

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA
EM MATO GROSSO DO SUL**

DÉBORA MENANI HEID

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011

SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA EM MATO GROSSO DO SUL

DÉBORA MENANI HEID
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. OMAR DANIEL

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

631.42
H465s

Heid, Débora Menani.
Sustentabilidade de sistemas de uso da terra em Mato do
Sul. / Débora Menani Heid. Dourados, MS: UFGD, 2011.
95f.

Orientador: Prof. Dr.Omar Daniel.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade
Federal da Grande Dourados.

1. Solo – Atributos físicos e químicos. 2. Solo – Análise
multivariada. 3. Diversidade biológica. 4. Sistemas
agroflorestais. I. Título.

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA EM MATO
GROSSO DO SUL**

por

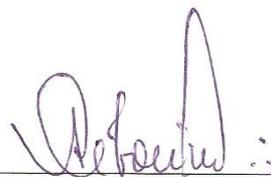
Débora Menani Heid

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

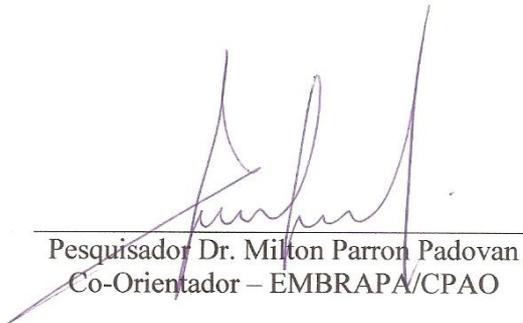
Aprovada em: 18/02/2011



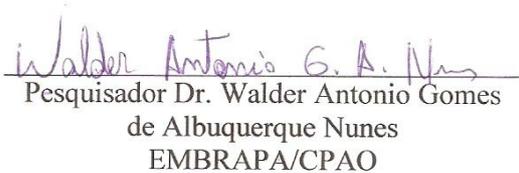
Prof. Dr. Omar Daniel
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Antônio Carlos Tadeu Vitorino
Co-Orientador – UFGD/FCA



Pesquisador Dr. Milton Parron Padovan
Co-Orientador – EMBRAPA/CPAO



Pesquisador Dr. Walder Antonio Gomes
de Albuquerque Nunes
EMBRAPA/CPAO

Aos meus pais Marli Menani Heid e Egon Heid; ao meu irmão Diego Menani Heid; aos meus avós Rosalina Mori Menani e Aracy Desidério Menani; pelo apoio, carinho e compreensão.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida;

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização do curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo auxílio financeiro;

À *Embrapa Agropecuária Oeste*, por disponibilizar instalações, materiais e condições para que este trabalho pudesse ser realizado;

Aos funcionários da *Embrapa Agropecuária Oeste*, em especial ao Iلسon França Soares “Sabonete”, William Marra Silva e Antonio Carlos Lemes Garcia “Toninho”;

Ao meu orientador Prof. Dr. Omar Daniel, pela sabedoria, sugestões, correções e incentivo;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino, pelos conselhos sinceros, apoio, amizade e confiança;

Ao meu co-orientador pesquisador Dr. Milton Parron Padovan, da *Embrapa Agropecuária Oeste*, por abrir caminhos para a realização deste trabalho;

À professora Paula Pinheiro Padovese Peixoto, da Universidade Federal da Grande Dourados, e ao pesquisador Dr. Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes, da *Embrapa Agropecuária Oeste*, pela disponibilidade, atenção e sugestões;

À amiga Daniele Fabiana Glaeser, pela grande colaboração na coleta e identificação da mesofauna edáfica;

Ao professor Adelson Soares Filho, pela valiosa contribuição ao elaborar as cartas de distribuição dos sistemas de uso da terra estudados;

À Shaline Sefara Lopes Fernandes, pela colaboração na identificação das espécies florestais;

Aos produtores do Assentamento Lagoa Grande Sr. Jair e sua esposa Luciana, “Seu” João, “Seu” Adonias e “Seu” Anísio, pela receptividade em suas casas;

À secretária da Pós-Graduação, Maria Lucia Teles, sempre prestativa;

Ao meu irmão Diego Menani Heid e ao aluno de graduação Igor Bumbieris pelo auxílio na análise laboratorial de estabilidade de agregados do solo;

À amiga Mariana Bento Tatara, pelo auxílio na elaboração das referências bibliográficas;

Às amigas e amigos que tornaram meus momentos mais alegres. Muito obrigada.

Aos colegas de Pós-Graduação pelos momentos compartilhados de estudo;

Ao Rafael Zanoni Fontes pelo carinho, dedicação, paciência, incentivo e companheirismo;

E, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

Meu muito obrigada.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.	viii
ABSTRACT.	x
INTRODUÇÃO GERAL.	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	4
CAPÍTULO 1	
SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA AVALIADA POR ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO.	6
1. INTRODUÇÃO.	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	12
3.1. Atributos físicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	12
3.2. Atributos físicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	14
3.3. Atributos físicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	17
3.4. Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	19
3.5. Atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	21
3.6. Atributos químicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	24
3.7. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	26
3.8. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	29
3.9. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	31
4. CONCLUSÕES.	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	34
CAPÍTULO 2	
SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA AVALIADA POR ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO.	37
1. INTRODUÇÃO.	38

2. MATERIAL E MÉTODOS.	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	42
3.1. Atributos físicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	42
3.2. Atributos físicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	46
3.3. Atributos físicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	48
3.4. Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	49
3.5. Atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	53
3.6. Atributos químicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	54
3.7. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 0-5 cm.	56
3.8. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 5-10 cm.	59
3.9. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 10-20 cm.	61
4. CONCLUSÕES.	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	63

CAPÍTULO 3

MESOFAUNA EDÁFICA DE SISTEMAS DE USO DA TERRA EM DOIS SOLOS DE MATO GROSSO DO SUL.	66
1. INTRODUÇÃO.	67
2. MATERIAL E MÉTODOS.	69
2.1. Sistemas de uso da terra localizados em Neossolo Quartzarênico.	69
2.2. Sistemas de uso da terra localizados em Latossolo Vermelho Distroférrico.	70
2.3. Amostragens e determinação da mesofauna edáfica.	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	72
3.1. Mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Neossolo Quartzarênico.	72
3.2. Mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Latossolo Vermelho Distroférrico.	77
4. CONCLUSÕES.	81
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	81
CONCLUSÕES GERAIS	86
APÊNDICE.	87

RESUMO

HEID, D. M. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2011. **Sustentabilidade de sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul.** Orientador: Omar Daniel. Co-Orientadores: Antonio Carlos Tadeu Vitorino; Milton Parron Padovan.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos, químicos e biológicos, em dois solos no Estado de Mato Grosso do Sul. Foram avaliados seis sistemas de uso da terra no assentamento Lagoa Grande, distrito de Itahum, Dourados-MS, em Neossolo Quartzarênico: três sistemas agroflorestais, denominados SAF 1, 2 e 3; Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e área com fragmento de Vegetação Nativa do bioma Cerrado. Em Latossolo Vermelho Distroférico, na *Embrapa Agropecuária Oeste*, também em Dourados-MS, foram estudados quatro sistemas de uso: sistema agroflorestal (SAF); Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e fragmento de vegetação nativa do ecossistema Floresta Semidecidual (Mata). Primeiramente, foram avaliados atributos físicos e químicos em três profundidades do solo (0-5, 5-10 e 10-20 cm), em ambos locais de estudo. Os atributos físicos avaliados foram densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, diâmetro médio geométrico, diâmetro médio ponderado e textura. Os atributos químicos estudados foram matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, pH CaCl₂, acidez potencial, soma de bases, CTC (T), CTC (t), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Para análise desses dados, recorreu-se a técnicas estatísticas da análise multivariada, dentre elas a análise fatorial, baseada em componentes principais, e a análise de agrupamentos. Cada local de estudo, com base nos atributos mencionados, originou os capítulos 1 e 2 da dissertação. Posteriormente, os sistemas localizados nos dois tipos de solo foram reunidos no capítulo 3 para a avaliação da mesofauna edáfica, no qual foram determinados os índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), diversidade de Simpson (Is) e equitabilidade de Pielou (J'). Em cada capítulo constam as conclusões, porém, de forma resumida, podem ser citadas as seguintes conclusões: a) em solos de textura arenosa, pequenos acréscimos no teor de argila contribuem para a melhoria da sustentabilidade física e química dos sistemas de uso da terra. O maior conteúdo de matéria orgânica no solo presente em SAF 2 contribui para a sua qualidade química, também observada nos demais sistemas devido a presença de bases trocáveis. Todos os sistemas, com exceção de SAF 2, são similares à Vegetação Nativa quanto aos atributos físicos do solo, e portanto, sustentáveis neste aspecto, exceto na profundidade de 0-5 cm, devido aos efeitos antrópicos. Em relação à qualidade biológica do solo, a maior sustentabilidade é obtida pelos SAF 1 e SAF 3; b) dentre os sistemas avaliados, em Latossolo Vermelho Distroférico, Pastagem, embora com piores indicadores de qualidade física, é sustentável quanto a qualidade química, ao destacar-se em seus teores de bases do solo, enquanto o SPC, assim como SAF, são menos sustentáveis nestes aspectos. Entretanto, quanto à diversidade da mesofauna edáfica, SPC apresenta-se mais diverso, sendo que SAF, mantém-se menos sustentável; c) a contribuição de sistemas de uso da terra mais complexos, como os Sistemas Agroflorestais, é mais significativa para a sustentabilidade física, química e biológica em Neossolo

Quartzarênico, tendo em vista suas maiores limitações de uso quando comparado ao Latossolo Vermelho Distroférico.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais; Indicadores de qualidade do solo; Análise multivariada; Índices de diversidade biológica.

ABSTRACT

HEID, D. M. Universidade Federal da Grande Dourados, february, 2011. **Sustainability of land use systems on Mato Grosso do Sul.** Advisor: Omar Daniel. Co-advisors: Antonio Carlos Tadeu Vitorino; Milton Parron Padovan.

This study was developed with the aim to evaluate the sustainability of land use systems based on physical, chemical and biological attributes, on two soils of Mato Grosso do Sul. Were evaluated six land use systems at Lagoa Grande settlement, Itahum district, Dourados-MS, on Quartz-sand Neosol: three agroforestry systems, named SAF 1, 2 and 3; cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and area with scrap of Native Cerrado Biome. In Distrofic Oxisoil, at *Embrapa Agropecuária Oeste*, also in Dourados-MS, were studied four systems of use: agroforestry system (SAF); cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and scrap of native vegetation from Semideciduous Forest (Mata). Firstly, were evaluated physical and chemical attributes on three soil depths (0-5, 5-10 e 10-20 cm), in both places of study. The physical attributes evaluated were soil density, macroporosity, microporosity, total porosity, geometric average diameter, weighted average diameter and texture. The chemical attributes studied were organic matter, aluminium, calcium, magnesium, potassium, phosphorus, pH CaCl₂, potential acidity, sum of bases, CTC (T), CTC (t), aluminium saturation (m%) and bases saturation (V%). For analysis of these data were applied statistical techniques of multivariate analysis, among them, the factorial analysis based on principal components and the cluster analysis. Each study local, based on mentioned attributes, resulted on chapters 1 and 2 of the dissertation. Afterwards, the systems seated on the two kinds of soils were stitch together on chapter 3 for evaluation of edaphic mesofauna, which were determined Shannon-Weaner (H') diversity indexes, Simpson (Is) diversity and Pielou (J') equitability. Into each chapter there are conclusions, however, on a resumed way can be quoted the following conclusions: a) in soils of sandy texture, low increments on clay contribute to improve the physical and chemical sustainability of land use systems. The bigger content of soil organic matter presents on SAF 2 contributes for its chemical quality, also observed on the other systems due to the presence of exchangeable bases. All the systems, exception SAF 2, are similar to Native Vegetation as soil physical attributes and, therefore, sustainable on this aspect, except on depth of 0-5 cm, due human effects. In relation to soil biological quality, the bigger sustainability is gained by SAF 1 and SAF 3; b) among the evaluated systems on Distrofic Oxisoil, Pasture, although with the worst indicators of physical quality, is sustainable as chemical quality, featuring its tenors of soil bases, while SPC, as SAF are less sustainable on these aspects. However, as edaphic mesofauna diversity, SPC presents itself more diverse, being SAF less sustainable; c) the contribution of more complex land use systems, as Agroforestry systems, is more significant for physical, chemical and biological sustainability on Quartz-sand Neosol, given that its bigger limitations of use when compared to Distrofic Oxisoil.

Keywords: Agroforestry systems; Soil quality indicators, Multivariate analysis; Biological diversity indexes.

INTRODUÇÃO GERAL

A ideia de desenvolvimento sustentável pressupõe a continuidade da exploração dos recursos naturais, porém de maneira racional (CARVALHO, 2004). A crescente necessidade de alimentos, entretanto, tem exigido o incremento rápido da produção agrícola, o que tem levado os agricultores a expandirem as áreas agricultáveis e/ou buscar o aumento da produtividade das culturas. A adoção de intervenções degradantes nos agroecossistemas vem resultando em alterações nas suas estruturas e funções, acarretando sérios riscos à sua manutenção e impondo limitações à sua sustentabilidade (MENDONÇA, 2005).

Sendo o solo um dos componentes principais do agroecossistema, o seu manejo merece destaque no contexto da sustentabilidade, pois compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas racionalmente, podem contribuir para aumentar a produtividade das culturas, com redução de custo. Por outro lado, a aplicação inadequada de tais técnicas pode levar à rápida degradação desse recurso natural (FERNANDES, 2006).

O ideal então seria o uso e o manejo do solo que estabelecessem uma associação conveniente das suas propriedades, de modo a possibilitar condições cada vez melhores para o desenvolvimento vegetal, promovendo, conseqüentemente, menores perdas de solo e de água e, por fim, aumentando a produtividade associada a melhorias na qualidade ambiental (SOUZA e ALVES, 2003).

Neste contexto, dentre as diversas possibilidades de uso da terra destacam-se os sistemas agroflorestais (SAF), tidos como alternativas sustentáveis aos sistemas intensivos de produção (DANIEL, 1999). São descritos como sistemas de integração de culturas agrícolas com espécies lenhosas, que procuram estabelecer funções florestais tais como a estrutura da cobertura vegetal e a biodiversidade, ao mesmo tempo que restauram funções ecológicas como a ciclagem de nutrientes e a proteção do solo (MACDICKEN e VERGARA, 1990).

A maioria destes aspectos dos SAF estão relacionados à melhoria da qualidade do solo. De acordo com Doran e Parkin (1994), para avaliar a qualidade de um solo, torna-se necessário caracterizar os processos e as propriedades que afetam sua capacidade produtiva, identificando e selecionando indicadores de qualidade física, química e biológica, que representam suas principais funções que são: promover o

crescimento de raízes e a atividade biológica; favorecer a infiltração e movimento de água; e permitir as trocas gasosas, entre outras.

O emprego de indicadores fornece informações necessárias sobre as condições da área de estudo, sendo uma forma de melhor compreender o grau de funcionamento dos ecossistemas e assim facilitar a determinação do seu grau de fragilidade diante da pressão antrópica, sendo, portanto, bastante utilizados na avaliação de impactos ambientais quando biomas são incorporados ao processo produtivo, seja de forma extensiva ou intensiva. (CÉSAR, 1993).

Essa avaliação por meio dos atributos edáficos é bastante complexa devido à multiplicidade de inter-relações entre os fatores físicos, químicos e biológicos. Diante disso, o uso de técnicas estatísticas que permitam a ordenação de amostras em função de uma série de fatores ambientais simultaneamente, como as técnicas de análise multivariada, possibilita uma análise conjunta desses fatores para a verificação de suas correlações com diferentes ecossistemas ou usos do solo (MELLONI et al., 2008).

O conceito de qualidade ambiental dos agroecossistemas, geralmente formado pelo uso de indicadores físicos e químico do solo, também tem se estabelecido por meio da mensuração de indicadores biológicos, utilizando-se para tanto, microrganismos edáficos (KIMPE e WARKENTIN, 1998). A fauna tem importante papel na sustentabilidade destes sistemas por meio dos seus efeitos nos processos do solo, contribuindo para sua regeneração e conservação, trazendo também benefícios às culturas pela maior disponibilidade de nutrientes (ANDERSEN, 1999). Devido à sua grande sensibilidade às interferências no ecossistema, a composição da comunidade biológica pode refletir o padrão de funcionamento do mesmo (ROZANSKI et al., 2004).

A diversidade biológica, definida como a variabilidade entre os organismos vivos, geralmente é atribuída à diversidade de espécies que ocupam os diversos nichos ecológicos (HOFFMANN et al., 2009), determinada por índices de diversidade, sendo o índice de Shannon o mais utilizado em levantamentos deste tipo (MACHADO et al., 2005).

Dessa forma, as práticas de manejo e conservação do solo devem ser planejadas e executadas procurando manter ou mesmo melhorar seus atributos químicos e físicos, de modo a aumentar a capacidade do solo em sustentar sua produtividade biológica (ARAÚJO et al., 2007).

Dentre as classes de solos mais representativas do Cerrado brasileiro, destacam-se os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos (PRADO, 2001). Os

primeiros representam solos de maior potencial agrícola e estabilidade ambiental, visto que esses últimos, por serem muito arenosos, apresentam sérias limitações ao armazenamento de água e nutrientes (SÁ, 2007). Portanto, práticas de manejo do solo menos impactantes devem ser adotadas para assegurar a sustentabilidade dos agroecossistemas nessas condições (FERNANDES, 2006).

Diante do exposto, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos, químicos e biológicos do solo, por meio de técnicas de análise multivariada e determinação de índices de diversidade biológica, em dois solos de Mato Grosso do Sul, classificados, de acordo com Embrapa (2006), como Latossolo Vermelho Distroférrico e Neossolo Quartzarênico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v.18, p.651-657, 1999.

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

CARVALHO, S. M. **O diagnóstico físico-conservacionista – como subsídio à gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio quebra-perna, Ponta Grossa – PR**. 2004. 169 f. Tese (Geografia / Produção do espaço geográfico) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente-SP.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na Mata Mesófila Semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.53, n.4, p.671-681, 1993.

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed., Brasília: Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERNANDES, R. A. **Alteração em parâmetros físico-hídricos de dois solos do cerrado sob diferentes manejos**. 2006. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Ciências Agrárias, Faculdades Integradas de Mineiros, Mineiros-GO.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A.; ARAUJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n.3, p.121-125, 2009.

KIMPE, C. R.; WARKENTIN, B. P. Soil functions and the future of natural resources. **Advances in GeoEcology**, [S.l.], v.31, p.3-10, 1998.

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. Introduction to agroforestry. In: MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. (Eds.). **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. p.1-30.

MACHADO, E. L. M.; HIGASHIKAWA, E. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; NAVES, M. L.; GOMES, J. E. Análise da diversidade entre sistemas agroflorestais

em assentamentos rurais no sul da Bahia. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.5, n.1, p.1-14, 2005.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2461-2470, 2008.

MENDONÇA, I. F. C. de. **Adequação do uso agrícola e estimativa da degradação ambiental das terras da microbacia hidrográfica do riacho Una, Sapé-PB**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola/ Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. 2 ed., Piracicaba: H. do Prado, 2001. 220p.

ROZANSKI, A.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, P. da.; ALVES, M. V.; HAWERROTH, F. J.; TASCIA, F. A. Mesofauna edáfica em áreas de campo nativo, mata nativa de araucária e floresta de pinus em diferentes estágios de desenvolvimento. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5. FERTBIO, 2004, Lages. **Resumos ...** Lages: SBCS, 2004. CD ROM.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: UEPG, 2007. p.73-83.

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

CAPÍTULO 1

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA AVALIADA POR
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM NEOSSOLO
QUARTZARÊNICO**

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos e químicos do solo em Neossolo Quartzarênico. O estudo foi realizado no Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Município de Dourados-MS. Foram avaliados seis sistemas de uso da terra: três sistemas agroflorestais (SAF 1, SAF 2 e SAF 3); pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e área com fragmento de Vegetação Nativa do bioma Cerrado. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com quatro repetições aleatórias. Os atributos físicos estudados foram: densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, diâmetro médio geométrico, diâmetro médio ponderado e textura. Os atributos químicos avaliados foram: matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, pH CaCl₂, acidez potencial, soma de bases, CTC (T), CTC (t), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Para análise desses dados, recorreu-se a técnicas estatísticas de análise multivariada, dentre elas, a análise fatorial baseada em componentes principais e a análise de agrupamentos. Em solos de textura arenosa, pequenos acréscimos no teor de argila contribuem para a melhoria da sustentabilidade dos sistemas de uso da terra. O maior conteúdo de matéria orgânica no solo presente em SAF 2 contribui para a sua qualidade química, também observada nos demais sistemas devido a presença de bases trocáveis. Com exceção de SAF 2, os demais sistemas são semelhantes à Vegetação Nativa quanto aos atributos físicos do solo e, portanto, sustentáveis neste aspecto, exceto na profundidade de 0-5 cm, devido aos efeitos antrópicos.

Palavras-chave: Qualidade do solo; Indicadores físicos; Indicadores químicos; Sistemas Agroflorestais; Análise Multivariada.

SUSTAINABILITY OF LAND USE SYSTEMS EVALUATED BY SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES ON QUARTZ-SAND NEOSOL

ABSTRACT – The aim of this work was evaluate the sustainability of land use systems based on physical and chemical attributes of a Quartz-sand Neosol. The study was realized at Lagoa Grande settlement, Itahum District, City of Dourados-MS. Were evaluated six land use systems: three agroforetries systems (SAF 1, SAF 2 and SAF 3); cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and area with scrap of Native Cerrado Biome. The samples were collected at 0-5, 5-10 e 10-20 cm depths, with four random repetitions. The physical attributes studied were: soil density, macroporosity, microporosity, total porosity, geometric average diameter, weighted average diameter and texture. The chemical attributes studied were: organic matter, aluminium, calcium, magnesium, potassium, phosphorus, pH CaCl₂, potential acidity, sum of bases, CTC (T), CTC (t), aluminium saturation (m%) and bases saturation (V%). For analysis of these data were applied statistical techniques of multivariate analysis, among them, the factorial analysis based on principal components and the cluster analysis. In soils of sandy texture, low increments on clay contribute to improve the physical and chemical sustainability of land use systems. The bigger content of soil organic matter presents on SAF 2 contributes for its chemical quality, also observed on the other systems due to the presence of exchangeable bases. All the systems, exception SAF 2, are similar to Native Vegetation as soil physical attributes and, therefore, sustainable on this aspect, except on depth of 0-5 cm, due human effects.

