

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS
DE MANEJO NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS

Bolsista: Bruno Campos Mantovanelli, FAPEAM

HUMAITÁ/AM
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA- CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-A/0006/2012-2013
AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES SISTEMAS
DE MANEJO NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS

Bolsista: Bruno Campos Mantovanelli, FAPEAM.
Orientador: Milton César Costa Campos

HUMAITÁ/AM
2013

Resumo

O uso agropecuário provoca alterações nos atributos físicos e químicos do solo, normalmente essas modificações induzem a uma deterioração de sua qualidade, em decorrência principalmente da retirada da cobertura vegetal e o excessivo uso de mecanização. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos atributos do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejos na região Sul do Amazonas. Foi realizada a demarcação de três áreas (campo natural, campo oriundo de atividade agrícola e campo oriundo de atividade pecuária) com dimensões de 60 x 80 m, com espaçamento regular de 20 m entre blocos, totalizando 12 pontos de amostragem por sistema de manejo. Os solos foram coletados nas profundidades de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, totalizando 36 amostras por sistema de manejo. Foram realizadas análises físicas: textura, densidade do solo, macro, micro e porosidade total, estabilidade de agregados, resistência do solo a penetração e umidade. Com os resultados obtidos foi realizada análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O uso do solo com pastagem propiciou alterações dos atributos físico-hídricos da camada superficial e subsuperficial quando comparado ao ambiente de campo natural e a maior percentagem de agregados com diâmetros maiores como observados na área de pastagem, não evidenciam neste caso específico melhores condições de estrutura do solo.

Palavras-chave: Campo natural; atividade pecuária; atributos físicos

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Revisão de Literatura.....	5
2.1 Qualidade do solo.....	5
2.2 Uso e manejo do solo.....	6
3. Metodologia.....	7
3.1 Caracterização do Meio Físico.....	7
3.2 Metodologia de Campo e Laboratório.....	8
3.3 Análises Físicas e Químicas.....	8
3.4 Análises estatísticas.....	10
4. Resultados e Discussão.....	10
5. Conclusão.....	15
6. Referências.....	15
7. Cronograma de Atividades.....	19

1. Introdução

O solo é um importante recurso da natureza, que tem várias funções no ecossistema, exercendo assim influência sobre os constituintes do ambiente. Por outro lado, em se tratando dessas funções, quando se apresenta em bom estado de conservação, tem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária. Assim sendo, assegurar que o meio solo tenha bom funcionamento é absolutamente primordial para manter as relações harmônicas entre produções e manutenção da capacidade produtiva.

Nessa ótica Doran & Parkin (1994) a qualidade do solo é expressa quando este funciona dentro dos limites de um ecossistema natural, de modo a sustentar a produção biológica, promover a saúde dos animais e das plantas, e manter a qualidade do ambiente. De acordo com Medeiros et al, (2001) para se avaliar a qualidade do solo utiliza-se um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos, que representam as diferentes características do solo e que influenciam em suas diversas funções.

Segundo Kaminski (2004) as mudanças oriundas de ações antrópicas ocasionada pela atividade silvo-agro-pastoril causam um aumento na ciclagem de substâncias de ocorrência natural promovendo a necessidade de introdução de substâncias sintéticas no ambiente e a eliminação da cobertura natural do solo afetando a diversidade biológica.

De acordo com Souza & Alves (2003) a substituição da vegetação natural, por atividades agrícolas e pecuárias provocam um desequilíbrio no ecossistema, já que o manejo adotado influenciará os processos físico-químicos e biológicos do solo, podendo modificar suas características e, muitas vezes, propiciando sua degradação. Todas as formas atividades agropecuárias causam mudanças no balanço e no fluxo dos ecossistemas preexistentes, limitando dessa forma as suas funções de auto-regulação do ecossistema (Schröder et al., 2002).

