

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO DA
FERTILIDADE PARA A PEQUENA PROPRIEDADE EM
TANGARÁ DA SERRA - MT**

José Roberto Rambo
(Dissertação de Mestrado)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

**QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO DA
FERTILIDADE PARA A PEQUENA PROPRIEDADE EM
TANGARÁ DA SERRA - MT**

JOSÉ ROBERTO RAMBO
Engenheiro Agrônomo (UFSM)

Dissertação apresentada como
um dos requisitos para a obtenção do
grau de Mestre em Ciência do Solo

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2010

Página de homologação

AGRADECIMENTOS

À universidade pública, gratuita e de qualidade, representada aqui pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, e Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao professor Cimélio Bayer, pela disponibilidade de orientação.

À doutora Michely Tomazi, pela colaboração nas coletas de solo, análises laboratoriais e discussões sobre o tema de pesquisa.

Aos professores do PPG Ciência do Solo da UFRGS e PPG em Agricultura Tropical da UFMT pela contribuição na formação acadêmica.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, pela cedência da área experimental e pelo entendimento das ausências quando necessárias.

Aos colegas professores do Departamento de Agronomia da UNEMAT - *Campus* de Tangará da Serra, pelas valorosas contribuições em discussões sobre o tema de pesquisa, na disponibilidade de substituição e na convivência.

Aos colegas de Pós-graduação com os quais tive a oportunidade de conviver durante todo este período; com vocês aprendi, discuti e me diverti muito.

Aos funcionários do PPG Ciência do Solo, Jader Amaro e Luiz Antônio da Silveira, pela solicitude e disponibilidade em todos os momentos necessários, durante o período de formação.

Ao CNPq, pela concessão periódica de bolsa de estudo.

À minha família, em especial minha mãe Florentina Spies Rambo e meu pai Telmo Rambo (*in memoriam*), pelos ensinamentos, apoio, luta, compreensão e torcida em todos os momentos da vida, uma vez que me possibilitaram a oportunidade de conquista da maior herança que os pais dão aos filhos, o estudo.

E por fim a todos os amigos e àqueles que de alguma forma contribuíram para o trabalho e para que este momento se tornasse possível.

Valeu, povo, e Muito Obrigado por tudo!

QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO DA FERTILIDADE PARA A PEQUENA PROPRIEDADE EM TANGARÁ DA SERRA – MT^{1/}

Autor: José Roberto Rambo

Orientador: Prof. Cimélio Bayer

RESUMO

A região do Cerrado representa uma significativa área de produção agrícola no Brasil, no entanto, no que concerne a sistemas de manejo voltados à pequena propriedade, poucas são as informações disponíveis. Com o objetivo de avaliar o impacto de diferentes sistemas de manejo da fertilidade na qualidade de um Latossolo Vermelho em Tangará da Serra-MT, foi utilizado um experimento com um sistema de manejo da fertilidade do solo tradicional da região, (i) adubação de alta reatividade, e três sistemas alternativos: (ii) adubação de baixa reatividade, (iii) misto (adubação de baixa reatividade e adubação orgânica) e (iv) adubação orgânica. Adjacente à área experimental, coletaram-se amostras de solo de duas áreas de referência: Cerrado (condição natural) e pastagem de braquiária (condição original da área anteriormente à instalação do experimento). Foram avaliados como indicadores de qualidade do solo os atributos de fertilidade (pH, Ca, Mg, K, CTC, C, N, P, B, Cu, Zn e Mn) nas subcamadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, microbiológicos (C e N microbiano, C microbiano:C orgânico, N microbiano:N total, C:N microbiano, C orgânico dissolvido) na camada de 0-10 cm e macrofauna edáfica (número de indivíduos, riqueza de grupos, índices de Shannon e de Pielou e a abundância) em superfície. Os sistemas de manejo da fertilidade influenciaram de forma significativa o pH do solo e os teores de Ca, Mg, C, N, Cu, Zn, Mn, C microbiano, N microbiano, Cmicrobiano:Nmicrobiano e C orgânico dissolvido. O sistema de manejo da fertilidade misto foi a que apresentou melhor qualidade do solo comparado ao de alta reatividade, superando, inclusive, em alguns atributos, o solo sob pastagem de braquiária e de Cerrado. Nos atributos de macrofauna edáfica, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

^{1/}Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre (64p.). Dezembro, 2010.

SOIL QUALITY AS AFFECTED BY FERTILIZER MANAGEMENT SYSTEMS TO SMALL FARMS IN TANGARÁ DA SERRA - MT ^{1/}

Author: José Roberto Rambo

Adviser: Prof. Cimélio Bayer

ABSTRACT

The Brazilian Savannah (Cerrado) region represents a significative area to agriculture production, however, information about management systems to small farms is rare. With the objective of evaluate the impact of different management systems on soil quality of an Oxisol in Tangará da Serra, Mato Grosso State, we used an experiment with one traditional management system in the region, (i) high reactivity fertilizer, and three ecologically-based systems: (ii) low reactivity fertilizer, (iii) combined (low reactivity and organic fertilizer) and (iv) organic fertilizer. Adjacent to experimental adjacent areas was sampled two reference areas: Cerrado (natural condition) and brachiaria pasture (origin area condition of the area before experiment installation). We evaluated as soil quality indicators fertility attributes (pH, Ca, Mg, K, CTC, C, N, P, B, Cu, Zn and Mn) in 0-5, 5-10 and 10-20 cm layers, microbiological attributes (microbial biomass-C and -N, microbial biomass-C:organic C, microbial biomass N/total N, microbial C/N ratio, organic dissolved C) in 0-10 cm layer and edaphic macrofauna (number of individuals, richness of groups, Shannon and Pielou index and abundance) in surface of soil. The fertility management systems influenced significantly the soil pH, and Ca, Mg, C, N, Cu, Zn, Mn, microbial biomass-C and -N, microbial C/N and dissolved organic C contents. The better soil quality was observed in combined fertilizer management compared to high reactivity system, and overcome Cerrado and pasture soil in some attributes. In edaphic macrofauna attributes no difference was observed between treatments.

^{1/}Dissertation in Soil Science. Soil Science Post Graduation Program, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre (64p.). December, 2010.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Evolução da Agricultura no Cerrado	3
2.2 Sustentabilidade e Agricultura de Base Ecológica	6
2.3 Qualidade do Solo.....	11
2.4 Indicadores de Qualidade do Solo e de Sustentabilidade	12
2.4.1 Indicadores de fertilidade do solo	13
2.4.2 Biomassa microbiana como indicadora de qualidade do solo	14
2.4.3 Macrofauna edáfica como indicadora de qualidade do solo	15
3. OBJETIVO	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 Caracterização da Área de Estudo	18
4.2 Tratamentos	19
4.3 Coletas de solo e determinações	21
4.3.1 Fertilidade do solo.....	21
4.3.2 Biomassa microbiana.....	22
4.3.3 Fauna edáfica	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 Indicadores de Fertilidade do Solo.....	25
5.2 Biomassa Microbiana do Solo.....	40
5.3 Macrofauna Edáfica	45
6. CONCLUSÕES	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Descrição geral dos tratamentos e áreas de referência para Latossolo Vermelho, entre as safras agrícolas 2004 - 2009 em Tangará da Serra - MT.	20
2. Indicadores microbiológicos determinados para Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE)..	42
3. Número de indivíduos por grupo taxômico de macrofauna em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE).	46
4. Riqueza de grupos, índice de Shannon (H'), Pielou (e) e abundância da comunidade de macrofauna em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE).	48

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Localização geográfica do município de Tangará da Serra, estado de Mato Grosso..18
2. Armadilha tipo *Provid* instalada em sistemas de manejo da fertilidade para a pequena propriedade com feijão no município de Tangará da Serra – MT. 01/03/2009..23
3. Valores de pH em H₂O, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....26
4. Teores de Ca trocável, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....27
5. Teores de Mg trocável, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....28
6. Teores de K disponível, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....29
7. Valores de CTC, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....30
8. Teores de C, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....31
9. Teores de N total, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação

Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....	33
10. Teores de P disponível (Melich - 1 e Resina), determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).	35
11. Teores de B, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....	36
12. Teores de Cu, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....	37
13. Teores de Zn, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....	38
14. Teores de Mn, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).....	39

1. INTRODUÇÃO

A região do Cerrado é atualmente uma das maiores áreas de produção agrícola do Brasil. A classe de solos predominantemente é a dos Latossolos; e apresenta topografia plana a suave ondulada, característica que beneficia a mecanização agrícola. No entanto, os solos sob condição natural são extremamente pobres em fertilidade, o que é facilmente corrigido com as práticas de fertilização e correção da acidez do solo, tornando possível atender aos objetivos da produção agrícola. Neste sentido, a região passou, a partir de 1970, por um acelerado processo de ocupação dos solos para fins de exploração agrícola, devido principalmente ao aumento da demanda por produtos agrícolas.

O referido processo baseou-se em práticas convencionais de manejo do solo, não adequadas às condições tropicais de solo e clima, já que foram trazidas de regiões temperadas, e teve como consequência a degradação da qualidade do solo, com reflexo na diminuição da capacidade produtiva deste. A redução da capacidade produtiva do solo vem aliada a prejuízos ao meio ambiente; estes fatores justificam a busca por sistemas de produção sustentáveis, visando manter a capacidade produtiva em longo prazo, com manutenção e melhoria de qualidade do solo e do ambiente.

A agricultura familiar, apesar de representar um baixo percentual no que concerne ao total da área ocupada pela agricultura no Cerrado brasileiro, representa considerável percentual quanto ao número de propriedades. Em Tangará da Serra-MT, a agricultura familiar contempla 88% do número de imóveis rurais, mesmo ocupando somente 20% da área agrícola total do município.

Neste contexto, desde 2005, está se conduzindo em Tangará da Serra – MT um experimento com a utilização de sistemas alternativos de manejo da

fertilidade da produção agrícola, voltados à agricultura familiar, com objetivo de mensurar e avaliar indicadores de qualidade do solo, nos parâmetros de fertilidade do solo, biomassa microbiana e macrofauna edáfica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução da Agricultura no Cerrado

A região compreendida como Cerrado abrange no Brasil, uma área de aproximadamente 206 milhões de hectares, o que equivale a mais ou menos 24% do território nacional, e abriga um rico patrimônio de recursos naturais, pela grande diversidade de fauna e flora (Brossard e Barcelos, 2005). Deste total de área, 41,56% são ocupados com pastagens, 11,35% com atividades agrícolas, 0,07% com florestas artificiais e 1,90% com áreas urbanas. Estes números mostram a alteração do bioma natural de mais da metade da paisagem natural do Cerrado por ação antrópica (Walter, 2006).

O Bioma Cerrado localiza-se principalmente no Planalto Central e caracteriza-se por vegetação que compreende estrato graminoso contínuo, usualmente com árvores e/ou arbustos exibindo características estruturais e funcionais similares (Walter, 2006).

Quanto ao solo, as principais classes encontradas no Bioma Cerrado são os Latossolos em 45,7% da área, Neossolos Quartzarênicos em 15,2% e os Argissolos 15,1%. Outras classes como os Plintossolos (9,0%), Neossolos (7,0%) e Gleissolos (2,5%) ocupam menor proporção de área (Diniz, 2006). As classes de solos predominantes caracterizavam o Cerrado, como sendo uma região que não oferecia potencial de exploração agrícola, principalmente por apresentar solos ácidos, distróficos, com alta toxidez de Al e alta capacidade de fixação de fósforo, características que inviabilizariam um investimento econômico (Santos et al., 2008).

Estes são fatores que contribuíram para que a região, fosse deixada à margem da ocupação demográfica do país por um longo período (Theodoro et al., 2002). As primeiras políticas voltadas à ocupação da região só

aconteceram a partir de 1940, durante o governo de Getúlio Vargas, com a proposta da criação de projeto para colonização do Cerrado (Shiki, 1997).

Contudo, as transformações no cenário agrícola só começaram a se intensificar a partir de 1960, com a proposição do Plano de Metas desenvolvido pelo governo de Juscelino Kubitschek, o qual complementou a inserção do Cerrado no contexto da modernização e desenvolvimento do país, principalmente como região produtora de grãos, visando a atender ao aumento da demanda internacional de alimentos.

Para que as transformações fossem possíveis, uma gama de programas destinados ao desenvolvimento agrícola da região foi disponibilizada. Foram programas de incentivos que tinham a funcionalidade de possibilitar a integração da região de modo a torná-la celeiro de produção de grãos. Isso atraiu agricultores de outras regiões do país, os quais já traziam consigo a experiência que possuíam com as principais culturas agrícolas de interesse.

Mesmo com grandes incentivos governamentais, contudo o desenvolvimento e crescimento agrícola até os anos 1970 foram irrisórios, em função das dificuldades com a baixa fertilidade natural e poucas cultivares adaptadas. A transformação do Cerrado em uma importante região produtora de grãos ocorreu por intermédio do desenvolvimento científico aplicado à região, com grandes investimentos em melhoramento genético e em fertilização do solo (Rezende, 2002). Outros fatores importantes para esta incorporação estão nas características dos solos: profundos, bem drenados, associadas ao relevo plano a levemente ondulado, com propriedades físicas favoráveis à mecanização, tornando-as áreas privilegiadas para a expansão da agricultura de grãos.

A incorporação produtiva do Cerrado teve como pano de fundo histórico a modernização agrícola, colaborando para a integração e a dependência da agricultura brasileira ao sistema agroalimentar mundial, condicionada ao tipo de produtos a serem priorizados, sobretudo culturas de grãos (Pires, 2000) e bovinocultura de corte (Marchão, 2007), consideradas as principais *commodities* passíveis de produção na região e que concorreram para esta fosse considerada a principal região agrícola produtora do Brasil, contribuindo com aproximadamente 88% da produção nacional de algodão, 78% de

girassol, 54% de soja, 46% de cana-de-açúcar, 43% de bovinos, 32% de feijão, 31% de milho e 27% de arroz (IBGE, 2006).

No entanto, apesar da modernização da agricultura e do destaque do Cerrado na produção nacional, o desenvolvimento regional foi predominantemente direcionado à produção em grande escala, deixando de lado os agricultores de pequeno porte que ocupavam parte do cenário agrícola em 1940, com uma economia de subsistência de baixo uso de insumos e pecuária extensiva pouco onerosa em recursos e mão-de-obra (Pires, 2000). Assim, esta categoria de agricultores não voltados à mercantilização agrícola, cada vez mais, ficou às margens do sistema econômico. Os programas governamentais de incentivo à monocultura empresarial fizeram com que as populações tradicionais tivessem que se deslocar, em processo de êxodo rural.

É pequena a participação econômica produtiva do segmento agricultura familiar na região Centro-Oeste do Brasil, principalmente devido ao alto índice de concentração fundiária aí existente, sendo que o tamanho médio de propriedades da região é de 500 hectares (Ribeiro et al., 2005). Todavia, esta realidade não se reflete em toda a região Centro-Oeste, tendo em vista que há municípios com características bem diferentes desta; um exemplo é o município de Tangará da Serra, no Estado de Mato Grosso. Neste município 88,09% dos estabelecimentos agrícolas são classificados como pequenas e médias propriedades, tal situação é consequência de as famílias que ocuparam a região tratarem-se de pequenos proprietários de terra ou, mesmo, famílias que estavam a serviço de outros proprietários (Oliveira, 2002). Geralmente, reservavam uma área para culturas de subsistência, como café, arroz, feijão e milho, além de pastagem para o gado, demonstrando uma certa diversidade produtiva, apesar de ser o café o produto principal na mobilização das práticas comerciais.

Por outro lado a preocupação com a sustentabilidade da produção agrícola no Cerrado, assim como sua preservação e conservação, começam a se tornar cada vez mais eminentes, fato motivado principalmente pela grande importância econômica e ambiental da região.

