo, os autores afirmam ainda que essa diminuição poder atribuída à decomposição da matéria orgânica humificada em virtude do baixo retorno do resíduos vegetais ao solo. O baixo conteúdo de matéria orgânica na pastagem pode ser justificado por esta ter sido reformada há apenas dois anos. Além disso, a remoção da cobertura vegetal do solo leva a uma taxa de decomposição da matéria orgânica de 40 a 60% do valor inicial, com o manejo do solo (SANCHEZ et al., 1983). Tal redução se dá em consequência das modificações da temperatura e umidade do solo, muitas vezes associadas ao revolvimento do solo que favorecem a atividade microbiana. No entanto, tem sido observado em áreas com pastagem cultivada aumento da MO no solo, devido a incorporação do carbono da biomassa radicular da vegetação nativa (FERNANDES et al., 1999)

As áreas com PD4, PD8, PC2 e pastagem não diferiram estatisticamente na profundidade de 0-0,05m para MO. Os valores de MO na área de PC2 semelhantes aos do PD se justifica por se tratar de uma área recentemente convertida à exploração agrícola, a qual ainda tem presente muitos restos da vegetação natural que foram incorporados durante o preparo de área. Por outro lado, nas áreas de plantio direto o tempo de implantação é um fator de grande influência para o maior acúmulo de matéria orgânica no solo. Para Frazão et al. (2008) para que se observe

diferenças entre os dois sistemas de manejo, convencional e direto, é preciso se levar em consideração também o tipo de solo, rotação/sucessão de culturas, condições climáticas e tempo de implantação do sistema de manejo. Muzilli (1983) concluiu que houve um aumento de matéria orgânica com tempo de uso em dois sistemas de manejo, prevalecendo maior conteúdo no plantio direto do que no convencional

Em pastagens do cerrado com bom nível de manejo tem sido observado manutenção e acúmulo de matéria orgânica no solo, mas quando estão em fase de degradação ou superpastejadas tendem a perder C orgânico (SILVA et al., 2004).

Os maiores valores de CTC ocorreram nas áreas que receberam calagem e adubação, plantio convencional e direto, na camada de 0-0,05 m (Tabela 2). Este resultado pode ser devido ao aumento da concentração de Ca e Mg e de K promovidos pela calagem e adubação potássica, respectivamente. Além disso, as correlações entre a CTC x MO, foram significativas ($p < 0,01$), na área PC 2 anos ($r = 0,47$), na área PD4 anos ($r = 0,85$), pastagem ($r = 0,54$) e no PD 8 anos ($p > 0,05$) e ($r = 0,71$). Siqueira Neto (2006) e Cavaleri et al. (2004), também obtiveram altas correlações e significativas na semeadura direta. Isto mostra a importância da matéria orgânica do solo na formação das cargas elétricas em solo, independente do tempo de uso e manejo aplicado. A CTC maior na camada superficial do solo sob plantio direto com 21 anos de implantação no Paraná foi observado por Ciotta et al. (2003), o qual foi atribuído ao aumento da matéria orgânica, também com altas correlações.

O cultivo do solo com uso da adubação fosfatada aumentou a concentração de P em relação à área de mata (Tabela 2). As maiores concentrações de fósforo foram obtidas nas áreas com sistema de plantio direto, em todas as profundidades. Este resultado pode estar relacionado ao maior tempo de uso dessas áreas, conseqüentemente ao maior número de adubações fosfatadas, evidenciando o acúmulo de P neste sistema com o tempo de uso. Os valores observados para P neste trabalho são inferiores aos obtidos por Cavaleri et al. (2004) de $42,9 \text{ mg dm}^{-3}$, na camada de 0-0,05 m, em Latossolo Vermelho eutroférrico argiloso, com 10 anos de plantio direto. Os menores valores de P obtidos neste trabalho podem ser devido ao menor tempo de cultivo no sistema plantio direto. Maiores acúmulos de P nas camadas de 0,05 e 0,1 m sob plantio direto, quando comparado ao sistema convencional foram observados, também, por Muzilli (1983), em dois Latossolos do

Estado Paraná. Perin; Ceretta e Klamt. (2003), também, obtiveram um incremento gradual de P nos solos com o tempo de uso em sistema conservacionista.

Em decorrência dos maiores valores de pH no PD4 (Tabela 3), observou-se um maior de bases trocáveis neste sistema de manejo do solo em todas as profundidades. A saturação por base (V) foi maior que 50% em todas as camadas do solo no PD4, enquanto que no PC2 foi apenas à camada de 0-0,05 m de profundidade (Tabela 2). Tais valores de V satisfaz a exigência da cultura da soja para os solos do Estado do Pará (CRAVO; EH-HUSNY, 2007). A diminuição das bases trocáveis em profundidade no PD8, pode esta associada às duas escarificações feitas no solo na linha de plantio da soja, pois isso pode fazer com os cátions desçam mais baixo que 20 cm (SILVEIRA, 1988).

A saturação por alumínio (m) segue o mesmo padrão que foi observado para o teor de alumínio (Tabela 2 e 3), ou seja, os maiores valores estão na área de mata e aumentando em profundidade. Não se observou diferenças entre o PC2, PD4 e PD8 em todas as camadas. Na pastagem por conta da aplicação do calcário na superfície e sem incorporação observaram-se valores baixos de m e altos de V na profundidade de 0-0,05 m.

A acidez trocável variou entre os sistemas de uso solo, sendo os menores valores em relação a área de mata, obtidos na profundidades de 0,05 e 0,1 m (Tabela 3). Os maiores teores de alumínio na camada de 0,2 m nas áreas de plantios direto e na pastagem estão diretamente relacionado a calagem em superfície nestes sistemas de uso do solo, que se refletiram em maiores teores de cálcio e magnésio na camada superficial. Estes resultados estão de acordo com os de Muzilli, (1983); observou diminuição do alumínio trocável em dois Latossolo Vermelho com 5 anos de cultivo em sistema plantio direto e com os de Perin; Ceretta e Klam,(2003) em um Latossolo Vermelho argiloso com 8 anos de cultivo agrícola. É importante perceber que independente do sistema de cultivo e da incorporação ou não, a calagem foi eficaz na redução do alumínio do solo até 0,1 m, neste solo.

A acidez potencial foi inferior em todos os sistemas de cultivo em relação à área de mata, para todas as profundidades. A redução dos teores de alumínio trocável e da acidez potencial nas camadas 0,05 a 0,1 m das áreas de plantios direto pode ser pela calagem e também devida a presença de ácidos orgânicos que

complexam o H^+ e Al^{+3} livres e pelo aumento da CTC pelo Ca, Mg e K adicionados via resíduos vegetais decompostos (FRANCHINI et al., 1999)

Os valores de pH foram maiores nas áreas cultivadas, sendo que a área com pastagem, que recebeu menor dose de calcário, apresentou pH mais baixo e muito próximo daqueles observados na área com vegetação remanescente (Tabela 3). Na área com PD4 o pH foi superior as demais áreas cultivadas, bem como a concentração de Ca e Mg, na camada de 0-0,1 m. Tal resultado poder ser justificado pelo não revolvimento do solo na área com PD4, diferentemente das áreas com PD8, que foram feitas duas escarificações nos últimos quatro anos, e PC2 que é realizada aração e gradagens anuais. Outro fator que pode ter contribuído para o maior pH, Ca e Mg no PD4 é a não incorporação do material orgânico que potencializa os efeitos da calagem superficial, devido a liberação de ácidos orgânicos de baixa massa molar, capaz de mobilizar Ca, Mg e aumentar o pH (FRANCHINI et al., 1999, 2001 e 2003) nas camadas superficiais do solo.

As áreas com PC2 e PD8 apresentaram uma acidez mais uniforme nas camadas do solo, principalmente naquelas atingidas pela mobilização do solo, que incorpora o calcário aplicado e os resíduos vegetais. Em Latossolo Amarelo com oito anos sob plantio direto e que passou por uma escarificação do solo, Cavalieri et al. (2004) observaram valores de pH uniforme na profundidade de 0 a 0,2 m e uma maior acidez do solo quando comparado a áreas não escarificadas.