Keywords: Soil quality, Physical indicators, Chemical indicators, Agroforetries Systems, Multivariate analysis.

1. INTRODUÇÃO

Na agricultura, o desempenho dos agroecossistemas tem sido avaliado não apenas com base na produtividade e estabilidade, mas também na capacidade dos sistemas manterem sua produtividade e características associadas ao longo do tempo (MATTOS, 1996), ou seja, de serem sustentáveis.

Nas últimas décadas, a intensificação das ações antrópicas têm provocado sérias alterações nos recursos naturais, rompendo a relação sustentável do homem com a

natureza, gerando sérias consequências nas propriedades do solo, na qualidade dos recursos hídricos e recursos florestais naturais (SANTOS, 2009). Dentre os principais contribuintes dessa realidade estão as práticas agrícolas inadequadas, como o pastejo intensivo, o desmatamento e o sistema de preparo convencional com grade aradora, que ao promover redução no teor de matéria orgânica, também compromete a sustentabilidade da atividade agrícola (DE BIE et al., 1996; STONE e SILVEIRA, 2001).

Os Neossolos Quartzarênicos presentes na área do Cerrado são bastante susceptíveis à erosão e dotados de baixa fertilidade natural. Diante disso, é indispensável a busca de opções que viabilizem uma agricultura sustentável, preservando grande parte das propriedades desses solos, elevando a produtividade e garantindo viabilidade econômica das áreas de produção. (FERNANDES, 2006).

Nesse sentido, dentre as tecnologias e processos agroecológicos que podem ser considerados modelos alternativos, destacam-se o uso de leguminosas, potencializando a fixação biológica de nitrogênio; a diversidade de cultivos e criações e os sistemas agroflorestais (DANIEL et al., 1999; PADOVAN, 2006).

De acordo com Araújo et al. (2007), há uma relação inversa entre o uso incorreto de um solo e sua qualidade. Por isso, torna-se útil o estabelecimento de índices de qualidade do solo, pois a compreensão e a quantificação do impacto dos sistemas de uso em sua qualidade física e química são fundamentais no desenvolvimento e na seleção de sistemas agrícolas sustentáveis (DEXTER e YOUNGS, 1992). Dessa forma, o uso de indicadores biofísicos, ou ambientais, é atualmente a metodologia mais utilizada para avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção em geral (DANIEL, 1999; DANIEL et al., 1999).

Segundo Fidalski et al. (2007), os estudos que quantificam a qualidade do solo geralmente apresentam muitas variáveis (atributos físicos, químicos e biológicos), as quais são descritas por meio de análises estatísticas univariadas (que considera as variáveis de maneira isolada), comprometendo, muitas vezes, as interpretações e as conclusões, por não se explorar a existência ou não da dependência entre as variáveis. Observa-se que, quando as variáveis ambientais são analisadas em conjunto e correlacionadas com diferentes ecossistemas (como na análise multivariada), a interpretação de resultados e conclusões tornam-se mais claras (VICINI, 2005; MELLONI et al., 2008).

Existem várias técnicas de análise multivariada, e quando o interesse é verificar como as amostras se relacionam, ou seja, o quanto são semelhantes, destacam-se dois métodos (VICINI, 2005): a análise fatorial (AF) com análise de componentes principais e a análise de agrupamento (AA).

A AF tem como objetivo reduzir o número de variáveis iniciais com a menor perda possível de informação. Os fatores podem ser denominados como um constructo, que pode ser uma variável não observada, escalas, itens, ou uma medida de qualquer espécie e o método mais conhecido para suas extrações é a Análise de Componentes Principais – ACP. (VICINI, 2005).

Tanto a análise de componentes principais, quanto a análise fatorial, são técnicas aplicadas ao conjunto de variáveis para descobrir quais são aquelas relevantes na composição de cada fator, sendo estes independentes uns dos outros, gerados de maneira representativa do processo em estudo e utilizados para análises futuras (VICINI, 2005).

Já a análise de agrupamentos propõe uma estrutura classificatória, ou de reconhecimento da existência de grupos, objetivando, mais especificamente, dividir o conjunto de observações em um número de grupos homogêneos, segundo algum critério de homogeneidade, podendo ser representados graficamente pelo dendrograma (VICINI, 2005).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos e químicos do solo em Neossolo Quartzarênico, utilizando técnicas de análise multivariada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Município de Dourados-MS, entre as latitudes 21° 59' 30" S e 22° 00' 00" S e longitudes 55° 19' 00" W e 55° 19' 45" W, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006). O clima, segundo classificação climática de Köppen é do tipo Cwa, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As precipitações anuais são irregulares, variando de 1000 a 1500 mm (FIETZ e FISCH, 2009).

Foram avaliados seis sistemas de uso da terra: três sistemas agroflorestais, aqui denominados SAF 1, SAF 2 e SAF 3; Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e área com fragmento de

Vegetação Nativa do bioma Cerrado, sendo este último empregado como referência por se tratar de um sistema em equilíbrio.

O SAF 1 tinha três anos de idade e foi implantado em local onde antes havia pastagem de *B. decumbens* Stapf. durante mais de trinta anos, com indícios de degradação. Antes de sua instalação, foi realizada uma gradagem e cultivo de adubos verdes, como feijão-de-porco, crotalária, guandu e mucuna, nas entrelinhas das árvores durante um ano. Atualmente, esse SAF apresenta vegetação arbórea composta por 31 espécies (Apêndice C).

O SAF 2 tinha quatro anos e foi instalado em área onde existiam apenas espécies arbóreas e arbustivas nativas. Posteriormente, houve o plantio de abacaxi, em cujas entrelinhas introduziu-se novos indivíduos arbóreos, totalizando 64 espécies (Apêndice C). Na área ainda existe alta densidade de braquiária.

No local onde o SAF 3 foi implantado havia produção de culturas anuais. Primeiramente, cultivou-se o milho após gradagem e adubação do solo com cama de frango e esterco bovino. Em seguida, plantou-se mandioca e cana-de-açúcar, tendo esta permanecido cinco anos, até a instalação do SAF, que possuía três anos no momento da coleta de dados, constituindo-se por 61 espécies arbóreas (Apêndice C), dentre as quais, destacam-se as frutíferas usuais em pomares domésticos, além de cafeeiro em produção.

A área de Pastagem de *B. decumbens* tinha três anos de idade e havia sido anteriormente cultivada com cana-de-açúcar. O preparo da área constituiu-se de gradagem e adubação do solo com cama de frango e esterco.

Na área de plantio convencional (SPC) foram realizadas inicialmente uma gradagem e incorporação de 6 t ha⁻¹ de calcário e 12 t ha⁻¹ de cama de frango, com posterior plantio de arroz, mandioca, feijão, milho, gergelim branco e feijão japonês. Após colheita destas culturas, realizou-se nova gradagem, cultivando-se cana-de-açúcar durante os três últimos anos.

As amostragens de solo, nos diferentes sistemas de uso, foram realizadas em setembro de 2009, tendo sido coletadas amostras deformadas para as análises químicas e com estrutura preservada para avaliação dos atributos físicos do solo, em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) e quatro repetições aleatórias. As amostras foram processadas no Laboratório de Solos da *Embrapa Agropecuária Oeste*.

Os atributos físicos analisados foram: textura do solo, densidade do solo (Ds), porosidade total (P_t), macroporosidade (macrop.) e microporosidade (microp.), obtidos pelo método da mesa de tensão (CLAESSEN, 1997) e estabilidade de

agregados, obtida pelos índices diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), cujos cálculos foram feitos seguindo a proposta de Kemper e Rosenau (1986).

Para as avaliações químicas do solo, realizadas segundo metodologia proposta em Claessen (1997), foram determinados: pH CaCl_2 ; teor de matéria orgânica (MO); teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e alumínio (Al) trocáveis; fósforo (P) disponível em Mehlich-1 e acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$). A partir dessas determinações, calculou-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC (T)), capacidade de troca de cátions (Efetiva) (CTC efet.(t)), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%) do solo.

Os dados, originados de valores médios das quatro repetições aleatórias (exceto os de textura, resultantes de uma amostra representativa de cada sistema), foram submetidos às técnicas de análise multivariada, dentre as quais, a análise fatorial (AF) e a análise de agrupamentos (AA), utilizando-se o aplicativo computacional STATISTICA versão 8.0. Para a AF os dados dos atributos físicos e químicos foram padronizados a fim de eliminar a influência das diferentes unidades de medida. O número de fatores selecionados (componentes principais) seguiu critério adotado por KAISER (1960) citado por MARDIA et al. (1979), em que se utilizam aquelas componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada dos dados igual ou superior a 70%, desde que no mínimo, consistam em dois fatores (componentes).

Na matriz de fatores, extraída por componentes principais, foram selecionadas as variáveis com cargas fatoriais maiores que 0,7, destinadas então, para a análise de agrupamentos, realizada para o conjunto de variáveis físicas e químicas selecionadas, bem como para as variáveis físicas e químicas separadamente, avaliadas nos diferentes sistemas de uso, em cada profundidade de estudo.

Para representar essas análises de agrupamentos, foram construídos dendrogramas por meio da distância euclidiana, considerando como nível de similaridade para separação de grupos o ponto de corte (linha de corte) em 80% do valor máximo da distância de formação dos agrupamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de agrupamentos relacionadas aos atributos físicos e químicos do solo isolados, bem como aos atributos físicos e químicos em conjunto, são apresentadas e discutidas, separadamente, em cada profundidade de estudo.

3.1. Atributos físicos do solo na profundidade de 0-5 cm

Pode-se observar no Quadro 1 que os dois primeiros fatores (componentes principais) possuíram autovalores que corresponderam respectivamente a 48,43% e 28,48% da variância explicada, ou seja, explicaram juntos 76,90% da variação total, podendo ser considerados os fatores mais expressivos.

QUADRO 1. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	4,36	48,43	4,36	48,43
2	2,56	28,48	6,92	76,90
3	1,49	16,57	8,41	93,48

No Quadro 2 estão apresentadas as cargas fatoriais ou os coeficientes de correlação entre cada fator e as variáveis físicas analisadas. Como não existe um critério definido para a escolha dos valores das cargas fatoriais, optou-se por considerar apenas aqueles com significância maior que 0,7.

Selecionadas as variáveis com maior representatividade, os sistemas foram agrupados conforme dendrograma apresentado na Figura 1.

QUADRO 2. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis físicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2
	(0-5 cm)	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(10-20 cm)
Ds	-0,810400	-0,498482	-0,850712	0,412223	-0,922445	-0,266810
Macrop.	0,892624	0,132049	0,860190	0,251224	0,964627	-0,076048
Microp.	-0,655708	0,661334	-0,058178	-0,974811	-0,499515	0,858140
P _t	0,761077	0,506412	0,833071	-0,467935	0,844676	0,452947
DMG	0,633646	0,273451	0,894835	0,076407	0,404641	0,257024
DMP	0,632064	0,277958	0,856563	0,017357	0,230759	0,336795
Areia	0,539457	-0,828725	0,405797	0,896125	0,199793	-0,953008
Silte	-0,771627	-0,030146	-0,928168	0,042054	0,569326	0,401796
Argila	-0,456394	0,873751	-0,060046	-0,996616	-0,393422	0,881415

Ds – Densidade do solo; Macrop.-Macroporosidade; Microp.-Microporosidade; P_t – Porosidade total; DMG-Diâmetro Médio Geométrico; DMP-Diâmetro Médio Ponderado.

Os sistemas semelhantes quanto aos atributos avaliados foram Pastagem, SPC e SAF 3 (Figura 1). Cada um dos demais (SAF 1, SAF 2 e Veg. Nat.) formou um grupo independente.

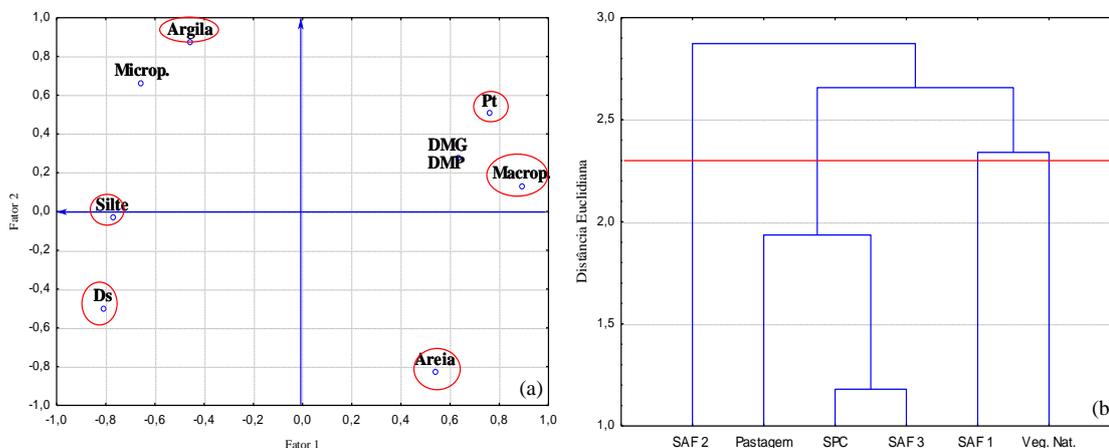


FIGURA 1. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

A área de Vegetação Nativa destacou-se das demais devido seus menores valores de Ds e maiores de macroporosidade e porosidade total. Em relação à textura,

obteve o maior conteúdo de areia e o menor de argila entre os sistemas de estudo (Quadro 3).

Semelhante à Vegetação Nativa, SAF 2 também diferiu dos demais por seus menores valores de Ds e macroporosidade elevada (Quadro 3). Entretanto, destacou-se por ser o sistema com o maior teor de argila e o menor teor de areia (Quadro 3).

Com o menor teor de silte, elevado teor de areia, bem como altos valores de macroporosidade, SAF 1 diferenciou-se dos outros sistemas (Quadro 3).

As áreas de Pastagem e SPC, por apresentaram, respectivamente, os maiores e menores valores, embora não semelhantes, de Ds e macroporosidade (Quadro 3), permaneceram agrupadas.

De acordo com Vzzotto et al (2000), a redução da porosidade total e o aumento da densidade em áreas de pastagens, evidenciados nos primeiros cinco centímetros do solo, são ocasionados pelo pisoteio animal. Essas alterações na estrutura também podem ser observadas em solos manejados inadequadamente, em sistema de plantio convencional (SPC), em relação às áreas nativas de Cerrado (MARCHÃO et al., 2008). Por isso, sistemas agrícolas que adotam menor revolvimento do solo e alta taxa de adição de resíduos, como os SAF, podem deter o declínio da qualidade estrutural de solos cultivados, bem como promover a recuperação daqueles já degradados (ZALAMENA, 2008).

3.2. Atributos físicos do solo na profundidade de 5-10 cm

O percentual de variância explicada pelos dois primeiros autovalores foi de 88,13% (Quadro 4), que representou a variabilidade total dos atributos físicos na profundidade de 5-10 cm. As cargas dos fatores relativos a esses atributos foram incluídas no Quadro 2.

QUADRO 4. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	4,73	52,50	4,73	52,50
2	3,21	35,63	7,93	88,13

QUADRO 3. Atributos físicos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm dos sistemas avaliados

Sistema	Prof. (cm)	Ds g cm ⁻³	Macrop. -----m ³ m ⁻³ -----	Microp. -----m ³ m ⁻³ -----	P _t	DMG -----mm-----	DMP	Areia g kg ⁻¹	Silte cmol _c dm ⁻³	Argila cmol _c dm ⁻³
Veg. Nat.	0-5	1,17	0,32	0,17	0,49	2,49	2,73	877,00	33,00	90,00
Veg. Nat.	5-10	1,34	0,28	0,18	0,46	2,48	2,73	895,00	15,00	90,00
Veg. Nat.	10-20	1,36	0,27	0,18	0,45	2,62	2,76	860,00	50,00	90,00
SAF 1	0-5	1,43	0,27	0,20	0,46	1,57	2,22	867,00	29,00	104,00
SAF 1	5-10	1,48	0,24	0,19	0,43	1,82	2,38	867,00	29,00	104,00
SAF 1	10-20	1,59	0,19	0,19	0,38	2,06	2,51	850,00	27,00	123,00
SAF 2	0-5	1,27	0,23	0,25	0,48	2,18	2,59	802,00	35,00	163,00
SAF 2	5-10	1,31	0,24	0,25	0,49	2,00	2,49	793,00	27,00	180,00
SAF 2	10-20	1,37	0,23	0,23	0,46	2,19	2,58	777,00	43,00	180,00
SAF 3	0-5	1,49	0,21	0,21	0,43	1,26	1,88	851,50	37,50	111,00
SAF 3	5-10	1,49	0,24	0,18	0,43	0,95	1,58	843,00	46,00	111,00
SAF 3	10-20	1,47	0,25	0,18	0,43	1,05	1,63	851,50	37,50	111,00
Pastagem	0-5	1,60	0,15	0,22	0,36	2,16	2,57	858,50	37,50	104,00
Pastagem	5-10	1,57	0,24	0,18	0,42	2,00	2,47	850,00	46,00	104,00
Pastagem	10-20	1,60	0,18	0,21	0,39	2,13	2,55	846,50	27,00	126,50
SPC	0-5	1,51	0,20	0,21	0,41	0,81	1,48	831,00	39,00	130,00
SPC	5-10	1,60	0,17	0,22	0,39	1,13	1,82	823,00	47,00	130,00
SPC	10-20	1,66	0,17	0,22	0,39	1,57	2,19	806,00	47,00	147,00

Veg. Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.; SPC – Sistema de Plantio Convencional.

Analisando o dendrograma de similaridade para os atributos físicos selecionados na profundidade de 5-10 cm (Figura 2), pode-se observar a formação de um grupo independente formado pelo SAF 2, que diferiu dos demais sistemas avaliados (SAF 1, SAF 3, Pastagem, SPC e inclusive Vegetação Nativa), os quais mantiveram-se agrupados (Figura 2).

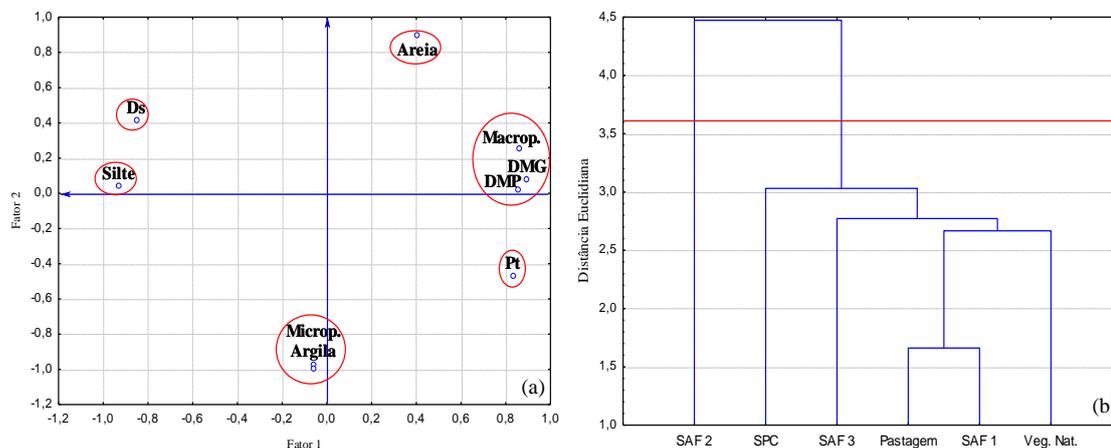


FIGURA 2. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

O SAF 2 destacou-se dos demais devido seus menores valores de Ds e maiores de microporosidade e porosidade total (Quadro 3). Possivelmente, a porosidade foi influenciada pelo maior teor de argila, bem como menor teor de areia neste sistema, (Quadro 3), tendo em vista que solos mais argilosos apresentam maior microporosidade e elevada porosidade total (MIRANDA, 2008).

Embora Vegetação Nativa tenha se agrupado aos demais sistemas (SAF 1, SAF 3, Pastagem e SPC), esta apresentou menores valores de Ds (Quadro 3) e maiores de macroporosidade, porosidade total, DMG, DMP (sendo este elevado também em SAF 2). Ainda apresentou maior teor de areia quando comparada às outras áreas, menor teor de silte (Quadro 3) e argila.

Reduções na macroporosidade e porosidade total do solo, ocasionadas por diferentes manejos quando comparados à Vegetação Nativa, também foram observadas por Zalamena (2008).

Ainda comparando o solo sob Vegetação Nativa de Cerrado com o solo sob Sistema Plantio Direto e SPC, Mendes et al. (2003) observaram maior estabilidade de agregados no Cerrado, sendo o SPC considerado o sistema com menor estruturação, visto que sistemas sem revolvimento do solo proporcionam maiores valores de DMG (OLIVEIRA et al., 2004), o que pode ser devido aos maiores teores de matéria orgânica presente, a qual exerce papel preponderante nos processos de formação e estabilização de macroagregados, por ser um eficiente agente cimentante.

O agrupamento de Vegetação Nativa aos outros sistemas pode ter ocorrido pelos valores semelhantes de microporosidade (Quadro 3), consequência também do teor de argila nos mesmos, inferior ao encontrado em SAF 2 (Quadro 3).

3.3. Atributos físicos do solo na profundidade de 10-20 cm

Os dois primeiros autovalores (Quadro 5) já explicaram 72,50% da variância dos dados na profundidade de 10-20 cm.

As cargas dos fatores relacionados às variáveis físicas nessa última camada foram incluídas no Quadro 2, com destaque para as cargas superiores a 0,7.

QUADRO 5. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	3,48	38,67	3,48	38,67
2	3,04	33,83	6,52	72,50
3	1,86	20,68	8,39	93,18

Semelhante ao dendrograma dos atributos físicos na profundidade de 5-10 cm (Figura 2), verifica-se no dendrograma de similaridade formado pelas variáveis físicas selecionadas na profundidade de 10-20 cm (Figura 3), que SAF 2 diferiu das demais áreas (até mesmo de Vegetação Nativa), as quais formaram um único grupo (Figura 3).