2.2 Sustentabilidade e Agricultura de Base Ecológica

A palavra sustentabilidade tem sua origem do Latim *sus-tentare* que significa suportar ou manter. O conceito de desenvolvimento sustentável mais utilizado é o proposto pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1988), segundo o qual, “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras em satisfazer as suas necessidades”.

Para Ulcak e Pall (2003), um sistema sustentável na lógica agrícola deve incorporar a proteção dos recursos bióticos e abióticos, enquanto mantém um nível aceitável da economia local e alcança condições sociais e culturais satisfatórias. A sustentabilidade da agricultura seria, então, voltada ao uso dos recursos biológicos, econômicos e sociais, conforme suas capacidades produtivas e tecnológicas dentro de seu espaço geográfico, de modo a ter capacidade de melhorar ou manter a sua produtividade atual e futura. Segundo Cunha (1994), no conceito de desenvolvimento sustentável, quatro aspectos estão intimamente relacionados entre si: a eficiência técnica, a sustentabilidade econômica, a estabilidade social e a coerência ecológica.

Seguindo esta mesma lógica, Gliessman (2001) considera o agroecossistema como um local de produção agrícola no qual podemos analisar a produção de alimentos como um todo. Para isso, o agroecossistema se compara, estrutural e funcionalmente, com ecossistemas naturais, podendo estar em equilíbrio dinâmico. Se manejado de forma incorreta, pode ocorrer uma degradação do agroecossistema e, por consequência, comprometer as necessidades e aspirações das gerações futuras.

Quando da utilização de um solo, este atinge nova condição estabelecida dentro do agroecossistema, dependendo do sistema de manejo adotado, o qual vai gerar alterações nas condições químicas, físicas e biológicas. Quanto mais intensas forem essas alterações, mais distante o solo estará da sua condição natural, comprometendo desta forma as condições de sustentabilidade do ecossistema.

Porém, se utilizados sistemas de manejo adequados, o agroecossistema pode atingir a sustentabilidade. Para este fim, tais sistemas devem contribuir com a cobertura vegetal do solo, o fornecimento contínuo de matéria orgânica,

rotação de culturas, reciclagem de nutrientes ou até mesmo introduzindo ou conservando inimigos naturais de um agroecossistema (Leonardo, 2003).

No sistema de produção agrícola do modelo convencional, há uma preconização pelo revolvimento do solo, com a realização de arações e gradagens, as quais causam ao solo determinada perturbação que influencia as condições físicas, químicas e biológicas do mesmo. A utilização deste modelo consiste em um reflexo do sistema produtivo adotado e difundido a partir da Segunda Guerra Mundial, que incentiva a utilização de produtos de origem industrial, tais como máquinas, implementos e insumos, da mesma forma que preconiza um sistema agrícola produtivo que deve suprir as necessidades dos complexos agroindustriais e para isso precisa ocupar grandes extensões de terra. Para a efetivação desta política, organismos internacionais foram os grandes incentivadores, principalmente para os países subdesenvolvidos, onde acabaram sendo financiadores das políticas (Fonseca, 1985).

Aliadas ao revolvimento do solo, têm-se as práticas agrícolas monoculturais, que se caracterizam pelo cultivo comercial de uma só cultura de interesse, facilitam a utilização especializada de maquinários e de insumos e têm como elemento favorecedor as grandes extensões de terras disponíveis para a utilização agrícola. Este sistema foi amplamente difundido junto ao Bioma Cerrado e justificado, em parte, pela gama de incentivos que foram alocados para a inserção agrícola desta região, visando principalmente produtos voltados a exportação. Uma prática que favorece a questão econômica, mas por outro lado compromete a sustentabilidade do agroecossistema.

Khatounian (2002) pondera que o modelo agrícola convencional, induz para a agricultura um modelo de fábrica, onde planta, animal, solo ou a própria propriedade agrícola convertem determinadas matérias-primas em produtos, subprodutos e resíduos. No entanto, esta fábrica por mais eficiente que seja, vai gerar determinados resíduos que poderão comprometer a eficiência da produção, quando tomarem grandes proporções.

Já quando sistemas agrícolas de produção se aproximam dos ecossistemas naturais, eles buscam aumentar a riqueza de interações biológicas, físicas e químicas do sistema fortalecendo-o contra adversidades,

evitando desta forma o colapso. Para facilitar a compreensão das diversas inter-relações dos ecossistemas naturais, mencionam-se quatro processos que formam a base de seu funcionamento: os fluxos de energia e matéria, a ciclagem de nutrientes, a diversidade de organismos e suas diversas interações (Ferreira, 2005).

É dentro desta linha que ganham força os movimentos de agricultura alternativa. Estes movimentos emergiram entre os anos de 1920 e 1940, e por mais que representem uma prática fundamental no processo de desenvolvimento da agricultura, com o advento da agricultura convencional, foram sendo deixados de lado. Contudo, a partir da degradação dos sistemas agrícolas que se começa-se a re-integrar na agricultura a questão agronômica e a questão ecológica. Esta reaproximação traz ao meio agrícola uma nova visão, que trabalha o meio agrícola como um sistema e não como um mero fornecedor de matéria-prima.

Entre os movimentos de agricultura alternativa que tiveram alguma influência sobre esta reintegração, destacam-se a agricultura natural, a agricultura biodinâmica, a agricultura biológica e a agricultura orgânica. Cerveira (2002), apresenta um delineamento teórico sobre estes movimentos, os quais serão brevemente descritos a seguir.

A agricultura natural tem como princípio que as atividades agrícolas devem interferir o mínimo possível nas leis da natureza, reduzindo assim as interferências sobre o ecossistema. Para este modelo não seriam aceitas a realização do revolvimento do solo, e as fertilizações com a utilização de qualquer tipo de composto de origem animal ou vegetal, já que estas práticas não respeitariam as leis da natureza.

Na agricultura biodinâmica, a produção agrícola recebe uma visão mais abrangente, sendo considerada como um organismo que depende de princípios ecológicos, sociais, técnicos, culturais e econômicos para ter um bom funcionamento. É primordial que todo este conjunto seja visto de forma integrada, pois assim se possibilita uma reativação das forças vitais da natureza, que a levam à proteção e conservação. Já a agricultura biológica trabalha um conjunto de preocupações voltadas à questão da proteção ambiental, à qualidade biológica dos produtos produzidos e ao desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Há uma atenção com

referência à qualidade do produto a ser oferecido e, ao mesmo tempo, à saúde ou qualidade do solo de modo que ele possa manter a disponibilidade dos produtos.

Finalmente, o modelo de agricultura alternativa mais difundido no mundo, que foi o da agricultura orgânica, proposto por Sir Albert Howard: este movimento procura demonstrar uma relação direta entre a saúde e resistência a doenças, por parte das plantas, e a qualidade dos solos. Neste modelo, a melhoria da fertilidade do solo por um processo biológico natural é possível com a utilização de matéria orgânica, a qual contribui de forma decisiva na saúde das plantas (Cerveira, 2002).

Todos estes modelos apresentados podem ser considerados como formas de agricultura de base ecológica, que remetem à expectativa de conseguir um desenvolvimento rural sustentável em suas dimensões ambientais e socioeconômicas, sendo mais garantido alcançá-lo através das agriculturas ecológica e orgânica do que por meio de agriculturas baseadas em produtos agroquímicos, fertilização sintética, organismos geneticamente modificados, etc. (Bertazzo, 2009).

Segundo o enfoque agroecológico enquanto ciência, são necessárias, ainda, três fases para se poder alcançar tal pressuposto quanto ao sistema agrícola de produção, as quais consistem em: 1) conseguir dar eficiência ao uso e consumo de *inputs* externos, de preferência diminuindo seu uso; 2) substituir insumos e práticas convencionais por alternativas e 3) redesenhar o agroecossistema (Caporal, 2004). Conforme as propriedades e práticas agrícolas adotadas se está em um ou outro destes níveis. A maioria das propriedades encontra-se na fase 1, sendo ainda incipientes situações da fase 2 e raras as experiências que trabalham a fase 3 (Caporal, 2004).

O modelo agrícola convencional, por seu lado, considera o solo como algo do qual se pode simplesmente extrair uma colheita, sem a necessidade de se conhecer os processos ecológicos envolvidos, ou seja, é um modelo de visão simplista (Primavesi, 1980). Todavia, as diversas opções de sistemas alternativos de produção agrícola, somadas aos problemas enfrentados pelo modelo convencional de agricultura (erosão, compactação, contaminações), começam a trazer ao meio agrícola uma concepção mais ampla e diferenciada.

Assim, o sistema solo passa a ser visto como sendo natural, complexo, vivo, dinâmico e em constantes transformações, e surge o entendimento de que as alterações ocorrem principalmente em função das práticas de manejo. O conhecimento desta complexidade do solo, no entanto, precisa ser incrementado, podendo as práticas alternativas de manejo do solo ser um dos caminhos a seguir (Gliessman, 2001).

A realização de um manejo inadequado do solo, pode, evidentemente, resultar em um estado de degradação que comprometa a produção agrícola. Para se reverter esse estado, será necessário muito tempo e recurso.

Por conseguinte, várias foram as técnicas alternativas de manejo do solo, muitas delas provenientes de práticas tradicionais de produção agrícola, desenvolvidas e testadas em sistemas de produção, que serviram para demonstrar que sistemas agrícolas anuais não precisam depender de manuseio extensivo e repetido do solo e que o cultivo sob uma ótica alternativa pode ajudar a melhorar a qualidade e a fertilidade de um solo (Gliessman, 2001). Entre as muitas opções propostas para amenizar o processo de degradação do solo, ou para a recuperação deste, encontram-se o cultivo de espécies com sistema radicular vigoroso, a adoção da prática do plantio direto, a utilização de leguminosas para incorporação no solo, aliados ao uso mais recentemente do monitoramento ou avaliação da qualidade do solo, através de metodologias que quantificam e qualificam suas condições estruturais, em vários sistemas de manejo, garantindo a permanência dos sistemas agrícolas (Silveira, 2007).

Sistemas de manejo ecológico do solo, como o plantio direto, preconizam a cobertura máxima do solo, com plantas vivas ou com cobertura morta, tendo o objetivo de proteger a superfície do solo da intensa radiação solar, reduzindo a amplitude térmica na superfície, evitando a decomposição acelerada da matéria orgânica do solo, a perda de água por evaporação, o impacto das gotas de chuva sobre a superfície, a velocidade do escoamento superficial do excesso de água das chuvas; a eliminação do revolvimento do solo (Feiden, 2001); a melhoria da fertilidade do solo; redução de custos; maior produtividade (Salton, 2005) e maior racionalidade dos insumos empregados (Santos et al., 2008).

O sucesso deste sistema deve-se aos resíduos vegetais, acumulados pelas plantas de cobertura ou pelas pastagens, e aos restos culturais de lavouras comerciais, que proporcionam um ambiente favorável à recuperação ou manutenção das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e favorecem também as comunidades da macrofauna edáfica.

2.3 Qualidade do Solo

O conceito de qualidade do solo (QS) começou a ser elaborado no início da década de 1990, e percepções diferenciadas surgiram desde que o tema foi proposto. Larson e Pierce (1991) trazem o esclarecimento de que a qualidade de um solo deve ser considerada como composta das propriedades físicas, químicas e biológicas e que ela deve ser apta a propiciar meios para o crescimento de plantas, e para a regulação e distribuição de água no meio ambiente, bem como servir como um “tampão” ambiental na formação de produtos danosos ao ambiente, visando à atenuação e degradação dos mesmos. Vezzani e Mielniczuk (2009) complementam afirmando que esta integração das propriedades do solo é que habilitam o mesmo a exercer suas funções em plenitude.

A qualidade de um solo está relacionada, então, à sua capacidade, tanto em ecossistemas naturais como em agroecossistemas, de desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentabilidade da atividade agrícola, nos aspectos da produtividade, da diversidade biológica, manutenção da qualidade do ambiente, promoção da saúde das plantas e animais e da sustentação de estruturas socioeconômicas (Casalinho et al., 2007). Refere-se, portanto, à integração de processos que ocorrem no solo e propicia a estimativa de alterações da sua condição devidas a fatores como o uso da terra, padrões climáticos, sequências culturais, sistemas de manejo.

O acompanhamento das possíveis variações da capacidade de um solo para exercer determinadas funções no agroecossistema, frente a diferentes sistemas de manejo e escalas temporais, pode ser feito medindo-as periodicamente, ao longo do tempo; comparando o desempenho dos indicadores escolhidos com valores de referência; ou comparando o desempenho desses indicadores com suas performances em ecossistemas

naturais, localizados nas mesmas condições do solo avaliado (Casalinho et al., 2007).

Portanto, vê-se que a qualidade do solo é estimada pela observação ou medição de diferentes propriedades ou processos, nenhuma propriedade podendo ser usada isoladamente como um índice de qualidade do solo; estes fatores fazem com que quantificar a qualidade de um solo não seja tarefa fácil, já que ela depende das relações existentes entre os fatores, assim como das interações destas com o ecossistema, e das prioridades de uso que se tenha (Costa et al., 2006). Ou, conforme Larson e Pierce (1991), a qualidade do solo seria uma representação de se considerar o solo como sendo “apto para o uso”.

2.4 Indicadores de Qualidade do Solo e de Sustentabilidade

O termo indicador origina-se do latim *indicare*, verbo que significa apontar ou proclamar. Em português, refere-se àquilo que indica, torna patente, revela, propõe, sugere, expõe, menciona, aconselha e lembra (Deponti et al., 2002). O indicador auxilia na transmissão de um conjunto de informações sobre processos complexos, eventos ou tendências, porém não tem poder de previsão, não é uma medida definitiva, tampouco uma evidência de causalidade.

Marzall (1999) e Santana e Bahia Filho (2002) consideram que os indicadores devem ser sensíveis às mudanças no tempo e no sistema; centrados em aspectos práticos e claros; fornecedores de informações condensadas sobre vários aspectos; de fácil mensuração; apresentar relação com outros indicadores e ter um limite claro separando as condições de sustentabilidade daquelas de não sustentabilidade.

Para atender a tais requisitos Deponti et al. (2002) sugerem que, antes do início do trabalho com indicadores, proponha-se a realização de perguntas do tipo: O que avaliar? Por quanto tempo avaliar? Por que avaliar? De que elementos consta esta avaliação? De que maneira serão expostos, integrados e aplicados tais indicadores? Estes aspectos, são importantes no sentido de dar maior clareza aos resultados obtidos.

O uso apropriado dos indicadores de qualidade do solo depende muito de como eles são entendidos e mensurados em relação ao ecossistema.

Assim, uma forma de avaliar a qualidade de um solo deve, ser abrangente e útil na identificação de sistemas de manejo agrícola que conservem os recursos naturais e continuem a satisfazer as necessidades do agricultor (Deponti e Almeida, 2002).

Os indicadores de qualidade do solo são classificados em três grupos: 1) os efêmeros, em que as alterações ocorrem num curto período de tempo ou são causadas por simples práticas de manejo e/ou cultivo; 2) os permanentes, que são do próprio solo, sendo as alterações de longo período de tempo ou não se consegue modificar; e 3) os intermediários, que têm uma influência na capacidade do solo em desempenhar suas funções no ecossistema e interligam os dois indicadores anteriores (Islam e Weil, 2000).

As alterações, quando ocorrem na qualidade de um solo, são averiguadas pelos valores dos indicadores, que são comparados a valores definidos como referência, por meio da determinação dos limites críticos máximos e mínimos, considerados como essenciais para a sustentabilidade do agroecossistema. Os indicadores seriam o que consideramos como ferramentas que ajudam a orientar o planejamento e a avaliação do uso do solo.

2.4.1 Indicadores de fertilidade do solo

Indicadores de fertilidade do solo, representados por atributos químicos apresentam relevância para estudos agronômicos e ambientais, quando incidem nas características que indicam processos do solo ou de seu comportamento, capacidade de resistir à troca de cátions, necessidades nutricionais de plantas e contaminação ou poluição ambiental (Gomes e Filizola, 2006).