Constatou-se uma acidez elevada e baixa concentração de Ca e Mg na área de pastagem, a pesar da aplicação superficial de 1 t ha^{-1} de calcário. Tal resultado sugere que a quantidade de calcário aplicada não foi suficiente para aumentar o pH para valores maior que cinco, ou esta pratica deve ser repetida com maior frequência em função da grande exportação dos nutriente devido ao pastejo intensivo do gado. Depois de cessado os efeitos da queima da vegetação natural, que melhora temporariamente a fertilidade do solo, e não utilizadas práticas de manejo adequadas a correção da fertilidade ocorre o aumento da acidez do solo e, conseqüentemente, redução dos teores de Ca, Mg e K (CORREIA; REICHART, 1995; DIAS FILHO, 2007)

Tabela 3. Valores de pH em H₂O , Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, Al³⁺+H⁺ e coeficientes de variação(CV) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos ((PD8), pastagem, mata secundária, em um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.

	PC2	PD4	PD8	Pastagem	Mata sec.	CV
Profundidade, m	pH, H ₂ O					%
0-0,05	5,0b	6,2a	5,3b	4,9b	4,2c	5,6
0,05-0,1	5,3b	6,4a	5,2b	4,5bc	4,3c	8,9
0,1-0,2	4,8ab	5,7a	5,4a	4,8bc	4,2c	7,0
0-0,2	5,16b	6,08a	5,30b	4,86c	4,25d	7,78
	Ca ²⁺ mmol _c . dm ⁻³					
0-0,05	26,9b	46,0a	30,7b	22,7b	8,2c	30,3
0,05-0,1	22,0bc	37,8a	28,3b	15,2c	3,0d	27,6
0,1-0,2	21,9a	26,2a	19,6ab	8,5bc	1,28c	45,9
0-0,2	23,65b	36,69a	26,21b	15,49c	4,18d	40,53
	Mg ²⁺ mmol _c . dm ⁻³					
0-0,05	17,8ab	22,5a	12,8b	12,1b	11,7b	47,5
0,05-0,1	9,3b	13,6a	13,7a	10,2ab	7,4b	49,6
0,1-0,2	7,5ab	12,0a	10,9ab	5,0bc	3,3c	55,2
0-0,2	11,55ab	16,05a	12,52ab	9,12b	7,50b	58,19
	K ⁺ mmol _c . dm ⁻³					
0-0,05	6,0a	3,4bc	3,6b	2,0cd	1,1d	30,1
0,05-0,1	2,7ab	3,6a	2,8a	1,5bc	0,6c	36,3
0,1-0,2	2,3a	3,3a	2,7a	1,0b	0,6b	37,9
0-0,2	3,70a	3,49a	3,06a	1,50b	0,81b	45,80
	Al ³⁺ mmol _c dm ⁻³					
0-0,05	4,1c	3,7c	5,8bc	8,2b	15,7a	34,3
0,05-0,1	7,4b	3,4b	6,0b	13,3a	14,7a	35,9
0,1-0,2	12,6a	5,6a	7,2a	11,4a	13,1a	55,4
0-0,2	8,09bc	4,22d	6,34cd	11,03ab	14,53a	48,42
	Al ³⁺ +H ⁺ mmol _c dm ⁻³					
0-0,05	51,5a	30,3c	50,6b	44,4bc	85,5a	18,2
0,05-0,1	48,7b	32,6c	50,7b	42,1bc	68,3a	18,7
0,1-0,2	40,8b	37,6b	49,5ab	37,7b	61,2a	21,0
0-0,2	47,04bc	33,55d	50,41b	41,44cd	71,71a	21,40

Letras iguais nos sistemas de usos, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

A uniformidade da acidez e dos teores de Ca e Mg no PD8 anos, podem estar relacionada a escarificação que é realizada na linha de plantio, com objetivo de descompactação, porém esta prática também pode reduzir o acúmulo de alguns nutrientes na superfície do solo considerados pouco móveis no solo como o Ca e o Mg e fazer com que eles desçam a profundidades maiores que 0,2m (SILVEIRA, 1988). Alleoni et al. (2005), pesquisando modos de aplicação de calcário em um Latossolo do Cerrado, concluíram que a correção da acidez e o aumento de Ca e

Mg se restringiram aos 0,1 m de profundidade sem incorporação, enquanto que quando houve incorporação do calcário o efeito da correção foi até 0,2 m. Assim o uso de mecanismos de mobilização do solo culminam para descida das bases no solo, mesmo em plantio direto onde a mobilização é mínima.

Os teores de Ca e Mg foram maiores nas áreas cultivadas, devido a aplicação de calcário bem como pelo efeito residual da deposição das cinzas resultante da queima da vegetação (SMYTH; BASTOS, 1984), principalmente no sistema convencional devido ao pouco tempo de uso da área. Por conta do manejo químico aplicado às áreas os teores médios de cálcio e magnésio das áreas cultivadas com grãos estão dentro da faixa considerada média (Ca= 16-45 mmol_c dm⁻³ e Mg= 5-15 mmol_c dm⁻³) nos solos do Estado do Pará, segundo Brasil e Cravo (2007).

Para o Mg observou-se diferenças significativas entre todos os sistemas de manejo do solo e todas as profundidades, sendo os maiores teores no PD4 em todas as camadas e na profundidade de 0,0-0,05 m não diferiu do PC2. Cavaleri et al. (2004) observaram os maiores teores de Ca e Mg nas camadas superficiais em plantio direto quando foi escarificado e sem a escarificação com dez anos de implantação. A calagem em superfície tem sido vista como a melhor alternativa de manejo do sistema plantio direto, por não promover perturbações físicas aos solos, porém para uma melhor reatividade do calcário no solo a incorporação é necessária (AMARAL; ANGHINONI, 2001). Assim o manejo convencional ou até mesmo o plantio direto com maior tempo de implantação, o acúmulo de Ca e Mg pode ter um comportamento semelhante no solo.

Cabe ressaltar ainda que os teores Mg em todas as áreas cultivadas com grãos e na pastagem estão dentro da faixa de teores médios, a exceção do PC2 e PD4 na profundidade de 0,05 m que estão com nível alto (>15 mmol_c dm⁻³) segundo Brasil e Cravo (2007).

O teor de K em todas as áreas decresceram com as profundidades (Tabela 3), sendo o maior teor observado no plantio convencional, na profundidade de 0 a 0,05 m. Resultados semelhantes foram encontrados por Perin; Ceretta e Klamt. (2003), em Latossolo Vermelho sob plantio direto no horizonte superficial. Estes autores ressaltaram que houve um decréscimo com tempo de manejo, ou seja, mesmo com as adubações periódicas há diminuição deste nutriente no solo, ou por exportação ou por lixiviação. O maior teor de K no PC2, quando comparado aos

sistemas que também receberam adubação, seja devido ao efeito residual das cinzas resultante da queima mais recente da vegetação (SMYTH e BASTOS, 1984).

Os sistemas cultivados com soja apresentaram teores mais elevados de K em todas as profundidades estudadas, oriundo das adubações anuais realizadas com KCl e com isto os níveis são considerados altos para os solos do Estado ($>90 \text{ mg dm}^{-3}$), segundo Brasil e Cravo (2007). Porém os teores na pastagem são médios ($14\text{-}60 \text{ mg dm}^{-3}$) na media das camada. O uso do solo com pastagem de modo geral tem um nível de bases trocáveis Ca, Mg e K médio, haja vista que a reforma ocorreu com a aplicação de calcário.

Em relação à produção da soja (Tabela 4), a maior rendimento de grãos foi observado plantio direto com 4 anos, assim como a produção de massa seca da parte área, o que pode esta relacionada a maior saturação por bases e a menor acidez do solo. Os Latossolos são naturalmente pobres quimicamente e para uma produção economicamente viável a fertilização é indispensável.

Tabela 4. Altura de plantas de soja (Cv. Sambaiba), peso seco de 100 grãos, massa seca e produtividade da soja. cultivada em um Latossolo Amarelo, sob sistemas plantio direto com idades diferentes, do Município de Paragominas-PA.