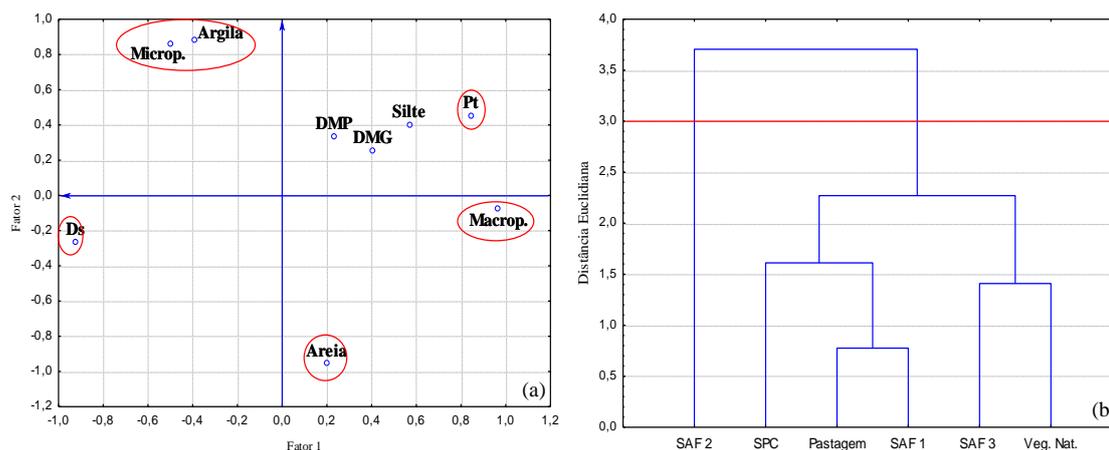


FIGURA 3. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Igualmente à camada anterior (5-10 cm), os menores valores de Ds e maiores de microporosidade e consequentemente, porosidade total, encontrados na última camada (Quadro 3), diferenciaram SAF 2 dos demais. A microporosidade pode ser decorrente dos teores de argila e de areia neste ambiente (Quadro 3).

Vegetação Nativa, mesmo que tenha se agrupado aos demais sistemas, apresentou valores menores de Ds (Quadro 3) e maiores de microporosidade e porosidade total em relação aos outros sistemas, semelhante ao observado na camada anterior. Ainda apresentou o maior teor de areia e o menor de argila (Quadro 3).

Seu agrupamento às outras áreas foi possivelmente ocasionado pelos valores menores e semelhantes de microporosidade, consequência também, dos menores teores de argila, bem como teores maiores de areia que esses sistemas (SAF 1, SAF 3, Pastagem e SPC) apresentaram, em relação aos encontrados em SAF 2 (Quadro 3).

Diante dos agrupamentos formados pelos sistemas em estudo em cada profundidade, por meio dos atributos físicos selecionados, é possível afirmar que SAF 2 foi o sistema que apresentou-se mais sustentável, mesmo quando comparado a Vegetação Nativa, sendo que esta, nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm, manteve-se agrupada aos demais sistemas (SAF 1, SAF 3, Pastagem e SPC), o que demonstra que os efeitos antrópicos observados nos sistemas de uso alteram principalmente a camada superficial do solo.

Os sistemas SAF 1 (embora este isolado na profundidade de 0-5 cm) e SAF 3 assemelharam-se à Pastagem e SPC, com valores próximos de areia e argila, bem como de Ds do solo, microporosidade e porosidade total.

3.4. Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm

Os dois primeiros autovalores explicaram 93,39% da variabilidade dos dados (Quadro 6) e foram os que melhor representaram o conjunto de variáveis.

QUADRO 6. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	9,72	74,80	9,72	74,80
2	2,42	18,59	12,14	93,39

As cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis químicas avaliadas na profundidade de 0-5 cm encontram-se no Quadro 7, com destaque para as cargas superiores a 0,7. Considerando as variáveis selecionadas pela matriz de fatores (Quadro 7), os sistemas foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 4).

QUADRO 7. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis químicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2
	(0-5 cm)	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(10-20 cm)
MO	-0,829166	-0,448397	-0,702820	-0,415173	-0,468677	-0,662300
Al ³⁺	-0,903031	-0,268382	-0,964539	-0,028151	-0,837595	0,258008
Ca ²⁺	0,981411	-0,171245	0,961744	-0,137029	0,964548	-0,131494
Mg ²⁺	0,885176	-0,306142	0,937324	-0,213674	0,914284	-0,311388
K ⁺	-0,052318	-0,977248	-0,137565	-0,923823	-0,176387	-0,875100
P	0,463049	-0,727638	0,221930	-0,881322	0,309951	-0,815746
pH CaCl ₂	0,965524	0,110532	0,963906	0,167712	0,965384	0,130267
H ⁺ +Al ³⁺	-0,988601	-0,147956	-0,954491	-0,170316	-0,944863	-0,253608
SB	0,975700	-0,208602	0,977861	-0,152930	0,985202	-0,147981
CTC (T)	-0,901099	-0,422170	-0,780357	-0,384267	-0,708659	-0,561415
CTC efet.(t)	0,812123	-0,509762	0,845920	-0,300269	0,890629	-0,005097
m%	-0,971505	-0,136506	-0,955762	0,112165	-0,899727	0,157004
V%	0,990269	-0,038171	0,990844	-0,032000	0,994575	-0,056231

MO-Matéria orgânica; Al³⁺-Alumínio; Ca²⁺-Cálcio; Mg²⁺-Magnésio; K⁺-Potássio; P-Fósforo; H⁺+Al³⁺-Acidez potencial; SB – Soma de Bases; CTC (T) – Capacidade de troca de cátions (a pH 7,0); CTC efet.(t)- Capacidade de troca de cátions (Efetiva); m%-Saturação por alumínio; V%-Saturação por bases.

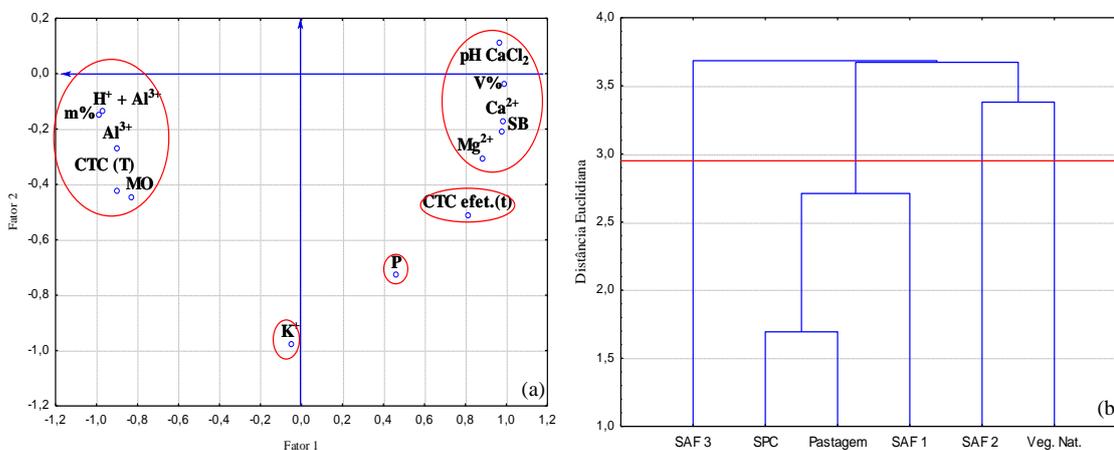


FIGURA 4. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Nota-se a formação de um grupo independente formado por Vegetação Nativa, que diferiu dos demais sistemas (Figura 4). O mesmo observa-se para SAF 2, que também apresentou características distintas dos demais, e para SAF 3, que num terceiro nível, destacou-se também do agrupamento formado pelos SAF 1, SPC e Pastagem (Figura 4).

Como potássio também foi selecionado pela matriz de fatores (Quadro 7), os demais atributos que o envolvem foram considerados para explicar os agrupamentos formados pelo dendrograma da Figura 4.

As áreas de estudo Vegetação Nativa e SAF 2 apresentaram os maiores teores de MO, Al^{3+} e CTC (T) quando comparadas às demais áreas (Quadro 8). Embora os menores valores de soma de bases (SB) tenham ocorrido em Veg. Nat., o maior valor de CTC nessa área decorreu de sua quantia superior de $H^+ + Al^{3+}$ e MO (Quadro 8).

Vegetação Nativa distinguiu-se dos outros sistemas pelos menores valores de pH $CaCl_2$, saturação por bases (V%), magnésio (Mg^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}), o que é característico das áreas de Cerrado, especialmente quando em solos arenosos (OLIVEIRA et al., 2005).

Já o SAF 3 diferiu-se das outras áreas pela maior quantidade de Ca^{2+} , potássio (K^+) e SB (Quadro 8), decorrentes, possivelmente, de seus anteriores cultivos agrícolas.

3.5. Atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm

Observa-se no Quadro 9 que a variância dos dados é explicada em 88,55% pelos dois primeiros autovalores, considerados os de maior relevância.

QUADRO 9. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	9,31	71,63	9,31	71,63
2	2,20	16,92	11,51	88,55
3	1,29	9,96	12,81	98,51

QUADRO 8. Atributos químicos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm dos sistemas avaliados

Sistema	Prof. (cm)	MO g kg ⁻¹	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	Ca ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	K ⁺ cmol _c dm ⁻³	P mg dm ⁻³	pH CaCl ₂	H ⁺ +Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	CTC (T) cmol _c dm ⁻³	CTC efet.(t) cmol _c dm ⁻³	m %	V %
Veg. Nat.	0-5	18,23	1,05	0,13	0,18	0,13	2,95	3,80	8,31	0,48	8,79	1,53	69,24	5,46
Veg. Nat.	5-10	10,90	1,00	0,10	0,13	0,08	2,43	3,97	5,84	0,33	6,17	1,33	76,02	5,21
Veg. Nat.	10-20	9,13	1,38	0,07	0,15	0,05	1,38	3,97	5,50	0,25	5,75	1,63	84,27	4,33
SAF 1	0-5	12,92	0,20	1,43	0,48	0,09	6,53	4,45	4,56	1,99	6,54	2,19	11,77	30,10
SAF 1	5-10	10,90	0,30	1,27	0,37	0,07	3,60	4,43	4,59	1,71	6,30	2,01	15,27	27,34
SAF 1	10-20	8,71	0,20	1,13	0,30	0,05	2,30	4,50	3,79	1,48	5,27	1,68	14,25	28,21
SAF 2	0-5	19,41	1,23	1,13	0,67	0,18	3,40	4,25	6,69	1,68	8,37	2,91	45,07	25,63
SAF 2	5-10	16,54	1,15	0,87	0,37	0,10	3,20	4,10	7,47	1,10	8,57	2,25	55,20	15,42
SAF 2	10-20	14,27	0,50	0,67	0,30	0,07	2,90	4,05	6,78	0,87	7,65	1,37	45,51	13,42
SAF 3	0-5	12,75	0,00	2,55	0,95	0,22	33,81	5,20	2,79	3,72	6,52	3,72	0,00	57,02
SAF 3	5-10	10,56	0,05	1,83	0,63	0,17	16,71	4,90	3,13	2,60	5,73	2,65	1,48	46,13
SAF 3	10-20	9,80	0,00	1,53	0,58	0,10	8,62	4,88	3,00	2,35	5,35	2,35	0,00	44,52
Pastagem	0-5	12,33	0,00	2,25	0,98	0,08	3,30	5,60	2,32	3,30	5,62	3,30	0,00	58,52
Pastagem	5-10	9,30	0,00	1,83	0,63	0,04	1,10	5,40	2,46	2,49	4,95	2,49	0,00	49,90
Pastagem	10-20	8,96	0,00	1,20	0,38	0,03	0,93	5,00	2,83	1,86	4,69	1,86	0,00	38,96
SPC	0-5	8,96	0,00	1,93	0,70	0,09	3,60	5,33	2,44	2,71	5,15	2,71	0,00	52,69
SPC	5-10	9,13	0,00	2,20	0,68	0,04	2,10	5,65	2,03	2,92	4,95	2,92	0,00	58,90
SPC	10-20	9,21	0,00	2,18	0,68	0,03	2,38	5,75	2,02	2,88	4,90	2,88	0,00	58,59

Veg. Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.; SPC – Sistema de Plantio Convencional.

No Quadro 7 são apresentadas as cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis químicas avaliadas na profundidade de 5-10 cm. As cargas superiores a 0,7 encontram-se em destaque.

Diante das variáveis selecionadas, as áreas de estudo foram agrupadas conforme dendrograma de similaridade (Figura 5).

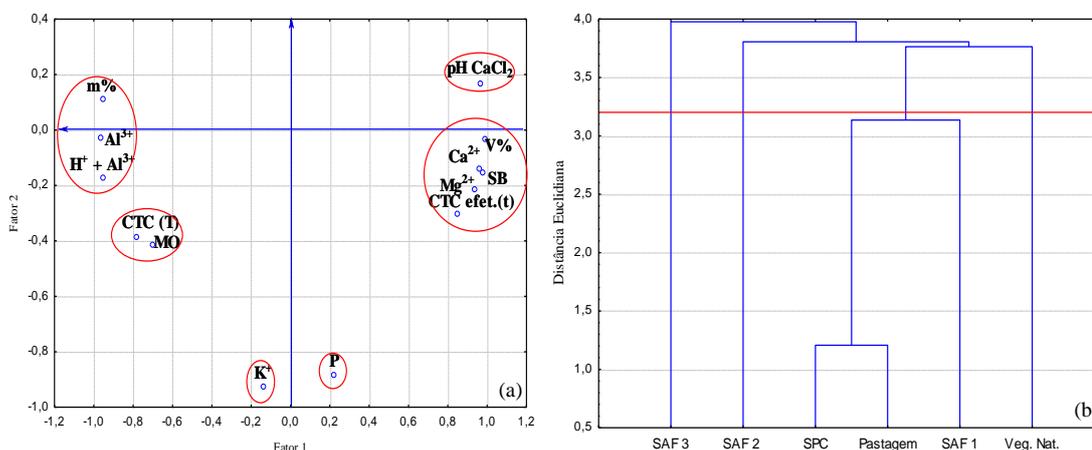


FIGURA 5. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Observa-se que Vegetação Nativa destacou-se das outras áreas de estudo. A mesma observação pode ser feita para SAF 2 e SAF 3, com a formação de um grupo independente cada (Figura 5). Os demais sistemas (SAF 1, Pastagem e SPC) permaneceram num mesmo grupo.

Embora a carga fatorial para MO não tenha sido elevada (Quadro 7), essa variável, por ser maior em SAF 2 (Quadro 8), contribuiu para que esse sistema se distinguísse dos demais, o que também ocorreu devido o mesmo apresentar valores elevados de Al^{3+} e $H^+ + Al^{3+}$ quando comparado às demais áreas (Quadro 8).

Os maiores valores de MO para SAF 2 relacionaram-se possivelmente com a presença de grande quantidade de espécies vegetais arbóreas, alta densidade de *B. decumbens* com elevado desenvolvimento, proporcionando grande aporte de material orgânico, que pode resultar em maior teor de MO nas camadas sub-superficiais.

Em florestas, a maior quantidade de MO encontra-se na superfície porque a contribuição da serapilheira é maior que a das raízes, ficando uma proporção razoável

destas localizadas superficialmente. Em solos que suportam gramíneas, a contribuição das raízes é grande e muitas dessas plantas têm sistema radicular profundo. Como elas apresentam ciclos relativamente curtos, há uma contínua adição de restos orgânicos ao solo (RUIVO et al., 2005).

O maior conteúdo de matéria orgânica em SAF 2 decorre também de seu maior teor de argila (Quadro 8), que protege a decomposição da MO, tendo em vista que a interação de compostos orgânicos com as argilas formam complexos de solubilidade extremamente baixa, o que dificulta a utilização deste substrato pelos microorganismos (ZECH et al., 1997).

Devido aos valores também elevados de Al^{3+} , m%, $H^+ + Al^{3+}$, assim como menores valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , conseqüentemente SB, CTC efet. (t), V% e pH $CaCl_2$ (Quadro 8), a área de Vegetação Nativa diferenciou-se dos outros sistemas (Figura 5).

Já o SAF 3 diferiu dos demais por apresentar os maiores valores de Mg^{2+} , K^+ e P (Quadro 8), provavelmente devido ao histórico de adubação deste sistema.

3.6. Atributos químicos do solo na profundidade de 10-20 cm

Os dois primeiros autovalores foram os que melhor representaram o conjunto de variáveis, pois explicaram 86,16% da variância dos dados, na camada de 10-20 cm (Quadro 10).

QUADRO 10. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	8,70	66,95	8,70	66,95
2	2,50	19,21	11,20	86,16
3	1,13	8,67	12,33	94,83

As cargas fatoriais de cada fator relacionadas às variáveis químicas avaliadas localizam-se no Quadro 7. Analisando as variáveis selecionadas, os sistemas em estudo foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 6).

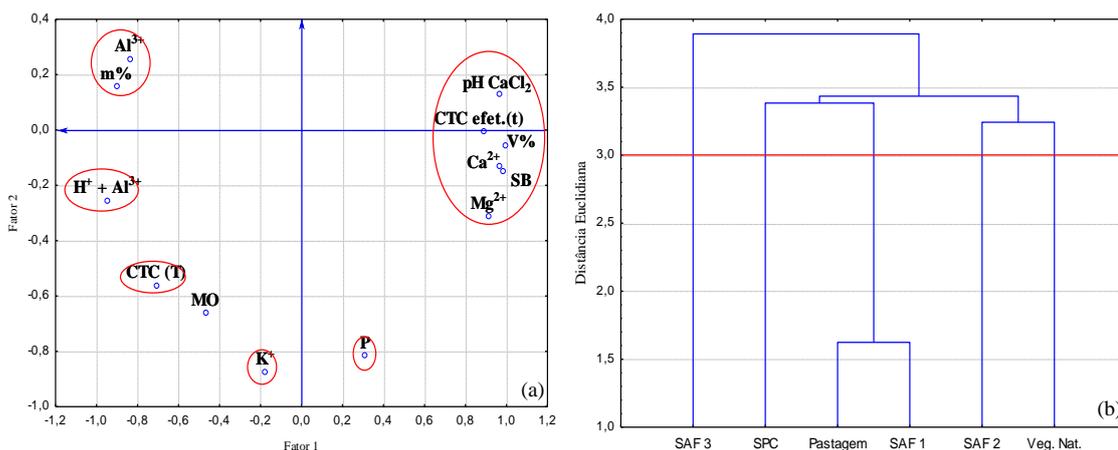


FIGURA 6. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Observou-se que os sistemas que permaneceram agrupados foram Pastagem e SAF 1 (Figura 6). Cada um dos demais formou um grupo independente, inclusive o SPC.

Apesar da carga fatorial da CTC (T) não ter sido elevada (Quadro 7), essa variável, por ser maior em SAF 2 (Quadro 8), contribuiu para que esse sistema se diferenciasse dos demais, o que também ocorreu devido o mesmo apresentar valores elevados de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, bem como de Al^{3+} e m% (Quadro 8).

Semelhante às demais profundidades avaliadas, a área de Vegetação Nativa diferenciou-se dos outros sistemas de estudo, exceto de SAF 2, diante de valores também elevados de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Al^{3+} , m%, pH CaCl_2 , bem como menores conteúdos de Ca^{2+} , Mg^{2+} e consequentemente, SB e V% (Quadro 8).

O SPC também se distinguiu das outras áreas em seus maiores valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, V% e pH CaCl_2 (Quadro 8). Já o SAF 3, destacou-se dos demais por conter os maiores valores de P, K^+ , SB e V% (Quadro 8).

No preparo convencional, o maiores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} podem ser resultantes da adição de calcário e à reciclagem de cálcio via decomposição de resíduos (SOUZA e ALVES, 2003b). O potássio é incorporado antes da semeadura e homogeneizado na camada arável do solo, o que pode favorecer a lixiviação desse nutriente (ZALAMENA, 2008).

Considerando os atributos químicos avaliados em cada profundidade de estudo, SAF 2, SAF 3 e Vegetação Nativa foram os sistemas que se distinguiram dos demais nas duas primeiras profundidades (0-5 e 5-10 cm), sendo que o SPC, apenas na camada mais profunda (10-20 cm), também manteve-se isolado dos outros sistemas, uma vez que o revolvimento do solo em plantio convencional incorpora os nutrientes, enquanto o sistema nativail (Vegetação Nativa) e SAF possuem maior ciclagem, refletindo então, na superfície do solo.

Embora SAF 2 e Vegetação Nativa não tenham se agrupado, apresentaram valores próximos em muitos atributos avaliados, especialmente os relacionados à acidez do solo.

Como já citado anteriormente, SAF 2 é o único SAF instalado em área sem anteriores cultivos agrícolas, sem práticas de manejo do solo e onde houve a permanência das espécies arbóreas nativas, o que o faz permanecer mais próximo que os demais sistemas, à área de Vegetação Nativa.

Apesar disso, SAF 2, como já discutido, apresentou maiores teores de MO em todas as profundidades de estudo, decorrentes, principalmente, de seus teores de argila e elevado aporte de biomassa oriundos das espécies arbóreas e da braquiária existente na área.

Os sistemas SAF 1 e SAF 3, instalados em áreas de anteriores cultivos agrícolas, com histórico de correção do solo, bem como as áreas avaliadas de Pastagem e SPC, foram superiores aos demais em muitos atributos químicos avaliados, como teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, entretanto, não apresentaram elevados conteúdos de MO.

3.7. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 0-5 cm

A variância dos dados dos atributos físicos e químicos do solo na primeira camada (0-5 cm) foi explicada em 79,50% pelos dois primeiros autovalores, considerados então, os mais relevantes (Quadro 11).

As cargas dos fatores relacionados às variáveis físicas e químicas avaliadas na profundidade de 0-5 cm localizam-se no Quadro 12. Levando-se em consideração as variáveis selecionadas pela matriz de fatores, os sistemas foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 7).