Entre os indicadores químicos de qualidade do solo, selecionados por Doran e Parkin (1994), estão o conteúdo de matéria orgânica (MO), pH do solo, condutividade elétrica e disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). A importância desses atributos deve-se ao fato de serem características determinantes da capacidade produtiva de um solo. O pH, por exemplo, controla a solubilidade dos nutrientes no solo, exercendo assim influência na absorção dos mesmos por parte das plantas. Sabe-se que nutrientes

disponíveis às plantas favorecem o seu desenvolvimento, aumentando a produtividade, em direção à sustentabilidade da produção.

A matéria orgânica do solo (MOS), por sua vez, além de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é uma fonte primária de nutrientes para as plantas. Ademais, atua na ciclagem de nutrientes, na complexação de elementos tóxicos e na estruturação do solo. Para os solos tropicais bastante intemperizados, caso dos representados pelo Bioma Cerrado, a MO tem grande importância sobre a CTC efetiva, destes solos (Bayer e Mielniczuk, 2008).

A MOS representa um dos melhores indicadores de qualidade do solo, especialmente por ser altamente sensível ao sistema de manejo adotado e por correlacionar-se com a maioria dos atributos relacionados à qualidade do solo (Mielniczuk, 1999), existindo uma relação muito forte entre o conteúdo de carbono (C) com a capacidade produtiva de um solo. No entanto, isto não significa que a MO possa ser utilizada isoladamente como indicadora de qualidade do solo, apesar de que alguns autores consideram que um número reduzido de atributos-chave, como a MOS, pode efetivamente expressar a qualidade deste.

2.4.2 Biomassa microbiana como indicadora de qualidade do solo

A biomassa microbiana do solo representa parte da MO ativa do solo; contém, em média, de 2 a 5% do C orgânico e 1 a 5% do N total do solo (Souza et al. 2006). É composta por bactérias, fungos e microfauna do solo (organismos < 0,02 mm), os quais desempenham importantes funções no solo, tais como a ciclagem de nutrientes e energia, tendo influência na regulação das transformações do solo (Moreira e Siqueira, 2002). Além disso, constituem importantes marcadores biológicos de mudanças que estejam ocorrendo no solo.

Tem-se sugerido a biomassa microbiana como indicador biológico na aferição da sustentabilidade de sistemas de produção. Isto se deve ao fato de ser altamente sensível às mudanças na qualidade do solo decorrentes de manejos e práticas de cultivo. Representa, ainda, o compartimento lábil de

muitos nutrientes, que assim conseguem ser rapidamente reciclados (Duxrubby citado por D'Andréa, 2002).

A relação entre o carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) e o carbono orgânico do solo (C_{org}) reflete processos importantes relacionados com adições e transformações da matéria orgânica, de forma a demonstrar a eficiência nas transformações da MOS. Segundo Moraes et al. (2007), quanto menor a relação C_{mic}/C_{org} , menor o teor de MOS.

Como parâmetro ecológico, a avaliação da biomassa microbiana permite obter informações sobre mudanças que ocorrem nas propriedades orgânicas do solo, de modo a detectar possíveis alterações causadas por cultivos ou devastação de florestas, efeitos de poluentes como metais pesados e pesticidas (Frighetto e Valarini, 2000) ou, ainda, a aplicação de fertilizantes inorgânicos (Selbach et al. 2003).

A composição da microbiota do solo na relação C:N com valores mais altos demonstra maior população de fungos, enquanto que valores mais baixos indicam predomínio da população de bactérias (Moreira e Siqueira, 2002).

Pelo exposto, verifica-se que identificação e melhor conhecimento de indicadores microbiológicos em solos do Cerrado são fundamentais para se desenvolver sistemas de manejo mais eficientes na manutenção da qualidade destes solos.

2.4.3 Macrofauna edáfica como indicadora de qualidade do solo

Para Lavelle e Pashanasi (1989), dentro da avaliação do agroecossistema a fauna tem sido utilizada em função do grande potencial que apresenta como indicadora da qualidade do solo. A fauna edáfica compreende organismos usados como marcadores biológicos que, quanto ao comportamento, apresentam uma população muito variada, como habitantes permanentes, temporários, periódicos ou acidentais do solo (Siqueira, 1999).

Por se tratar de um grande número de organismos, não é possível se estudar toda a fauna do solo; neste caso, da totalidade são selecionados alguns grupos de organismos de acordo com o objetivo de estudo do ecossistema a ser avaliado e que possam ser utilizados como indicadores de qualidade de solo. Diversos estudos têm sido desenvolvidos em nível de

microfauna, mesofauna e macrofauna, sendo a diferenciação da fauna nestas categorias se dá pelo tamanho dos organismos.

A macrofauna compreende os invertebrados que vivem no solo e são facilmente visíveis. Estes organismos são muito sensíveis às mudanças introduzidas pelo sistema de manejo adotado e cobertura do solo (Cordeiro et al., 2004), podendo haver tanto diminuição como aumento da diversidade e abundância da macrofauna. São vários os trabalhos que demonstram ser a macrofauna mais bem conservada em ambientes que simulam estruturalmente as condições naturais do ambiente do que naqueles que tenham sofrido atividades antrópicas.

Constitui-se ainda em marcador biológico útil para classificar sistemas degradados e/ou contaminados, uma vez que a diversidade da macrofauna pode ser afetada por pequenas mudanças que ocorrem no agroecossistema. Por exemplo, a recuperação de um sistema degradado não se deve apenas à reocupação feita por culturas agrícolas, mas sim, também à melhoria das condições físicas e químicas do solo promovidas pela ação dos organismos edáficos.

Quanto às funções da fauna de solo, incluem-se a fragmentação de resíduos orgânicos, a mistura de fragmentos orgânicos com minerais, alteração dos padrões da atividade microbiana, regulação e dispersão de fungos e bacteriais, ciclagem de nutrientes e estruturação do solo (Assad, 1997). Estes são alguns fatores que demonstram que os organismos que compõem a fauna do solo têm importância vital para o mesmo.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o impacto de sistemas de manejo da fertilidade na qualidade do solo, em Tangará da Serra, Mato Grosso.

3.2 Objetivos Específicos

Determinar e analisar atributos indicadores da fertilidade do solo;

Determinar e avaliar atributos indicadores da biomassa microbiana do solo;

Monitorar atributos indicadores da macrofauna edáfica.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O presente estudo foi conduzido no município de Tangará da Serra (Figura 1), microrregião sudoeste matogrossense, junto ao *Campus* da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), localizado na rodovia MT 358, km 07, coordenadas 14°37'10" de latitude Sul e 57°29'09" de longitude Oeste e altitude de 439 metros.



Figura 1. Localização geográfica do município de Tangará da Serra, estado de Mato Grosso. Fonte: Cristiano dos Santos.

A região de Tangará da Serra - MT, segundo Martins et al. (2009) é enquadrada como de clima tropical úmido megatérmico (Aw) pela classificação de Köppen, e entre os anos de 2003 e 2008 apresentou temperaturas do ar médias de 38,8°C, 8,9°C,

24,4°C para máxima, mínima e média, respectivamente, e precipitação anual média do período de 1572 mm, concentrada no período chuvoso de setembro a abril.

A sazonalidade do clima é um dos fatores determinantes do enquadramento da região no Bioma Cerrado, visto ser um ambiente que apresenta precipitação anual média de 1.500 mm, com variações que vão de 750 a 2.000 mm e temperaturas médias no mês mais frio superiores a 18°C (Walter e Ribeiro, 1998). O fator concentração das chuvas em determinado período do ano contribuindo de forma definitiva para a consolidação das características vegetais peculiares apresentadas pelo bioma, a qual se dá em campos com estratos arbóreos e gramíneos ou somente campos gramíneos.

O experimento foi instalado na safra 2004/05 em um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), com topografia plana, textura argilosa (LV – 580 g kg⁻¹ argila), profundo e bem drenado. Anteriormente à utilização, a área era coberta por pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* sem pastejo, a qual foi eliminada com gradagem para a implantação do referido experimento.

4.2 Tratamentos

Anterior a instalação do experimento, houve uma avaliação das características químicas de solo, o qual apresentava pH de 4,3, teores de P e K disponíveis de 1,6 e 35,2 mg dm⁻³ respectivamente. Foi realizada a calagem para correção de pH e fornecimento de Ca e Mg, com aplicação de 3000 kg ha⁻¹ de calcário calcítico e adubação conforme recomendações técnicas para as culturas.

Utilizaram-se para os sistemas cultivados quatro tipos de tratamento: (i) adubação de alta reatividade, considerado agricultura convencional, adotado pelos agricultores de Tangará da Serra, e três de agricultura alternativa: (ii) adubação de baixa reatividade, (iii) mista (adubação de baixa reatividade e adubação orgânica) e (iv) adubação orgânica, que seguiram os preceitos da Normativa 007/1999, revogada pela Normativa 064/2008, que regulamenta a agricultura orgânica no Brasil, na tentativa de simular os extremos de sistemas de cultivo quanto à utilização de insumos.

Desde o início do experimento, já foram conduzidas as seguintes culturas agrícolas de interesse comercial: feijão (2004/05), milho (2005/06), soja (2006/07), algodão (2007/08) e feijão (2008/09). Exceto para a safra 2004/05, as seguintes safras foram desenvolvidas sobre palhadas de coberturas que assim seguem respectivamente: crotalária (*Crotalaria juncea*) e milheto (*Pennisetum glaucum*) em

consórcio, crotalária (*Crotalaria juncae*) e capim moha (*Setaria itálica*) em consórcio e milho (*Pennisetum glaucum*). Para a safra 2009/10, a cobertura implantada foi de mucuna preta (*Mucuna aterrima*).

Adjacente à área experimental, foi coletado solo de área sob vegetação natural (CE) e sob pastagem de braquiária (PB). Um resumo descritivo dos tratamentos e das áreas de referência está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição geral dos tratamentos e áreas de referência para Latossolo Vermelho, entre as safras agrícolas 2004-2009, em Tangará da Serra - MT.

Tratamentos	Descrição
Adubação de Alta Reatividade (SC)*	Fertilização com superfosfato simples, cloreto de potássio, uréia ou sulfato de amônio, bórax e sulfato de zinco. Aplicação de fungicidas e inseticidas de origens sintéticas.
Adubação de Baixa Reatividade (SA)*	Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax e biofertilizante. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos.
Adubação Mista (SAE)*	Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax, esterco bovino e biofertilizante. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos.
Adubação Orgânica (SE)*	Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax, esterco bovino e biofertilizante até a Safra 2007/08. Depois, fertilização somente com esterco bovino. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos.
Cerradão (CE)	Área com vegetação caracterizada fitofisionomicamente como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, com árvores de 8 a 20 metros de altura. Encontra-se protegida por cercas de contenção para evitar trânsito de animais de uso doméstico.
Pastagem de Braquiária (PB)	Pastagem destinada a animais domésticos, em bom estado de conservação. Sem correção e fertilização do solo desde 1990 e sem realização de queimadas a aproximadamente dez anos (informações do proprietário).

*As siglas utilizadas, respeitaram denominação anterior do experimento.

Em cada safra agrícola, com a realização de análise química do solo, se determinaram-se as quantidades de adubação mineral ou alternativa necessárias ao pleno desenvolvimento das culturas de interesse, com base nas respectivas recomendações técnicas para as culturas. Foram aplicados na safra 2005/06, na adubação de alta reatividade, 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1280 kg ha⁻¹ de calcário calcítico nos tratamentos alternativos; a aplicação de calcário foi repetida para os tratamentos alternativos na safra 2007/08.

No controle de plantas infestantes utilizou-se a prática de capinas mecânicas em todos os tratamentos, exceto para a safra agrícola 2005/06, quando foram aplicados dessecantes foliares no convencional e capinas nos sistemas alternativos.

4.3 Coletas de solo e determinações

A coleta de solo para a determinação das características químicas do solo foi realizada em 14/09/2009. Amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Para a composição de cada amostra foram coletadas 3 subamostras por parcela, tomando-se o cuidado, nas áreas de cultivo, para que a coleta não ocorresse na linha de semeadura. Este material foi seco ao ar (TFSA) e submetido a análise química.

Para a determinação do carbono orgânico dissolvido (COD) e da biomassa microbiana, procedeu-se à coleta em 18/01/2010 logo após o manejo da cultura de cobertura na profundidade de 0-10 cm, com solo sendo peneirado em malha de 2 mm e acondicionado em embalagens plásticas sob refrigeração ($\pm 4^{\circ}\text{C}$).

4.3.1 Fertilidade do solo

Nas amostras de solo para fins de avaliação do estado de fertilidade foram determinados pH em água, índice SMP, fósforo (P) e potássio (K) disponíveis, matéria orgânica (MO), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e manganês (Mn) trocáveis, H + Al, CTC, enxofre (S), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B) extraíveis e nitrogênio total (N total) pelo método de Kjeldhal de acordo com metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). A determinação de carbono orgânico total (C) foi realizada por combustão seca em analisador Shimadzu TOC-V CSH.

4.3.2 Biomassa microbiana

A determinação da biomassa microbiana seguiu o método de fumigação-extração proposto por Vance et al. (1987), que apresenta como princípio a extração microbiana pela eliminação da microflora e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares (Joergensen, 1995).

As amostras para determinação da biomassa microbiana foram separadas em triplicata: fumigadas e não fumigadas. Para serem fumigadas, as amostras foram colocadas em dessecador contendo clorofórmio; o dessecador é tampado e realizado o vácuo, com as amostras ficando incubadas por período de 24 horas. As amostras não fumigadas foram trabalhadas de forma direta.

Para determinação do nitrogênio (N_{mic}) e carbono (C_{mic}), as amostras foram transferidas para *snap-caps* de 100 ml, com adição de 50 ml de K_2SO_4 ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$). Posteriormente, estas foram agitadas por período de uma hora, deixadas para decantar, e a suspensão filtrada em filtro qualitativo. Preparada para digestão, que compreende o período de 12 horas a temperatura de 80°C , 1h30min a 150°C e 3 horas a 300°C .

A determinação do N_{mic} seguiu o método da digestão sulfúrica, destilação (Kjeldhal) com 20 ml de hidróxido de sódio (NaOH) e titulação sulfúrica com indicador de ácido bórico (De-Polli e Guerra, 1999). A determinação do C_{mic} seguiu a quantificação do C realizada por combustão seca em analisador Shimadzu TOC-V CSH.

O N_{mic} e o C_{mic} , foram calculados pela diferença entre as amostras fumigadas (F) e não fumigadas (NF), utilizando K_{EN} de 0,45 para o nitrogênio (Wardle, 1994) e K_{EC} de 2,22 para o carbono (Iqbal et al., 2010), onde $N_{mic}=(F-NF)/K_{EN}$ e $C_{mic}=(F-NF)\times K_{EC}$.

O carbono orgânico dissolvido (COD) foi extraído a partir de suspensão com 5 g de solo e 50 ml de água destilada (1:10 de solo:água). A suspensão foi agitada por doze horas em frascos *snap cap* e, posteriormente, decantada por duas horas. O sobrenadante foi extraído e filtrado com membrana porosa $<0,45 \mu\text{m}$ por ação de vácuo obtido com a utilização de seringas descartáveis. O filtrado foi analisado quanto ao teor de carbono orgânico extraível em água, pelo método de combustão seca, em analisador Shimadzu TOC-V CSH.

4.3.3 Fauna edáfica

Para a determinação da fauna do solo, empregou-se o método de armadilha tipo *Provid*, descrito por Antonioli et al. (2006). As armadilhas foram confeccionadas com garrafa tipo pet de 2 litros, com quatro aberturas nas laterais em forma de “janela”, com dimensões de 6 x 4 cm e localizadas a uma altura de 20 cm da base da garrafa.