Sistema de Manejo	Altura de plantas (cm)	Peso seco de 100 grãos (g)	MSPA (kg ha^{-1})	Produção de grãos (kg ha^{-1})
PD 8 anos	85 b	15,87 a	5, 592 a	3, 318 b
PD 4 anos	118 a	12,86 b	4, 282 b	3, 459 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É importante perceber que a produtividade observada neste estudo independente do tempo e sistema de manejo do solo, é muito superior a média do Estado do Pará que é de $2,99 \text{ kg ha}^{-1}$, segundo o levantamento da Conab safra de 2006/2007, e também superior aos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do sul que também é de $2,990 \text{ kg ha}^{-1}$ e $2,850 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente. Entretanto, cabe esclarecer que os dados de produção obtidos pelo levantamento sistemáticos deste órgão não distingue o sistema de manejo do solo, sendo este um valor da media geral. Pois, no sistema plantio direto há outros fatores que contribuem para o

aumento de produtividade que estão relacionados às melhorias químicas, físicas e biológicas do solo (FIDELIS et al., 2003)

Nas áreas de plantio direto do Sul e Sudeste do Brasil onde é notório encontrar no solo alto conteúdo de matéria orgânica, fósforo e soma de bases na camada superficial do solo (SÁ, 1993; DE MARIA et al., 1999; SILVEIRA e STONE, 2001) e isso tem determinado aumentos de produtividade das culturas e na conservação do solo, enquanto que as limitações da produção de soja está mais no âmbito das doenças. No entanto, no Município de Paragominas a persistência da palhada com conseqüente aumento na matéria orgânica do solo tem se constituído no grande desafio para a pesquisa, o que poderá ser um grande avanço para a consolidação do PD naquela região, já que é uma atividade muito promissora.

2.4-CONCLUSÕES

O uso agrícola do solo alterou os atributos químicos de forma positiva, pelo acúmulo de P, diminuição da acidez e alumínio trocável em todos os sistemas de manejo do solo em relação à área de mata.

O tempo de implantação do plantio direto, ainda não foi suficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo, próximo da área de mata secundária, haja vista as condições climáticas da região que acelera o processo de decomposição do material orgânico.

O uso do solo com pastagem, mesmo com a reformada não foi suficiente para melhorar a fertilidade da camada arável do Latossolo em relação às áreas cultivadas com grãos.

O rendimento da soja independente do tempo de implantação do plantio direto pode ser considerado superior ao do Cerrado.

2.5-REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAÍRES, E. F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.2, p.923-934, 2005.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 3, p.695-702, 2001.

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 240p, 1996. (Tese de Doutorado).

_____. C.; MIELNICZUUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.21, n.8, p.105-112. 1997.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S da.; Interpretação de análises de solo.p 43-48 In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Ed. CRAVO, M. S da.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA p 262 2007

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; PINTRO, J. C.; COSTA, A.C. S. da; SOUZA JUNIOR, E. I.G. de. Alterações nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho eutroférico por dois sistemas de manejo de solo. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 26, n.4, p.377-385, 2004

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTROURA. S. M. V.; ERNANI, P. R. ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Nota. Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.

CORREA, J. C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.107-114, 1995.

CRAVO, M. S da.; SILVEIRA FILHO, A.; EI-HUSNY, J. C. Soja p.158-159 In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Ed. CRAVO, M. S da.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA p 262 2007

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v. 23. p.703-709, 1999.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação**. 3ª ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.152, 2007

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro .RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997. (Embrapa – CNPS.Documentos.1).

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 412p.1999.

FERNANDES, F. A.; CERRI, C. C.; FERNANDES, A. H. B. M. Alterações na matéria orgânica de um Podzol hidromorfo pelo uso com pastagens cultivadas no pantanal mato-grossense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1943-1951, 1999.

FRANCHINI, J. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; TORRES, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, A. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. **Comm. Soil Sci Plant Anal.**, v.34, p.2045-2058, 2003

_____, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.34, n12, p.2267-2276, 1999.

_____, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, v.231, p.55-63, 2001

FRAZÃO. L. A.; PICCOLO. M. C.; FEIGL. B.J.; CERRI. C.C.; CERRI. C. E. P. Propriedades químicas de Neossolo Quartzarenico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.43, n.5, p. 641-648, 2008.

KLEPKER. D.; ANGHINONI. I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa. v. 19, n.12, p.395-401. 1995

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Sciencia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa. v.7, n.9, p.95-102. 1983.

PERIN. E.; CERETTA. C. A.; KLAMT. E. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois Latossolos do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.27, n.9, p.665-674. 2003.

RODRIGUES, T. E. ; VALENTE, M. A.; GAMA, J. R. N. F.; OLIVEIRA JUNIOR. R. C. de; SANTOS, P.L. dos; SILVA, J. L. da. Zoneamento Agroecológico do município de Paragominas. Estado do Pará.. **Boletim-Técnico** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.64, 2002a.

_____, T. E.; SILVA, R. C. das; SILVA, J. M. L da; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas. Estado do Pará.-**Boletim-Técnico** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.64, 2002b.

SÁ, J. C M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZEKE FILHO, S. P. O plantio direto como base de produção. **Revista Plantio Direto**. v.84, p.45-61, 2004.

_____, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto.. In: EMBRAPA.. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo. RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP-FECOTRIGO / Fundação ABC. p.37-60, 1993

SANCHEZ, P.A.; VILLACHICA, J.H. & BANDY, D.E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. **Soil Sciencia Society American journal**., 47:1171-1178, 1983.

SAS INSTITUTE. **SAS**: user's guide: version 8. Cary: SAS Institute, 1999.

SILVA. J. E.; RESCK. D. V. S.; CORRAZA. E. J.; VIVALDI. L. Carbon storage in clayey oxisol cultivated pastures in the "Cerrado" region. Brazil. **Agriculture Ecosystems and Environment**. Amsterdam. v. 103. p.357-363. 2004.

SILVEIRA, G. M. da. **O preparo do solo**: implementos corretos. Rio de Janeiro: Globo, (Coleção do agricultor. Mecanização), 243 p.1988.

SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A. A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um Latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1325-1332, 2002.

_____, P. M. DA; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.7, n.2, p.240-244, 2003

SIQUEIRA NETO. M. **Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes usos no cerrado em Rio Verde**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Piracicaba. p.159, 2006

SMYTH, T. J. ; BASTOS, J. B. Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo Álico pela queima da vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.8, n.12, p.127-132. 1984.

CAPITULO 3- ATRIBUTOS FÍSICOS E ÍNDICES DO SOLO, SOB SISTEMAS DE MANEJO NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA

RESUMO

O impacto da exploração agrícola desordenada dos solos tropicais compromete a sua qualidade física, quando associado ao uso e manejo inadequado, sendo o índice S um importante indicador para avaliar o nível de degradação dos solos. O objetivo foi avaliar os atributos físicos e o índice S de um Latossolo Amarelo argiloso, sob sistemas de usos e manejo, no Município de Paragominas (PA). Os sistemas avaliados foram: mata secundária (capoeira) com cerca de 20 anos; pastagem reformada; plantio direto de 4 e 8 anos de implantação, cultivados sempre em sistema de rotação milho/soja e plantio convencional de 2 anos, cultivado em rotação arroz/soja. As áreas cultivadas com grãos receberam adubação com 350 kg ha⁻¹, da formulação 02-28-20, nos anos agrícolas de 2006/2007. A coleta do solo ocorreu na ocasião da colheita da soja em março de 2007. Independente do uso do solo todos os atributos físicos foram alterados de forma negativa, em comparação a área de mata. As alterações negativas oriundas do manejo das áreas cultivadas foram mais bem representadas pelo comportamento da curva de retenção de água no solo e pelo índice S. Desta forma, o índice S poderá se constituir em um bom indicador de qualidade ou de degradação do solo para a região.

Palavra chaves: Manejo do solo, qualidade física do solo e índice S

ABSTRACT

The impact of farm soil disorganized tropical compromises their physical quality, as related to use and inadequate management, the S index an important indicator to assess the level of degradation soils. The objective was to evaluate the physical attributes and the index S of a clay Oxisol under systems and management use in the region of Paragominas (PA). The systems were: secondary forest (capoeira), with about 20 years, reformed pasture, no-tillage, 4 and 8 years of implantation, when grown in succession system of corn/soybean and conventional tillage for 2 years, grown in succession rice/soybean. The areas planted with grain received fertilization with 350 kg ha⁻¹, the formulation 02-28-20 in the agricultural years of 2006/2007. The collection of soil occurred at the time of harvest of soybean in March 2007. Independent of soil use all the physical attributes were changed in a negative way, compared the area of forest. The negative changes from the management of cultivated areas were better represented by the behavior of the curve of water retention in soil and by the index S. Thus, the index S can be a good indicator of quality or soil degradation in the region.