Nos últimos anos os estudos sobre a qualidade física e química do solo evoluíram significativamente justificados quase sempre pela necessidade de se avaliar o comportamento de diversos atributos do solo em áreas sob cultivo agrícolas e pastagens (Lanzanova et al., 2007; Fidalski et al., 2008; Spera et al., 2009; Sales et al., 2010). No entanto, ainda são escassas as informações experimentais de longa duração, em que seja possível observar o efeito acumulado das alterações provocadas pelos sistemas de manejo na qualidade do solo.

Outro aspecto importante é o monitoramento da qualidade do solo, com vistas em sugerir modificações nos sistemas de manejo utilizados pelos agricultores a tempo de evitar a sua degradação, por outro lado, é necessário definir atributos de solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação (Mielniczuk, 1999). Pensando nisso, Larson & Pirce (1994) propuseram um conjunto mínimo de variáveis químicas, físicas e biológicas, que, acompanhadas ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações da qualidade do solo em função do manejo dado. Para Neves et al., (2007) a quantificação das alterações dos atributos do solo, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, pode fornecer subsídios importantes para a definição de sistemas racionais de manejo, contribuindo assim para tornar o solo menos suscetível a perda de capacidade produtiva.

Segundo Brookes (1995) aspectos relacionados a variação do tempo e espaço também promovem alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, assim qualquer modificação no solo pode provocar alteração diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas, podendo promover prejuízos à qualidade do solo e à produtividade das culturas. Para o mesmo autor a variação nos atributos, determinada pelo manejo e uso do solo, e sua avaliação são importantes para o melhor manejo visando à sustentabilidade do sistema.

Segundo Carvalho et al., (2004) é preciso compatibilizar o uso e a mobilização intensiva solo sem diminuir a sua capacidade de manter uma produção biológica sustentável. Assim, é recomendável monitorar os solos sob diferentes sistemas de manejo com vista à preservação da sua qualidade para que o mesmo possa proporcionar uma produção continuada (Fialho et al., 2008).

2. Revisão de Literatura

2.1 Qualidade do solo

A discussão sobre qualidade do solo intensificou-se no início dos anos 90, quando a comunidade científica, consciente da importância do solo para a qualidade ambiental, começou a manifestar a preocupação com a degradação dos recursos naturais, com a sustentabilidade agrícola e com a função do solo (Vezzani & Mielniczuk, 2009).

Devido ao crescimento populacional e à crise de alimentos no mundo, o manejo intensivo do solo, a monocultura e o uso de pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns para o aumento da produção agrícola. A utilização destas práticas tem ocasionado perda de matéria orgânica do solo, erosão e contaminação dos mananciais hídricos, além de prejuízos à microbiota e seus processos bioquímicos (Araújo & Monteiro, 2007). A preocupação com a qualidade do solo tem crescido na medida em que seu uso e mobilização intensiva podem redundar na diminuição de sua capacidade em manter uma produção biológica sustentável (Carvalho et al., 2004). Nas últimas décadas, a avaliação da qualidade do solo tem merecido destacada atenção, e a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo, tem sido amplamente realizada para monitorar a produção sustentável dos solos (Neves et al., 2004) e, conseqüentemente, a conservação dos recursos naturais.

A qualidade do solo se relaciona com sua capacidade em desempenhar funções que interferem na produtividade de plantas e animais e no ambiente, podendo mudar com o passar do tempo em decorrência de eventos naturais ou uso humano, e pode ser definido como a capacidade em funcionar dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (Doran & Parkin, 1994; Araújo & Monteiro, 2007; Araújo et al., 2008).

Sabe-se que a rápida degradação do solo sob exploração agrícola no mundo, especialmente em países tropicais em desenvolvimento, resulta quase sempre do seu manejo inadequado, o que constitui, portanto, uma ameaça para a sustentabilidade e qualidade do meio ambiente (Lal, 1989; Reicosky et al., 1995). Como consequência, tem crescido o interesse em se avaliar a qualidade do solo submetido a diferentes processos de cultivo a fim de definir a tecnologia mais racional de uso do solo.