QUADRO 11. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	13,61	61,84	13,61	61,84
2	3,89	17,66	17,49	79,50
3	2,07	9,40	19,56	88,90
4	1,75	7,94	21,30	96,84

QUADRO 12. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis físicas e químicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

Variáveis	Fator 1 (0-5 cm)	Fator 2 (0-5 cm)	Fator 1 (5-10 cm)	Fator 2 (5-10 cm)	Fator 1 (10-20 cm)	Fator 2 (10-20 cm)
Ds	-0,95727	-0,183476	0,94996	-0,236787	-0,88365	-0,263966
Macrop.	0,88043	-0,216466	-0,76006	-0,357627	0,72345	0,069417
Microp.	-0,39951	0,844410	-0,17888	0,901812	-0,15295	0,627226
P _t	0,87907	0,171381	-0,90708	0,305327	0,77417	0,481584
DMG	0,67924	0,131516	-0,79600	-0,355940	0,74694	-0,390865
DMP	0,66048	0,128839	-0,76699	-0,299396	0,63902	-0,348867
MO	0,82731	0,478705	-0,68059	0,716201	0,47177	0,853859
Al ³⁺	0,87602	0,458701	-0,95400	0,238502	0,87342	-0,266386
Ca ²⁺	-0,97260	0,106747	0,96880	0,213290	-0,96232	0,235888
Mg ²⁺	-0,89316	0,363138	0,94030	0,279000	-0,88287	0,378565
K ⁺	0,07105	0,659973	-0,10264	0,263139	0,20559	0,462394
P	-0,40852	0,170635	0,25402	0,161828	-0,27291	0,418585
pH CaCl ₂	-0,97670	-0,056183	0,95527	-0,014534	-0,95171	0,031668
H ⁺ +Al ³⁺	0,98766	0,144552	-0,94203	0,321988	0,94252	0,302738
SB	-0,96474	0,107142	0,98356	0,150938	-0,97723	0,191003
CTC (T)	0,90836	0,334196	-0,75639	0,622967	0,71188	0,683095
CTC efet.(t)	-0,81530	0,495708	0,86601	0,494096	-0,84196	0,071437
m%	0,96147	0,151115	-0,95145	-0,020998	0,93039	-0,126644
V%	-0,99542	0,049145	0,99125	0,075720	-0,98700	0,115843
Areia	0,15909	-0,855745	-0,20733	-0,956803	-0,04966	-0,855358
Silte	-0,64801	0,323812	0,95233	0,199158	0,34872	0,307443
Argila	-0,07488	0,851831	-0,16681	0,963286	-0,05871	0,808079

Ds – Densidade do solo; Macrop.-Macroporosidade; Microp.-Microporosidade; P_t – Porosidade total; DMG-Diâmetro Médio Geométrico; DMP-Diâmetro Médio Ponderado; MO-Matéria orgânica; Al³⁺-Alumínio; Ca²⁺-Cálcio; Mg²⁺-Magnésio; K⁺-Potássio; P-Fósforo; H⁺+Al³⁺-Acidez potencial; SB – Soma de Bases; CTC (T) – Capacidade de troca de cátions (a pH 7,0); CTC efet.(t)- Capacidade de troca de cátions (Efetiva); m%-Saturação por alumínio; V%-Saturação por bases.

Pode-se observar que o SAF 2 e a Vegetação Nativa, independentemente, separaram-se dos demais, indicando que diferiram dos outros sistemas avaliados (Figura 7). Por outro lado, os sistemas de Plantio Convencional, Pastagem, SAF 1 e SAF3 agruparam-se, indicando similaridade entre si.

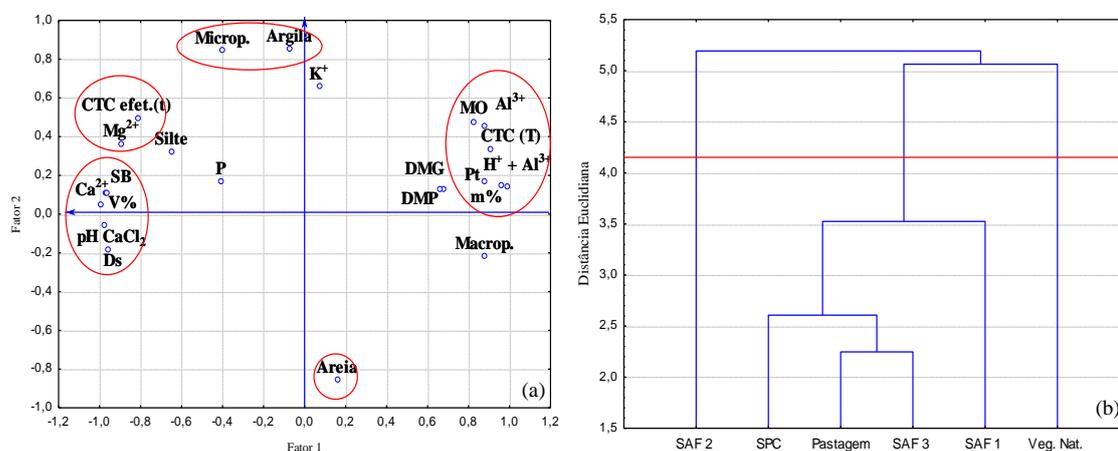


FIGURA 7. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

A similaridade encontrada entre SPC, Pastagem, SAF 1 e SAF 3 pode ser interpretada como indicador de que, apesar das diferentes composições de espécies e das práticas agropecuárias adotadas para estes quatro sistemas, estas não interferiram significativamente na sustentabilidade entre os mesmos, pelo menos do ponto de vista ambiental.

Diante das variáveis selecionadas que melhor justificaram esses agrupamentos, verificou-se que SAF 2 e a Vegetação Nativa distinguiram-se dos demais sistemas por apresentarem menor densidade (Ds) do solo, bem como teores mais elevados de matéria orgânica (MO) e de porosidade total (P_t) (Quadros 3 e 8). Diferenciaram-se também dos demais, por possuírem maiores valores de saturação por Al³⁺ (m%), o que pode estar relacionado ao histórico dessas áreas, sem antecedentes de cultivos anuais e conseqüentemente, sem eventuais correções do solo.

A presença de alumínio pode influenciar a estrutura do solo, tendo em vista sua maior ação flocculante quando relacionada ao cálcio, oriundo de calagem.

Em estudo realizado por Souza e Alves (2003a), todas as formas de uso do solo empregadas induziram à degradação de seus atributos físicos em relação à Vegetação Nativa. Essa degradação foi quantificada por meio de maiores valores de densidade do solo, resistência à penetração e microporosidade e menores valores de macroporosidade, porosidade total e teor de matéria orgânica.

A Vegetação Nativa distinguiu-se do SAF 2 e ainda dos demais sistemas pelo maior teor de areia (Quadros 3 e 8) e menor teor de argila (com inferior CTC efetiva), assim como valores elevados de $H^+ + Al^{3+}$ e baixos de Ca^{2+} (Quadros 3 e 8), possivelmente por caracterizar-se como um sistema sem histórico de intervenção humana e sem correções do solo, além de estar localizado em área de baixa fertilidade natural, tendo em vista que normalmente os Neossolos Quartzarênicos são distróficos, ou álicos, com baixa capacidade de troca catiônica, podendo apresentar além de deficiência de nutrientes, toxidez de alumínio (FERNANDES, 2006).

3.8. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 5-10 cm

Os dois primeiros fatores acumularam 84,21% da variância total dos dados (Quadro 13), podendo ser considerados então, os fatores mais importantes.

QUADRO 13. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	13,78	62,65	13,78	62,65
2	4,74	21,56	18,53	84,21
3	2,75	12,51	21,28	96,72

No Quadro 12 já foram apresentadas as cargas fatoriais das variáveis físicas e químicas avaliadas, com destaque para as que possuíam significância superior a 0,7. Levando-se em consideração as variáveis selecionadas pela matriz de fatores na

profundidade de 5-10 cm do solo, os sistemas em estudo foram agrupados conforme o dendrograma de similaridade da Figura 8.

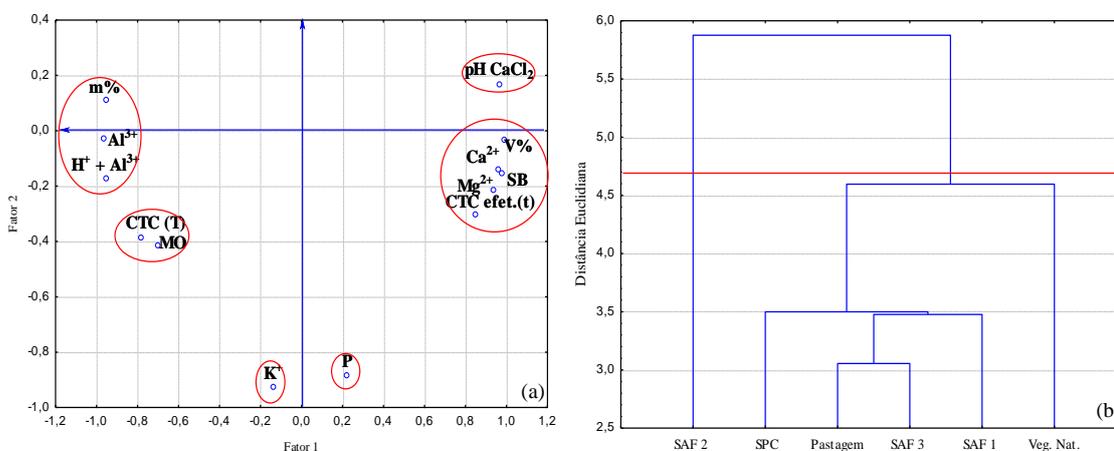


FIGURA 8. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

A linha de corte do dendrograma, localizada na distância correspondente a 4,70 (80%), separou os sistemas em dois grupos, sendo um grupo formado pelo SAF 2 e outro que agrupou os demais sistemas, inclusive Vegetação Nativa (Figura 8). Entretanto, se a linha de corte estivesse em 70% (4,11), que seria também razoável para se considerar como nível de similaridade para separação de grupos, Vegetação Nativa também formaria outro grupo, com características distintas dos demais. Se assim fosse, poderia se considerar que as características dos agrupamentos foram semelhantes entre as profundidades 0-5 cm e 5-10 cm.

O SAF 2 distinguiu-se dos demais sistemas em seus valores maiores de microporosidade e P_t , decorrente de seu maior conteúdo de MO (Quadros 3 e 8). Sua macroporosidade foi menor quando comparada com Vegetação Nativa, sendo que esta, também apresentou elevada P_t (Quadros 3 e 8).

Maior macroporosidade do solo em Vegetação Nativa de Cerrado também foi observada por Souza e Alves (2003a).

Com maiores valores de $H^+ + Al^{3+}$, bem como de Al^{3+} , SAF 2 manteve-se distinto dos outros sistemas. Em sequência, os maiores valores desses atributos foram encontrados em Vegetação Nativa (Quadros 3 e 8).

Entretanto, esses dois sistemas diferiram quanto à textura, uma vez que em SAF 2 houve maior teor de argila (com maiores valores de CTC) e, em Vegetação Nativa, o maior teor de areia (com valor inferior de CTC) e o menor teor de silte (Quadros 3 e 8), além desta distinguir-se das demais áreas de estudo em função da baixa quantidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} , como é típico dos solos do Bioma Cerrado nas camadas superficiais e sub-superficiais (SOUSA et al., 2004).

3.9. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 10-20 cm

O percentual de variância explicada pelos dois primeiros autovalores foi de 73,20% (Quadro 14), sendo estes dois fatores considerados os mais expressivos.

QUADRO 14. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	11,63	52,88	11,63	52,88
2	4,47	20,33	16,10	73,20
3	4,10	18,62	20,20	91,82
4	1,69	7,69	21,89	99,51

As cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis físicas e químicas avaliadas na profundidade de 10-20 cm encontram-se no Quadro 12, com destaque para as cargas superiores a 0,7. Considerando as variáveis selecionadas pela matriz de fatores (Quadro 12), os sistemas em estudo foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 9).

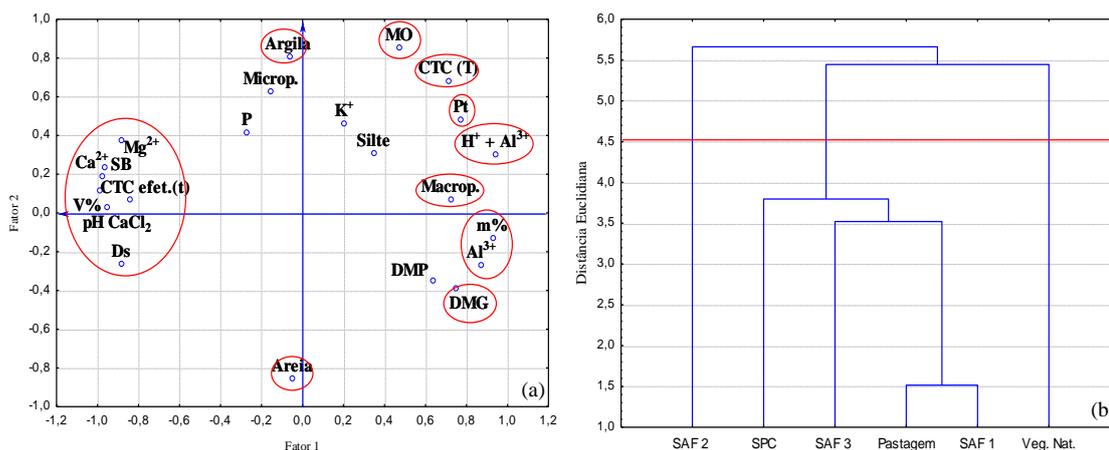


FIGURA 9. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Veg. Nat. – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 - Sistemas Agroflorestais; SPC - Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Observou-se a formação de um grupo independente composto pelo SAF 2, que diferiu dos demais sistemas avaliados (Figura 9). Num segundo nível, Vegetação Nativa destacou-se do agrupamento formado pelos SAF 1 e 3, SPC e Pastagem (Figura 9).

Diante das variáveis selecionadas, que melhor justificaram a formação desses agrupamentos, foi possível verificar uma menor Ds do solo em Vegetação Nativa e SAF 2, sendo este último o sistema com maior teor de MO (Quadros 3 e 8). Nos mesmos sistemas (Veg. Nat. e SAF 2), foi possível notar os maiores valores de Al³⁺ e H⁺+Al³⁺, bem como valores inferiores de Ca²⁺, em relação aos SAF 1 e 3, Pastagem e SPC (Quadros 3 e 8).

Ao avaliar o impacto do uso da terra nos atributos físicos e químicos de solos, Zalameña (2008) observou que uma das principais alterações nas características físicas ocasionada pelos sistemas avaliados, em relação à Vegetação Nativa, foi o aumento da densidade do solo.

Em Vegetação Nativa observou-se ainda os menores teores de Mg²⁺ (Quadros 3 e 8), assim como de pH CaCl₂. Quanto à textura, esta obteve o menor teor de argila e o maior teor de areia, quando comparada as demais áreas de estudo (Quadros 3 e 8).

Já SAF 2, diante dos demais sistemas, foi o que apresentou o teor ligeiramente mais elevado de argila (e CTC (T) superior) e o menor teor de areia (Quadros 3 e 8), embora todas as áreas pertençam à mesma classe textural.

Tendo em vista os atributos físicos e químicos avaliados em cada profundidade, SAF 2 e Vegetação Nativa foram os sistemas que se apresentaram distintos dos demais (SAF 1, SAF 3, Pastagem e SPC).

Embora esses dois sistemas não tenham se agrupado, neles foram detectados valores próximos em muitos atributos avaliados, o que pode estar ligado ao fato de SAF 2 ser o único sistema agroflorestal instalado em área sem antecedente cultural agrícola e onde houve a permanência das espécies arbóreas nativas.

Os demais sistemas agroflorestais (SAF 1 e SAF 3), apesar da diversidade de espécies, apresentaram semelhanças aos Sistemas de Plantio Convencional e Pastagem, o que pode relacionar-se à implantação desses SAF, instalados em áreas de anteriores cultivos agrícolas, como mandioca e cana-de-açúcar (SAF 3), e pastagem de *Brachiaria* sp. (SAF 1). Somado a isso, são sistemas relativamente jovens (ambos com 3 anos) e necessitam de um tempo maior para que promovam a melhoria (especialmente física) da qualidade do solo.

4. CONCLUSÕES

Em solos de textura arenosa, pequenos acréscimos no teor de argila contribuem para a melhoria da sustentabilidade dos sistemas de uso da terra.

O maior conteúdo de matéria orgânica no solo presente em SAF 2 contribui para a sua qualidade química, também observada nos demais sistemas devido a presença de bases trocáveis.

Com exceção de SAF 2, os demais sistemas são semelhantes à Vegetação Nativa quanto aos atributos físicos do solo e, portanto, sustentáveis neste aspecto, exceto na profundidade de 0-5 cm, devido aos efeitos antrópicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CLAESSEN, M. E. E. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; JUCKSCHI, I.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.4, p.381-392, 1999.

De BIE, C. A.; BEEK, K. J.; DRIESSEN, P. M.; ZINCK, J. A. Em direção a operacionalização das informações dos solos para um manejo sustentável das terras. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds) **O solo nos grandes domínios morfo-climáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.335-352.

DEXTER, A. R.; YOUNGS, I. M. Soil physic toward 2000. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.24, n.2, p.101-106, 1992.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed., Brasília: Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERNANDES, R. A. **Alteração em parâmetros físico-hídricos de dois solos do cerrado sob diferentes manejos**. 2006. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Ciências Agrárias, Faculdades Integradas de Mineiros, Mineiros-GO.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; SCAPIM, C. A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.9-19, 2007.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.449 - 453, 2009.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods**. 2. ed. 1986. p.425-441. (Agronomy Monograph, 9).

MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; BENITO, N. P.; SANTOS, B. D. Macrofauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo num Neossolo Quartzarênico do cerrado do oeste baiano. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO E II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2008, Brasília. IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais **Anais**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MATTOS, C. **Contribuição ao planejamento e gestão da Área de Proteção Ambiental de Sosas e Joaquim Egídio, Campinas, SP**. 1996. 235 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Ecologia Geral/Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2461-2470, 2008.

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.435-443, 2003.

MIRANDA, J. P. L. de. **Propriedades físico-hídricas de um solo submetido a cultivos perenes e a pousio em ambiente agrícola serrano – Bom Jardim (RJ)**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ.

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

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. de P.; SANTOS, K. J. G. dos; MOREIRA, F. P. Considerações sobre a acidez dos solos de cerrado. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v.1, n.1, p 1-12, 2005.

PADOVAN, M. P. **Conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos: novos rumos à agricultura familiar**. Dourados-MS: Edição do Autor, 2006.

RUIVO, M. de L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. da S.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S; SANTOS, M. M. de L. S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodoal/Maiandeuá, PA. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências Naturais**, Belém, v.1, n.1, p.227-234, 2005.

SANTOS, A. F. dos. **Estudo agroambiental de uma microbacia hidrográfica, visando sua sustentabilidade.** 2009. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Botucatu-SP.

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

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

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C.; Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, n.1, p.133-139, 2003b.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática.** 2005. 215 f. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 965- 969, 2000.

ZALAMENA, J. **Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do planalto – RS.** 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

ZECH, Z., SENESI, N., GUGGENBERGER, G., KAISER, K., LEHMANN, J., MIANO, T.M., MILTNER, A., SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, n.1-4 p.117-161, set. 1997.

CAPÍTULO 2

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE USO DA TERRA AVALIADA POR
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM LATOSSOLO
VERMELHO DISTROFÉRRICO**

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos e químicos do solo em Latossolo Vermelho Distroférico. O estudo foi realizado no campo experimental da *Embrapa Agropecuária Oeste*, município de Dourados-MS. Foram avaliados quatro sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal (SAF); Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e fragmento de vegetação nativa (Mata). As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, com quatro repetições aleatórias. Os atributos físicos estudados foram: densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, diâmetro médio geométrico, diâmetro médio ponderado e textura. Os atributos químicos avaliados foram: matéria orgânica, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, pH CaCl₂, acidez potencial, soma de bases, CTC (T), CTC (t), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Para análise desses dados, recorreu-se a técnicas estatísticas de análise multivariada, dentre elas, a análise fatorial baseada em componentes principais e a análise de agrupamentos. A área de Pastagem, embora com piores indicadores de qualidade física, é sustentável quanto a qualidade química, ao destacar-se em seus teores de bases do solo. Do ponto de vista físico e químico, o sistema de plantio convencional mostra-se menos sustentável do que os demais sistemas avaliados. O sistema agroflorestal não se destaca quanto aos atributos estudados, apesar da diversidade de espécies.

Palavras-chave: Qualidade do solo; Indicadores físicos; Indicadores químicos; Sistemas Agroflorestais; Análise Multivariada.

SUSTAINABILITY OF LAND USE SYSTEMS EVALUATED BY SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES ON DISTROFIC OXISOIL

ABSTRACT – The aim of this work was evaluate the sustainability of land use systems based on physical and chemical attributes of a Distrofic Oxisoil. The study was realized at *Embrapa Agropecuária Oeste*, City of Dourados-MS. Were evaluated four land use systems: agroforestry system (SAF); cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and scrap of native vegetation (Mata). The samples were collected at 0-5, 5-10 e 10-20 cm depths, with four random repetitions. The physical attributes studied were: soil density, macroporosity, microporosity, total porosity, geometric average diameter, weighted average diameter and texture. The chemical attributes studied were: organic matter, aluminium, calcium, magnesium, potassium, phosphorus, pH CaCl₂, potential acidity, sum of bases, CTC (T), CTC (t), aluminium saturation (m%) and bases saturation (V%). For analysis of these data were applied statistical techniques of multivariate analysis, among them, the factorial analysis based on principal components and the cluster analysis. The area of pasture, although with the worst indicators of physical quality, is sustainable as chemical quality, featuring its tenors of soil bases. From physical and chemical point of view, the conventional tillage system presents itself less sustainable then the others evaluated systems. The agroforestry system does not detach as the studied attributes, regardless the diversity of species.

Keywords: Soil quality, Physical indicators, Chemical indicators, Agroforetries Systems, Multivariate analysis.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade das terras é definida como o sistema que envolve o manejo e a conservação dos recursos naturais, prevenindo a degradação do solo e da água, combinando tecnologias que integram os princípios sócio-econômicos com a preocupação ambiental, promovendo a satisfação continuada das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras (FAO, 1991).

A substituição da vegetação natural por culturas agrícolas provoca um desequilíbrio no ecossistema, já que o manejo adotado influencia os processos físicos,

químicos e biológicos do solo, podendo modificar suas características e, muitas vezes, propiciando sua degradação (SOUZA e ALVES, 2003).

Os Latossolos argilosos do Cerrado brasileiro, susceptíveis à compactação, têm sido utilizados com sistemas de preparo que revolvem o solo. Este revolvimento, associado a chuvas intensas, de alta erosividade e a temperaturas elevadas, degradam rapidamente o solo, comprometendo a sustentabilidade da atividade agrícola (STONE e SILVEIRA, 2001), o que acontece também quando áreas de pastagens são submetidas ao superpastejo, provocando alterações dos atributos físicos do solo, contribuindo para a diminuição de seu potencial produtivo (SANTANA, 2009).

Diante desse cenário, dentre os modelos alternativos sustentáveis e de princípios agroecológicos, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAF) (DANIEL, 1999), que segundo Torquebiau (1989), preenchem muitos requisitos da sustentabilidade por incluírem árvores no sistema de produção, utilizarem os recursos locais e práticas de manejo que otimizam a produção diversificada aliada à conservação dos recursos naturais.