Key-words: Soil management, soil physical quality, index S

3.1-INTRODUÇÃO

O município de Paragominas é um grande pólo produtor de grãos no Estado do Pará, principalmente de milho e soja, cultivados no sistema de plantio convencional e mais recentemente no plantio direto. O impacto da exploração agrícola desordenada compromete a qualidade física dos solos, principalmente quando associado ao uso e manejo inadequado.

Após a remoção da vegetação natural, a degradação física do solo é acentuada pelos cultivos subseqüentes, onde a estrutura do solo é a mais comprometida pela intensa mobilização. Desta forma o ambiente ideal para o crescimento radicular é alterado, até que em determinado momento a produção agrícola é comprometida, o que caracteriza um estágio avançado da degradação (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003). Não bastando, as pastagens estabelecidas nos Latossolos da região encontram-se em algum estágio de degradação (DIAS FILHO, 2007), em função do comprometimento dos atributos físicos e químicos do solo. As altas pressões exercidas pelo pastejo do gado e os cultivos intensivos são as principais atividades responsáveis pela diminuição da produtividade das culturas, sejam elas perenes ou anuais.

O uso do solo no sistema convencional favorece a decomposição da matéria orgânica e a formação de camadas compactadas na subsuperfície com aumento da resistência à penetração de raízes (BERTOL et al., 2001; COSTA et al., 2003; ARAÚJO et al., 2004). As pastagens manejadas incorretamente têm causado o aumento da densidade do solo, redução do espaço poroso e armazenamento de água (MULLER et al., 2001) .

Henklain (1997) pesquisando a influência do tempo de manejo do sistema plantio direto, constatou uma melhora na estruturação do solo quando comparado ao sistema convencional, porém após 20 anos o autor observou uma compactação em ambos os sistemas, sendo esta menor no sistema de plantio direto. Em pastagem, Oliveira et al. (2001) observaram aumento da densidade do solo após 17 anos de pastejo, embora não tenha se correlacionado significativamente com a produção da forrageira. No entanto em pastagens reformadas as respostas foram benéficas à estrutura do solo (COLET, 2006) da mesma forma que o plantio direto melhora a estrutura pelo acúmulo de matéria orgânica

A influência dos usos e manejo do solo em sua qualidade física têm sido estudada em várias propriedades físicas do solo. Dentre elas a densidade, umidade do solo e resistência à penetração, e até mesmo a junção delas com intervalo hídrico ótimo. Mais recente no Brasil é o índice S (MACHADO, 2006; TOMENA et al., 2008). O índice S tem sido proposto com um bom indicador da qualidade física e estrutural dos solos, este é baseado nos parâmetros da curva da retenção de água no solo (DEXTER, 2004 a,b,c). A teoria para obtenção do índice S é a partir da curva de retenção de água, com relação entre o conteúdo de água (θ_g) e o logaritmo do potencial de água no solo (ψ , hPa). Dessa maneira a curva de retenção tem um único ponto em comum que é o ponto de inflexão e o parâmetro físico S é definido como sendo o valor de inclinação da curva de retenção e o seu ponto de inflexão (DEXTER, 2004a)

O índice S tem se constituído em um potencial indicador da qualidade física e estrutural dos solos sob diferentes usos, por possibilitar determinar o nível de degradação, a partir dos valores críticos sugerido por Dexter (2004a). Para os solos da região amazônica, onde as pesquisas sobre a qualidade física ainda são muito incipientes poderá se constituir numa alternativa importante para caracterizar o nível de degradação dos solos, sob diferentes sistemas de uso e manejo.

O objetivo foi avaliar os atributos físicos e o índice S de um Latossolo Amarelo argiloso, sob pastagem, plantio direto com 4 e 8 anos, plantio convencional de 2 anos e área de vegetação secundária, no Município de Paragominas (PA).

3.2-MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1- Localização e descrição das áreas de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na fazenda Juparanã Mirim (Figura 2), localizada no município de Paragominas-PA, sob as coordenadas 02° 55' 24" S e 47° 34'36"W. As áreas selecionadas estão sobre um Latossolo Amarelo muito argiloso (EMBRAPA, 1999), O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, com temperatura média anual de 26,5°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.800 mm com duas estações, uma chuvosa que vai de dezembro a maio e outra menos chuvosa de junho a novembro. A umidade relativa do ar varia de 70% a 90%

(RODRIGUES et al., 2002b). O relevo predominante da região varia de plano a suave ondulado, com altitude média em torno de 200 m e predomínio de vegetação secundária (capoeira), resultante da ação antrópica (RODRIGUES et al., 2002b).

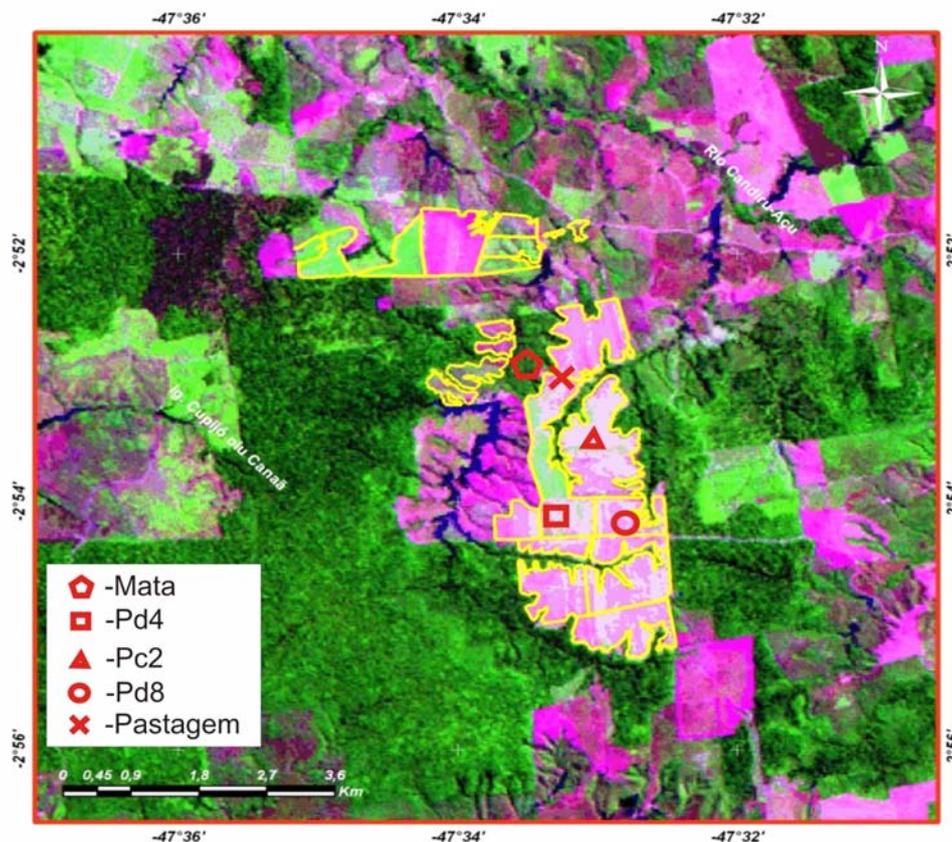


Figura 2- Imagem da Fazenda Juparanã Mirim e localização das áreas de coleta no município de Paragominas/PA

Os sistemas de uso avaliados na propriedade foram:

Mata secundária (capoeira) com cerca de 20 anos (mata secundária).

Pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*) reformada no ano de 2005, com uma roçagem e aplicação de 1 t ha^{-1} de calcário dolomítico sem incorporação (Pastagem). Utilizada em sistema de pastejo extensivo com taxa de lotação animal de 1 UA/ha, antes esta era pastagem degradada.

Plantio direto com 8 anos de implantação (PD8); cultivado sempre em rotação milho/soja, sendo realizadas duas escarificações, em 2005 e 2007 a 0,25 m de profundidade.

Plantio direto com 4 anos de implantação (PD4) sem escarificação cultivado em rotação milha/soja. A espécie utilizada como cobertura do solo nos PD's era o *Brachiria ruziziense*

Plantio convencional de 2 anos (PC2), cultivado em rotação arroz/soja, preparado com gradagem anual a 0,2 m de profundidade.

Antes todas as áreas cultivadas com grãos eram capoeiras de mais ou menos 20 anos.

3.2.2- Amostragem e análise físicas do solo

Em cada área foi delimitado 0,5 ha e realizado as coletas de amostras deformada e indeformadas nas seguintes profundidades 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m. As amostras de solo foram coletadas na entrelinha nas áreas com plantio de soja, a distâncias equivalentes, seguindo um transecto na área, para todos os sistemas de uso do solo.