2.2 Uso e manejo do solo

Dentre os recursos naturais mais degradados pelo homem, o solo é atualmente o que mais sofre alteração em suas características naturais devido à exploração inadequada. A história do uso do solo mostra que essa alteração nem sempre dá lugar a um novo sistema ecológico sustentável, desse modo, solos utilizados intensamente de forma inadequada são levados à degradação (Alves, 2001). O solo é dos recursos naturais mais intensamente utilizados pelo homem na produção de alimentos e, por isso,

pode ter sua capacidade produtiva comprometida pelo uso e manejo inadequados (Valle Júnior, 2008).

O mais indicado seria o uso e o manejo do solo que estabelecessem uma associação conveniente das propriedades físicas, químicas e biológicas, de modo a possibilitar condições cada vez melhores para o desenvolvimento vegetal, promovendo, conseqüentemente, menores perdas de solo e de água e assim, maior produtividade associada à qualidade ambiental (Souza & Alves, 2003).

A conservação do solo e a produtividade das culturas podem ser negativamente afetadas por mudanças causadas à composição e arranjos dos constituintes do solo por diferentes sistemas de manejo (Silva et al., 2006). Devido à grande pressão do uso dos recursos naturais em função do aumento da população e às técnicas de manejo que têm sido utilizadas para o cultivo, nem sempre há a preocupação com a sustentabilidade do sistema, essas técnicas utilizadas de forma inadequada causam a degradação do solo (Matias, 2003).

Dentre os principais fatores relacionados com o aumento da degradação ambiental estão as frequentes alterações não planejadas no uso da terra, acima da capacidade de suporte do solo. Nas zonas rurais, o manejo inadequado do solo, sem observância dos limites e riscos de degradação ambiental, tem provocado o desenvolvimento de processos erosivos acelerados, sendo um dos principais fatores causadores da degradação e deterioração da qualidade ambiental (Guerra & Cunha, 1996; Valle Júnior, 2008).

O manejo do solo pode alterar atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos, com impacto principalmente nas camadas superficiais do solo. O uso agrícola dos solos altera, normalmente, as propriedades do solo, dependendo das condições edáficas e climáticas. Dessa forma, diferentes sistemas de manejo resultam em mudanças na composição e arranjo dos constituintes do solo, que podem em alguns casos, prejudicar a conservação desse recurso natural e reduzir a produtividade das culturas (Corá, 1997).

3. Metodologia

3.1 Caracterização do Meio Físico

A área de estudo localiza-se na região de Humaitá, sul do Estado do Amazonas, sob as coordenadas geográficas de 7° 54' 25"S e 63° 17'33" W. A região apresenta relevo aproximado ao do tipo "tabuleiro", com desníveis muito pequenos e, bordos ligeiramente abaulados. Essas terras mais altas constituem os divisores topográficos de água entre os rios da região. O desnível dessas zonas mais elevadas e os vales dos igarapés, é da ordem de 15 a 29 metros, ocorrendo, entretanto, de maneira súbita (BRAUN e RAMOS, 1959).

Com relação à geologia, as áreas estudadas localizam-se sob área formada a partir de sedimentos aluviais indiferenciados ou antigos, que são cronologicamente oriundos do Holoceno. A região apresenta uma vegetação de contato entre Campos e Floresta, que se caracteriza por áreas que inclui variações de formações campestres, onde a vegetação que prevalece é a gramíneo-lenhosa baixa e se alterna com pequenas árvores isoladas e galerias florestais ao longo dos rios (Braun & Ramos, 1959).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2.500 mm, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho e umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

3.2 Metodologia de Campo e Laboratório

Foram selecionadas três áreas com diferentes sistemas de manejo: campo natural, campo oriundo de atividade agrícola e campo oriundo de atividade pecuária. Em cada um dos diferentes sistemas de manejo foi demarcada uma área de 4800 m² estando subdividida em 12 partes de 400 m², a coleta foi realizada em amostras deformadas e indeformadas nas profundidades de 0,00 – 0,05; 0,05 – 0,10 e 0,10 - 0,20 m.

3.3 Análises Físicas e Químicas

Nas amostras deformadas de solo foi determinada a granulometria utilizando uma solução de NaOH 1 Mol como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 minutos, seguindo metodologia proposta pela (Embrapa, 1997). A fração argila será separada por sedimentação, a areia grossa e fina por tamisação e o silte será calculado por diferença.