Relacionando a sustentabilidade com a qualidade do solo, é essencial a avaliação de seus atributos químicos, físicos e biológicos para o entendimento de sua funcionalidade em diferentes condições de uso (MELLONI et al., 2008), uma vez que o uso de indicadores biofísicos, ou ambientais, vem sendo a metodologia mais utilizada para avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção em geral (DANIEL, 1999; DANIEL et al., 1999).

A utilização de técnicas estatísticas que permitam a classificação de amostras em função de uma série de fatores ambientais, simultaneamente, permite uma análise conjunta desses fatores para verificação de suas correlações com diferentes ecossistemas ou usos do solo (MELLONI et al., 2008). Dessa forma, o uso da análise multivariada otimiza a interpretação de grandes conjuntos de dados, tendo em vista que nela, o fenômeno estudado depende de muitas variáveis, não bastando conhecê-las isoladamente, como no uso de métodos univariados, pois uma depende da outra e as informações são fornecidas pelo conjunto e não individualmente (BEEBE et al., 1998).

Dentre as técnicas de análise multivariada, destacam-se a análise fatorial (AF) e a análise de agrupamentos (AA).

A AF tem como objetivo reduzir o número de variáveis iniciais com a menor perda possível de informação. Os fatores podem ser denominados como um constructo, que pode ser uma variável não observada, escalas, itens, ou uma medida de

qualquer espécie e o método mais conhecido para suas extrações é a Análise de Componentes Principais – ACP. (VICINI, 2005).

Tanto a análise de componentes principais, quanto a análise fatorial, são técnicas aplicadas ao conjunto de variáveis para descobrir quais são aquelas relevantes na composição de cada fator, sendo estes independentes uns dos outros, gerados de maneira representativa do processo em estudo e utilizados para análises futuras (VICINI, 2005).

Já a análise de agrupamentos propõe uma estrutura classificatória, ou de reconhecimento da existência de grupos, objetivando, mais especificamente, dividir o conjunto de observações em um número de grupos homogêneos, segundo algum critério de homogeneidade, podendo ser representados graficamente pelo dendrograma (VICINI, 2005).

Concordando com o exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a sustentabilidade de sistemas de uso da terra com base em atributos físicos e químicos do solo em Latossolo Vermelho Distroférico, utilizando-se as técnicas de análise multivariada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da *Embrapa Agropecuária Oeste*, município de Dourados-MS, entre as latitudes 22° 17' 00" S e 22° 17' 30" S e longitudes 54° 48' 30" W e 54° 49' 00" W, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. O clima, segundo classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, com inverno seco e verão chuvoso (AMARAL et al., 2000).

Foram avaliados quatro sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal (SAF); Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e fragmento de vegetação nativa (Mata), sendo este último empregado como referência por se tratar de um sistema em equilíbrio.

O SAF foi implantado em local onde durante mais de dez anos praticou-se o sistema de plantio direto. A área permaneceu em pousio, sem realização de nenhuma prática de manejo do solo, durante dois anos. Posteriormente, o SAF, que no momento da coleta de dados possuía dois anos e seis meses, constituindo-se por 23 espécies arbóreas (Apêndice D), foi instalado em linhas. Nas entrelinhas, plantou-se o adubo verde feijão-guandu, que permaneceu no sistema pelos dois primeiros anos.

Já para a implantação da área de Pastagem, realizada há quinze anos, foram incorporados calcário e adubo. Mais recentemente, no ano agrícola 2006/2007, realizou-se nova calagem, porém sem a incorporação.

A área de plantio convencional (SPC), no ano agrícola 2008/2009, foi cultivada com soja (safra de verão), empregando-se 300 kg ha⁻¹ do adubo 00-20-20 (NPK). No inverno de 2009, sem adubação, cultivou-se nabo forrageiro para fins de cobertura do solo, sendo que, no momento de avaliação do sistema, a área encontrava-se em pousio.

A área com vegetação nativa (Mata) é classificada como Floresta Estacional Semidecidual. Foi parcialmente degradada devido a extração seletiva das maiores árvores e há mais de vinte anos vem se regenerando, livre de ação antrópica.

As amostragens de solo, nos diferentes sistemas de uso, foram realizadas em setembro de 2009, tendo sido coletadas amostras deformadas para as análises químicas e com estrutura preservada para avaliação dos atributos físicos do solo, em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) e quatro repetições aleatórias. As amostras foram processadas no Laboratório de Física de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados e Laboratório de Solos da *Embrapa Agropecuária Oeste*.

Os atributos físicos analisados foram: textura do solo, densidade do solo (Ds), porosidade total (P_t), macroporosidade (macrop.) e microporosidade (microp.), obtidos pelo método da mesa de tensão (CLAESSEN, 1997) e estabilidade de agregados, obtida pelos índices diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), cujos cálculos foram feitos seguindo a proposta de Kemper e Rosenau (1986).

Para as avaliações químicas do solo, realizadas segundo metodologia proposta em Claessen (1997), foram determinados: pH CaCl₂; teor de matéria orgânica (MO); teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e alumínio (Al) trocáveis; fósforo (P) disponível em Mehlich-1 e acidez potencial (H⁺+Al³⁺). A partir dessas determinações, calculou-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC (T)), capacidade de troca de cátions (Efetiva) (CTC efet.(t)), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%) do solo.

Os dados, originados de valores médios das quatro repetições aleatórias (exceto os de textura, resultantes de uma amostra representativa de cada sistema), foram submetidos às técnicas de análise multivariada, dentre as quais, a análise fatorial (AF) e

a análise de agrupamentos (AA), utilizando-se o aplicativo computacional STATISTICA versão 8.0. Para a AF os dados dos atributos físicos e químicos foram padronizados a fim de eliminar a influência das diferentes unidades de medida. O número de fatores selecionados (componentes principais) seguiu critério adotado por KAISER (1960) citado por MARDIA et al. (1979), em que se utilizam aquelas componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada dos dados igual ou superior a 70%.

Na matriz de fatores, extraída por componentes principais, foram selecionadas as variáveis com cargas fatoriais maiores que 0,7, destinadas então, para a análise de agrupamentos, realizada para o conjunto de variáveis físicas e químicas selecionadas, bem como para as variáveis físicas e químicas separadamente, avaliadas nos diferentes sistemas de uso, em cada profundidade de estudo.

Para representar essas análises de agrupamentos, foram construídos dendrogramas por meio da distância euclidiana, considerando como nível de similaridade para separação de grupos o ponto de corte (linha de corte) em 80% do valor máximo da distância de formação dos agrupamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de agrupamentos relacionadas aos atributos físicos e químicos do solo isolados, bem como aos atributos físicos e químicos em conjunto, são apresentadas e discutidas, separadamente, em cada profundidade de estudo.

3.1. Atributos físicos do solo na profundidade de 0-5 cm

Os dois primeiros fatores (componentes principais) possuíram autovalores que corresponderam respectivamente a 52,96% e 32,61% da variância explicada, ou seja, explicaram juntos 85,57% da variação total, podendo ser considerados os fatores mais expressivos (Quadro 1).

QUADRO 1. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	4,77	52,96	4,77	52,96
2	2,94	32,61	7,70	85,57
3	1,30	14,43	9,00	100,00

As cargas fatoriais entre cada fator e as variáveis físicas analisadas encontram-se no Quadro 2. Como não existe um critério definido para a escolha dos valores das cargas fatoriais, optou-se por considerar apenas aqueles com significância maior que 0,7.

QUADRO 2. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis físicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2
	(0-5 cm)	(0-5 cm)	(5-10 cm)	(5-10 cm)	(10-20 cm)	(10-20 cm)
Ds	0,982408	-0,186658	-0,978754	0,133215	-0,931491	0,254059
Macrop.	-0,998136	0,060639	0,777327	0,205711	0,902783	-0,024269
Microp.	0,589246	0,599849	0,526128	-0,631799	0,807764	-0,149097
P _t	-0,855111	0,419481	0,899316	-0,415653	0,970378	0,084408
DMG	-0,113313	0,817188	0,061128	-0,971277	0,944733	0,263711
DMP	-0,112190	0,841791	0,139640	-0,970820	0,907619	0,345325
Areia	-0,947844	-0,311236	0,917784	0,395732	0,080367	-0,991328
Silte	0,753177	0,635451	-0,880238	-0,377401	0,184735	0,889808
Argila	0,485185	-0,695458	-0,633887	-0,278014	-0,530019	0,660690

Ds – Densidade do solo; Macrop.-Macroporosidade; Microp.-Microporosidade; P_t – Porosidade total; DMG-Diâmetro Médio Geométrico; DMP-Diâmetro Médio Ponderado.

Selecionadas as variáveis com maior representatividade, os sistemas foram agrupados conforme dendrograma de similaridade, apresentado na Figura 1.

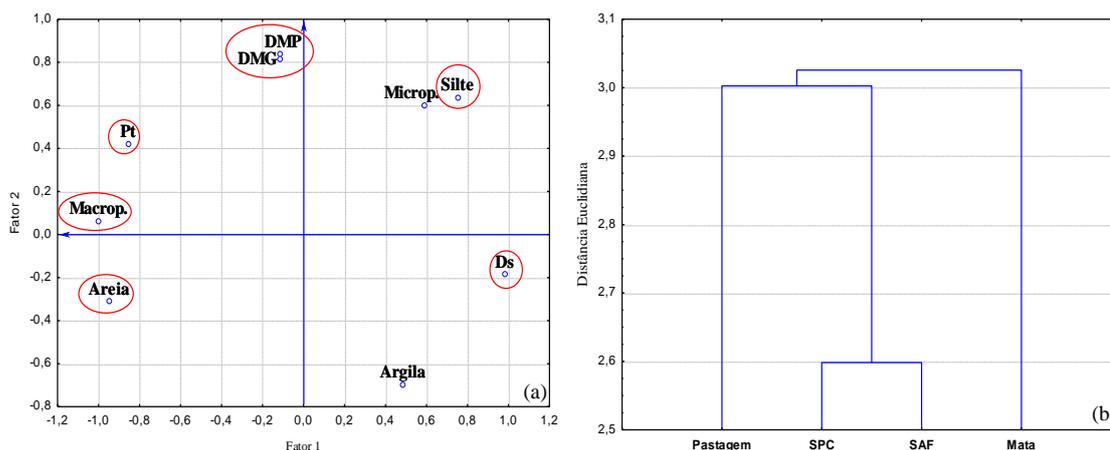


FIGURA 1. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana, de acordo com os atributos físicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

A linha de corte do dendrograma, correspondente a 80%, deveria estar localizada na distância euclidiana equivalente a 2,4. Entretanto, como se pode observar na Figura 1, os agrupamentos dos sistemas em estudo iniciaram-se na distância 2,5. Isso significa que na distância 2,4 (80%), os sistemas não se agruparam, sendo independentes uns dos outros quanto aos atributos físicos avaliados.

Diante das variáveis selecionadas, pode-se verificar, na profundidade de 0-5 cm, que a área de Pastagem não se agrupou devido seus maiores valores de densidade do solo (Ds) e menores valores de macroporosidade (Quadro 3), o que pode ser decorrente de seus menores teores de areia. Ainda diferiu dos demais sistemas devido maiores teores de silte (Quadro 3).

Em áreas de pastagens, a compactação do solo, indiretamente avaliada pelo aumento de sua densidade, normalmente é induzida por forças aplicadas à sua superfície, isto é, pela carga animal, seja em regime intensivo ou extensivo (MOREIRA et al., 2005). O mesmo autor observou que a degradação de pastagem de braquiária resultou no aumento da densidade do solo, bem como na redução da sua porosidade total.

Diferentemente, a área de Mata, com seus menores valores de Ds (Quadro 3) e maiores valores de macroporosidade, porosidade total, DMG, DMP e areia também diferiu das demais áreas de estudo (Quadro 3).

QUADRO 3. Atributos físicos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm dos sistemas avaliados

Sistema	Prof. (cm)	Ds g cm ⁻³	Macrop. -----m ³ m ⁻³ -----	Microp. -----m ³ m ⁻³ -----	P _t	DMG -----mm-----	DMP	Areia g kg ⁻¹	Silte cmol _c dm ⁻³	Argila cmol _c dm ⁻³
Mata	0-5	1,02	0,24	0,39	0,63	2,77	2,85	179,00	130,00	691,00
Mata	5-10	1,18	0,13	0,44	0,57	2,63	2,80	162,00	106,00	732,00
Mata	10-20	1,22	0,10	0,46	0,55	2,57	2,75	153,50	114,00	732,50
SAF	0-5	1,20	0,19	0,37	0,56	2,58	2,73	152,00	118,00	730,00
SAF	5-10	1,30	0,13	0,39	0,52	2,41	2,63	119,00	118,00	763,00
SAF	10-20	1,35	0,09	0,40	0,49	1,97	2,43	119,00	101,00	780,00
Pastagem	0-5	1,32	0,15	0,42	0,56	2,57	2,75	97,50	191,00	711,50
Pastagem	5-10	1,43	0,10	0,41	0,51	2,52	2,69	64,50	181,50	754,00
Pastagem	10-20	1,39	0,09	0,43	0,52	2,14	2,54	47,50	182,50	770,00
SPC	0-5	1,19	0,20	0,38	0,58	1,88	2,38	169,00	116,00	715,00
SPC	5-10	1,33	0,12	0,40	0,52	1,57	2,22	152,00	116,00	732,00
SPC	10-20	1,42	0,08	0,42	0,49	1,32	1,97	152,00	99,00	749,00

Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal biodiverso; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.; SPC – Sistema de Plantio Convencional.

Os sistemas SPC e SAF, embora com valores semelhantes de D_s , macroporosidade e silte (Quadro 3), diferenciaram-se em relação a seus valores de areia. O sistema de plantio convencional (SPC) ainda apresentou os menores valores de DMG e DMP (Quadro 3), o que o manteve distinto das outras áreas de estudo.

Lacerda et al. (2005), ao estudar os efeitos de sistemas de manejo na estabilidade de agregados, também puderam constatar menores valores de diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade dos agregados para o sistema de plantio convencional do solo (SPC) em relação à Mata.

3.2. Atributos físicos do solo na profundidade de 5-10 cm

O percentual de variância explicada pelos dois primeiros autovalores foi de 84,27% (Quadro 4), que representou a variabilidade total dos atributos físicos na profundidade de 5-10 cm.

As cargas dos fatores relativos às variáveis físicas nessa profundidade localizam-se no Quadro 2.

QUADRO 4. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	4,69	52,11	4,69	52,11
2	2,89	32,16	7,58	84,27
3	1,42	15,73	9,00	100,00

Analisando o dendrograma de similaridade para os atributos físicos selecionados (Figura 2), pode-se observar a formação de um grupo independente formado por Pastagem, com características que diferiram este sistema dos demais (SAF, SPC e Mata), os quais se mantiveram agrupados (Figura 2).

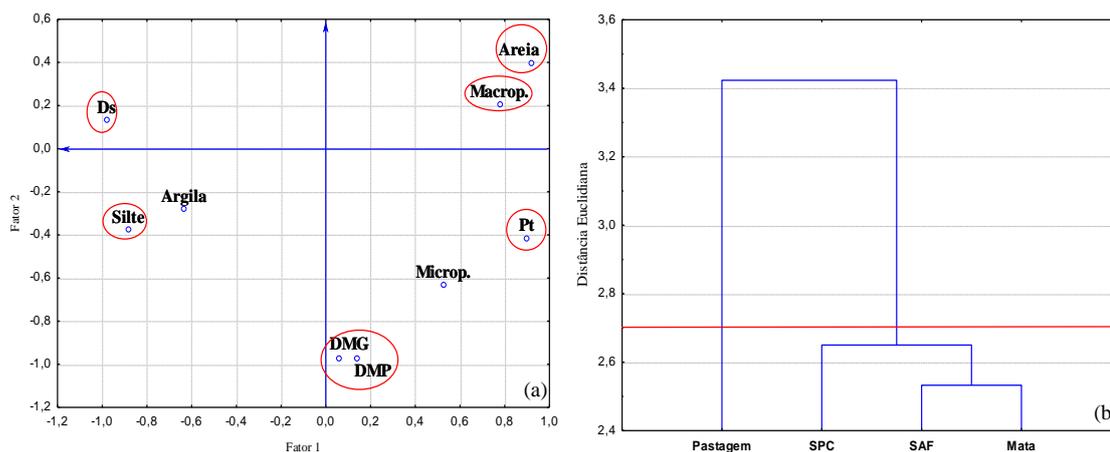


FIGURA 2. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Por meio das variáveis selecionadas que melhor justificaram esses agrupamentos, verifica-se que Pastagem diferiu dos demais sistemas por apresentar, semelhante à profundidade anterior (0-5 cm), maiores valores de Ds, bem como menores valores de macroporosidade, porosidade total, além de uma quantidade muito menor de areia e muito maior de silte (Quadro 3). De acordo com Vzzotto et al (2000), o aumento da densidade e a redução da porosidade total do solo em áreas de pastagens são ocasionados pelo pisoteio animal.

Embora Mata tenha se agrupado à SAF e SPC, apresentou menores valores de Ds, maiores valores de porosidade total e DMG, bem como menor teor de silte quando comparada às demais áreas (Quadro 3). Seu agrupamento aos outros sistemas pode ser decorrente de valores próximos de Ds, macroporosidade e DMP quando comparada ao SAF, assim como teores próximos de areia, quando relacionada ao SPC (Quadro 3). Da mesma maneira, SAF e SPC apresentaram valores semelhantes de porosidade total e silte (Quadro 3).

Pezarico (2009), ao comparar sistemas de uso do solo, pode verificar também, na profundidade de 5-10 cm, valores semelhantes de densidade do solo entre as áreas de Mata e sistema agroflorestal.

3.3. Atributos físicos do solo na profundidade de 10-20 cm

Os dois primeiros autovalores (Quadro 5) já explicaram 86,77% da variância dos dados na última profundidade (10-20 cm).

As cargas dos fatores relacionados às variáveis físicas nessa última camada encontram-se no Quadro 2, com destaque para as cargas superiores a 0,7.

QUADRO 5. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	5,31	59,05	5,31	59,05
2	2,49	27,71	7,81	86,77
3	1,19	13,23	9,00	100,00

Analisando o dendrograma de similaridade para os atributos físicos selecionados (Figura 3), pode-se observar a formação de um grupo independente formado por Mata. Num segundo nível, Pastagem destacou-se do agrupamento formado por SAF e SPC, os quais se mantiveram agrupados, indicando similaridade entre si (Figura 3).

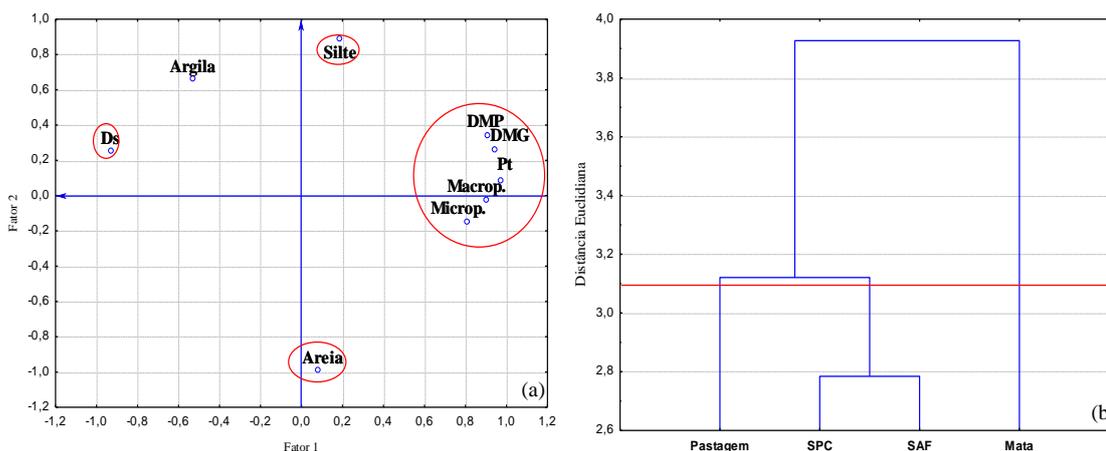


FIGURA 3. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos físicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

A área de Mata destacou-se dos demais sistemas devido seus menores valores de Ds e maiores valores de macroporosidade, microporosidade, porosidade total, DMG, DMP e areia (Quadro 3). Já a área de Pastagem diferiu das demais devido à menor quantidade de areia e maior de silte (Quadro 3).

Os sistemas SAF e SPC, ao apresentarem valores semelhantes de porosidade total e silte (Quadro 3), mantiveram-se agrupados, o que também pode ter ocorrido em decorrência de seus menores valores (embora não semelhantes) de DMG e DMP, quando comparados às áreas de Mata e Pastagem (Quadro 3).

Diante dos agrupamentos formados pelos sistemas em estudo em cada profundidade, por meio dos atributos físicos selecionados, é possível afirmar que Pastagem foi o sistema que se destacou dos demais devido a menor qualidade física do solo, quando relacionada à densidade e porosidade. Entretanto, a qualidade, quando relacionada à estrutura (DMG e DMP), foi menor no sistema SPC, embora agrupado a SAF e Mata na profundidade de 5-10 cm e a SAF em 10-20 cm, devido a outros atributos anteriormente mencionados.

A área de SAF, apesar da diversidade de espécies, nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm agrupou-se ao SPC, o que pode estar relacionado à sua implantação, realizada em anterior área de plantio direto praticado durante mais de dez anos.

3.4. Atributos químicos do solo na profundidade de 0-5 cm

Os dois primeiros autovalores explicaram 95,16% da variabilidade dos dados (Quadro 6) e foram os que melhor representaram o conjunto de variáveis.

QUADRO 6. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	8,01	61,64	8,01	61,64
2	4,36	33,51	12,37	95,16

As cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis químicas avaliadas na profundidade de 0-5 cm encontram-se no Quadro 7, com destaque para as cargas superiores a 0,7.