As amostras com estrutura preservada foram coletadas com auxílio de um amostrador do tipo Uhland, usando cilindros de aço inoxidável com 0,05 m de altura e 0,05 m de diâmetro, juntamente retirou-se amostras com estrutura não preservada para caracterização química e granulométrica das áreas (Tabela 5).

Tabela 5- Teor de argila, areia, silte e matéria orgânica de um Latossolo Amarelo em diferentes sistemas de uso na profundidade de 0-0,20 m do Município de Paragominas-PA.

Sistemas de uso	Argila	Areia	Silte	MO
	----- g kg ⁻¹ -----			
Plantio convencional com 2 anos	872	103	25	26,4
Plantio direto com 8 anos	873	51	76	29,0
Plantio direto com 4 anos	879	50	71	21,6
Pastagem	506	444	50	22,2
Mata secundária	904	40	56	32,0

A análise granulométrica foi determinada na camada de 0-0,2 m de profundidade, pois não há variação textural em 0,05 m neste solo. Esta foi determinada após dispersão com NaOH 1mol L⁻¹, agitação mecânica horizontal e peneiramento úmido obtendo-se a fração areia. A argila foi obtida por sedimentação pelo método da pipeta e o silte por diferença (EMBRAPA, 1997). A matéria orgânica foi determinada pelo método Walkey e Black, baseado no princípio da oxidação da matéria orgânica, com dicromato de potássio em meio sulfúrico. Para determinação

da macro e microporosidade as amostras indeformadas foram saturadas em bandejas com água até dois terços da altura do anel, para determinação dos valores de macroporosidade (Poros $\geq 50 \mu\text{m}$) e microporosidade (Poros $< 50 \mu\text{m}$) foram obtidos submetendo as amostras saturadas ao potencial de -0,006 MPa (EMBRAPA, 1997), equilibradas em uma mesa de tensão. Os macroporos foram estimados como a diferença entre o conteúdo de água do solo saturado e o conteúdo de água do solo após a aplicação do potencial de - 0,006 MPa. O volume de microporos foi estimado como sendo o conteúdo de água retido no potencial de -0,006 MPa. A porosidade total obtida pela fórmula $(1 - D_s/D_p)$, a densidade do solo foi determinada conforme Embrapa (1997). Para determinação da curva de retenção de água as amostras foram submetidas às tensões de -0,001, -0,002, -0,003, -0,004, -0,005, -0,006, -0,007, -0,008, -0,009 e -0,01 MPa na mesa de tensão. Para altas tensões utilizou-se amostras deformadas com cerca de 4 mm de diâmetro, conforme Dexter (2004) sendo estas submetidas a respectivas tensões -0,03; -0,07; -1,0; -3,0; -10 e -15 MPa utilizando câmaras com placa porosa conforme Klute (1986). A partir das tensões aplicadas e os respectivos valores de umidades determinadas foram ajustadas à equação de Van Genuchten (1980).

Onde:

$$\theta = \theta_r + \left[(\theta_s - \theta_r) / \left[1 + (\alpha \times \psi)^n \right]^m \right]$$

θ : conteúdo de água volumétrico ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

ψ : Potencial mátrico (MPa);

θ_s : Conteúdo de água na saturação ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_r : Conteúdo de água residual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

α e n : São parâmetros do ajuste do modelo.

Adotou-se a restrição para $m = 1 - 1/n$ no ajuste do modelo.

3.2.3- Cálculo do índice S

Para a determinação do índice S, utilizou-se os valores obtidos de quatro repetições em todas as tensões adotadas a curva de retenção de água, Para tanto, utilizou-se o modelo de Van Genuchten (1980) e, a partir dos seus parâmetros, calculou-se índice S, como demonstrado por Dexter (2004a) pela seguinte formula.

$$|S| = -n(\theta_s - \theta_r) * [2n - 1 / n - 1]^{[1/n-2]}$$

Onde:

θ : conteúdo de água volumétrico ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

ψ : Potencial mátrico (MPa);

θ_s : Conteúdo de água na saturação ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_r : Conteúdo de água residual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

n : parâmetro do ajuste do modelo

3.2.3-Análise estatística

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando Statistical Analysis System (SAS Institute, 1999).

3.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância mostraram que houve diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os sistemas de uso, para os valores de densidade do solo, macro e microporosidade e porosidade total (Tabela 6)

A área de pastagem apresentou os maiores valores de densidade do solo em todas as profundidades (Tabela 6). Sendo a maior compactação na camada de 0,05 indicando que o pisoteio excessivo do gado compromete mais a camada superficial. Figueredo et al. (2008) encontrou valor de densidade do solo de $1,54 \text{ Mg m}^{-3}$ na camada de 0,1 m, em Latossolo Amarelo argiloso em pastagem que também foi reformada em 2004, porém sem a mobilização do solo. Dessa forma, a maior ou menor compactação do solo com pastagem é oriunda pela alta pressão exercida por excesso de animais na área e a reforma da pastagem sem a mobilização do solo, pode não contribuir para a redução da compactação do solo.

Tabela 6. Médias de densidade do solo (Ds), macro, microporosidade e porosidade total (PT) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos (PD8), pastagem e Mata secundária, de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.

	PC 2	PD 8	PD 4	Pastagem	Mata Sec.	CV
Prof.						
			Ds Mg m ⁻³			%
0-0,05 m	1,19 b	1,20 b	1,17 bc	1,48 a	1,06 c	7,88
0,05-0,10 m	1,22 b	1,21b	1,20 bc	1,45 a	1,14 c	6,49
0,10-0,20 m	1,13 c	1,12 c	1,18 bc	1,42 a	1,21 b	8,09
			Macro m ³ m ⁻³			
0-0,05 m	0,052 b	0,07 b	0,075 b	0,054 b	0,142 a	26,85
0,05-0,10 m	0,052 b	0,054 b	0,071 b	0,080 b	0,160 a	38,36
0,10-0,20 m	0,065 b	0,113 a	0,075 b	0,069 b	0,150a	44,41
			Micro m ³ m ⁻³			
0-0,05 m	0,434a	0,420 a	0,430 a	0,445 a	0,364 b	25,36
0,05-0,10 m	0,457 a	0,452 a	0,430 a	0,426 a	0,390 a	21,60
0,10-0,20 m	0,470 a	0,415 a	0,425 a	0,366 b	0,380 b	22,76
			PT m ³ m ⁻³			
0-0,05 m	0,486 b	0,490 ab	0,490 ab	0,499 a	0,506 a	5,87
0,05-0,10 m	0,509 b	0,506 b	0,501 b	0,506b	0,550 a	8,29
0,10-0,20 m	0,535 a	0,528 ab	0,480 b	0,435 b	0,530 ab	5,94

Médias seguidas por letras iguais relativo às áreas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para densidade do solo, entre os sistemas de manejo plantio convencional com 2 anos (PC2), plantio direto com 4 anos (PD4) e 8 anos (PD8), em todas as profundidades (Tabela 6). Entretanto, maiores valores de densidade do solo foram observados na camada de 0,05 a 0,1 m, em todos os sistemas. Estes resultados estão de acordo Costa et al. (2003) que encontraram aumentos de densidade de um Latossolo com 629 g kg⁻¹ de argila, em com plantio direto e convencional no Paraná, nas profundidade de 0,05 até 0,1 m. Avaliando as propriedades físicas hídricas de um Latossolo com 610 g kg⁻¹ de argila com plantio direto escarificado em Goiás, Camara e Klein (2005) não encontraram diferenças entre o plantio direto escarificado e não escarificado até 0,2 m de profundidade, porém maiores valores de densidade do solo se concentraram na profundidade de 0,1 m, corroborando com deste estudo. Os resultados deste trabalho discordam dos de Tormena et al. (2002), os quais obtiveram densidade maior no plantio direto na camada 0,1 m, em relação ao plantio convencional. A maior densidade está relacionada com a compactação pelo efeito cumulativo do tráfego de máquinas, implementos e ausência de revolvimento, na superfície das áreas com plantio direto (ARAUJO et al., 2004).