Para determinações da macroporosidade, microporosidade, densidade do solo, porosidade total e umidade, estas serão realizadas nas amostras indeformadas utilizou-se

anéis volumétricos coletados na profundidade de 0,0-0,5, 0,5-0,10 e 0,10-0,20 m. Em seguida as amostras foram envoltas em filme de PVC transparente e acondicionadas em formas de isopor. No laboratório, as amostras foram preparadas retirando-se o excesso de solo das suas extremidades. Em seguida, saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água numa bandeja de alumínio, até atingir cerca de 2/3 da altura das amostras.

A porosidade total foi obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas (Embrapa, 1997). A microporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão (Embrapa, 1997). Pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade foi obtido a macroporosidade. A determinação da umidade foi obtida pela diferença entre a massa do solo úmido e a massa do solo seco em estufa a 105°C durante 24 horas (Embrapa, 1997). A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco e o volume do anel volumétrico (Embrapa, 1997).

A resistência do solo à penetração foi determinada em laboratório nas amostras coletadas com os cilindros volumétricos, utilizando um penetrômetro eletrônico modelo MA-933, marca Marconi, com velocidade constante de 0,1667 mm s⁻¹, equipado com uma célula de carga de 200 N, haste com cone de 4 mm de diâmetro de base e semi-ângulo de 30°, receptor e interface acoplado a um microcomputador, para registro das leituras por meio de um software próprio do equipamento.

Para determinação da estabilidade dos agregados do solo utilizou-se das amostras deformadas de solo. A determinação dos atributos DMG, agregados na classe >2 mm e agregados na classe 2-1 mm. As amostras serão levemente destorroadas, de forma manual, e passadas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha, secadas à sombra, para as análises relativas à agregação. A separação e estabilidade dos agregados serão determinadas segundo (Kemper & Chepil, 1965), com modificações, nas seguintes classes de diâmetro: >2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,25; 0,25-0,10; 0,10-0,05 e <0,05 mm. Os agregados serão colocados em contato com a água sobre a peneira de 4,76 mm por quinze minutos, a massa do material retido em cada peneira, será colocada em estufa a 105°C. Os resultados foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras >2 mm, 2-1 mm e do diâmetro médio geométrico (DMG) e ponderado (DMP).

3.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussão

Os resultados referentes à análise granulométrica do solo são apresentados na Tabela 1. Os resultados da análise textural dos solos nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, nas áreas com os três diferentes usos, permitem admitir semelhança na textura deles, uma vez que apresentaram teores médios das frações minerais. Os resultados referentes à análise granulométrica do solo são apresentados na (Tabela 1). O sistema de campo natural apresentou maiores teores de areia em comparação as áreas com cultivo abandonado e pastagem, enquanto que as maiores percentagem de argila foram encontradas na área de campo cultivado.

Em todos os sistemas observou-se a dominância de silte nas camadas avaliadas, fato justificável pela natureza aluvial dos sedimentos que constituem o material de origem (BRASIL, 1978). Relacionando o sistema de pastagem com o de campo natural e campo cultivado, observa-se que este está localizado em uma posição mais baixa do terreno em relação aos demais sistemas, fato este que justifica os teores de silte serem mais elevados, diferindo estatisticamente dos demais ambientes. Segundo Rosolen e Herpin, (2008) esse comportamento se deve, principalmente, a posição rebaixada, e ocorrência em depressões topográficas que favorecem a deposição de sedimentos mais finos.

Tabela 1: Atributos granulométricos dos solos sob pastagem, campo cultivado e campo natural nas profundidades de 0,0–0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, na região Sul do Amazonas.