Cada armadilha ficou instalada no campo durante o período de sete dias e continha em seu interior um volume de aproximadamente 200 ml de álcool a 70% (para a captura e morte dos organismos), 5 gotas de formol a 2% (para conservação dos organismos) e 5 gotas de sabão detergente (para a quebra da tensão superficial). Este conteúdo era repostado a cada 3 a 4 dias, devido à evaporação.

Na instalação das armadilhas, eram enterradas de modo a deixar as bases das janelas do *Provid* em nível com a superfície do solo. Uma representação da armadilha instalada no campo está na Figura 2.



Figura 2. Armadilha tipo *Provid* instalada em sistemas de manejo da fertilidade para a pequena propriedade com feijão no município de Tangará da Serra - MT. 01/03/2009. Fonte: Rambo.

Em cada repetição foram instaladas três armadilhas em duas épocas de coleta (E1 – 28/02/2009, E2 – 09/05/2009), totalizando 72 armadilhas por época de avaliação e 144 armadilhas instaladas. Após sete dias da instalação, as armadilhas foram retiradas do campo e levadas ao laboratório para a realização da triagem, contagem e identificação dos organismos do solo, feitas a olho nu, em placa de contagem e, quando necessário, com o auxílio de lupa binocular.

A identificação dos organismos edáficos foi realizada em nível de ordem, conforme proposta de classificação feita por Gallo et al. (2002). Com base nos processos de triagem, contagem e identificação dos organismos edáficos coletados, determinou-se a identificação dos seguintes parâmetros: riqueza de grupos, abundância e índice de diversidade de Shannon (H') e Equidade (e).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Indicadores de Fertilidade do Solo

Para os atributos de fertilidade do solo, as maiores diferenças foram observadas nos primeiros 10 cm de profundidade, conforme se observa nas Figuras 3 a 14. Para as comparações entre os tratamentos empregou-se a pastagem de braquiária (PB) como referência para os sistemas de manejo com culturas anuais. A área de Cerrado (CE) foi usada como referência das condições iniciais do solo antes da abertura da área para utilização com pastagem de braquiária.

Os valores de pH variaram de 5,1 a 6,7 nas subcamadas de 0-20 cm. No CE, os valores de pH apresentaram variação de 5,1 a 5,3 nas subcamadas de 0-10 cm (Figura 3). Na PB, onde não foi aplicado calcário nos últimos 20 anos, foram encontrados valores de pH, nas subcamadas de 0-10 cm, que oscilaram entre 5,5 e 5,8, valores maiores que os determinados para CE. Este resultado de menores valores de pH para CE em comparação a PB pode ser reflexo da mineralização da matéria orgânica, sendo que os exudatos ácidos liberados pelas raízes das plantas contribuem para aumentar a acidez do solo (Barreto et al., 2006).

Quando o solo do Cerrado é manejado de modo a dar suporte a culturas anuais de interesse comercial, é necessária a utilização de calcário para aumentar o valor de pH do solo aos níveis exigidos pelas culturas a serem implantadas. Os quatro sistemas cultivados anualmente apresentaram valores de pH maiores que a PB na subcamada de 0-5 cm, enquanto que na subcamada de 5-10 cm, apenas os sistemas alternativos diferiram da PB. Nestes sistemas, os valores de pH nas subcamadas de 0-10 cm variaram entre 6,2 e 6,7 (Figura 3), o que reflete o efeito da calagem e do termofosfato aplicado nos sistemas de manejo alternativos.

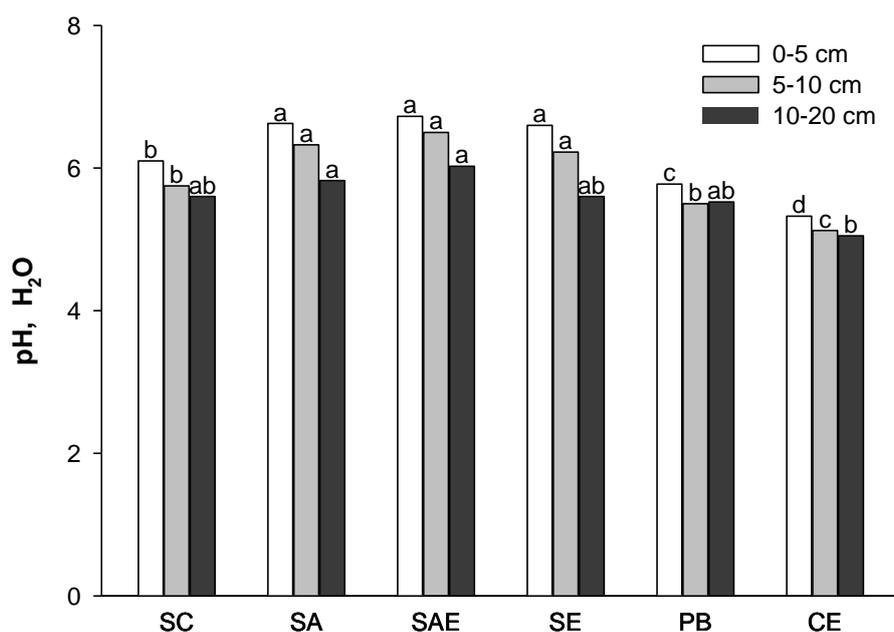


Figura 3. Valores de pH em H₂O, determinado nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Na subcamada de 10-20 cm, os valores de pH variam entre 5,1 e 6,0; CE e PB apresentaram valores que não diferem entre si. Entretanto, nos sistemas cultivados SAE e SA, apresentou-se tendência de maiores valores de pH. Este resultado pode ser explicado pela aplicação de termofosfato e calcário em SAE e SA, que teria causado efeito até 20 cm.

Deve-se levar em conta que os valores de pH detectados no CE são próximos aos valores encontrados para os solos da região dos Cerrados, os quais, variam entre 4,8 e 5,2, para 95% dos solos do Bioma (Lopes, 1984). Fazendo-se uma análise dos valores de pH encontrados nos sistemas com cultivos de culturas anuais, PB e CE, é possível observar a acidez dos solos de Cerrado quando em condição natural, mas verificou-se que a mesma pode ser corrigida de modo a possibilitar condições para o bom desenvolvimento de culturas de interesse.

Os teores de cálcio (Ca) variaram de 0,6 a 7,3 cmol_c dm⁻³, nas subcamadas de 0 a 20 cm (Figura 4). Nas subcamadas de 0-10 cm o teor de Ca da PB não diferiu de CE. Já SA e SAE apresentaram os maiores teores de Ca em comparação à PB, para a subcamada de 5-10 cm. Na subcamada de 10-20 cm, a PB apresenta maior teor de Ca

em comparação ao CE, enquanto que a PB e os sistemas cultivados anualmente não mostraram diferença significativa entre si. Entre as causas de tal comportamento nos sistemas cultivados pode estar a prática de correção do solo que já sofreu a área PB, mesmo que há muitos anos atrás, uma vez que a PB apresenta bom estado de conservação.

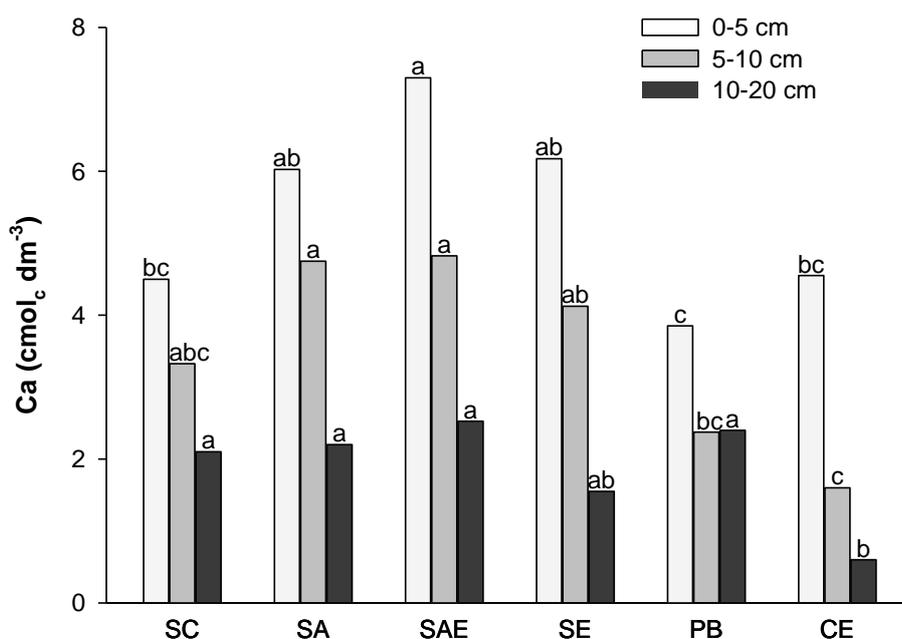


Figura 4. Teores de Ca trocável, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Para o magnésio (Mg), os teores sofreram variação de 0,8 a 3,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 5), teores de Mg que não diferem entre a PB e o CE, nas subcamadas de 0-20 cm. Já na comparação entre os sistemas cultivados e a PB, o SC apresentou menores teores de Mg para a subcamada 0-5 cm que PB. Nas subcamadas de 5-20 cm, SC demonstrou menores teores de Mg em comparação com SAE.

O fato de não se verificarem incrementos nos teores de Ca e Mg nos sistemas cultivados anualmente, em comparação à PB, pode estar relacionado ao tempo de aplicação do calcário. Todavia, entre os sistemas cultivados anualmente, os mais baixos teores de Ca e Mg são os verificados em SC, na subcamada de 0-5 cm, para Ca, e na subcamada 0-10 cm, para Mg.

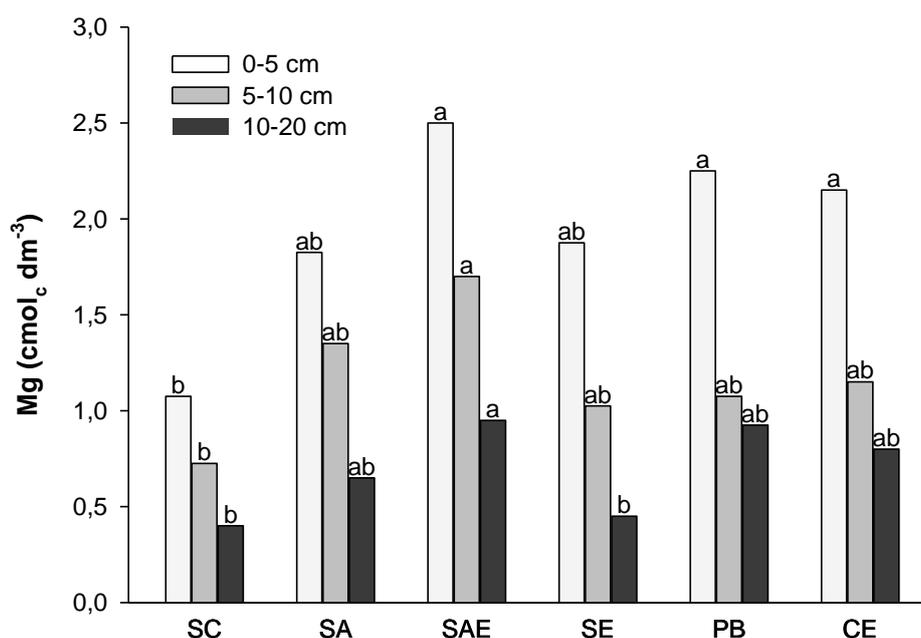


Figura 5. Teores de Mg trocável, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Entretanto, fazendo a relação entre os teores de Ca:Mg, a mesma ficou entre 1:1 e 10:1, uma relação vista como adequada por Sousa e Lobato (2004). Os teores de Ca e Mg, na subcamada de 0-20 cm, considerados suficientes para a produção de culturas anuais na região dos Cerrados, foram de 1,8 a 2,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e de 0,8 a 1,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente (Sousa et al., 2004).

O teor considerado suficiente de Ca não foi encontrado na subcamada de 10-20 cm para SE. Para Mg, os teores suficientes não foram detectados para SC nas subcamadas de 5-20 cm e para SA e SE na subcamada de 10-20 cm (Figuras 4 e 5).

Quanto aos teores de potássio (K), os mesmos variaram de 15,6 a 255,8 mg dm^{-3} nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 6). A área de CE apresentou menor teor de K que a PB, nas subcamadas de 0-5 e 10-20 cm. Esse teor de K já era esperado para solos do Cerrado em estado natural, como verificaram também mais baixo Pavinatto (2009) e Ernani et al. (2007). Este último verificou que 85% dos solos de Cerrado eram deficientes em K, ficando os teores médios encontrados em 31 mg dm^{-3} . Entretanto, no presente estudo, o teor de K verificado é tido por Sousa e Lobato (2004) como muito alto, em todas as subcamadas analisadas.

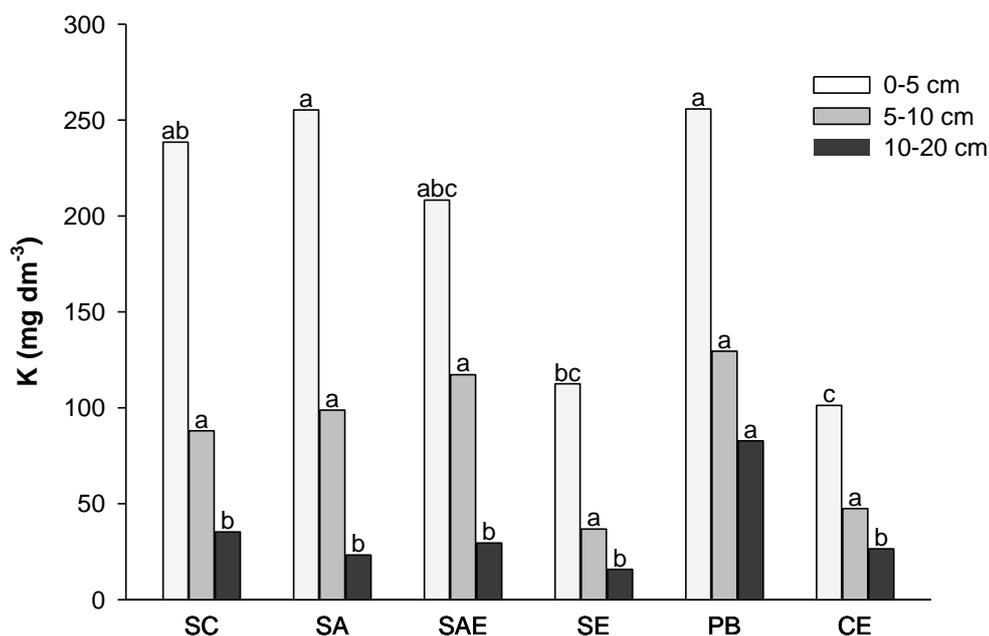


Figura 6. Teores de K disponível, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Para os sistemas cultivados, na subcamada de 0-5 cm, SE apresenta teor de K, que difere da PB (Figura 6). Este resultado de SE pode ser reflexo da mudança de manejo adotado nos últimos dois anos, visto que, até então, SE recebia adubação potássica mineral e, depois, passou a receber aplicação de esterco bovino, o qual contém pequena concentração de K e que assim se torna disponível às plantas imediatamente após o produto ser adicionado ao solo (Ernani et al., 2007).

Por ser o K um elemento móvel no solo, devido à baixa reposição de K neste período de dois anos, o mesmo pode ter sido removido do sistema, exportado pelas culturas de interesse agrícola. De acordo com as recomendações de adubação, os níveis encontrados de K no solo de SE seriam de baixo a muito baixo (Zancanaro et al., 2002).

Os maiores teores de K no solo sob PB em comparação com CE nas subcamadas 0-5 e 10-20 cm (Figura 6), podem ser devidos ao não revolvimento do solo e à presença permanente da pastagem de braquiária, que contribui com um contínuo aporte de resíduos vegetais, radiculares e ciclagem de nutrientes eficientes.