Os maiores valores de densidade no PC2, PD4 e PD8 em relação a área de mata também podem estar associados ao menor conteúdo de matéria orgânica nos sistemas de manejo, o qual observou-se correlações negativas para o PC2 ($r = -0,68$) PD8 ($r = -0,72$) e para o PD4 ($r = -0,89$). O material orgânico presente no solo contribui para uma melhor agregação aumentando a estabilidade estrutural do solo (HORN et al., 1995). Sá (2004) afirma que a contribuição da matéria orgânica nas propriedades físicas solo ocorre somente entre 5 e 10 anos de implantação do sistema plantio direto, fase de transição, quando se inicia o acúmulo de palhada na superfície do solo e ocorre a reagregação das partículas. É importante salientar que outros fatores dentre eles, a condição climática da região, culmina para a permanência da palhada no solo. Na região de Paragominas devido às altas temperaturas e umidade, acelera o processo de decomposição e conseqüentemente o raleamento da palhada no solo. Nestas condições, a contribuição do material orgânico para a melhoria das propriedades físicas dos solos, pode demandar mais tempo. A longo prazo o acúmulo de matéria orgânica contribui para reduzir a densidade do solo no sistema plantio direto (TORMENA et al., 2002).

A macroporosidade foi menor nos sistemas de uso em relação a área de mata (Tabela 6). A porosidade total também foi menor em todos os sistemas de uso em relação a mata, na profundidade de 0,05 - 0,1 m. Nos sistemas de cultivo, na camada superficial a estrutura é mais modificada, sendo os macroagregados destruídos, no sistema convencional e o solo se transforma em uma estrutura maciça (TAVARES FILHO et al., 1999), enquanto que no plantio direto e nas pastagens a macroporosidade é reduzida pela pressão exercida na superfície. A microporosidade foi semelhante em todos os sistemas de uso do solo. Segundo Silva e Kay (1997) a microporosidade é fortemente influenciada pela textura do solo, concentração de carbono orgânico e muito pouco modificada pelo aumento da densidade do solo originário do tráfego de máquinas, ou ainda pelo pisoteio dos animais.

Os valores semelhantes de porosidade total na camada de 0,05 a 0,1 m no PC2, PD4 e PD8, discordam dos resultados de Costa et al. (2003) que encontraram a porosidade total menor no plantio convencional com 21 anos, em relação ao plantio direto, em um Latossolo Amarelo argiloso. Provavelmente o pouco tempo de uso do solo no sistema convencional, avaliado neste trabalho, ainda não tenha sido suficiente para provocar alterações na porosidade do solo. Araújo, Tormena e Silva

(2004) afirmam que a macroporosidade ou a porosidade ocupada com ar no potencial de -0,006 MPa, é uma medida relacionada com a taxa de difusão de oxigênio no solo. Estando todas as áreas com exceção da mata com valores inferiores a $0,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, considerado como restritivo ao bom desenvolvimento das raízes (VOMICIL; FLOCKER, 1961)

Os resultados das umidades retidas em cada tensão aplicada às amostras de solos foram ajustados segundo a equação de Van Genuchten (1980) e obtidos os parâmetros Θ_{sat} , Θ_{res} , α , n e m , discriminados na Tabela 7.

A Θ_{sat} , não apresentou diferenças em todos os sistemas de uso do solo, já para Θ_{res} a área de mata apresentou maiores valores (Tabela 7).

Os parâmetros α , m e n são parâmetros empíricos da equação, porém o de maior importância é o n , pois a partir dele é estimado um dos índices de qualidade estrutural do solo (índice S). O maior valor de n (6,034), na área de mata contribui para maior inclinação na curva de retenção de água (Figura 3) e por consequência indica uma melhor estrutura ao solo (DEXTER, 2004a).

Tabela 7- Médias dos parâmetros da equação de Van Genuchten (1980) nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos (PD8), pastagem e mata secundária, de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.

PC2 anos	PD4 anos	PD8 anos	Pastagem	Mata Sec.
$\Theta_{\text{sat}} \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$				
0,4364a	0,5316a	0,3774a	0,3068a	0,3905a
$\Theta_{\text{res}} \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$				
0,2190ab	0,1654 ab	0,2095ab	0,1040b	0,2277a
α				
0,1039a	0,4242a	0,2073a	0,1562a	0,1915a
m				
0,5940a	0,7912a	0,3033a	0,2200a	0,3337a
n				
2,254b	1,488b	1,684b	2,272b	6,034a

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais relativo às áreas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

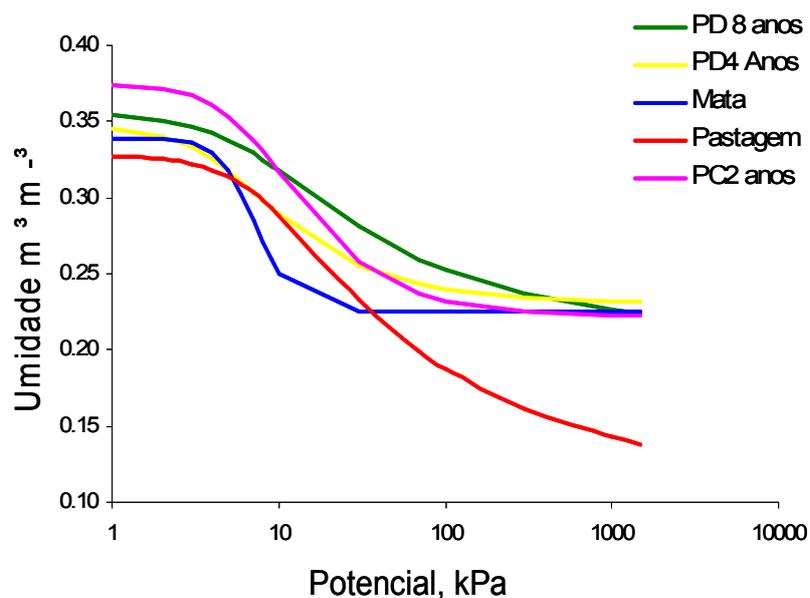


Figura 3- Curvas de retenção da água nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto COM 4 (PD4) e 8 anos (PD48), pastagem e mata de um Latossolo Amarelo, do Município de Paragominas/PA.

Quanto ao comportamento das curvas de retenção de água no solo, verifica-se uma diferença no conteúdo de água retido no potencial -15000 KPa na área de pastagem, sendo retida menores quantidades de água, o que pode ter relação com o conteúdo de argila nesta área, pois apresenta 506 g kg^{-1} . Valor bem inferior ao das demais áreas avaliadas.

Observa-se uma menor drenagem ou uma maior retenção de água entre os potenciais -1 a -10 kPa nos PC2, PD4, PD8 e na área de mata. A partir de mais ou menos 100 kPa a drenagem da água retida se torna muito semelhante até o ponto de murcha permanente.

A forma semelhante das curvas nos PC2, PD4 e PD8, indica que a distribuição do tamanho de poros nos potenciais aplicados podem ser semelhantes, haja vista a semelhança da macro e microporosidade (Tabela 6.). Machado (2006) avaliando a qualidade física de um Latossolo Vermelho em Maringá, em área de cultivo e pousio com 200 e 180 g kg⁻¹ de argila respectivamente, observou que o comportamento das curvas de retenção de água nestas áreas foram muito inferiores aos da área de mata nativa. Isto sugere que, quando a cobertura morta é retirada e qualquer sistema de uso solo que envolva o uso de máquinas, ocorre a perda de poros estruturais com a redução do espaço poroso que retém água em potenciais maiores. Os poros de maior tamanho são drenados mais rapidamente, também chamados de poros texturais e os de menor tamanho são caracterizados de poros estruturais que são facilmente influenciados pelo uso e manejo do solo (DEXTER, 2004a)

Com relação ao índice S, houve diferenças significativas (P<0,05) em todas as profundidades e nas médias das áreas também (Figuras 4 e 5). Os maiores valores S foram obtidos na área de mata em todas as profundidades estudadas, indicando uma melhor qualidade estrutural da área quando não é submetida ao cultivo agrícola. Na comparação do S entre os sistemas de uso e manejo do solo, por ser um índice que elimina o efeito da textura as diferenças são mas evidentes e podem ser comparadas.

Estando de acordo com resultados de Machado (2006) que encontrou em um Latossolo Vermelho valores de S maiores em solo de mata Assim como Aguiar (2008) também obteve em um Argissolo quando comparado a uma área com SAFs.