Sistema de Manejo	Areia	Silte	Argila
	-----g kg ⁻¹ -----		
	-----Profundidade 0,00-0,05m-----		
Pastagem	167,06 b	672,23 a	160,69 b
Campo Cultivado	177,98 b	526,49 b	295,51 a
Campo Natural	223,28 a	577,29 b	199,42 b
CV ¹ (%)	21,83	8,87	18,64
	-----Profundidade 0,05-0,10m-----		
Pastagem	183,48 b	671,67 a	166,55 b
Campo Cultivado	177,57 b	546,62 b	275,80 a
Campo Natural	232,15 a	562,08 b	205,76 b
CV (%)	19,13	8,02	19,21
	-----Profundidade 0,10-0,20m-----		
Pastagem	186,74 b	653,47 a	174,45 b
Campo Cultivado	187,09 b	550,51 b	262,39 a
Campo Natural	252,43 a	537,99 b	219,57 b
CV(%)	16,10	6,28	20,21

CV¹ (%): coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Ao se fazer uma análise geral dos valores médios dos atributos físico-hídricos do solo (Tabela 2), verifica-se que houve diferenças significativas com relação à profundidade de coleta nas áreas para a macroporosidade, porosidade total e densidade do solo nos sistemas de manejo.

O uso do solo com pastagem propiciou alterações dos atributos físico-hídricos da camada superficial e subsuperficial quando comparado aos demais sistemas, sendo maior a densidade do solo, microporosidade e resistência do solo à penetração, e inferior nos teores de umidade (Tabela 1), concordando com os resultados encontrados por Muller et al. (2001).

Analisando os valores médios da macroporosidade e da resistência à penetração na área de pastagem verificou-se a presença de compactação quando comparado aos demais sistemas, uma vez que os valores desses atributos, encontram-se respectivamente, abaixo e acima dos limites estabelecidos (10% para a macroporosidade e 2,0 kPa para a resistência do solo a penetração) e umidade abaixo dos 20%, conforme Tormena (2002). Segundo o autor é necessário manter o solo acima ou abaixo desses limites para garantir condições adequadas para as plantas, pois macroporosidade inferior a 10% imprime inadequada difusão de oxigênio para atender a demanda respiratória das raízes e o adequado crescimento e atividade de microorganismos.

Tendo como referência o solo sob campo nativo, verifica-se que os valores de resistência à penetração e densidade do solo na área de pastagem evidenciam haver estreita relação com a intensidade de uso do solo, ou seja, quanto maior intensidade de uso, mais compactação, confirmando relatos de outros trabalhos (Secco et al., 1997; Beutler et al., 2001). Embora não haja consenso sobre os níveis críticos ou sustentáveis para esse atributo, refletindo sua variabilidade com relação às condições de umidade do solo e também a diversidade de procedimentos metodológicos, conforme discutido por Camargo & Alleoni (1997), pode-se deduzir que na área sob pastagem haverá prejuízo para o pleno desenvolvimento radicular e o aproveitamento do reservatório de água do solo pelas plantas.

Nesse sentido, ressalta-se que a produtividade da pastagem não depende somente dos atributos químicos em níveis suficientes, mas também dos valores dos atributos físicos, pois valores adequados da densidade do solo, da macroporosidade, da microporosidade, da resistência do solo à penetração e da umidade, entre outros, são necessários para o desenvolvimento das raízes das plantas. Assim, no presente estudo, os valores dos atributos físico-hídricos encontrados no solo sob pastagem sugerem alterações das condições físicas do solo favoráveis para uma boa produção da forrageira, o que está de acordo com Reinert (1998).

Tabela 2: Valores médios dos atributos físico-hídricos do solo em diferentes sistemas de manejo na região Sul do Amazonas.