Os quais a partir da mineralização desses resíduos possibilita-se o fornecimento contínuo de K, favorecendo a absorção deste elemento, e tendo, ao mesmo tempo, menores perdas por lixiviação. Uma vez que na PB, provavelmente excreções animais contribuem para o acúmulo de K em superfície, e com sistema radicular eficiente praticamente todo K liberado na superfície do solo ficaria retido nos primeiros centímetros do solo.

O teor de K da PB, na subcamada de 10-20 cm, foi de 98,5 mg dm⁻³, teor considerado alto (Sousa e Lobato, 2004). Para os demais tratamentos cultivados, o teor de K, na subcamada de 10-20 cm, apresenta um comportamento diferenciado da PB, com valores já baixos que variam de 15,8 a 35,3 mg dm⁻³.

A capacidade de troca de cátions (CTC) apresentou, para todos os tratamentos, nas subcamadas de 0-20 cm, valores maiores que o de 4,0 cmol_c dm⁻³, considerado adequado para solos do Cerrado. Porém, não houve diferença entre os tratamentos avaliados (Figura 7).

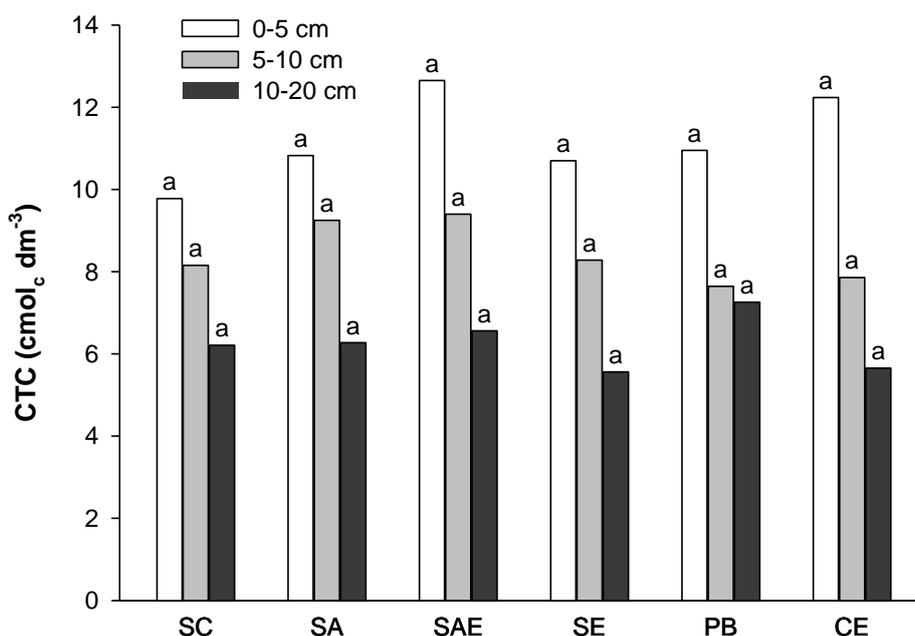


Figura 7. Valores de CTC, determinados as subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

O teor de carbono (C), por sua vez, apresentou variação de 17 a 43 g kg⁻¹ nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 8). Para a subcamada de 0-5 cm, PB mostrou menor

teor que o CE. Observa-se, ainda, que a PB tem maiores teores de C, em comparação com os demais sistemas cultivados, exceto SAE. A tendência de menores teores de C em sistemas cultivados foi encontrada também por Pavinatto (2009), o qual verificou redução nos teores de C na subcamada de 0-5 cm, em solos com uso de preparo convencional, em relação ao Cerrado nativo. Bayer e Mielniczuk (2008) asseguram que sistemas com baixa adição de resíduos no uso agrícola reduzem o teor de matéria orgânica do solo, diferentemente do que acontece com a vegetação natural que encontra teores estáveis. Souza et al. (2006), observaram para sistemas de manejo, que todas as estratégias de manejo adotadas, na região do Cerrado, resultam em reduções nos teores de carbono orgânico total, em comparação aos teores da vegetação natural.

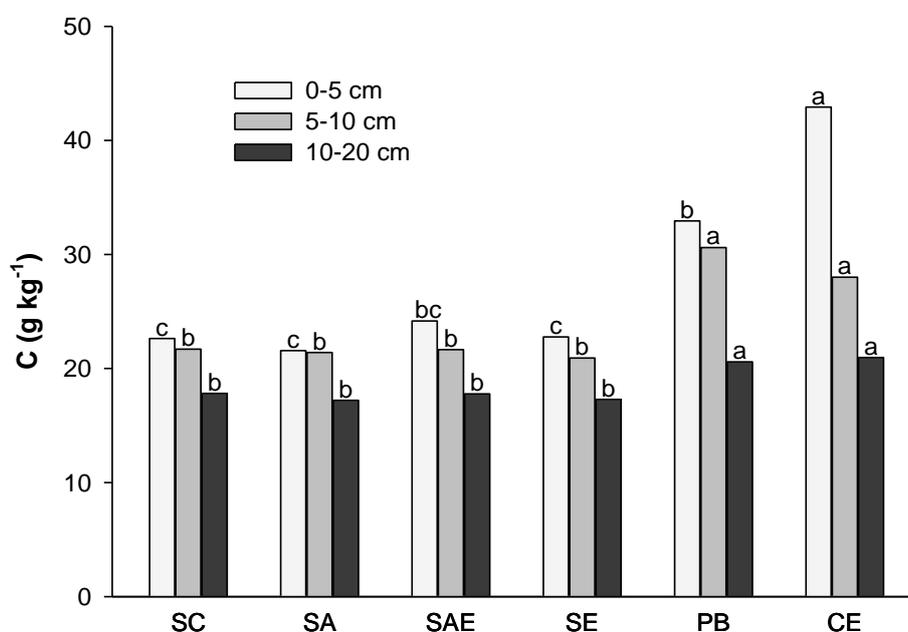


Figura 8. Teores de C, determinados as subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Todavia, vários trabalhos demonstram que, mesmo sistemas cultivados, podem recuperar o teor de C do solo, aos níveis da vegetação natural ou até superiores a esta. Lovato et al. (2004), em área com adoção do sistema plantio direto no sul do Brasil, que trabalhem com rotação de culturas, tendo estas alta adição de C, em experimento de longa duração, encontraram teores de C maiores em sistemas cultivados de forma

conservacionista do que no sistema natural. Pavinatto (2009), em área de Cerrado sob sistema plantio direto, também de longa duração, determinou tendência de aumento nos teores de C, nas camadas de 0-5 cm para Costa Rica-MS e Luziânia-GO e na camada 5-10 cm para Luziânia-GO.

Para Tomazi (2008), com o estabelecimento de sistemas de manejo eficientes em adicionar C ao solo, como o sistema plantio direto, poder-se-ia acelerar a melhoria da qualidade do solo e ampliar as taxas de sequestro de C.

Nas subcamadas de 5-20 cm, PB apresenta resultados similares a CE. Já PB oferece teores de C maiores que os sistemas cultivados anualmente, demonstrando ainda os efeitos de perdas de C em profundidade, para os sistemas de manejo da fertilidade utilizados que não estão proporcionando manutenção dos estoques de C em profundidade, provavelmente, pelo menor aporte via sistema radicular, comparado à pastagens de braquiária e áreas naturais. Estas observações são corroboradas por Freixo (2002), que relata que menores teores de C em profundidade têm por motivo a deposição de resíduo superficial.

Resultados adversos para área de pastagens foram encontrados por Siqueira Neto et al. (2009), que detectaram em pastagem de braquiária com pouca produção de biomassa - reflexo do grau de degradação da pastagem - menores teores de carbono orgânico total (COT) em comparação com sistemas plantio direto, plantio convencional e área de Cerrado nativo. Porém, Matos e Weber (2009) verificaram que COT é maior em áreas que apresentam grande riqueza e diversidade vegetais, como seria o caso do CE em contraposição a sistemas cultivados.

Para Lovato et al. (2004), culturas como gramíneas, com sistema radicular abundante e agressivo, alocam uma fração maior de C fotossintetizado que raízes de culturas anuais. Assim, gramíneas seriam mais eficientes para aumentar estoques de C do solo do que a maioria das culturas agrícolas para produção de grãos e fibras utilizadas. De modo que sistemas em pousio, de baixa produtividade ou pouca produção de resíduos apresentam baixo teor de adição de C.

No concernente aos teores de nitrogênio total (N total), observou-se variação de 0,95 a 3,08 g kg⁻¹ nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 9). Na subcamada de 0-5 cm PB apresentou menores teores de N total que CE, da mesma forma que os teores de N total da PB diferem dos sistemas cultivados anualmente, na subcamada de 0-5 cm, exceto para SAE. O teor de N total para SAE pode ser justificado pela utilização, de forma conjunta, de adubação orgânica e mineral, visto que entre os sistemas cultivados

não há diferença nos teores de N total, no entanto para SAE se percebe tendência de maiores teores de N total, que os SC, SA e SE, que utiliza de adubação isolada, mineral ou orgânica.

Por outro lado sistemas naturais como florestas, campos nativos e Cerrados, que possuem equilíbrio entre entradas e saídas de N com processos internos de ciclagem, variações importantes podem ser observadas a médio e longo prazo, quando estes sistemas naturais em equilíbrio são convertidos em agricultura (Cantarella, 2007). Em condições tropicais, com solos intemperizados e altas temperaturas durante todo o ano, as altas taxas de mineralização da MO podem levar à reduções do estoque de N muito maiores se comparadas às de solos de clima temperado.

Da mesma forma que para o teor de C, o teor de N total apresentou diferenças para a subcamada de 10-20 cm, onde para CE e PB se encontraram os maiores teores.

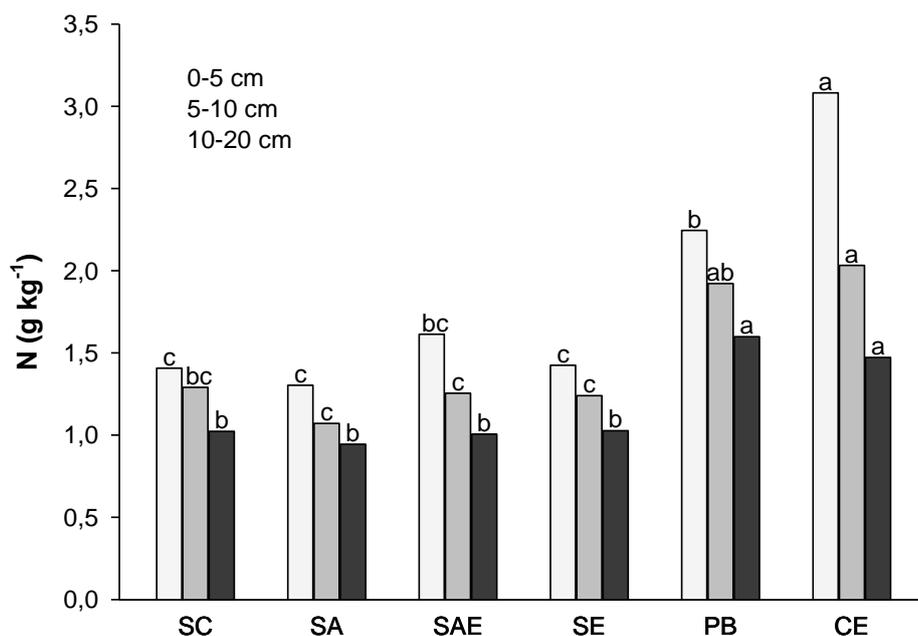


Figura 9. Teores de N total, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Na determinação dos teores de fósforo (P), podem ser utilizados os métodos Melich - 1 e Resina, sendo recomendado, em caso da utilização de adubações com fosfatos naturais a determinação de P pelo método de Resina, no presente estudo, se

apresenta os resultados da determinação de P pelos métodos Melich - 1 e Resina, no entanto, a discussão dos resultados é feita somente pelo método de Resina, uma vez que dois dos tratamentos do experimento tem utilização de fosfatos naturais, como fonte de P.

Os teores de fósforo (P), por seu turno, variaram de 0,9 a 20,7 mg dm⁻³ nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 10). Para a área de CE os teores nas subcamadas de 0-20 cm foram de 0,9 a 5,5 mg dm⁻³ de P, teor considerado como sendo muito baixo para atender às necessidades de culturas agrícolas anuais (Sousa et al., 2004), e que não difere significativamente a PB do CE. Baixos teores de P em solos altamente intemperizados, como os solos do Cerrado, fazem gradualmente o solo de fonte a dreno de P. Em solos do Cerrado, devido à presença de óxidos de Fe e Al, o fenômeno conhecido como retenção de P no solo, torna-se fator problemático para as plantas, sobretudo ao não poderem utilizar o P do solo, quando não há uma correção adequada.

A PB têm menor teor de P que SAE, que apresenta 14,7 mg dm⁻³ de P na subcamada de 0-5 cm, este teor de SAE é considerado de médio a adequado por Sousa et al. (2004), e pode ser advindo da utilização conjunta da adubação orgânica e mineral de baixa reatividade, conforme recomenda Novais (1999) para solos considerados “baixos” quanto à disponibilidade de P. Já que a adubação de baixa reatividade tem uma liberação lenta de P para as plantas. Sendo assim, a adubação visa corrigir a carência de P do solo, em contraponto com a adubação orgânica, que tem o P prontamente disponível. Este sistema de manejo da fertilidade com a utilização de fosfatos naturais teria uma preocupação maior com o solo (Novais et al., 2007), de forma a aumentar o teor de P; no entanto, este aumento ocorre de forma gradual.

Em SC, na subcamada de 0-5 cm verificou-se o teor de 20,7 mg dm⁻³ de P, o qual foi maior que os encontrados em SA, SE e PB. Um dos motivos desses maiores teores de P na subcamada de 0-5 cm para o SC está na adubação mineral fosfatada de alta reatividade.

Nas subcamadas de 5-20 cm, não houve diferença entre a PB e CE e os sistemas cultivados anualmente. Os teores de P encontrados no presente para solos sob vegetação natural, concordam com Pavinatto (2009) que enfatiza serem os solos do Cerrado muito pobres em fósforo, tendo em vista que os teores variam de 0,9 a 1,2 mg dm⁻³, classificando como muito baixos teores de P, o que comprometeria a utilização do solo com culturas agrícolas anuais se não houvesse uma correção

fosfatada, uma vez que a carência de P é um dos elementos mais limitantes à produção agrícola vegetal.