Na pastagem, no PD4 e PD8 ficou evidente a diminuição da qualidade estrutural destas áreas, pelos baixos valores de S. Embora a maioria dos valores ainda esteja acima do valor limitante ao crescimento radicular das plantas. Nas profundidades de 0,05 e 0,1 m no PC2 e na média geral da área (Figura 3 e 4), não diferiu da mata, o que pode está relacionado ao tempo de uso solo. Esta área foi recentemente incorporada ao processo de produção de grãos e sofreu poucas operações mecanizadas. No entanto é provável que com o passar do tempo essa tendência seja alterada e o S mude para valores menores devido à intensa mobilização do solo que compacta as camadas subsupecíficas

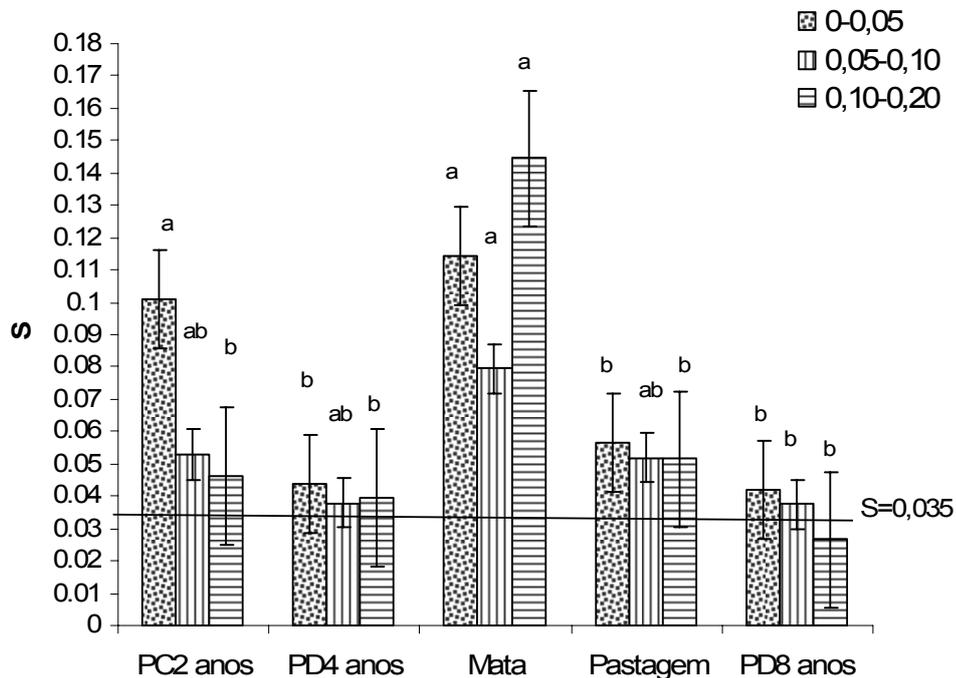


Figura 4. Valores do índice S nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto COM 4 (PD4) E 8 anos (PD4), pastagem e mata, em três profundidades, de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA.. A linha horizontal refere-se ao S crítico (DEXTER, 2004). \pm Desvio padrão. As letras comparam as áreas em cada profundidade pelo teste de Tukey a 5%.

O PD4 e PD8 conferiram os menores valores de S em todas as profundidades avaliadas e na média das áreas (Figuras 4 e 5), chegando a atingir valores próximos ao sugerido por Dexter, (2004a) como críticos. Desta forma ficou assim evidenciada a diminuição da qualidade física dessas áreas, mesmo quando são adotadas medidas de conservação do solo, como o não revolvimento. O sistema plantio direto preconiza a cobertura do solo e não revolvimento, como medida de controle de erosão e sustentabilidade das culturas (SÁ, 2004). O uso desse sistema em solos muito argilosos como é o caso deste estudo, durante muito tempo, tem provocado a formação de camadas compactadas que impede o bom desenvolvimento radicular Tormena et al. (2008) verificaram em um Latossolo que no cultivo convencional, 72% das amostras apresentaram valores de $S > 0,035$, enquanto para o plantio direto o valor foi de 55%. Segundo esses autores, esses resultados demonstram o grande potencial do índice S para identificar variações na qualidade estrutural do solo em função dos diferentes sistemas de manejo. No entanto Noventa et al. (2006)

relata valores maiores de S em solo com plantio direto cultivado com aveia e justifica que é devido ao sistema radicular fino e agressivo que confere uma série de finos e longos canais dando uma melhor funcionalidade a estrutura do solo.

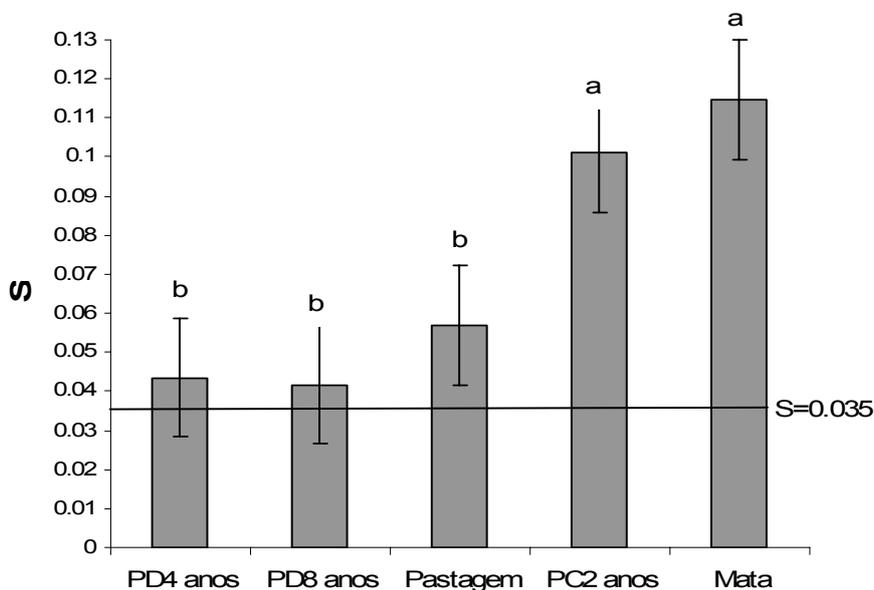


Figura 5. Valores médios do índice S nas áreas de plantio convencional de 2 anos (PC2), plantio direto com 4 (PD4) e 8 anos (PD8), pastagem e mata, de um Latossolo Amarelo do Município de Paragominas/PA. A linha horizontal refere-se ao S crítico (DEXTER, 2004a). \pm Desvio padrão. As letras comparam as áreas pelo teste de Tukey com 5%.

Na área de mata foi observado os maiores valores de S e menores densidades e maiores conteúdos de matéria orgânica presente no solo. Isto indica que os sistemas de manejo que mais se aproximam das condições naturais, ou mantenham um conteúdo de material orgânico estável no solo, com densidades reduzidas, provavelmente possibilitará maiores valores de S. Estando de acordo com os resultados de Silva (2008) e Machado (2006).

A relação entre o índice S e a MOS e o índice S e a Ds considerando todos os valores de S estão representadas nas Figuras 6 e 7, respectivamente. A linha pontilhada naquelas Figuras representa onde seria o ponto crítico de matéria orgânica e densidade do solo.

Para o conteúdo de MOS observou-se um relação positivamente com o índice S e negativamente com a Ds Neste estudo observou-se o valor de 18 g kg⁻¹ de matéria orgânica como limite crítico para o solo independente do uso ou manejo,

ou seja, a partir de valores menores a este o índice S assume o valor limitante que é 0,035, e a qualidade estrutural pode passar a ser comprometida, (Figura 6). No entanto Dexter (2004a) estipulou um limite de 12 g kg⁻¹ de matéria orgânica em solos de clima temperado.