Sistema de Manejo	RP ¹ Kpa	MaP ² -----%	MiP ³ -----%	VTP ⁴ -----%	Umidade	DS ⁵ g.cm ⁻³
-----Profundidade 0,00-0,05m-----						
Pastagem	2,74 a	5,92 b	40,31 a	46,24 a	16,56 b	1,44 b
Campo Cultivado	1,60 b	15,83 a	25,88 b	40,34 ab	27,40 a	1,24 a
Campo Natural	1,71 b	5,54 b	25,90 b	31,44 b	25,68 a	1,42 b
CV (%) ⁶	13,47	19,38	23,25	23,57	7,28	9,03
-----Profundidade 0,05-0,10m-----						
Pastagem	2,77 a	6,15 ab	34,83 a	40,04 a	14,47 b	1,52 a
Campo Cultivado	1,63 b	9,08 a	28,69 b	37,77 a	25,27 a	1,28 b
Campo Natural	1,76 b	5,44 b	24,54 b	29,99 b	24,78 a	1,44 a
CV (%)	17,89	22,17	18,11	18,23	10,25	6,99
-----Profundidade 0,10-0,20m-----						
Pastagem	2,80 a	5,87 ab	38,62 a	27,76 c	14,12 b	1,53 a
Campo Cultivado	1,83 b	8,65 a	27,64 b	36,30 b	22,64 a	1,32 b
Campo Natural	1,96 b	5,03 b	22,73 b	44,49 a	21,36 a	1,47 a
CV (%)	21,08	18,44	20,76	20,70	15,38	7,42

RP¹: Resistência mecânica do solo a penetração; MaP²: macroporosidade; MiP³: microporosidade; VTP⁴: volume total de poros; DS⁵: densidade do solo; CV⁶: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

A menor densidade do solo, resistência a penetração e maior umidade nas três camadas avaliadas, foi a de campo cultivado em relação aos demais sistemas, este fato pode ser atribuído não só ao revolvimento do solo que este sofreu durante anos de uso, como também à ausência de pisoteio animal, fato este que foi observado na área de pastagem, cujos efeitos normalmente se restringem à camada superficial, corroborando assim com trabalho realizado por Spera et al. (2004) que avaliou os efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade.

Altas taxas de umidade no solo foram registradas para as áreas de campo nativo e campo cultivado nas profundidades amostradas mostrando-se estatisticamente superiores ao ambiente de pastagem. Fabrício et al. (1999), apesar de registrarem valores de infiltração um pouco inferiores aos deste trabalho, verificaram também elevada diferença de umidade no solo, entre uma área com vegetação natural e áreas de pastagem intensiva. É importante ressaltar a significativa diminuição da taxa de umidade no solo em função da intensidade de uso. Os dados indicam que, quando áreas de campo nativo são utilizadas para pastagem de bovinos, sua taxa diminui muito, atingindo valores críticos.

Os valores referentes à estabilidade de agregados são apresentados na Tabela 3. A área de campo natural apresentou a maior percentagem de agregados com maiores diâmetros (>2,00mm), seguidos pela área cultivada e de pastagem. Para Dexter (1988) os solos com agregados estáveis de maior tamanho são considerados solos estruturalmente melhores e mais resistentes ao processo erosivo, pois a agregação facilita a aeração do solo, as trocas gasosas e a infiltração de água, em função do aumento da macroporosidade, além de garantirem a microporosidade e a retenção de água dentro dos agregados.

No entanto neste caso, a maior percentagem de agregados com diâmetros maiores como encontrados na área de pastagem, não evidenciam neste caso específico melhores condições de estrutura, aeração e macroporosidade do solo, uma vez que estes valores de agregados devem-se ao fato do solo está em maior nível de compactação e apresentar maior resistência à ruptura, esta afirmação é confirmada pelos maiores valores de D_s e RSP e os menores valores de macroporosidade e porosidade total. Para Kato (2010) altos valores de DMP indicam a alta estabilidade dos agregados, no entanto, de acordo com Bertol et al. (2004) um agregado de elevado DMP nem sempre apresenta adequada distribuição de tamanho de poros no seu interior.

Tabela 3: Valores médios dos índices de estabilidade de agregados do solo em diferentes sistemas de manejo na região Sul do Amazonas.