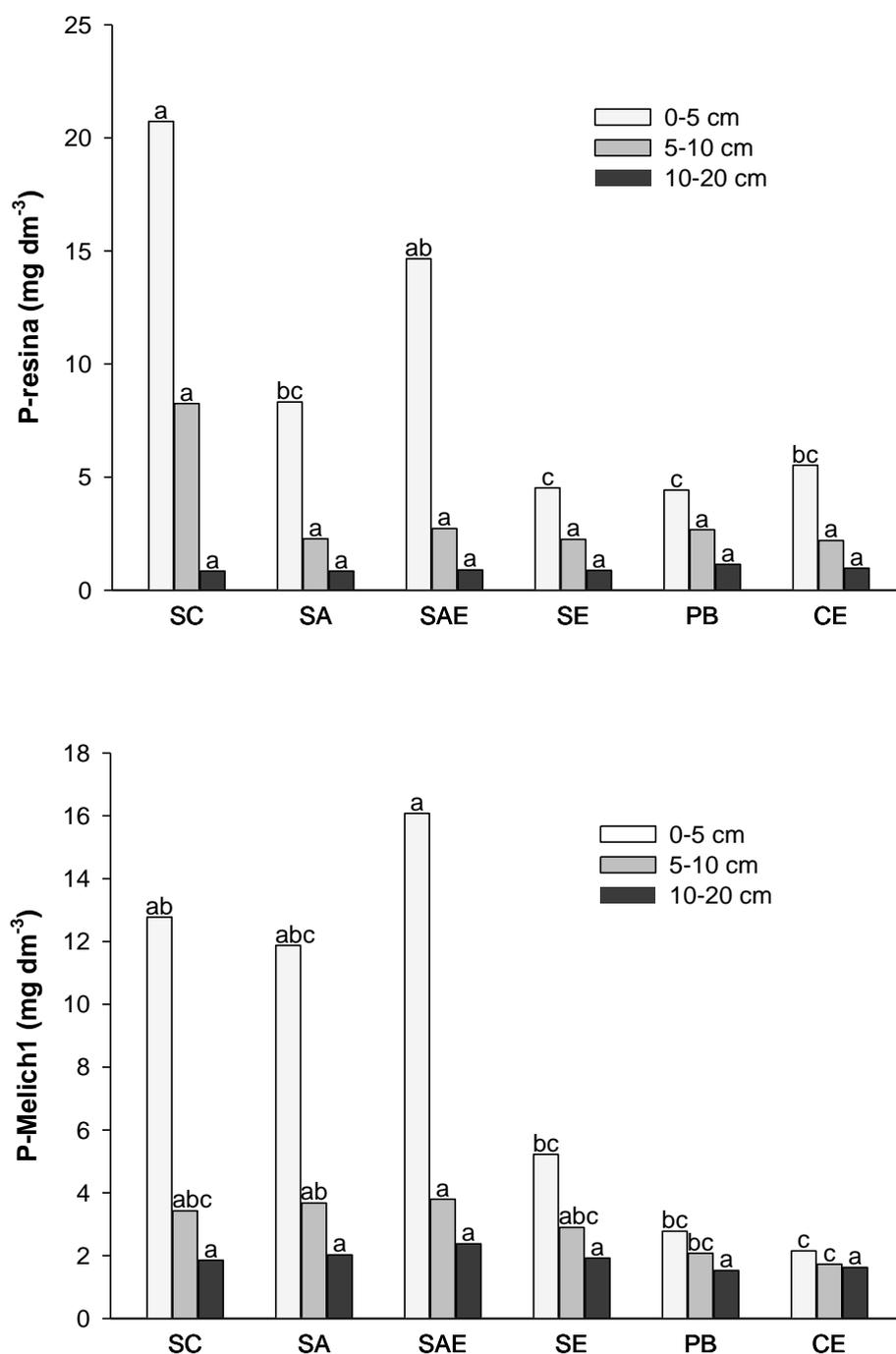


Figura 10. Teores de P disponível (Resina e Melich-1), determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Já os teores de boro (B) variaram de 0,2 a 0,6 mg dm⁻³ nas subcamadas de 0-20 cm, sendo que para PB e CE os teores de B não diferem em nenhuma das subcamadas avaliadas. Entre as áreas cultivadas anualmente apenas SAE apresentou maiores teores que PB nas subcamadas de 0-10 cm, e que SE na subcamada de 0-5 cm (Figura 11).

Medeiros et al. (2003) mencionam ser a disponibilidade de B influenciada pelo teor de MO, principal fonte deste micronutriente para o solo, assim como é diminuída com o aumento de pH. Esta tendência de comportamento não ocorreu nos sistemas cultivados anualmente, e entre as razões destes resultados considera-se a aplicação do fertilizante bórax e da adubação mista, o qual contribui com fornecimento de B ao solo e às plantas. A aplicação deste micronutriente é imprescindível junto aos solos do Cerrado, principalmente no desenvolvimento da cultura do algodão, visto ser este o micronutriente mais limitante à produção de algodão. É necessário, porém, certo cuidado no manejo deste elemento, uma vez que B é facilmente lixiviado; sendo assim, práticas inadequadas de conservação do solo podem potencializar a deficiência de B.

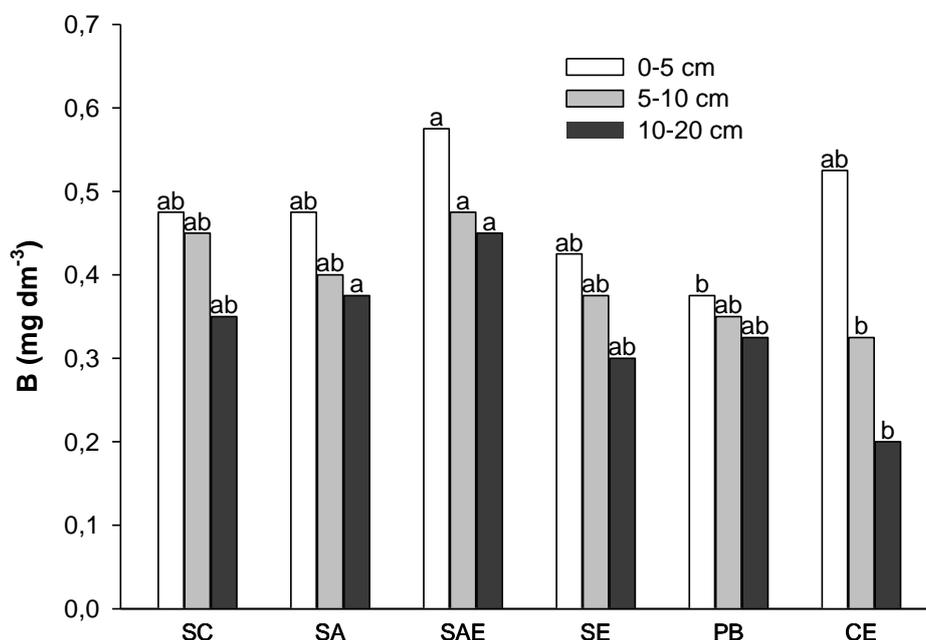


Figura 11. Teores de B, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey a 10%.

Quanto aos teores de cobre (Cu), estes mostraram variação entre 1,9 e 4,9 mg dm⁻³ nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 12). Na subcamada de 0-5 cm os teores entre PB e CE não diferiram entre si. E a PB apresentou teores de Cu que não diferem dos demais sistemas cultivados. No entanto, entre os sistemas cultivados anualmente, SAE apresentou maiores teores de Cu que SC e SE (Figura 12). Na subcamada de 10-20 cm, PB demonstrou similaridade com CE nos teores de Cu. Os sistemas cultivados SE, SC e SA apresentaram redução nos teores de Cu comparados à PB.

Porém, para os tratamentos, independentemente da subcamada analisada, determinaram teores de Cu maiores que 0,8 mg dm⁻³, teor considerado alto (Sousa e Lobato, 2004). Estes valores encontrados no presente estudo contrariam Nascimento (2001), para o qual Latossolos têm a característica de apresentar sintomas de deficiências de Cu.

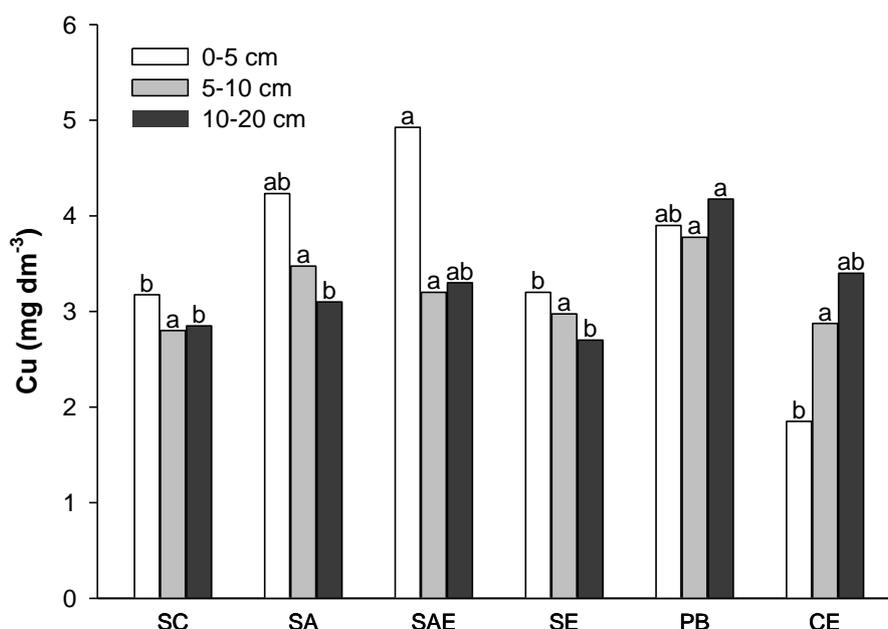


Figura 12. Teores de Cu, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Os teores de zinco (Zn) variaram de 1,6 a 8,0 mg dm⁻³, na subcamada de 0-20 cm (Figura 13). Os valores encontrados para PB e o CE não diferiram nas subcamadas analisadas. O SAE apresentou teor maior de Zn que PB, na subcamada de 0-10 cm. Entre os teores detectados pode-se dizer que se situam em nível considerado alto de

Zn no solo (Sousa e Lobato, 2004), no entanto, ainda não chegou aos níveis considerados tóxicos para as plantas, os quais podem ser os que se situam entre 25 e 94 mg dm⁻³ de Zn, dependendo da cultura de interesse (Fageira, 2000).

Na subcamada de 10-20 cm, os teores de Zn podem ser considerados como baixos, e este resultado possivelmente causaria deficiências de Zn para as culturas agrícolas. Entretanto, os valores determinados nas subcamadas de 0-20 cm estariam acima do teor de 1,0 mg dm⁻³, considerado crítico (Galvão, 2004).

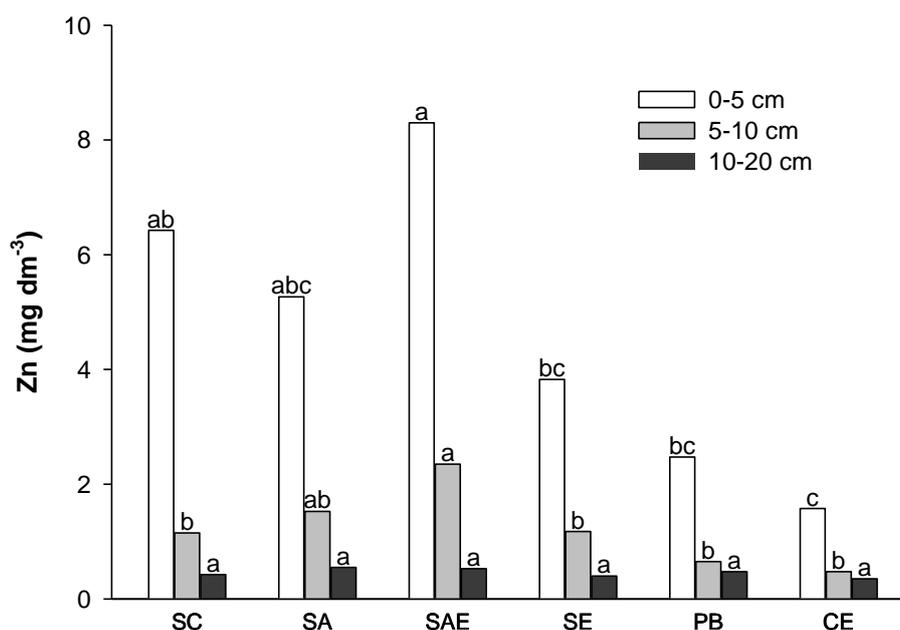


Figura 13. Teores de Zn, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Analisando os teores de manganês (Mn), verificou-se que os mesmos variam de 3,8 a 62,8 mg dm⁻³ de Mn nas subcamadas de 0-20 cm (Figura 14). Os maiores teores foram os verificados para PB e CE, na subcamada de 0-10 cm, sendo a PB com maiores teores que CE, na subcamada de 5-10 cm. Já nos sistemas cultivados anualmente, há menores teores de Mn que PB, independentemente das subcamadas analisadas. Percebem-se entre os sistemas cultivados anualmente que estes apresentam menores teores nas camadas superficiais, e que estes valores aumentam em profundidade.

Os teores detectados para SA e SE, com $3,8 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mn na subcamada de 0-5 cm, situam-se abaixo do valor considerado crítico de Mn, que é de $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ (Pereira et al., 2001), mas acima do visto como sendo baixo por Raij (1996), que é de $1,2 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os menores teores de Mn, para os solos cultivados, são advindos do uso de calcário no solo, e esta aplicação, sendo realizada de forma superficial, sem a incorporação, pode ser um fator agravante para o problema. Para Galvão (2004), a incorporação rasa de calcário (0 a 10 cm) tem contribuído para o aparecimento de deficiência de Mn na cultura da soja, visto que a aplicação de calcário provoca o aumento de pH do solo, reduzindo assim a disponibilidade de Mn para a soja.

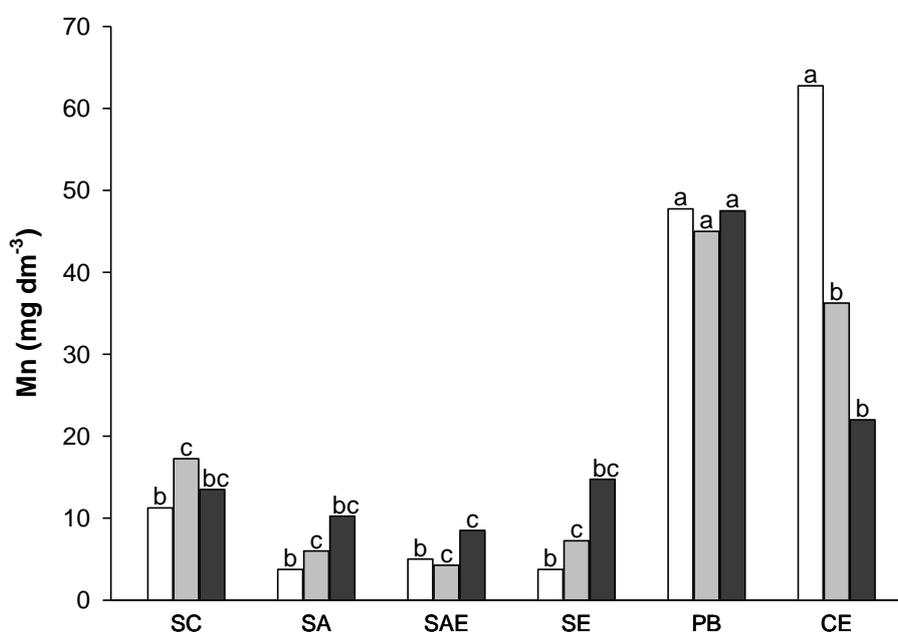


Figura 14. Teores de Mn, determinados nas subcamadas de 0-20 cm em Latosolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). Teste de Tukey 10%.

Os efeitos da deficiência de Mn são de difícil manejo, já que este elemento é muito pouco móvel na planta. Sendo assim, dificilmente se consegue reverter uma deficiência deste elemento; por outro lado, a disponibilidade do Mn do solo depende da capacidade de absorção das raízes, que é governada pela disponibilidade de Mn na interface solo-raiz (Pereira et al. 2001).

5.2 Biomassa Microbiana do Solo

A dinâmica da biomassa microbiana do solo (BMS) é influenciada por fatores ambientais e pelo tipo de uso e manejo do solo, principalmente na camada superficial. Esta influência sobre a BMS reflete-se na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia. Na Tabela 2, apresenta-se o comportamento de atributos relacionados à BMS, determinados na camada de 0-10 cm.

Para o atributo carbono microbiano (C_{mic}), os teores variaram de 127,64 a 408,1 $\mu\text{g g}^{-1}$ de solo; e observa-se que a PB apresentou o maior teor de C_{mic} , porém não diferiu significativamente do CE (Tabela 2). Todos os sistemas cultivados anualmente apresentaram C_{mic} menor do que a PB. Para SA detectou-se valor mais baixo que o determinado para PB e SAE. Os teores de C_{mic} corroboram estudo de Fonseca (2007), o qual cita maiores teores de C_{mic} em vegetação nativa do que em sistemas cultivados anualmente.