QUADRO 7. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis químicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

	Fator 1 (0-5 cm)	Fator 2 (0-5 cm)	Fator 1 (5-10 cm)	Fator 2 (5-10 cm)	Fator 1 (10-20 cm)	Fator 2 (10-20 cm)
Variáveis						
MO	0,024039	-0,999589	-0,950958	-0,278604	-0,984973	-0,138457
Al ³⁺	-0,248763	-0,886648	-0,718978	-0,675092	-0,525057	-0,739288
Ca ²⁺	0,989561	-0,141409	0,630010	-0,764205	0,463284	-0,842698
Mg ²⁺	0,999952	0,001721	0,652987	-0,722691	0,513523	-0,812270
K ⁺	-0,482920	0,777727	-0,801677	0,588236	-0,653040	0,742271
P	-0,240418	0,911445	0,744258	0,653532	0,902269	0,345522
pH CaCl ₂	0,985013	0,133669	0,993730	0,046364	0,943424	0,091301
H ⁺ +Al ³⁺	-0,908197	-0,392472	-0,830520	-0,555289	-0,801064	-0,594183
SB	0,997939	-0,019072	0,639234	-0,768959	0,491700	-0,868453
CTC (T)	0,939301	-0,342832	-0,211867	-0,976894	-0,315095	-0,944719
CTC efet.(t)	0,997659	-0,024656	0,573349	-0,818992	0,183279	-0,980404
m%	-0,248763	-0,886648	-0,892658	-0,439934	-0,776213	-0,454871
V%	0,974886	0,198346	0,998275	0,042480	0,987774	-0,152060

MO-Matéria orgânica; Al³⁺-Alumínio; Ca²⁺-Cálcio; Mg²⁺-Magnésio; K⁺-Potássio; P-Fósforo; H⁺+Al³⁺-Acidez potencial; SB – Soma de Bases; CTC (T) – Capacidade de troca de cátions (a pH 7,0); CTC efet.(t)- Capacidade de troca de cátions (Efetiva); m%-Saturação por alumínio; V%-Saturação por bases.

Nota-se a formação de um grupo independente formado por Pastagem, que diferiu dos demais sistemas (Figura 4).

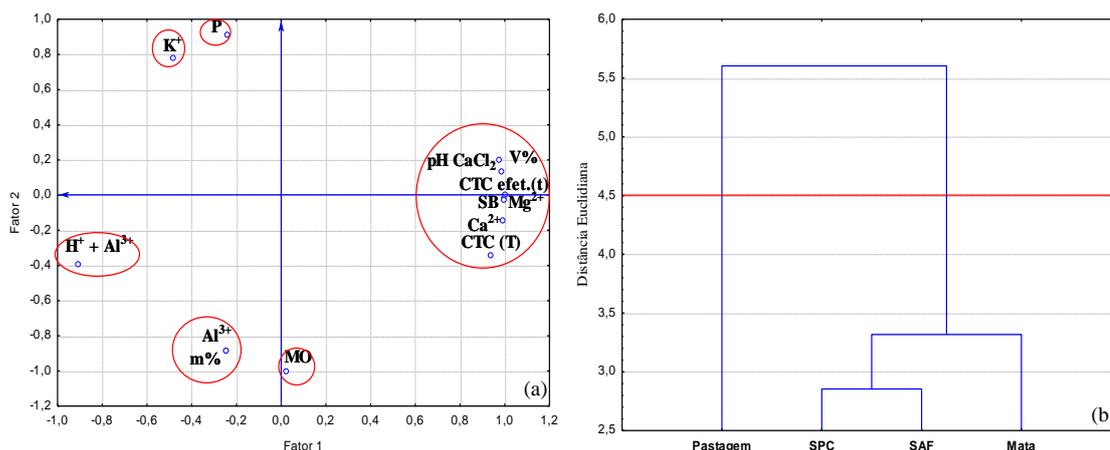


FIGURA 4. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80% desta, de acordo com os atributos químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Por meio das variáveis selecionadas que melhor justificaram esses agrupamentos, verifica-se que Pastagem diferiu dos demais sistemas por apresentar teores mais elevados de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Quadro 8), maior soma de bases e saturação por bases ($V\%$), maior pH do solo, maiores valores de CTC (T) e CTC efet. (t), além de menores valores de acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) (Quadro 8), resultantes da adição de calcário na camada superficial do solo, semelhante ao observado em estudo conduzido por Natele et al (2007).

A área de Mata apresentou maior conteúdo de matéria orgânica, sendo que os menores valores foram encontrados em SPC (Quadro 8), o que também pode ser observado em estudo conduzido por Corrêa (2002), no qual houve grande redução de matéria orgânica nos sistemas de cultivo com preparo intensivo com grade aradora e niveladora e monocultivo de soja, em relação à Mata Nativa.

Entretanto, devido a valores semelhantes de Mg^{2+} , SB , $V\%$, pH e CTC efet. (t) (Quadro 8), Mata agrupou-se às outras áreas (SAF e SPC).

Barreto et al. (2006), ao compararem uma área de Mata Atlântica com áreas de Pastagem e cultura do cacau, também verificaram em Mata os menores valores de pH, cálcio, magnésio e saturação por bases ($V\%$).

QUADRO 8. Atributos químicos do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm dos sistemas avaliados

Sistema	Prof. (cm)	MO g kg ⁻¹	Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	Ca ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	K ⁺ cmol _c dm ⁻³	P mg dm ⁻³	pH CaCl ₂	H ⁺ +Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	CTC (T) cmol _c dm ⁻³	CTC efet.(t) cmol _c dm ⁻³	m %	V %
Mata	0-5	53,54	0,03	5,45	2,75	0,70	4,27	5,23	5,87	8,90	14,77	8,94	0,51	59,52
Mata	5-10	36,60	0,20	3,55	2,03	0,44	2,20	4,78	7,46	6,02	13,47	6,22	3,65	44,64
Mata	10-20	30,28	0,23	2,85	1,70	0,28	1,53	4,60	7,15	4,83	11,97	5,06	5,00	39,93
SAF	0-5	36,60	0,00	4,88	2,70	0,74	13,38	5,18	5,63	8,31	13,94	8,31	0,00	59,54
SAF	5-10	30,45	0,10	4,40	2,23	0,32	8,57	4,93	6,43	6,95	13,37	7,05	1,73	51,98
SAF	10-20	25,90	0,08	4,13	2,00	0,17	4,00	4,68	6,46	6,29	12,75	6,37	1,16	49,23
Pastagem	0-5	36,03	0,00	8,33	4,65	0,71	15,53	6,18	3,07	13,68	16,75	13,68	0,00	81,66
Pastagem	5-10	25,97	0,15	5,18	2,98	0,23	9,30	4,98	6,36	8,38	14,73	8,53	1,78	56,81
Pastagem	10-20	25,02	0,35	4,58	2,78	0,12	5,38	4,78	7,16	7,47	14,62	7,82	4,55	51,08
SPC	0-5	24,62	0,00	4,33	2,45	0,96	39,28	5,25	4,97	8,02	12,99	8,02	0,00	61,78
SPC	5-10	20,64	0,00	3,93	2,27	0,34	27,78	5,00	4,69	6,56	11,25	6,56	0,00	58,19
SPC	10-20	19,26	0,00	3,53	2,17	0,18	15,10	4,93	4,17	5,89	10,06	5,30	0,00	55,23

Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal biodiverso; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.; SPC – Sistema de Plantio Convencional.

3.5. Atributos químicos do solo na profundidade de 5-10 cm

Observa-se no Quadro 9 que a variância dos dados foi explicada em 98,68% pelos dois primeiros autovalores, considerados os de maior relevância.

No Quadro 7 são apresentadas as cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis químicas avaliadas na profundidade de 5-10 cm. As cargas superiores a 0,7 encontram-se em destaque.

QUADRO 9. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	7,69	59,18	7,69	59,18
2	5,13	39,50	12,83	98,68

Por meio das variáveis selecionadas na profundidade de 5-10 cm, as áreas de estudo foram agrupadas conforme dendrograma de similaridade (Figura 5).

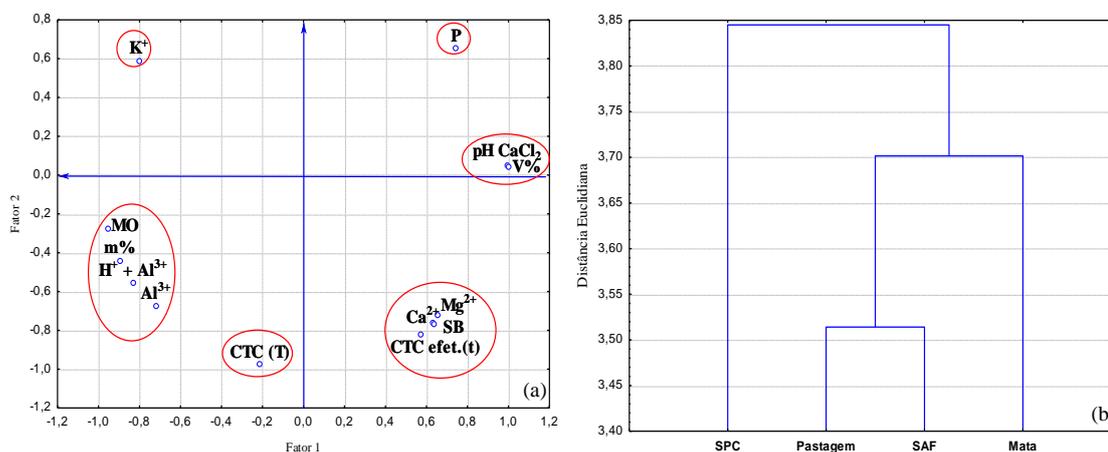


FIGURA 5. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana, de acordo com os atributos químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Novamente, a linha de corte do dendrograma, corresponde a distância 3,1 (80%), não passou pela distância de formação dos agrupamentos dos sistemas (Figura

5). Sendo assim, os mesmos foram considerados independentes quanto aos atributos avaliados.

Pode-se verificar, na profundidade de 5-10 cm, que a área de Pastagem apresentou os maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, CTC efet. (t), assim como os menores de potássio (Quadro 8), o que contribuiu para sua distinção dos demais sistemas.

Já a área de Mata diferiu das demais devido seu maior conteúdo de MO e potássio (Quadro 8), bem como menores teores de fósforo e saturação por bases (V%). Ainda obteve os maiores teores de Al^{3+} , saturação por Al^{3+} (m%) e acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) (Quadro 8).

A área de plantio convencional (SPC) apresentou os menores conteúdos de matéria orgânica, alumínio, CTC (T), acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), além de maiores valores de fósforo, (Quadro 8), distinguindo-se das outras áreas de estudo.

3.6. Atributos químicos do solo na profundidade de 10-20 cm

Os dois primeiros autovalores são os que melhor representaram o conjunto de variáveis, pois explicaram 94,27% da variância dos dados (Quadro 10).

As cargas fatoriais de cada fator relacionadas às variáveis químicas avaliadas localizam-se no Quadro 7.

QUADRO 10. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	6,45	49,61	6,45	49,61
2	5,81	44,66	12,25	94,27

Analisando as variáveis químicas selecionadas, os sistemas em estudo foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 6).

Semelhante à profundidade anterior (5-10 cm), a linha de corte do dendrograma (80%), correspondente a distância 3,2, não passou pela distância de formação dos agrupamentos dos sistemas (Figura 6). Sendo assim, novamente, os mesmos foram considerados independentes quanto aos atributos avaliados.

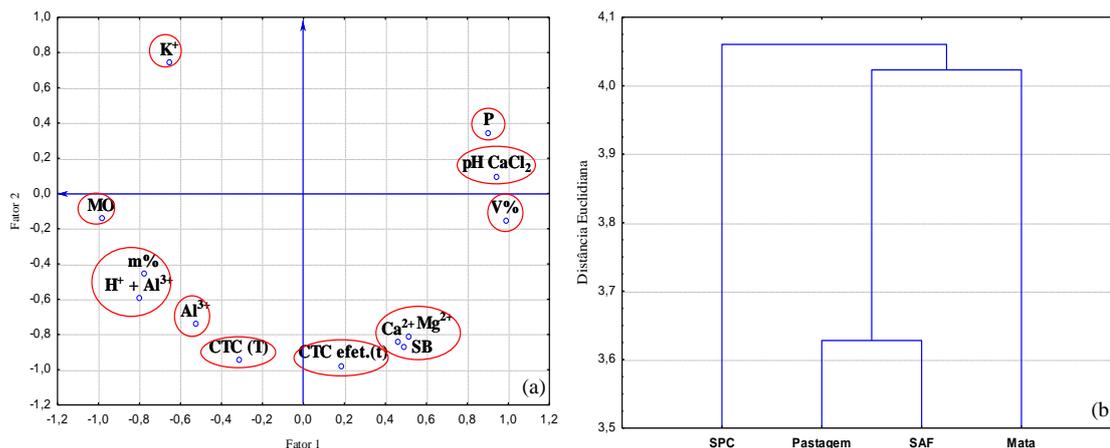


FIGURA 6. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana, de acordo com os atributos químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Pode-se observar que a área de Pastagem, igualmente às profundidades anteriores, apresentou maiores quantidades de Ca^{2+} e Mg^{2+} , bem como maiores valores de SB, CTC (T), CTC efet. (t) e alumínio (Quadro 8), devido a adição superficial de calcário, diferindo das outras áreas.

A área de Mata, ao apresentar maior conteúdo de matéria orgânica, potássio e saturação por alumínio (m%), assim como menores valores de fósforo, Ca^{2+} , Mg^{2+} e saturação por bases (V%) (Quadro 8), também manteve-se distinta dos demais sistemas.

Semelhante à profundidade anterior (5-10 cm), a área de plantio convencional (SPC) apresentou os menores valores de matéria orgânica, CTC (T), alumínio, saturação por Al^{3+} (m%), acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), além de maiores valores de fósforo (Quadro 8), distinguindo-se das outras áreas de estudo, uma vez que as práticas de preparo do solo, como a calagem, além de proporcionar aumento do pH, promove a neutralização do alumínio, resultando ainda em diminuição na capacidade de fixação via precipitação do fósforo (ERNANI et al., 1996).

Análogo à SPC, a área de SAF apresentou os menores valores de alumínio e consequentemente, saturação por Al^{3+} (m%) (Quadro 8).

Considerando os atributos químicos avaliados em cada profundidade de estudo, a área de Mata apresentou apenas os maiores valores de matéria orgânica, o que contribuiu para sua fertilidade do solo. Os maiores teores de bases do solo contribuíram para que Pastagem apresentasse bons indicadores químicos. O sistema de plantio

convencional (SPC), apesar do baixo conteúdo de matéria orgânica e então, menor qualidade química do solo nesse aspecto, apresentou baixos valores de acidez potencial e saturação por alumínio.

Já o SAF, apresentou valores de bases do solo próximos aos valores encontrados em Pastagem.

3.7. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 0-5 cm

A variância dos dados dos atributos físicos e químicos do solo na primeira camada (0-5 cm) foi explicada em 90,58% pelos dois primeiros autovalores, considerados então, os mais relevantes (Quadro 11).

QUADRO 11. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 0-5 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	12,29	55,87	12,29	55,87
2	7,64	34,71	19,93	90,58
3	2,07	9,42	22,00	100,00

As cargas dos fatores relacionados às variáveis físicas e químicas avaliadas localizam-se no Quadro 12.

QUADRO 12. Matriz de fatores, extraída por componentes principais, destacando as variáveis físicas e químicas do solo, nas três profundidades de estudo, com cargas superiores a 0,7 (módulo)

Variáveis	Fator 1 (0-5 cm)	Fator 2 (0-5 cm)	Fator 1 (5-10 cm)	Fator 2 (5-10 cm)	Fator 1 (10-20 cm)	Fator 2 (10-20 cm)
Ds	0,80591	-0,572587	-0,97595	0,206490	-0,96067	0,254916
Macrop.	-0,87393	0,466090	0,71732	-0,422745	0,95836	-0,027166
Microp.	0,82988	0,211455	0,64849	0,367620	0,70987	-0,140626
P _t	-0,56717	0,680660	0,96806	0,065133	0,92363	0,089253
DMG	0,20150	0,868915	0,41244	0,902181	0,96337	0,263608
DMP	0,21597	0,884732	0,48202	0,871936	0,93346	0,344622
MO	-0,14870	0,984278	0,85033	0,498415	0,96949	0,123057
Al ³⁺	-0,41940	0,864123	0,54085	0,829355	0,58049	0,729782
Ca ²⁺	0,94733	0,316241	-0,80009	0,589190	-0,47730	0,850644
Mg ²⁺	0,98427	0,174110	-0,79903	0,545740	-0,46647	0,819619
K ⁺	-0,36497	-0,805102	0,92306	-0,377286	0,65368	-0,752929
P	-0,09956	-0,900187	-0,55946	-0,812542	-0,87344	-0,331801
pH CaCl ₂	0,98530	0,054566	-0,95638	-0,284839	-0,90348	-0,077114
H ⁺ +Al ³⁺	-0,95203	0,208579	0,67023	0,738564	0,79749	0,581566
SB	0,97460	0,201431	-0,80479	0,592541	-0,48168	0,876311
CTC (T)	0,86575	0,500260	-0,03074	0,998965	0,31820	0,939822
CTC efet.(t)	0,97322	0,207107	-0,75243	0,657050	-0,17440	0,983372
m%	-0,41940	0,864123	0,76346	0,642480	0,82714	0,441375
V%	0,98689	-0,011328	-0,95651	-0,281237	-0,98290	0,167817
Areia	-0,98123	0,099634	0,71895	-0,692497	0,09596	-0,992278
Silte	0,96319	0,234145	-0,72318	0,640228	0,11753	0,895002
Argila	0,09821	-0,741003	-0,42281	0,530755	-0,44171	0,653271

Ds – Densidade do solo; Macrop.-Macroporosidade; Microp.-Microporosidade; P_t – Porosidade total; DMG-Diâmetro Médio Geométrico; DMP-Diâmetro Médio Ponderado; MO-Matéria orgânica; Al³⁺-Alumínio; Ca²⁺-Cálcio; Mg²⁺-Magnésio; K⁺-Potássio; P-Fósforo; H⁺+Al³⁺-Acidez potencial; SB – Soma de Bases; CTC (T) – Capacidade de troca de cátions (a pH 7,0); CTC efet.(t)- Capacidade de troca de cátions (Efetiva); m%-Saturação por alumínio; V%-Saturação por bases.

Levando-se em consideração as variáveis selecionadas pela matriz de fatores, os sistemas foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 7).

Pode-se observar (Figura 7) que Pastagem separou-se dos demais sistemas (Mata, SAF e SPC), os quais se agruparam, indicando similaridade entre si.

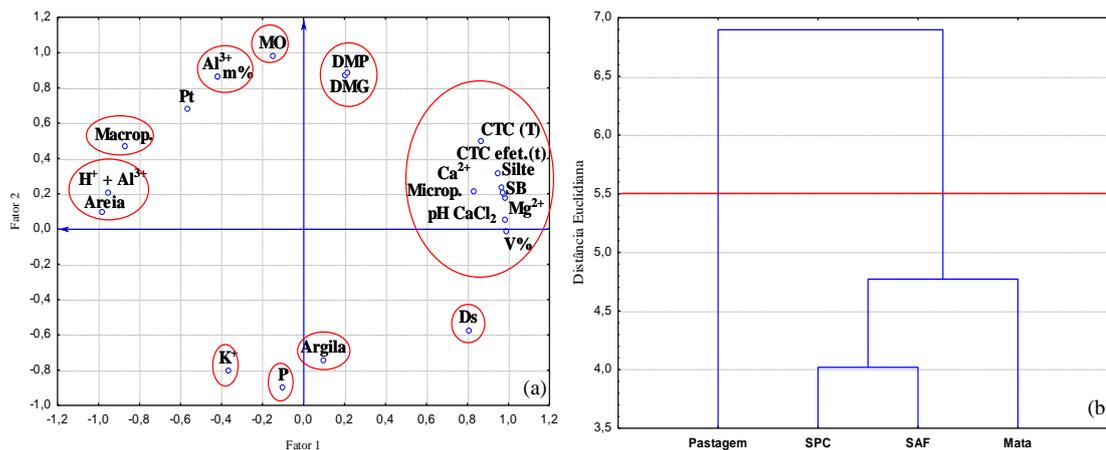


FIGURA 7. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 0-5 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana e a linha de corte a 80%, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Por meio das variáveis selecionadas que melhor justificaram esses agrupamentos, verifica-se que Pastagem diferiu dos demais sistemas por apresentar maior densidade do solo (Ds), menor macroporosidade e maior microporosidade, bem como menor teor de areia e maior teor de silte (Quadros 3 e 8). Diferenciou-se também devido a quantidade mais elevada de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e consequentemente, maiores valores de soma de bases (SB) e saturação por bases (V%). Ainda apresentou valores maiores de pH, CTC (T), CTC efet. (t) e menor acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) (Quadros 3 e 8), o que pode relacionar-se às calagens realizadas neste sistema, sendo a última, executada sem incorporação ao solo.

Muller et al. (2001), estudando a degradação de pastagens na Região Amazônica, também constataram aumento da densidade e redução de macroporosidade na camada superficial do solo em sistema de pastejo intensivo, decorrentes do pisoteio animal. Dias Filho (1998) observou que em áreas com pastagem, o pH, a soma de bases (SB), a CTC efet. (t) e a saturação por bases (V%) da camada superficial do solo permaneceram elevados, sugerindo que, ao se evitar a erosão por meio do manejo adequado da pastagem, as perdas de cátions podem ser mínimas.

A área de Mata, embora tenha se agrupado aos demais sistemas (SAF e SPC), apresentou menores valores de Ds (Quadros 3 e 8) e maiores de macroporosidade do solo, DMG e DMP, possivelmente decorrente de seu maior conteúdo de matéria

orgânica (MO). Entretanto, devido a valores semelhantes de microporosidade, assim como de Mg^{2+} , SB, V%, pH e CTC efet. (t) (Quadros 3 e 8), agrupou-se às outras áreas.

De acordo com Longo et al. (1999), na condição de Mata o solo tende a revelar, de maneira geral, melhor estruturação, ligada aos maiores teores de matéria orgânica decorrentes, provavelmente, de uma conjunção de fatores que consideram diferenças na quantidade e na qualidade do material orgânico incorporado ao solo.

3.8. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 5-10 cm

Os dois primeiros fatores acumularam 92,59% da variância total dos dados (Quadro 13), podendo ser considerados então, os mais expressivos.

QUADRO 13. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 5-10 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	11,98	54,46	11,98	54,46
2	8,39	38,13	20,37	92,59
3	1,63	7,41	22,00	100,00

No Quadro 12 são apresentadas as cargas fatoriais das variáveis físicas e químicas avaliadas, com destaque para as que possuem significância superior a 0,7.

Levando-se em consideração as variáveis selecionadas pela matriz de fatores na profundidade de 5-10 cm do solo, os sistemas em estudo foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 8).

A linha de corte do dendrograma correspondente a distância 3,9 (80%), não passou pela distância de formação dos agrupamentos dos sistemas (Figura 8). Sendo assim, os mesmos foram considerados independentes quanto aos atributos físicos e químicos avaliados.