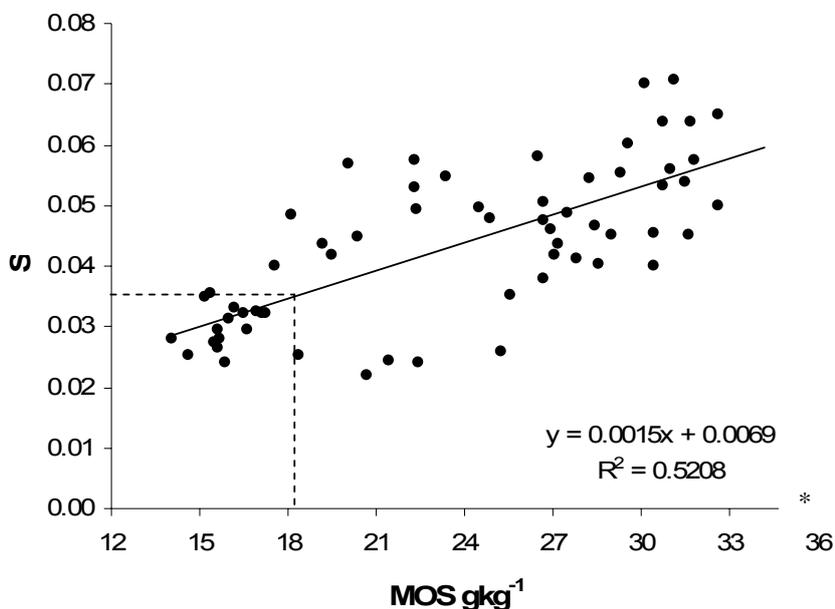


Figura 6- Relação do índice S em função do conteúdo de matéria orgânica de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no Município de Paragominas/PA.

Já em relação a densidade do solo valores acima de 1,30 Mg m⁻³ pode, comprometer o crescimento radicular das culturas neste solo. Entretanto Cavalieri et al. (2008), avaliando a dinâmica das propriedades físicas de um Latossolo Vermelho textura média sob plantio direto, observaram que a densidade crítica foi de 1,27 Mg m⁻³, ou seja, a partir desse valor de densidade do solo o índice S assume o valor limitante ao crescimento radicular, pois a micro estrutura do solo passa a ser comprometida

Segundo Dexter (2004a), a redução de S está diretamente ligada ao incremento da Ds e positivamente correlacionado com o carbono orgânico do solo. Desta forma, o maior aporte da matéria orgânica no solo confere a melhoria da qualidade física e estrutural (DEXTER, 2004a). Na média das áreas a densidade explica 49% da variação de S, e sugere que independentemente do uso agrícola do solo os aumentos de Ds, implicaram na redução de S.

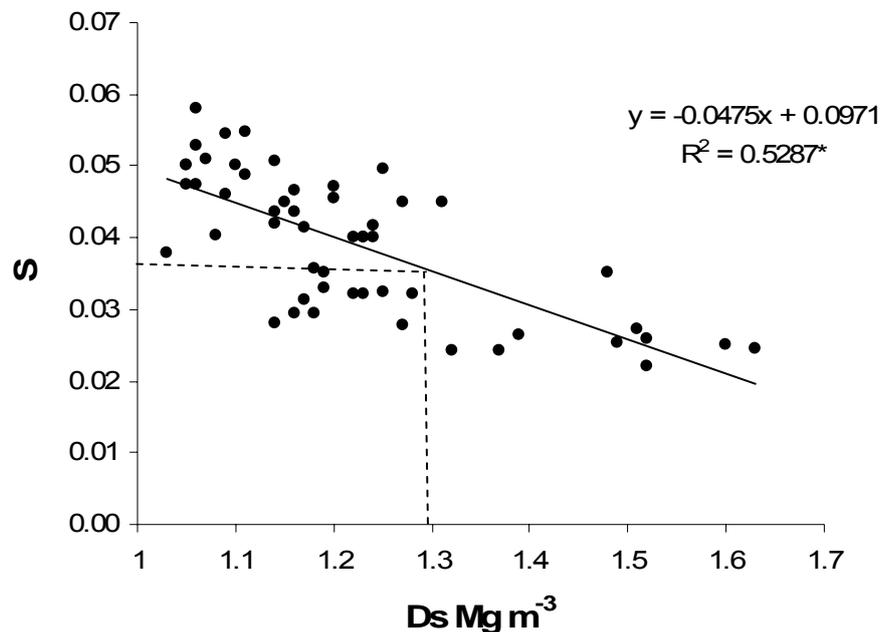


Figura 7-Relação entre o Índice S e a densidade de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo, no Município de Paragominas/PA.

É importante perceber que independente do uso e manejo do solo a maioria dos valores de S estão acima do considerado restritivo ao crescimento das plantas. Porém nas áreas de plantio direto, quando o manejo da cobertura do solo (palhada) for realizado de modo a aumentar a matéria orgânica os valores de índice S, podem vir a aumentar e assim melhorar as condições físicas destas áreas.

Os resultados de tal pesquisa indicam que ao longo do tempo, somente a rotação soja/milho nas áreas de plantios direto sem o aumento da MO de modo atingir os valores da mata remanescente pode se constituir em um grande entrave para consolidação do sistema plantio direto na região de Paragominas propiciando assim, a degradação da estrutura do solo.

Portanto, o ajuste do índice S mostra que somente monitorando a densidade do solo e matéria orgânica, pode-se ter noção da estabilidade estrutural do solo. Sendo este parâmetro um ótimo indicador para representar a degradação da qualidade estrutural das áreas cultivadas na região de Paragominas.

3.4-CONCLUSÕES

Em todos os sistemas de manejo do solo os atributos físicos foram alterados de forma negativa, em relação a área de mata.

As alterações negativas oriundas do manejo das áreas cultivadas foram mais bem representadas pelo comportamento da curva de retenção de água no solo e pelo índice S. Desta forma, o índice S poderá se constituir em um bom indicador de qualidade ou de degradação do solo para a região.

3.5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p76, 2008.

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p.307 – 315, 2004a.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; INOU, T. T.; COSTA, A. C. S. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.495-504, 2004b.

_____, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28 p. 337-345, 2004c.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D., BATISDELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**. v. 58, p.555-560, 2001.

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A.P.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R.; HAKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A.; Propriedades físico-hídrica do solo sob plantio direto e rendimento da soja. **Ciência Rural**. v53. n.4. p.813-819. 2005

COLET, M. J. **Alteração de atributos físicos de um solo, sob pastagem degradada, submetido à escarificação**. Dissertação de mestrado, Universidade de Campinas, Faculdade de engenharia agrícola, Campinas, p.79, 2006.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.527-535, 2003.

DEXTER, A. R. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density and organic matter and effects on root growth. **Geoderma**, v.120, p.201-214, 2004a.

_____, A.R. Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tilth and hard-setting. **Geoderma**, v.120, p.215-225, 2004b.

_____, A.R. Soil physical quality: Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. **Geoderma**, v.120, p.227-239, 2004c.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação**. 3.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.152, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

FIGUEREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um Latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. **Journal Biosciencia**. Uberlândia, v.24, n.3, p. 24-30, 2008.

HENKLAIN, J. C. I. Influência do tempo no manejo do sistema de semeadura direta e suas implicações nas propriedades físicas do solo. In **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 26. Rio de Janeiro, RJ. (CD ROM). 1997. Resumos.

HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A.;OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil Tillage & Research**, v.35, p.23-36, 1995.

KLUTE, A., Methods of soil analysis. Part 1. 2.ed. Madison, **American Society of Agronomy**, p.687-732, 1986.

MACHADO, J. L. **Qualidade física de solo em distintos sistemas de uso e manejo quantificado pelo índice S**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, p.45, 2006.

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

NOVENTA A. N.; MACHADO, J. L., TORMENA, C. A., ROSSI JR, W. Índice S de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob plantio direto. In **Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e da água**, Aracaju, SE. (CD ROM). 2006. Resumos.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, v. 27, p. 29-48, 2003.

RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de; SANTOS, P.L. dos & SILVA, J.L. da. Zoneamento Agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará. **Boletim-Técnico** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.64, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS**: user's guide: version 8. Cary: SAS Institute, 1999.

SÁ, J. C M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. ; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L. ; BOUZINAC, S. e VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base de produção. **Revista Plantio Direto**. v.84, p.45-61, 2004.

SILVA G. L. da. **Qualidade física de um Luvissole cultivado com sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Ceará, p.70, 2008.

SILVA, A. P. ; KAY, B. D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Sciencia Society American Journal.**, v.61, p.877-883, 1997.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R. ;GUIMARÃES, M. F. MEDINA, C. C.; BALBINO,L. C.; NEVES, C. S. V. J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico dos solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, p.393-399, 1999

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. da; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em um latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**. v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

_____, C.A.; SILVA. A.P.; IMHOFF, S.D.C.; DEXTER, A.R. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Scientia Agrícola**. v.65, p.56-60, 2008.

VAN GENUTCHEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Madison, **Soil Science society of American Journal** v.44, p.892-898, 1980.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)