Os resultados deste comportamento para CE e PB são consequência da condição natural do Cerrado e da pastagem de braquiária, que, com vegetação mais densa e permanente apresentam maiores teores de C_{mic} , reflexo do efeito rizosférico da vegetação para PB (Siqueira Neto, 2006) com alta taxa de renovação das raízes finas (Gama-Rodrigues et al., 2008). A vegetação nativa por sua vez, com maiores estratos arbóreos (Borges et al., 2009) contribuem na cobertura do solo durante o ano todo, fator que colabora para menores variações de temperatura e umidade do solo durante o ano todo e constante fornecimento de resíduos orgânicos, possibilitando melhores condições ao desenvolvimento de microrganismos. Entre os efeitos ocasionados pela maior BMS, tem-se a imobilização temporária de C, e os nutrientes do solo, o que consequentemente, contribui com menores perdas destes elementos no sistema solo-planta.

Segundo Perez et al. (2004), em ecossistemas não perturbados a deposição de resíduos orgânicos mantém os valores do C_{mic} , enquanto nos ecossistemas perturbados pelas diferentes práticas agrícolas esses valores são alterados. Em sistemas com utilização de gramíneas o maior teor de C_{mic} deve-se ao sistema radicular fasciculado da gramínea, o qual resulta na maior entrada de carbono no solo, via rizosfera e necromassa, que atuam na ativação da microbiota do solo (Carneiro et al., 2008).

Nos sistemas cultivados anualmente, verificou-se em SAE, uma tendência de aumento de C_{mic} em comparação aos demais tratamentos (Tabela 2). Entre as causas

de tal comportamento para SAE, infere-se a utilização conjunta de adubações orgânicas e minerais. Maluche-Baretta et al. (2007) referem-se ao aumento da população de fungos em áreas que receberam adubação orgânica e organomineral e, aumento de bactérias e actinomicetos nas que receberam adubação mineral.

Já para explicar o comportamento de SE, quanto a tendência de aumento de C_{mic} , pode-se recorrer ao fato de a adubação orgânica ser a única fonte de energia disponível para os microrganismos, não conseguindo fornecer alimento suficiente para a manutenção da atividade metabólica da comunidade microbiana do solo. Em contradição Matos (2006), por meio da aplicação de dejetos suínos ao solo, determinou maiores valores de C_{mic} do solo; entretanto, estes resultados são consequência de aplicações feitas ao longo de anos agrícolas, da quantidade e da qualidade do material aplicado, para poderem apresentar resultados expressivos de melhora nos teores de C_{mic} .

D'Andréa et al. (2002), atribuem menores teores de C_{mic} para sistemas cultivados como reflexo das baixas adições de carbono oxidável, o que não é suficiente para atender à demanda de manutenção da biomassa existente. Este é um dos fatores que pode ter levado ao decréscimo acentuando dos valores de C_{mic} para SAE, SC, SE e SA em comparação com PB e CE.

As relações $C_{mic}:C_{org}$ e $N_{mic}:N$ total expressam índices de qualidade nutricional da matéria orgânica, e as relações $C_{mic}:N_{mic}$ e $C_{org}:N$ total, a eficiência da biomassa em imobilizar C ou N (Trannin et al., 2007).

Na relação $C_{mic}:C_{org}$, os valores mostraram oscilação entre 0,56 e 1,23%, sendo a relação maior para PB e CE, e menor para os sistemas cultivados anualmente. Entre estes últimos, SAE e SE tiveram tendência de maior relação $C_{mic}:C_{org}$, comportamento que reflete uma tendência de menores valores para sistemas que apresentam pequena deposição de resíduos e que não recebem a aplicação de fertilizantes orgânicos.

Cardoso et al. (2009), em pastagens cultivadas para a região do Pantanal, observou que a biomassa microbiana, quando se encontra sob efeito de estresse, diminui a relação $C_{mic}:C_{org}$. No presente estudo, entretanto, nas áreas PB e CE, com maiores teores de C_{mic} , que atuam diretamente no ciclo do C têm potencial de apresentar respostas mais rápidas quando da alteração nos padrões de entrada ou níveis de decomposição da matéria orgânica.

Tabela 2. Indicadores microbiológicos determinados para Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE).

Tratamento	C_{org}	N total	C:N	C_{mic}	N_{mic}	$C_{mic}:N_{mic}$	C_{mic}/C_{org}	N_{mic}/N_{total}	COD
	$g\ kg^{-1}$	$g\ kg^{-1}$	%	$\mu g\ g^{-1}$	$\mu g\ g^{-1}$		%		$\mu g\ kg^{-1}$
SC	22,56 b	1,36 c	16,59 a	160,54 bc	26,00 a	6,44 c	0,72	1,91	71,59 b
SA	22,71 b	1,39 c	16,39 ab	127,64 c	15,25 b	8,58 bc	0,56	1,11	76,07 ab
SAE	25,32 b	1,60 c	15,83 ab	209,59 b	21,36 ab	10,17 b	0,83	1,33	80,09 ab
SE	24,75 b	1,58 c	15,74 ab	162,55 bc	23,79 ab	6,77 bc	0,66	1,52	64,72 b
PB	32,29 a	2,19 b	14,74 bc	408,01 a	29,80 a	13,94 a	1,26	1,35	96,77 a
CE	33,50 a	2,59 a	12,99 c	359,90 a	25,82 a	14,12 a	1,08	1,01	73,81 ab
Média	26,85	1,79	15,38	238,04	23,67	10,00	0,85	1,37	76,54

C_{org} – carbono orgânico total; N total – nitrogênio total; C:N – relação carbono:nitrogênio; C_{mic} – carbono microbiano; N_{mic} – nitrogênio microbiano; $C_{mic}:N_{mic}$ – relação carbono:nitrogênio microbiano; $C_{mic}:C_{org}$ – relação carbono microbiano:carbono orgânico total; $N_{mic}:N_{total}$ – relação nitrogênio microbiano:nitrogênio total; COD – carbono orgânico dissolvido. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente no Teste de Tukey 10%.

Matsouka (2006) explica que, com a adição de MO ou a mudança de condição limitante para condição favorável, a biomassa pode aumentar rapidamente, mesmo com teores de carbono orgânico inalterados, fator capaz de justificar a relação encontrada para SAE (Tabela 2), relação ainda diferente de PB e CE, mas que já apresenta tendência de melhores resultados.

Para N_{mic} , encontraram-se teores que variaram de 15,25 a 29,80 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Tabela 2), sendo que a PB e o CE não diferiram entre si. O mesmo comportamento também se encontra na comparação entre PB, SC, SE e SAE. Estes resultados demonstram que SC, SE e SAE, estão a recuperar os teores de N_{mic} . D'Andréa et al. (2002) e Perez et al. (2005), no entanto, relatam que há uma diminuição nos teores de N_{mic} quando da substituição de ambiente natural para ambiente cultivado. A diminuição nos teores de N_{mic} estaria relacionada à abertura da área, que assim, nos primeiros anos, sofre remoção da MOS, ocasionada pelo manejo deste. Maiores teores de N_{mic} na PB podem ser advindos do efeito rizosférico da pastagem de braquiária, com a liberação de substâncias orgânicas diversas, com maior disponibilidade de nutrientes para a microbiota do solo no ambiente rizosférico (D'Andréa, 2002).

Valores mais altos de N_{mic} devem-se ao menor revolvimento do solo, que mantêm na superfície os resíduos vegetais, com aumento da disponibilidade de substratos nos primeiros centímetros do solo, possibilitando maior concentração de nutrientes e energia para uso da biomassa microbiana. Patra (citado por Perez et al., 2005) verifica que a falta de uniformidade no manejo do solo, durante vários anos, pode ocasionar a flutuação da biomassa microbiana no solo, influenciada pela temperatura deste último e pela adição de resíduos vegetais, diferentemente do que ocorre com PB e CE, que não sofrem perturbações de manejo do solo por gradagem ou subsolagem.

Ademais, teores maiores de N_{mic} refletem também em mais rápida reciclagem do nitrogênio. Sendo assim, na falta de N no sistema solo-planta, com fatores de estresse sobre os microrganismos, tornará este N_{mic} prontamente disponível as culturas, constituindo uma importante fonte de N mineral.

A aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados ou orgânicos pode beneficiar os teores de N_{mic} , diferentemente daqueles sistemas que não recebem adubação nitrogenada, caso de SA. Para Coser (2006), o N_{mic} também é influenciado pela composição microbiológica do solo, sendo o N_{mic} reflexo da

relação entre fungos e bactérias, que com as fertilizações nitrogenadas estaria beneficiando a população de fungos, em contraposição a solos que não recebem tais adubações, os quais apresentam menores teores de N_{mic} em comparação aos sistemas naturais (Tabela 2).

Analisando a relação $N_{mic}:N$ total, algumas diferenças tornam-se mais evidentes, já que os percentuais variaram de 1,11 a 1,91% (Tabela 2). SC foi o tratamento que apresentou o maior percentual de relação $N_{mic}:N$ total, significando maior capacidade da microbiota do solo em armazenar frações significativas do N em sua biomassa microbiana, que é a fração lábil do nutriente para o sistema solo-planta.

Para a relação $C_{mic}:N_{mic}$, os valores variaram de 6 a 13; PB e CE apresentaram resultados que não diferem entre si. O mesmo comportamento se encontra ao se analisar PB e SAE, relação bem diferente das encontradas para SE, SC e SA em comparação com PB. Maiores valores na relação $C_{mic}:N_{mic}$ indicam maior capacidade de imobilização de nitrogênio pelos microrganismos. Matos (2006) encontrou para sistema plantio direto maiores valores de relação $C_{mic}:N_{mic}$, motivados pela maior quantidade de C que os fungos possuem na biomassa, em comparação com bactérias que têm menos C.

Silva e Mendonça (2007) trabalham com a hipótese de que, com a adoção de práticas agrícolas que priorizem o aporte orgânico de resíduos, tais como sistemas agroflorestais e plantio direto, nos primeiros anos, quando as taxas de acúmulo de MOS são altas, a matéria orgânica funcione imobilizando e competindo pelos nutrientes. Este fator pode justificar os maiores valores de relação $C_{mic}:N_{mic}$ para sistemas naturais, pois estes já se encontrariam estabilizados, e depois de estabilizados contribuiriam com a mineralização de N, ou seja, tornariam o mesmo disponível para o sistema solo-planta.

Os teores de carbono orgânico dissolvido (COD) variaram de 64,72 a 96,77 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de solo na camada de 0-10 cm (Tabela 2). A PB e o CE apresentam comportamento que não os difere entre si. Estes resultados são motivados pela maior deposição de resíduos vegetais sobre o solo nas áreas nativas e na pastagem. O teor de COD da PB diferiu dos sistemas cultivados SE e SC, por estes apresentarem menor deposição de resíduos vegetais, em comparação com pastagens.

Zanatta (2006) comenta que as principais fontes de COD são os resíduos de plantas e a matéria orgânica estável, sobretudo pela representatividade que têm estas fontes em relação aos exsudatos radiculares e à biomassa microbiana no solo.

5.3 Macrofauna Edáfica

Na presente discussão apresentam-se apenas os dados de macrofauna edáfica dos sistemas cultivados anualmente (SC, SA, SAE e SE), visto terem ocorrido problemas metodológicos para a condução nas coletas na PB e no CE.

A dinâmica da macrofauna edáfica invertebrada é reflexo das condições do meio ambiente, influenciada por fatores ambientais, tipo de uso e manejo do solo, quantidade de MO e cobertura vegetal depositada, sendo as flutuações populacionais de organismos edáficos observadas nas camadas superiores do solo. Na tabela 3, apresenta-se o comportamento da macrofauna edáfica na superfície do solo em duas épocas de coleta, sob diferentes sistemas cultivados anualmente. Não tendo sido determinados comportamentos com diferença significativa entre os sistemas de cultivo avaliados, quanto a número de indivíduos, riqueza de grupos, índice de Shannon, Pielou e a abundância.

O estudo que ora se apresenta, verificou a presença de 19 grandes grupos taxonômicos. Dentre estes, os grupos predominantes foram *Coleoptera* (Adulta e Imatura), *Hymenoptera*, *Hemiptera*, *Isoptera*, *Dermaptera*, *Orthoptera* (Imatura) e *Aracnida*. Os demais grupos foram denominados “outros”, devido à presença reduzida de indivíduos.

No que se refere à abundância de indivíduos, não houve diferença entre os tratamentos, porém em termos numéricos, os valores mais altos de abundância foram de SC e SAE, para a 1ª e 2ª época de coleta, respectivamente (Tabela 3). Silva et al. (2008) determinaram em Dourados-MS, para os sistemas cultivados, como sendo de maior expressão os grupos conhecidos como “insetos sociais” (*Formicidae* e *Isoptera*), no caso, responsáveis por mais de 50% da distribuição total de organismos edáficos.

É importante ressaltar ser a macrofauna edáfica influenciada pelas práticas agrícolas, as quais modificam significativamente a abundância e a diversidade da comunidade, principalmente pela perturbação do ambiente físico e pela modificação da quantidade e qualidade da MO (Lavelle et al., 1993). O

fato de os resultados da abundância serem semelhantes para os diferentes sistemas de manejo pode ser justificado por apresentarem teores de MO que não diferem na camada superficial e pelo pouco tempo da implantação de tais sistemas (Figura 8).

Tabela 3. Número de indivíduos por grupo taxômico de macrofauna em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE). Teste de Tukey 10%.

Grupo Taxonômico	SC	SA	SAE	SE
----- 1ª Época -----				
<i>Coleoptera</i>	28,75	35,75	28,00	38,25
Larva de <i>Coleoptera</i>	1,25	2,25	2,50	1,50
<i>Hymenoptera</i>	163,00	130,75	155,25	109,75
<i>Hemiptera</i>	4,00	4,00	5,25	4,50
<i>Isoptera</i>	4,00	7,50	2,00	3,00
<i>Dermaptera</i>	2,25	2,50	3,00	3,75
Larva de <i>Orthoptera</i>	3,50	7,00	3,25	3,00
<i>Aracnida</i>	2,25	2,25	2,25	2,25
Outros	7,00	10,00	9,50	9,25
----- 2ª Época -----				
<i>Coleoptera</i>	27,25	21,00	28,50	30,25
Larva de <i>Coleoptera</i>	0,50	0,75	2,00	2,25
<i>Hymenoptera</i>	172,00	144,50	185,50	176,50
<i>Hemiptera</i>	4,25	4,25	6,25	6,50
<i>Isoptera</i>	5,50	3,50	0,25	4,50
<i>Dermaptera</i>	2,00	1,50	1,75	1,00
Larva de <i>Orthoptera</i>	4,00	4,00	5,00	4,25
<i>Aracnida</i>	2,75	2,50	2,00	2,75
Outros	4,75	9,00	10,25	9,25

Segundo Moço et al. (2005), quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a heterogeneidade dos resíduos culturais, verificando-se, assim, maior diversidade de comunidades de fauna. Deve-se, no entanto, considerar que os indivíduos predominantes seriam de alta mobilidade, ou seja, teriam

considerável capacidade de trânsito de uma área para outra; e, sendo as áreas avaliadas próximas, dificultou-se a mensuração das diferenças entre os sistemas cultivados.

A tendência de a presença do grupo *Coleoptera* para os sistemas SE e SAE ser maior em comparação a SC e SA era esperada, uma vez que na presença de adubação orgânica com esterco tem-se um aumento no número destes indivíduos, basicamente os da superfamília *Scarabaeoidea* (Petroni, 2008). Entre os motivos para a não determinação destes resultados para os sistemas cultivados anuais que receberam aplicação de esterco, apesar do maior valor numérico para SE, pode estar o período entre as épocas de coletas de organismos edáficos e as aplicações de esterco, pois os resultados obtidos para todos os tratamentos não diferem.