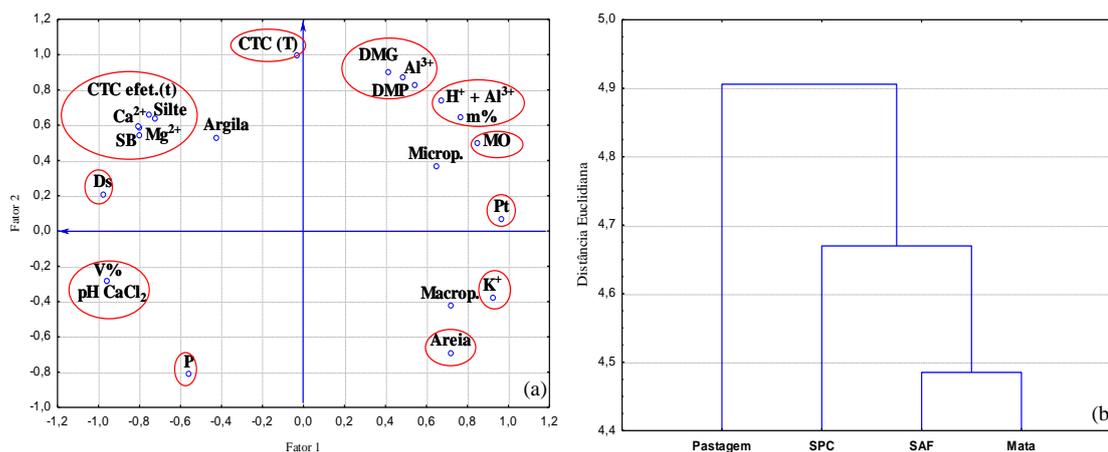


FIGURA 8. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 5-10 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Por meio das variáveis selecionadas, pode-se verificar, na profundidade de 5-10 cm, que Pastagem diferiu dos demais sistemas principalmente pelos maiores valores de Ds, menores de macroporosidade, maiores quantidades de Ca²⁺ e Mg²⁺ e menores de potássio (K⁺) (Quadros 3 e 8). Obteve ainda, maiores valores de SB e CTC efet. (t). Em relação à textura, apresentou o menor teor de areia e o maior teor de silte (Quadros 3 e 8).

Já a área de Mata obteve menores valores de Ds, maiores de P_t, conteúdo de MO bem maior que o apresentado pelos demais sistemas (Quadros 3 e 8), maior quantidade de potássio, maiores valores de m% e menores de V% (Quadros 3 e 8).

O sistema de plantio convencional (SPC) destacou-se dos demais ao apresentar valores bem menores de DMG, DMP, MO e CTC (T), além de valores maiores de fósforo (P) (Quadros 3 e 8), uma vez que sistemas de manejo que adotam revolvimento intensivo de solos afetam o teor de matéria orgânica, um dos principais agentes de formação e estabilização dos agregados. (CORRÊA, 2002).

Em Latossolo Vermelho Distrófico, Oliveira et al. (2004) observaram que a estabilidade de agregados em área de Vegetação Natural foi reduzida em área cultivada sob plantio convencional (SPC), enquanto sob Plantio Direto houve a recuperação de parte da estabilidade perdida pelo preparo intensivo, possivelmente, pelo maior teor de matéria orgânica.

A área de SAF diferenciou-se também das demais por apresentar maior macroporosidade, assim como teores elevados de areia (Quadro 3).

3.9. Atributos físicos e químicos do solo na profundidade de 10-20 cm

O percentual de variância explicada pelos dois primeiros autovalores foi de 90,43% (Quadro 14), sendo estes dois fatores, considerados os mais importantes.

QUADRO 14. Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente, relacionados às variáveis físicas e químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, nos sistemas analisados

Autovalores Extração dos componentes principais				
Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	11,59	52,70	11,59	52,70
2	8,30	37,73	19,89	90,43
3	2,11	9,57	22,00	100,00

As cargas fatoriais de cada fator em relação às variáveis físicas e químicas avaliadas na profundidade de 10-20 cm encontram-se no Quadro 12, com destaque para as cargas superiores a 0,7.

Considerando as variáveis selecionadas pela matriz de fatores (Quadro 12), os sistemas foram agrupados conforme dendrograma de similaridade (Figura 9).

Semelhante à profundidade anterior (5-10 cm), a linha de corte do dendrograma, corresponde a distância 4,5 (80%), não passou pela distância de formação dos agrupamentos dos sistemas (Figura 9). Sendo assim, os mesmos foram considerados independentes quanto aos atributos avaliados.

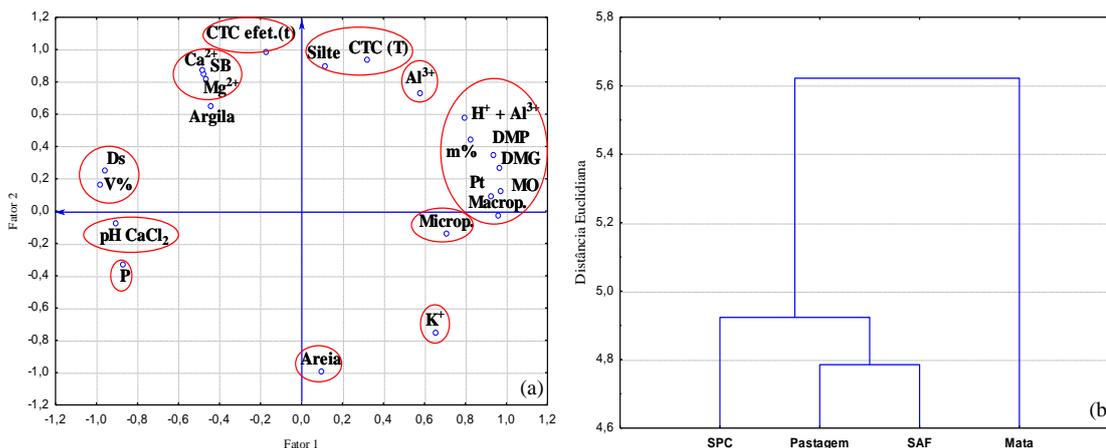


FIGURA 9. (a) Plano fatorial: fator 1 x fator 2, com destaque para os atributos físicos e químicos com cargas $\geq 0,7$, avaliados na profundidade de 10-20 cm. (b) Dendrograma dos sistemas em estudo, mostrando a distância euclidiana, de acordo com os atributos físicos e químicos selecionados. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal; SPC – Sistema de Plantio Convencional; Pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf.

Diante das variáveis selecionadas, pode-se verificar, na profundidade de 10-20 cm, que a área de Pastagem apresentou os maiores valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, V%, CTC (T), CTC efet. (t), assim como teores elevados de silte e muito baixos de areia (Quadros 3 e 8), o que contribuiu para sua distinção dos demais sistemas.

Já a área de Mata diferiu das demais devido seus menores valores de Ds, maiores de macroporosidade, P_t , DMG e DMP, além de seu maior conteúdo de MO, e potássio, bem como menores conteúdos de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Quadros 3 e 8).

A área de SAF destacou-se em seu menor teor de Al^{3+} e saturação por Al^{3+} (m%), o que também se observou em SPC (Quadro 8), o qual apresentou ainda menores valores de acidez potencial, além de maiores valores de fósforo e saturação por bases (Quadro 8). Entretanto, obteve maiores valores de Ds, menores valores de macroporosidade, P_t , DMG, DMP e MO quando comparado aos demais sistemas (Quadros 3 e 8).

Em magnitude variável com o tipo de solo e condições climáticas, sistemas de manejo que adicionam grandes quantidades de resíduos vegetais ao solo e determinam uma baixa intensidade de revolvimento, ao contrário de SPC, aumentam o teor de matéria orgânica, CTC e a estabilidade de agregados (COSTA et al., 2003).

Tendo em vista os atributos físicos e químicos do solo avaliados em cada profundidade, a área de plantio convencional (SPC) apresentou-se com a qualidade física e química do solo inferior a todos os sistemas avaliados. Já a área de Mata,

utilizada como referência, apresentou a melhor qualidade física do solo, bem como os maiores teores de matéria orgânica, o que contribuiu para sua fertilidade do solo. A área de Pastagem, embora com piores indicadores de qualidade física, apresentou bons indicadores de qualidade química do solo.

O SAF, apesar da diversidade de espécies, não apresentou boa qualidade para os atributos avaliados, o que pode relacionar-se à sua instalação, realizada em área anteriormente usada em plantio direto, estabelecido durante mais de dez anos, necessitando então, de um tempo maior para que possa melhorar a qualidade do solo e promover sua sustentabilidade ambiental.

4. CONCLUSÕES

A área de Pastagem, embora com piores indicadores de qualidade física, é sustentável quanto a qualidade química, ao destacar-se em seus teores de bases do solo.

Do ponto de vista físico e químico, o sistema de plantio convencional mostra-se menos sustentável do que os demais sistemas avaliados.

O sistema agroflorestal não se destaca quanto aos atributos estudados, apesar da diversidade de espécies.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. M.; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H. de O.; CARVALHO FILHO, A. de C.; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos. **Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. dos S.; ARAUJO, Q. R. de; 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.

BEEBE, K.R.; PELL, R.J.; SEASHOLT, M.B. **Chemometrics: A practical guide**. New York, John Wiley & Sons, 1998. 348p.

CLAESSEN, M. E. E. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p.203-209, 2002.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3 p.527-535, 2003.

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; JUCKSCHI, I.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.4, p.381-392, 1999.

DIAS-FILHO, M. B. Pastagens cultivadas na Amazônia Oriental Brasileira: processos e causas da degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, 1998. p.135-147.

ERNANI, P. R.; FIGUEIREDO, O. R. A.; BECEGATO, V.; ALMEIDA, J. A. Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, p.159-162, 1996.

FAO (Food and Agriculture Organization). **The den Bosh declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development**. FAO, Rome: 1991. Report of the conference.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods**. 2. ed. 1986. p.425-441. (Agronomy Monograph, 9).

LACERDA, N. B.; ZERO, V. M.; BARILLI, J.; MORAES, M. H.; BICUDO, S. J. Efeito de sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um Nitossolo Vermelho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.686-695, 2005.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R.; RIBEIRO, A. Í. Modificações na agregação do solo decorrentes da introdução de pastagem em áreas de cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.276-280, 1999.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no

sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2461-2470, 2008.

MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, I. P. de; GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.155-161, 2005.

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

NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1475-1485, 2007.

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

PEZARICO, C. R. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. 2009. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

SANTANA, S. C. **Indicadores físicos da qualidade de solos no monitoramento de pastagens degradadas na região sul do Tocantins**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO.

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

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

TORQUEBIAU, E. Sustainability indicators in agroforestry. In: HUXLEY, P. A. (Ed). **Viewpoints and issues on agroforestry and sustainability**. Nairobi: ICRAF, 1989. 14p.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 2005. 215 f. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 965- 969, 2000.

CAPÍTULO 3

MESOFAUNA EDÁFICA DE SISTEMAS DE USO DA TERRA EM DOIS SOLOS DE MATO GROSSO DO SUL

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi avaliar a mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho Distroférico em Mato Grosso do Sul, localizados respectivamente, no assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum e na *Embrapa Agropecuária Oeste*, ambos no município de Dourados. No assentamento Lagoa Grande foram avaliados seis sistemas de uso: três sistemas agroflorestais, denominados SAF 1, 2 e 3; Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e área com fragmento de Vegetação Nativa do bioma Cerrado. Já na Embrapa, foram avaliados quatro sistemas: sistema agroflorestal (SAF); Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e fragmento de vegetação nativa (Mata). As amostras de solo em quatro repetições aleatórias por sistema foram coletadas na profundidade de 0-5 cm, por meio de funis de Berlese modificado. Ácaros e colêmbolos foram identificados em nível de família, para determinação dos índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), diversidade de Simpson (I_s) e equitabilidade de Pielou (J'). Os SAF 1 e 3, em Neossolo Quartzarênico, são mais diversos e, portanto, mais sustentáveis quanto a qualidade biológica do solo, enquanto Pastagem destaca-se com a menor sustentabilidade. Já em Latossolo Vermelho Distroférico, o sistema de plantio convencional mostra-se mais sustentável, sendo o SAF, o sistema menos diverso. Mesmo que com pouco tempo de implantação, os SAF conferem maior sustentabilidade do ponto de vista biológico em Neossolo Quartzarênico do que em Latossolo Vermelho Distroférico.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade; Biodiversidade; Sistemas Agroflorestais.

EDAPHIC MESOFAUNA OF LAND USE SYSTEMS IN TWO SOILS OF MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT – The aim of this work was evaluate the edaphic mesofauna of land use systems in Quartz-sand Neosol and Distrofic Oxisoil on Mato Grosso do Sul, located respectively, at Lagoa Grande settlement, Itahum District and at *Embrapa Agropecuária Oeste*, both in Dourados City. At Lagoa Grande settlement were evaluated six systems of use: three agroforestries systems, named SAF 1, 2 and 3; cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and area with scrap of Native Cerrado Biome. At Embrapa, were evaluated four systems: agroforetry system (SAF); cultivated pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf.; conventional tillage system (SPC) and scrap of native vegetation (Mata). The samples of soil in four random repetitions were collected at 0-5 cm of depth, by using modified Berlese funnels. Mites and springtails were identified at family level to determine Shannon-Weaner (H') diversity indexes, Simpson (Is) diversity and Pielou (J') equitability. The SAF 1 and 3, on Quartz-sand Neosol, are more diverse, and therefore, more sustainable as soil biological quality, while pasture featuring with less sustainability. On Distrofic Oxisoil, the conventional tillage system shows itself more sustainable, being SAF the system with less diversity. Even with few time of implantation, the SAF confer more biological sustainability for Quartz-sand Neosol than Distrofic Oxisoil.

Keywords: Sustainability indicators; Biodiversity; Agroforestries Systems.

1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista ecológico, a concepção de agricultura sustentável deve buscar a coexistência de práticas agrícolas e de preservação ambiental da paisagem e especialmente da biodiversidade e dos mananciais de água, diminuindo dessa forma os impactos negativos da agricultura (RHEINHEIMER et al., 2003), uma vez que o manejo do solo compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas inadequadamente, podem levar à sua degradação física, química e biológica, diminuindo seu potencial produtivo (FERNANDES, 2006).

Uma vez que o ambiente dos organismos do solo gera um ecossistema, este pode ser influenciado por algumas combinações de fatores de uso da terra (MINOR e

CIANCIOLO, 2007), resultando numa mudança súbita no nicho ecológico, pois a quantidade de resíduos vegetais que serve de alimentos para os organismos edáficos, em muitas práticas agropecuárias, é reduzida (BRADY, 1989). Por outro lado, práticas conservacionistas tendem a contribuir com a atividade metabólica da biota do solo, melhorando também suas condições físicas e químicas (GLAESER, 2008).

Neste contexto, dentre os modelos alternativos sustentáveis e de princípios agroecológicos, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAF) (DANIEL, 1999), que buscam a formação de um sistema produtivo cuja dinâmica leva ao aumento da biodiversidade (VAZ, 2000).

Como o uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais atuam diretamente sobre a população da fauna do solo (HOFFMANN et al., 2009), ela é utilizada como importante indicador biológico de qualidade do solo, podendo ser útil na avaliação de agroecossistemas degradados, uma vez que a diversidade de organismos existentes demonstra indiretamente as condições ambientais da área (JACOBS et al., 2007; WINK et al., 2005).

Da fauna, destaca-se a mesofauna edáfica (organismos entre 0,2 a 2,0 mm), que de acordo com Singh e Pillai (1975), possui como grupos mais abundantes os Acari e Collembola, constituindo juntos de 72 a 97% dos indivíduos da fauna total de artrópodos do solo.

As principais atividades desses organismos são a decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia e produção de complexos que causam agregação do solo (HOFFMANN et al., 2009). Diante desses benefícios, as medidas de diversidade, como os índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou, que são os mais utilizados para tal finalidade (ALMEIDA, 2010), podem servir como indicadores de equilíbrio de sistemas ecológicos, funcionando como ferramentas para o seu manejo (MACHADO et al., 2005).

Dentre as classes de solos mais representativas dos Cerrados destacam-se os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos (PRADO, 2001). Os primeiros representam os solos de maior potencial agrícola e estabilidade ambiental. Entretanto, os Neossolos Quartzarênicos, por serem muito arenosos, apresentam sérias limitações com respeito ao armazenamento de água e nutrientes (SÁ, 2007), o que reduz a ocorrência e diversidade de organismos edáficos.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho Distroférico em Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As áreas experimentais são descritas separadamente de acordo com os solos em estudo.

2.1. Sistemas de uso da terra em Neossolo Quartzarênico

Os sistemas em estudo localizam-se no Assentamento Lagoa Grande, Distrito de Itahum, Município de Dourados-MS, entre as latitudes 21° 59' 30" S e 22° 00' 00" S e longitudes 55° 19' 00" W e 55° 19' 45" W, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006). O clima, segundo classificação climática de Köppen é do tipo Cwa, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As precipitações anuais são irregulares, variando de 1000 a 1500 mm (FIETZ e FISCH, 2009).

Foram avaliados seis sistemas de uso da terra: três sistemas agroflorestais, aqui denominados SAF 1, SAF 2 e SAF 3; Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e área com fragmento de Vegetação Nativa do bioma Cerrado, sendo este último empregado como referência por se tratar de um sistema em equilíbrio e sem histórico de intervenção humana.

O SAF 1 tinha três anos de idade e foi implantado em local onde antes havia pastagem de *B. decumbens* Stapf. durante mais de trinta anos, com indícios de degradação. Antes de sua instalação, foi realizada uma gradagem e cultivo de adubos verdes, como feijão-de-porco, crotalária, guandu e mucuna, nas entrelinhas das árvores durante um ano. Atualmente, esse SAF apresenta vegetação arbórea composta por 31 espécies (Apêndice C).

O SAF 2 tinha quatro anos e foi instalado em área onde existiam apenas espécies arbóreas e arbustivas nativas. Posteriormente, houve o plantio de abacaxi, em cujas entrelinhas introduziu-se novos indivíduos arbóreos, totalizando 64 espécies (Apêndice C). Na área ainda existe alta densidade de braquiária.

No local onde o SAF 3 foi implantado havia produção de culturas anuais. Primeiramente, cultivou-se o milho após gradagem e adubação do solo com cama de frango e esterco bovino. Em seguida, plantou-se mandioca e cana-de-açúcar, tendo esta

permanecido cinco anos, até a instalação do SAF, que possuía três anos no momento da coleta de dados, constituindo-se por 61 espécies arbóreas (Apêndice C), dentre as quais, destacam-se as frutíferas usuais em pomares domésticos, além de cafeeiro em produção.

A área de Pastagem de *B. decumbens* tinha três anos de idade e havia sido anteriormente cultivada com cana-de-açúcar. O preparo da área constituiu-se de gradagem e adubação do solo com cama de frango e esterco.

Na área de plantio convencional (SPC) foram realizadas inicialmente uma gradagem e incorporação de 6 t ha⁻¹ de calcário e 12 t ha⁻¹ de cama de frango, com posterior plantio de arroz, mandioca, feijão, milho, gergelim branco e feijão japonês. Após colheita destas culturas, realizou-se nova gradagem, cultivando-se cana-de-açúcar durante os três últimos anos.

2.2. Sistemas de uso da terra em Latossolo Vermelho Distroférico

Os sistemas em estudo localizam-se no campo experimental da *Embrapa Agropecuária Oeste*, município de Dourados-MS, entre as latitudes 22° 17' 00" S e 22° 17' 30" S e longitudes 54° 48' 30" W e 54° 49' 00" W, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. O clima, segundo classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, definido como clima temperado com inverno seco e verão chuvoso (AMARAL et al., 2000).

Foram avaliados quatro sistemas de uso da terra: sistema agroflorestal (SAF); Pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* Stapf.; sistema de plantio convencional (SPC) e fragmento de vegetação nativa (Mata), sendo este último empregado como referência por se tratar de um sistema em equilíbrio.

O SAF foi implantado em local onde durante mais de dez anos praticou-se o sistema de plantio direto. A área permaneceu em pousio, sem realização de nenhuma prática de manejo do solo, durante dois anos. Posteriormente, o SAF, que no momento da coleta de dados possuía dois anos e seis meses, constituindo-se por 23 espécies arbóreas (Apêndice D), foi instalado em linhas. Nas entrelinhas, plantou-se o adubo verde feijão-guandu, que permaneceu no sistema pelos dois primeiros anos.

Já para a implantação da área de Pastagem, realizada há quinze anos, foram incorporados calcário e adubo. Mais recentemente, no ano agrícola 2006/2007, realizou-se nova calagem, porém sem a incorporação.

A área de plantio convencional (SPC), no ano agrícola 2008/2009, foi cultivada com soja (safra de verão), empregando-se 300 kg ha⁻¹ do adubo 00-20-20 (NPK). No inverno de 2009, sem adubação, cultivou-se nabo forrageiro para fins de cobertura do solo, sendo que, no momento de avaliação do sistema, a área encontrava-se em pousio.

A área com vegetação nativa (Mata) é classificada como Floresta Estacional Semidecidual. Foi parcialmente degradada devido a extração seletiva das maiores árvores e há mais de vinte anos vem se regenerando, livre de ação antrópica.

2.3. Amostragens e determinação da mesofauna edáfica

As amostragens da mesofauna edáfica foram realizadas em setembro de 2009. A técnica empregada envolveu coleta de solo de quatro amostras aleatórias em cada sistema avaliado, na profundidade de 0-5 cm, utilizando funil de Berlese modificado, com capacidade de 220 cm³ de solo (BZUNECK e SANTOS, 1991).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos para minimizar as perdas de umidade e em seguida instaladas em mesas expositoras equipadas com lâmpadas de 25W como fonte de luz e calor, permanecendo por sete dias no Laboratório de Entomologia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

À medida que o solo perdeu a umidade se tornou desfavorável à presença desses organismos, os quais procuraram as camadas mais profundas da amostra acondicionada nos funis, sendo então coletados em líquido conservante (solução de 75% de álcool, 23% de água destilada e 2% de glicerina).

A triagem e identificação dos organismos (em nível de famílias) foram realizadas com o auxílio de microscópio estereoscópico, microscópio óptico e chaves de identificação de Balogh (1972), Krantz (1975) e Jordana e Arbea (1989).

Os organismos imaturos também foram quantificados e considerados como um novo grupo (família).