Sistema de Manejo	DMG ¹	DMP ²	>2,00 mm	<1,00mm
	-----mm-----		-----%-----	
-----Profundidade 0,00-0,05m-----				
Pastagem	2,75 b	3,19 b	73,04 a	26,96 a
Campo Cultivado	2,52 a	2,74 a	87,13 b	12,87 b
Campo Natural	2,82 b	3,23 b	93,92 c	6,08 c
CV (%) ³	11,05	14,95	8,43	21,32
-----Profundidade 0,05-0,10m-----				
Pastagem	2,83 b	3,26 b	71,05 a	28,95 a
Campo Cultivado	2,37 a	2,63 a	80,12 b	19,88 b
Campo Natural	2,87 b	3,21 b	91,38 c	5,76 c
CV (%)	22,09	12,31	16,04	10,09
-----Profundidade 0,10-0,20m-----				
Pastagem	2,91 b	3,13 b	66,08 a	33,92 a
Campo Cultivado	2,55 a	3,08 b	89,87 b	10,13 b
Campo Natural	2,95 b	3,27 a	92,01 c	7,99 c
CV(%)	13,34	15,54	9,12	24,47

DMG¹: diâmetro médio geométrico; DMP²: diâmetro médio ponderado; CV (%)³: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

Independente da profundidade, a área de campo natural apresentou os maiores valores dos índices de estabilidade de agregados estáveis em água, DMP e DMG (Tabela 3). Este padrão é decorrente do maior aporte de material vegetal nesta área, propiciando aumento dos teores de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, aumento da agregação do solo. Referente à agregação Kiehl (1979) comenta que para haver formação dos agregados são necessárias duas condições fundamentais: a primeira, que uma força mecânica qualquer, provoque a aproximação das partículas do solo; a segunda condição é a de que, após o contato das partículas, haja um agente cimentante para consolidar essa união, gerando os agregados. Nos campos naturais a primeira condição é atendida por conta do nível elevado de adensamento natural do solo devido a translocação de argila que ocorre em profundidade nestes ambientes.

Observa-se que o campo cultivado apresentou valores de DMG e DMP inferior em todas as profundidades quando comparado ao campo natural. O manejo realizado em uma determinada área influencia diretamente na estabilidade dos agregados, podendo interferir na formação, estruturação e estabilização dos mesmos. O preparo convencional realizado com revolvimento do solo, desagrega a estrutura, compacta-o abaixo da camada preparada formando o “pé de grade” e o deixa sem cobertura vegetal, já a semeadura direta, por ser realizada com pequena mobilização do solo, mantém os agregados e a

cobertura do solo, no entanto deixar o solo mais compactado na camada superficial (Bertol et al.,2004).

5. Conclusão

1. A maior percentagem de agregados com diâmetros maiores como observados na área de pastagem, não evidenciam neste caso específico melhores condições de estrutura do solo.
2. Em todos os sistemas observou-se a dominância de silte nas camadas avaliadas, fato justificável pela natureza aluvial dos sedimentos que constituem o material de origem.
3. O uso do solo com pastagem propiciou alterações dos atributos físico-hídricos da camada superficial e subsuperficial quando comparado ao ambiente de campo natural.

6. Referências

ALVES, M. C. **Cultura do algodão, soja, milho e feijão em sucessão com quatro adubos verdes em dois sistemas de semeadura**. 1992. 173f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ALVES, M. C. Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da usina hidrelétrica de Ilha Solteira - SP. **2001. 83f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.**

ANDRADE JÚNIOR, R. T. **Propriedades físico-químicas de um solo em recuperação e adaptação da Brachiaria decumbens**. 2004. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v.23, p.66-67, 2007.

ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, B. B.; MONTEIRO, R. T. R. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. **European Journal of Soil Biology**. v.44, p.225-230, 2008.

BERTOL, I.; ALBURQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas as do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.155-163, 2004.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C. & PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico

típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25; p.167-177, 2001.

BRAUN, E. H. G.; RAMOS, J. R. A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). **Revista Brasileira de Geografia**. v.21, n.04, p.443-497, 1959.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: A review. **Geoderma**, v. 124, p.3-22, 2005.

BROOKES. P .C .The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, v. 19, p. 269-279, 1995.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132p.

CARVALHO, H. O. G. **Física dos solos**. Campina Grande: UFPB, 2000. 173p.

CARVALHO, R. et al. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J. & ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília**, DF, v.39, n. 11, p.1153-1155, 2004.