Percebe-se, analisando a Tabela 3, que o grupo taxonômico *Isoptera* se apresenta em um número pequeno de indivíduos, para todos os sistemas cultivados, em comparação com os grupos *Coleoptera* e *Hymenoptera*. O grupo taxonômico *Isoptera* em solos do Bioma Cerrado mostra-se predominante (Lourente et al., 2007), contudo, presente, em geral, em áreas de pastagem com baixa fertilidade natural e ausência de adubação (Marchão et al., 2008). Tal fato não condiz com as características determinadas nos sistemas manejo com cultivos anuais, que recebem aplicação de adubação anual e apresentam valores de pH maiores que PB e CE (Figura 3).

Na análise de riqueza dos grupos taxonômicos da macrofauna edáfica, os tratamentos não mostraram diferenças. Na 1ª época de coleta, SA apresenta maior valor numérico de riqueza, em contraposição a SE, com menor. Este atributo, que se refere ao número de grupos presentes nas amostras coletadas, pode contribuir indicando maior ou menor diversidade de organismos edáficos entre os tratamentos e, por conseqüência, nas influências destes para com o solo.

Para a análise de riqueza de grupos é preferível um sistema de uso e manejo do solo que disponibilize alimento por meio de aplicação de esterco e de deposição de resíduos culturais da camada superficial do solo, de modo a ocasionar um incremento nos níveis de MOS, principal fonte de alimento para a fauna edáfica, resultando em maior riqueza de grupos. Silva et al. (2007) determinam como sendo a prática de manejo do solo responsável pela influência

na densidade e riqueza de grupos da comunidade da macrofauna. Se forem observados os dados das coletas realizadas, pode-se perceber um menor valor numérico de riqueza para os grupos taxonômicos no final do ciclo cultural (2ª coleta) para SC, SAE e SA, em comparação com os da 1ª época de coleta aos 21 dias após a emergência (DAE). Em SE, no entanto, com utilização única de adubação orgânica, percebe-se resultado diferenciado (Tabela 4).

Tabela 4. Riqueza de grupos, índice de Shannon (H'), Pielou (e) e abundância da comunidade de macrofauna em Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE). Teste de Tukey 10%.

Índice	SC	SA	SAE	SE
----- 1ª Época -----				
Riqueza	12,75	14,50	13,50	11,50
H'	0,98	1,27	1,03	1,13
e	0,39	0,48	0,40	0,50
Abundância	216,00	202,00	211,00	174,75
----- 2ª Época -----				
Riqueza	11,50	13,00	12,00	14,25
H'	0,90	1,01	0,93	1,04
e	0,37	0,39	0,37	0,39
Abundância	223,00	191,00	241,50	237,25

Entre os fatores que fazem com que a riqueza de grupos taxonômicos da fauna edáfica ofereça resultados que não diferem entre si está a homogeneidade na oferta de recursos alimentares a estes organismos, proporcionada principalmente pela cobertura vegetal anual. As tendências de riqueza de grupos taxonômicos verificadas podem ser resultantes do domínio de alguns grupos taxonômicos, os quais podem ter inibido a presença de outros, e/ou da preferência alimentar, conforme constataram Quadros et al. (2009), em diferentes sistemas de cultivo no Sul do Brasil.

Para o índice de diversidade de Shannon, que pode apresentar valores entre 0 a 5 (Begon et al., 1996), detectaram-se valores que variaram de 0,90 a 1,27 (Tabela 4). Os maiores valores numéricos foram determinados para SA e SE, e o de menor para SAE e SC, independentemente da época de coleta.

Resultados como este, todavia, podem ser considerados baixos, e indicam uma baixa diversidade entre os grupos taxonômicos da fauna edáfica em sistemas cultivados anualmente e têm como reflexo a predominância de determinados grupos taxonômicos; como consequência, há uma densidade de organismos edáficos que influenciam na pouca diversidade.

Baretta et al. (2006), em sistema de semeadura direta e cultivo mínimo em sucessão de culturas, observaram melhores índices de diversidade para sistemas conservacionistas, em vista da maior disponibilidade de alimento, menor amplitude térmica e maior umidade do solo, em comparação a sistema plantio convencional em rotação de culturas, resultado que ressalta a importância e influência dos sistemas de manejo sobre a diversidade de organismos edáficos.

Comportamento semelhante ao verificado para a diversidade foi detectado para o índice de Pielou, que mensura a equitabilidade dos diferentes organismos edáficos nos sistemas de cultivo anual, variando os valores do índice de Pielou de 0,37 a 0,50 (Tabela 4). Estes valores, acrescenta-se, são consequência da distribuição do número de indivíduos entre os grupos taxonômicos, ou seja, a uniformidade dos grupos não é similarmente determinada. Os valores encontrados demonstram a predominância de um determinado grupo taxonômico, no caso, das *Hymenoptera* sobre todos os sistemas cultivados anualmente.

6. CONCLUSÕES

A substituição do Cerrado por pastagem de braquiária não afetou os atributos de fertilidade e microbiológicos avaliados, enquanto que a conversão de braquiária para o sistema de manejo da fertilidade com adubação de alta reatividade, com culturas anuais, reduziu os teores de Mg, Mn, C, N e os atributos microbiológicos, exceto o N microbiano.

O sistema de manejo da fertilidade misto, com adubação mineral de baixa reatividade e orgânica, apresentou, de maneira geral, os melhores resultados para os atributos de fertilidade e microbiológicos do solo, em comparação com os demais sistemas cultivados, mas isso, para a condição de agricultura familiar com baixo aporte de capitalização.

Comparado à pastagem de braquiária e o Cerrado, o sistema de manejo da fertilidade misto apresentou valores semelhantes e até superiores aos outros sistemas, para a maioria dos atributos avaliados, indicando ser um sistema adequado para pequenas propriedades da região.

A utilização de esterco bovino não proporcionou incremento em C e N do solo. Mais procedimentos com a inclusão de culturas de cobertura com maiores aportes de resíduos ao solo são necessários para viabilizar o aumento de C e N no sistema.

Os sistemas de manejo da fertilidade alternativos não afetaram a fauna do solo, comparados ao sistema de manejo da fertilidade convencional, possivelmente devido à similaridade das coberturas vegetais utilizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.4, p. 407-417, 2006.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Biologia dos solos do Cerrado**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1997, p.363-431.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.2, p.108-117, 2006.

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. 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, v.19, n.4, p.415-425, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008, p.7-16.

BEGON, M.; HAPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.

BERTAZZO, C. J. **A agricultura de base ecológica no COREDE Vale do Caí (RS)**. 2009. 268 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2009.

BORGES, C. D.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C.; CARVALHO, E. M. Biomassa microbiana do solo em fitofisionomias no sul do Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Valinhos, v.13, n.1, p.51-62. 2009.

BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.22, p.153-168, 2005.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. e NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p.375-470.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios / por Francisco Roberto Caporal e José Antônio Costabeber. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24 p.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURTI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.6, p.631-637, jun. 2009.

CARNEIRO, M. A. C.; ASSIS, P. C. R.; MELO, L. B. C.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SILVEIRA NETO, A. N. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.4, p. 276-283, 2008.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.2, p.95-203, 2007.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1988. 430 p.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da

qualidade do solo. **Revista Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v.24, n.2, p.29-34, 2004. Série Ciências da Vida.

COSER, T. R. **Doses de nitrogênio e seu efeito nos seus indicadores microbiológicos de qualidade do solo na cultura da cevada**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.

CUNHA, A. S. (Coord.). **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados**. Brasília: IPEA, 1994. 256 p.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.913-923, 2002.

DEPONTI, C. M.; ALMEIDA, J. Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOCIOLOGIA RURAL, 6, 2002, Porto Alegre. Sustentabilidade e democratização das sociedades rurais na América Latina. **Anais...**, 2002. p.1-21.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p. 44-51, 2002.

DINIZ, B. P. C. **O Grande Cerrado do Brasil Central: geopolítica e economia**. São Paulo, 2006. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). **Defining soil**

quality for a sustainable environment. SSSA Special Publication Number 35, Wisconsin, USA, 1994, p. 3-22.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FAGEIRA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.390-395, 2000.

FEIDEN, A. **Conceitos e princípios para o manejo ecológico do solo.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 26 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 140).

FERREIRA, J. M. L. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados.** 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de culturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p.22-30, 2007.

FONSECA, M. T. L. **A extensão rural no Brasil:** um projeto educativo para o capital. São Paulo: Loyola, 1985. 192 p. (Coleção Educação Popular, 3).

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.425-434, 2002.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo**: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 3ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.185-226.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1521-1530, 2008.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia**: processos agroecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 653p.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8 p.

IBGE. Brasília, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Contém informações institucionais, técnicas, notícias, publicações e serviços. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2006/default.shtm>> Acesso em: 23 mar. 2010.

IQBAL, J.; HU, R.; FENG, M.; LIN, S.; MALGHANI, S.; ALI, I. M. Microbial biomass, and dissolved organic carbon and nitrogen strongly affect soil respiration in different land uses: A case study at Three Gorges Reservoir Area, South China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.137, p.294-307, 2010.

JOERGENSEN, R. The fumigation extraction method. In: ALEF, K.; CACNIO, V. N. (Eds.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academy Press, 1995, p.382-387.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Londrina: IAPAR, 2002. 348 p.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: **Evaluation for sustainable land management in the developing world**. Bangkok: International board for soil research and management, 12. 1991. p.175-203.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R. A. Hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, Washington, v.25, p.130-150, 1993.

LAVELLE, P.; PASHANASI, B. Soil and land management in Peruvian Amazonia (Yurimagas, Loreto). **Pedobiologia**, Jena, v.33, p.283-291, 1989.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue, região oeste do estado do Paraná**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162 p.

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F.; SILVA, D. A.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.29, n.1, p.17-22, 2007.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho

em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.175-187, 2004.

MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; KLAUBERG-FILHO, O.; AMARANTE, C. V. T.; RIBEIRO, G. M.; ALMEIDA, D. Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p. 655-665, 2007.

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do Cerrado: impactos na física, matéria orgânica e macrofauna**. 2007. 153f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; SANTOS JÚNIOR, J. D.; SÁ, M. A. C.; BERGAMASCHI, L. C.; BORTONCELLO, L. R. **Impactos de sistemas agrícolas nos atributos físicos, químicos e macrofauna num latossolo do oeste baiano**. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 2008. 30 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Cerrados).

MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; NIED, A. H.; COLETTI, A. J. Caracterização agroclimática da região de Tangará da Serra – MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009. **Anais ... Juazeiro-BA/Petrolina-PE**. 1 CD ROM.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 212 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MATOS, E. P. N. B.; WEBER, O. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo de diferentes agrossistemas comparados com uma área de mata nativa no Ceará. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3., 2009. **Anais ... São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil**, 2009. 1 CD ROM.

MATOS, M. A. **Atributos químicos e microbiológicos do solo após aplicações de resíduos de suínos em sistema plantio direto**. 2006. 91 f.

Dissertação (Mestrado em Química dos Recursos Naturais), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

MATSOUKA, M. **Atributos biológicos de solos cultivados com videira na região da Serra Gaúcha.** 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MEDEIROS, J. F.; BELTRÃO, N. E. M.; CUNHA, J. Boro no metabolismo vegetal e adubação boratada no algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira Olegianosas Fibrosas**, Campina Grande, v.7, n.2/3, p.743-752, 2003.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Genesis, 1999, p.1-8.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.555-564, 2005.

MORAES, L. F. D.; CAMPELO, E. F. C.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G. Biomassa microbiana em áreas em processo de restauração na reserva biológica Poço das Antas, RJ. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.1, p.54-63, 2007.

MOREIRA, F. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo.** Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

NASCIMENTO, C. W. A. **Dessorção, extração e fracionamento de zinco, cobre e manganês em solos.** 2001. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

NOVAIS, R. F. Utilização de Fosfatos Naturais. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., H. G. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minais Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa:

Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. 359p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 276-374.

OLIVEIRA, C. E. **Famílias e natureza: As relações entre família e ambiente na construção da colonização de Tangará da Serra-MT**. 2002. 244 f. Dissertação (Mestrado em História), Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

PAVINATTO, A. **Carbono e nutrientes no solo e a sustentabilidade do sistema soja-algodão no Cerrado brasileiro**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PEREIRA, G. D.; BERTONI, J. C.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Doses e modos de adubação com manganês e seus efeitos na produção da cultura do arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 625-633, 2001.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.567-573, 2004.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.137-144, 2005.

PETRONI, D. N. **Diversidade de famílias de coleoptera em diferentes fragmentos florestais do município de Londrina, PR - Brasil**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

PIRES, M. O. Programas agrícolas na ocupação do Cerrado. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, v.3, n.1 e 2, p.111-131, 2000.

PRIMAVESI, A. M. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel. 1980. 541 p.

QUADROS, V. J.; ANTONIOLLI, Z. I.; CASALI, C. A.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; STEFFEN, R. B.; PUJOL, S. B. Fauna edáfica em sistemas de cultivo de batata, soja, feijão e milho. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.31, p.115-130, 2009.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

REZENDE, G. C. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado**: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia. Rio de Janeiro: IPEA, out. 2002, (Texto para Discussão n. 913).

RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; SOUSA-SILVA, J. C. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs.). **Cerrado**: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 383-399.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA. 1998. p. 89-166.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. C. Qualidade do solo: uma visão holística. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.15-18, 2002. (Boletim Informativo).

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S.; SCHOLLES, D.; CAMARGO, F. A. O. **Microbiologia e Bioquímica**. Apostila da disciplina Microbiologia (SOL 0201) e Bioquímica do Solo (SOL 00301) do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Porto Alegre, outubro de 2003. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia – Departamento de Solos.

SHIKI, S. Sistema agroalimentar nos cerrados brasileiros: caminhando para o Caos? In: SHIKI, S.; GRAZIANO DA SILVA, J.; ORTEGA, A. C. (Orgs.) **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro**. Uberlândia: EDUFU, 1997, p.135-167.

SILVA, I. R.; MENDONÇA E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, supl., p.725-731, 2008.

SILVA, R. F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.865-871, 2007.

SILVEIRA, E. C. P. **Qualidade do solo em dois sistemas de uso e manejo no ambiente dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

SIQUEIRA, J. O. Os organismos do solo. In: **Biologia do Solo**. Lavras: UFLA, 1999. p.3-19.

SIQUEIRA NETO, M. **Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes manejos no Cerrado goiano**. 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; COSTA JÚNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.709-717, 2009.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.81-96.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.147-168.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SILVA, C. A.; BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.323-329, 2006.

SOUZA, L. M.; CASTILHOS, D. D.; MORSELLI, T. B. G. A.; CASTILHOS, R. M. V. Influência da aplicação de diferentes vermicompostos na biomassa microbiana do solo após cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.4, p.429-434, 2006.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; DUARTE, L. M. g. Cerrado: o celeiro saqueado. In: DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. (Orgs.) **Dilemas do**

cerrado: entre o ecologicamente (in)correto e o socialmente (in)justo. Rio de Janeiro: Garamond, 2002, p.145-176.

TOMAZI, M. **Estabilidade da matéria orgânica em Latossolos do Cerrado em sistemas de uso e manejo.** 2008. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.1173-1184, 2007.

ULCAK, Z.; PALL, J. Indicators of agricultural sustainability – the moral of a story. In: HELMING, K.; WIGGERING, H. **Sustainable development of multifunctional landscapes.** Berlim: Springer, 2003. p. 67-71.

VANCE, E. D.; BROOKS, P. C.; JENKINSON, D. S. En extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmosford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.743-755, 2009.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado:** síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Eds.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia do solo.** Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 419-436. (Embrapa-CNPAP, Documentos, 46).

ZANATTA, J. A. **Estoque e labilidade do carbono em frações da matéria orgânica de um Argissolo afetados por sistemas de manejo do solo.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C.; HILLESHEIM, J. Adubação fosfatada e potássica da soja no Cerrado. **INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS**. Piracicaba: Potafos, n.98, 2002.