CORÁ, J. E. The potential for site-specific management of soil land yield variability induced by tillage. 1997. 104 f. **Tese (Doutorado) - East Lansing, Michigan State University, 1997**.

DEXTER, A. R. Advances in characterization of soils tructure. **Soil & Tillage Research**, 11, p.199- 238, 1988.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., Definir e avaliar a qualidade do solo. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds). Definindo a qualidade do solo para um ambiente sustentável. **SSSAJ Madison**, v. 35 p. 3-22, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FABRÍCIO, A.C.; CUNHA, T.J.F.; FREITAS, P.L. & MARTINS, J.S. Modificações morfoestruturais de solo sob Cerrado, decorrentes de diferentes sistemas de manejo em Chapadão do Sul-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. Brasília, 1999. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Embrapa, 1999. CD ROM.

FIALHO, J. S. et al. Indicadores da qualidade do solo, em sistema de rotação, na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 03, p. 353-361, 2008.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; CECATO, U.; BARBERO, L.M.; LUGÃO, S.M.B.; COSTA, M.A.T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1583-1590, 2008.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-379.

KAMINSKI, J. Impactos da atividade humana sobre o solo: Atividades rurais. In: **FÓRUM SOLOS E AMBIENTE**, Santa Maria, Palloti, 2004.

KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo Vermelho-Amarelo do cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**. v. 26, p. 732-738, 2010.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Aggregate stability and size distribution. In: BLACK, C. A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: ASA, 1965. pt. 1, cap. 39, p. 499-510. (Agronomy, 9).

KIEHL, E.J. Manual de edafologia: Relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979, 262 p.

LAL, R. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments, **Advence Agronomy**, v.42, p.85-197, 1989.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.

LARSON, W.E. & PIRCE, F.J. The dynamics of soil quality as measure of sustainable management. In: DORAM, J.W. et al., eds. Defining soil quality for sustainable environment. Madison, **American Society of Agronomy**, n. 37, p.37-51, 1954.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1177- 1182, 2000.

MATIAS, M. I. A. S. Influência da cobertura vegetal na disponibilidade de nutrientes e na distribuição do sistema radicular em Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro. **2003. 78f. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas**, 2003.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas Agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Genesis, Porto Alegre, n. 34, p.1-8, 1999.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ V., V. H. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p. 209 - 248, 2003.

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

NEVES, C. M. N. SILVA, M.L.N. CURI, N.; MACEDO, R.L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistema agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.28, n.5, p.1038-1046, 2004.

OLIVEIRA, J. T.; MOREAU, A. M. S. S.; PAIVA, A. Q.; MENEZES, A. A.; COSTA, O. V. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2821 – 2829, 2008.

QUEIROZ, H. A. Caracterização fisiográfica e de alguns atributos físicos e químicos dos solos da Microbacia Jardim Novo Horizonte, em Ilha Solteira, SP. RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RASMUNSEN, P. E. Soil organic matter changer resulting from tillage and biomass production. **Journal Water conservation**, v.50, p.253-262, 1995.

REICOSKY, D. C.; KEMPER, W. D.; LANGLDALE, G. W.; DOUGLAS Jr., C. I.; REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1998. p.163-176.

ROSOLEN, V.; HERPIN, U. Expansão dos solos hidromorficos e mudanças na paisagem: um estudo de caso na região Sudeste da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 03, p. 483-490, 2008.

SCHRÖDER, P. et al. Land use and sustainability: FAM research network on agroecosystems. **Geoderma**, Amsterdam, v. 105, p. 155-166, 2002.

SECCO, D.; DA ROS, C.O.; FIORIN, J.E.; PAUTZ, C.V. & PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. *Ci. Rural*, v. 27. P. 57-60, 1997.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; ROSA, J. D.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 329 - 337 2006.

SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V. Soil compaction problems in world agriculture. In: NOME (Ed.). Soil compaction in crop production. **Elsevier**: Amsterdam, p. 1 - 21, 1994.

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**, Maringá, v.25, n.1, p. 27 - 34, 2003 a.