Na avaliação do comportamento ecológico da mesofauna, mensurou-se o número total de indivíduos presente em cada família identificada e comparou-se os sistemas de uso por meio dos índices de diversidade de Shannon-Weaner (H'), diversidade de Simpson (Is) e equitabilidade de Pielou (J') (BROWER e ZAR, 1977; BROWER e ZAR, 1984):

Para o cálculo desses índices, utilizou-se o somatório do número de famílias (e indivíduos) das quatro amostras coletadas em cada sistema de uso da terra.

O índice de diversidade de Shannon (H') foi definido como:

$$H' = \frac{N \times \ln(N) - \sum_{i=1}^n [n_i \times \ln(n_i)]}{N}$$

Onde: N=número total de indivíduos amostrados; n=número de famílias amostradas; n_i=número de indivíduos da família i; ln=logaritmo natural.

Este índice associa a riqueza de indivíduos com a uniformidade entre as famílias para determinar qual o tratamento apresenta maior diversidade (ROVEDDER et al., 2004), existindo grande preferência de sua aplicação utilizando-se o logaritmo natural (ln) (ARRUDA, 2002).

Já o índice de diversidade de Simpson (Is) foi obtido por meio das fórmulas:

$$I_s = 1 - L \qquad L = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Onde: N=número total de indivíduos amostrados; n=número de famílias amostradas; n_i=número de indivíduos da família i.

O índice de equitabilidade de Pielou (J') representa a proporção da diversidade de famílias encontradas na amostragem atual em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir (BROWER e ZAR, 1984), e foi calculado por:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} \qquad H'_{\max} = \ln(n)$$

Onde: n=número de famílias amostradas; H'=Índice de Shannon-Weaner.

No cálculo de J' dos sistemas de uso da terra localizados em Neossolo Quartzarênico, utilizou-se o valor de H'_{max} obtido pela Vegetação Nativa, por se tratar de um sistema em equilíbrio e sem histórico de intervenção humana, adotado então, como referência de diversidade máxima.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Neossolo Quartzarênico

Considerando todos os sistemas de estudo, as famílias de ácaros pertencentes à subordem Cryptostigmata foram encontradas em maior número (Quadro 1), o que também foi observado por Glaeser (2008). Já as famílias das subordens

Astigmata e Prostigmata tiveram menor ocorrência (Quadro 1), semelhante ao observado por Ducatti (2002). Para colêmbolos, as famílias pertencentes às ordens Entomobryomorpha e Poduromorpha foram as mais abundantes (Quadro 1).

QUADRO 1. Famílias de ácaros e colêmbolos e número total de indivíduos amostrados nos sistemas SAF 1, 2, 3, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Vegetação Nativa (Veg. Nativa), localizados no distrito de Itahum, município de Dourados, MS

CLASSE ARACHNIDA		
ORDEM ACARIFORME		
SUBORDEM Astigmata	Sistema	Nº total de Indivíduos
Acaridae	SAF 3	4
Carpoglyphidae	SAF 1	1
Saproglyphidae	SAF 1	1
SUBORDEM Cryptostigmata		
Archeonothridae	SAF 1	1
Brachychthoniidae	Veg. Nativa, SAF 1, 2, 3	68
Epilohmanniidae	Veg. Nativa	1
Haplochthoniidae	Veg. Nativa, SAF 3	3
Haplozetidae	Veg. Nativa	1
Microzetidae	Veg. Nativa, SAF 1	2
Multoribulidae	Veg. Nativa	1
Oppiidae	Veg. Nativa, SAF 2	10
Phthiracaridae	Veg. Nativa	3
Plateremaeidae	Veg. Nativa, SAF 1	2
SUBORDEM Prostigmata		
Rhagidiidae	Veg. Nativa, SAF 1, 2, 3	27
Tarsonemidae	SAF 1, 3	4
Tetranychidae	Veg. Nativa	1
ORDEM PARASITIFORME		
SUBORDEM Mesostigmata		
Arctacaridae	SAF 3	1
Ascidae	SAF 3	3
Macrochelidae	SAF 1	1
Parasitidae	Pastagem, SAF 1, 3	9
Rhodacaridae	Veg. Nativa, SPC, SAF 1, 2, 3	71
CLASSE COLLEMBOLA		
ORDEM ENTOMOBRYOMORPHA		
Entomobryidae	Veg. Nativa, SAF 3	7
Isotomidae	Veg. Nativa, SAF 1, 3	29

Continua...

QUADRO 1 – Cont.

ORDEM PODUROMORPHA		
Hypogastruridae	Veg. Nativa	1
Onychiuridae	Veg. Nativa, SAF 1, 3	90
ORDEM SYMPHYPLEONA		
Sminthuridae	SAF 1	6

Veg. Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais.

Sautter et al. (1999) também encontraram colêmbolos Entomobryidae e Isotomidae (ordem Entomobryomorpha) em maior número, quando o estágio de desenvolvimento das culturas formou uma boa cobertura do solo.

A área de Vegetação Nativa apresentou no total 17 famílias (considerando ácaros e colêmbolos imaturos), totalizando 68 indivíduos (Figura 1). Dentre os SAF, SAF 1 apresentou o maior número de famílias (quinze), com total de 332 indivíduos. Já SAF 2 obteve apenas cinco famílias, com 83 indivíduos, e o SAF 3, com treze famílias, totalizou 104 indivíduos (Figura 1). Todos os SAF, assim como Vegetação Nativa, apresentaram maior densidade (ocorrência) de indivíduos imaturos, sendo superior, especialmente no SAF 1 (Figura 1).

A área de Pastagem apresentou apenas uma família de ácaro (Parasitidae), com um indivíduo, sendo que o SPC, igualmente, demonstrou uma baixa riqueza, com uma família de ácaro identificado (Rhodacaridae) e alguns imaturos, totalizando cinco indivíduos (Figura 1).

Em ambientes amplamente manejados, tanto por pisoteio de gado ou pelo uso de maquinário pesado, ocorre uma menor diversidade e abundância de organismos da mesofauna (MUSSURY et al., 2002). Por outro lado, quando ocorrem incrementos de matéria orgânica esta população tende a aumentar (AQUINO et al., 2000).

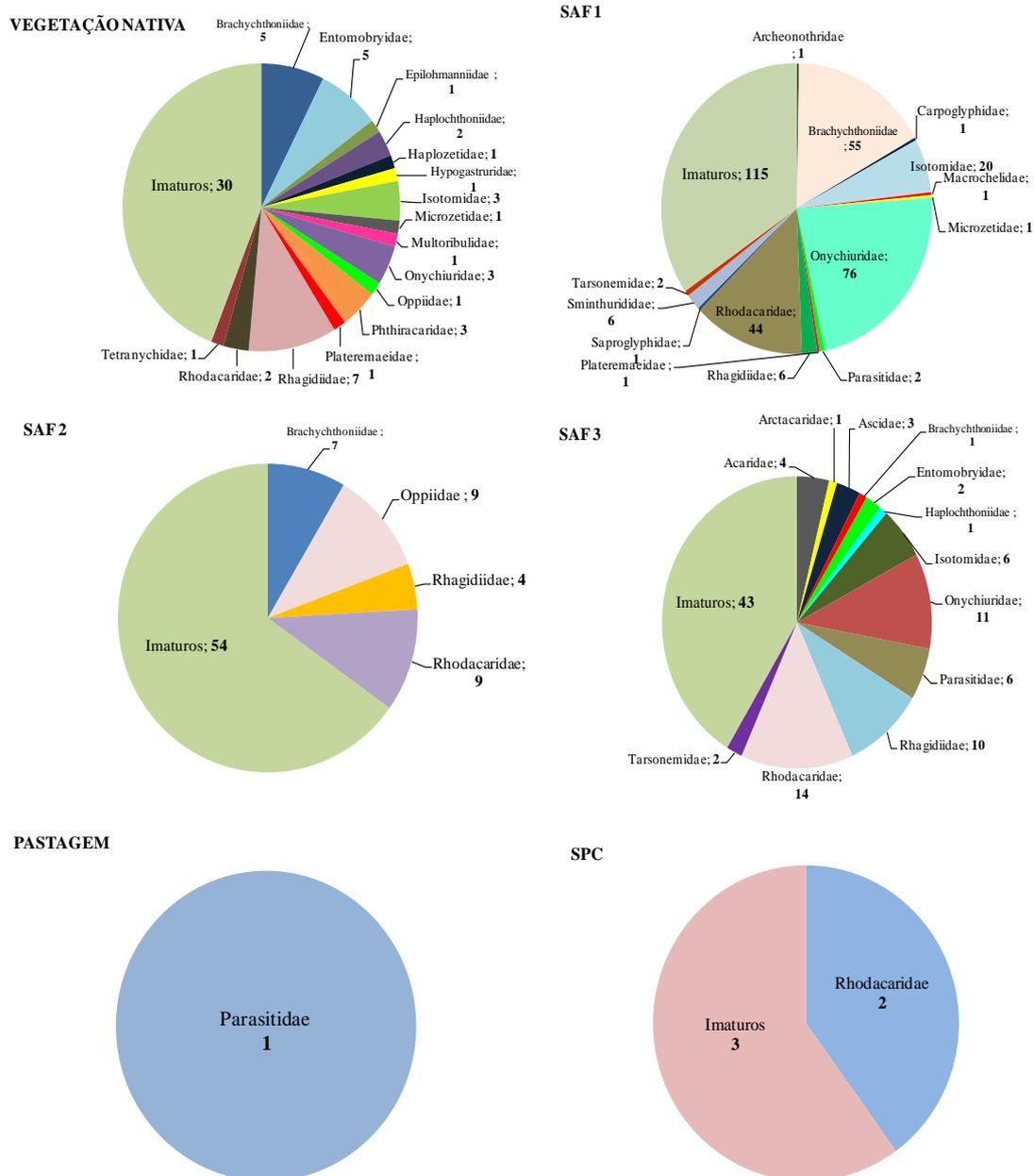


FIGURA 1. Distribuição das famílias de ácaros e colêmbolos amostradas nos sistemas SAF 1, 2, 3, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Vegetação Nativa, localizados no distrito de Itahum, município de Dourados, MS. Vegetação Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais.

Ao avaliar a diversidade de famílias pelo índice de Shannon-Weaner (H'), observou-se o maior valor na área de Vegetação Nativa e o menor em Pastagem (Quadro 2), corroborando com Hoffmann et al. (2009), que observaram que os sistemas de cultivo, dentre eles a Pastagem, influenciaram na mesofauna edáfica, diminuindo sua densidade e diversidade em relação à área de Mata Nativa.

QUADRO 2. Índice de Shannon-Weaner (H'), índice de Simpson (Is) e índice de Pielou (J') para os sistemas SAF 1, 2, 3, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Vegetação Nativa (Veg. Nativa), localizados no distrito de Itahum, município de Dourados, MS

Sistema	Índice		
	H'	Is	J'
Veg. Nativa	2,096	0,786	0,740
SAF 1	1,751	0,781	0,618
SAF 2	1,116	0,550	0,394
SAF 3	1,941	0,788	0,685
Pastagem	0,000	0,000	0,000
SPC	0,673	0,600	0,238

Veg. Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais.

Entre os SAF, SAF 3 apresentou a maior diversidade (Quadro 2), seguido de SAF 1 e por último o SAF 2, tendo em vista a superioridade de indivíduos imaturos em relação às demais famílias identificadas neste último sistema (Figura 1), uma vez que a diversidade está associada a uma relação entre o número de famílias e a distribuição do número de indivíduos entre as famílias (WALKER, 1989).

Em estudo de Rovedder et al. (2009), os tratamentos que apresentaram o predomínio de organismos em determinado grupo, notadamente Colembolla e Hymenoptera, reduziram a igualdade entre grupos e, conseqüentemente, apresentaram menores índices de diversidade.

Por meio do índice de diversidade de Simpson (Is), SAF 3, Vegetação Nativa e SAF 1, respectivamente, apresentaram-se superiores (Quadro 2). Os menores valores foram encontrados em SPC, SAF 2 e Pastagem (Quadro 2).

O índice de equitabilidade de Pielou (J'), calculado para a estimativa da diversidade clímax dos sistemas, demonstrou que SAF 3 e SAF 1, respectivamente, estão mais próximos de Vegetação Nativa (usada como referência de diversidade máxima), sendo que SAF 2, SPC e Pastagem, com os menores valores, mostraram-se ainda muito distantes de adquirirem uma satisfatória diversidade de mesofauna edáfica (Quadro 2).

As práticas agrícolas, como os monocultivos de cana-de-açúcar em SPC e de *B. decumbens* em Pastagem, influenciam decisivamente na população de organismos. As modificações no ambiente ocasionadas por esses tipos de cultivos, reduzem drasticamente a quantidade e diversidade de resíduos vegetais que servem de alimentos

para os organismos edáficos (BRADY, 1989), diminuindo a densidade e variedade da fauna em comparação a ecossistemas não cultivados (HOLT et al., 1993).

Apesar da diversidade de espécies, SAF 2 possui, como já mencionado, alta densidade de braquiária em avançado estágio de desenvolvimento, distribuída uniformemente, proporcionando alta cobertura do solo. Sendo assim, a variedade de resíduos vegetais originada por este sistema também é reduzida, ocasionando conseqüentemente, o decréscimo da fauna edáfica.

Diante disso, pode-se dizer que SAF 3 e SAF 1, por apresentarem cobertura do solo formada por resíduos vegetais de espécies diversificadas, foram os sistemas agroflorestais com a maior diversidade de mesofauna. Isso demonstra a maior sustentabilidade quanto a qualidade biológica do solo destes sistemas, tendo em vista que a variedade de ácaros e colêmbolos pode ser utilizada como bioindicadora das condições ambientais (LOPES ASSAD, 1997).

3.2. Mesofauna edáfica de sistemas de uso da terra em Latossolo Vermelho Distroférico

Semelhante aos sistemas de estudo localizados em Neossolo Quartzarênico, as famílias de ácaros pertencentes à subordem Cryptostigmata foram encontradas em maior número, sendo que as das subordens Prostigmata e Mesostigmata tiveram menor ocorrência (Quadro 3). Em relação aos colêmbolos, as famílias da ordem Entomobryomorpha apresentaram-se mais abundantes (Quadro 3).

QUADRO 3. Famílias de ácaros e colêmbolos e número total de indivíduos amostrados nos sistemas SAF, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Mata, localizados na *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS

CLASSE ARACHNIDA		
ORDEM ACARIFORME		
SUBORDEM Astigmata	Sistema	Nº total de Indivíduos
Saproglyphidae	SPC	2
SUBORDEM Cryptostigmata		
Basilobelbidae	SAF	2
Brachychthoniidae	SPC	19
Epilohmanniidae	SAF	2
Galumnidae	Mata, SPC	4

Continua...

QUADRO 3. Cont.

Haplochthoniidae	SPC	1
Malaconothridae	Pastagem, SPC	4
Microtegeidae	Pastagem	2
Microzetidae	Mata, SPC	5
Nothridae	Pastagem	1
Opiidae	SAF, SPC	13
Oribatellidae	SAF, SPC	4
Oribatulidae	SAF, Pastagem, SPC	27
Phthiracaridae	Pastagem, SPC	2
Plateremaeidae	Mata	1
Scheloribatidae	Mata, SAF, Pastagem, SPC	31
SUBORDEM Prostigmata		
Nanorchestidae	SAF, SPC	7
Paratydeidae	SPC	1
Rhagidiidae	Mata, Pastagem, SPC	48
Scutacaridae	Pastagem	1
Stigmaeidae	Mata, SAF, SPC	14
Tarsonemidae	Mata	1
ORDEM PARASITIFORME		
SUBORDEM Mesostigmata		
Ameroseiidae	SPC	1
Ascidae	SPC	1
Microgyniidae	Mata, SPC	4
Parasitidae	SPC	7
Phytoseiidae	Mata	1
Rhodacaridae	SAF, Pastagem, SPC	46
CLASSE COLLEMBOLA		
ORDEM ENTOMOBRYOMORPHA		
Cyphoderidae	SAF	1
Entomobryidae	Mata, SPC	48
Isotomidae	Mata, SAF, Pastagem	99
Paronellidae	Mata	2
ORDEM PODUROMORPHA		
Onychiuridae	Mata, Pastagem	8
ORDEM SYMPHYPLEONA		
Katiannidae	SAF, Pastagem	2
Sminthuridae	SPC	1

Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestral biodiverso.

A área de Mata apresentou 14 famílias (considerando ácaros e colêmbolos imaturos), num total de 108 indivíduos. O SAF, com 13 famílias, totalizou 171 representantes da mesofauna (Figura 2), sendo que a área de Pastagem, com o mesmo

número de famílias, obteve 108 indivíduos, coincidente à Mata. Já o SPC obteve o maior número de famílias (23) e representantes, com 308 indivíduos (Figura 2).

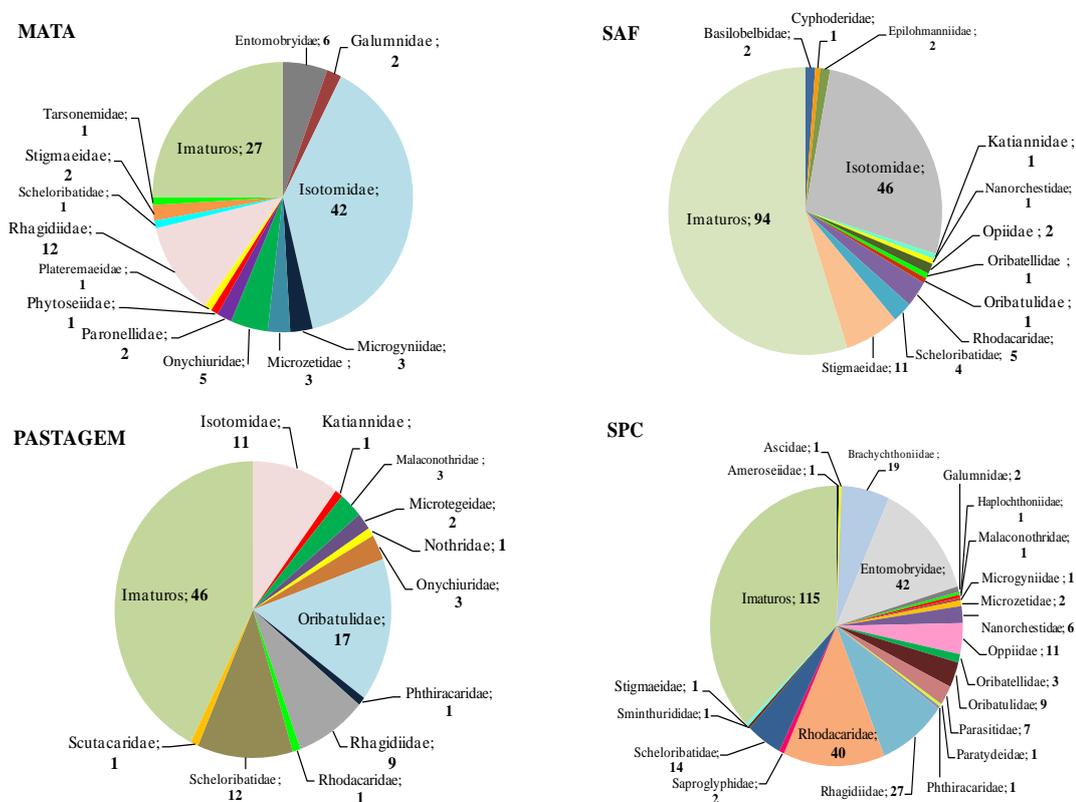


FIGURA 2. Distribuição das famílias de ácaros e colêmbolos amostradas nos sistemas SAF, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Mata, localizados na *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS. Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal biodiverso.

Os sistemas SAF, Pastagem e SPC apresentaram maior densidade (ocorrência) de indivíduos em imaturos (Figura 2), sendo que Mata obteve maior abundância na família de colêmbolos Isotomidae (Figura 2), uma vez que os colêmbolos são amplamente distribuídos e abundantes na serapilheira (ANTONIOLLI et al., 2006).

Ao analisar a diversidade de famílias pelo índice de Shannon-Weaner (H'), observou-se superioridade para o SPC, seguido de Mata e Pastagem (Quadro 4). O SAF demonstrou a menor diversidade (Quadro 4), o que pode estar relacionado à densidade muito elevada de imaturos e Isotomidae, respectivamente, em relação às demais famílias (Figura 2), visto que o índice H' é máximo quando os objetos de estudo têm igual

número de indivíduos e se aproxima de seu valor mínimo se os indivíduos apresentarem menor igualdade (IBÁÑEZ et al., 1995).

QUADRO 4. Índice de Shannon-Weaner (H'), índice de Simpson (I_s) e índice de Pielou (J') para os sistemas SAF, Pastagem, Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Mata, localizados na *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS

Sistema	Índice		
	H'	I_s	J'
Mata	1,855	0,773	0,703
SAF	1,356	0,623	0,529
Pastagem	1,828	0,769	0,713
SPC	2,126	0,811	0,678

Mata – área de Floresta Estacional Semidecidual; SAF – Sistema Agroflorestal biodiverso.

Por meio do índice de diversidade de Simpson (I_s), verificaram-se os mesmos resultados obtidos pelo índice anterior (H'), sendo SPC e SAF os sistemas com maior e menor diversidade, respectivamente (Quadro 4).

O índice de equitabilidade de Pielou (J') demonstrou que Pastagem e Mata, logo seguidos de SPC, estão mais próximos de suas diversidades máximas do que SAF (Quadro 4).

Os maiores índices de diversidade de famílias encontrados em SPC podem estar relacionados ao fato da área ter sido cultivada com o adubo verde nabo forrageiro, logo antes da coleta das amostras, o que pode ter favorecido a manutenção e multiplicação dos indivíduos, uma vez que a cobertura vegetal propicia fonte de alimentos, maior retenção de umidade e amenização da temperatura do solo, contribuindo para o desenvolvimento das comunidades biológicas (DRESCHER et al., 2007).

Segundo Melo e Ligo (1999), ácaros e colêmbolos se distribuem no solo em função de fatores edáficos e ambientais, e quando realizada a adubação orgânica, esses organismos podem atuar de forma mais intensa nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes (CULIK et al., 2002), o que foi comprovado por Sampaio et al. (2008), que observaram maior atividade biológica decorrente da aplicação de compostos orgânicos, e por Sganzerla et al. (2010), que verificaram maior ocorrência de

colêmbolos na superfície do solo, ocasionada provavelmente, segundo os autores, pela existência de uma massa de resíduos orgânicos.

Já os baixos índices observados em SAF podem ser explicados pelo tempo de implantação deste sistema (apenas dois anos e seis meses), quando relacionado aos demais, que são mais antigos. Diante disso, SAF precisa de um período maior para que possa promover o desenvolvimento da mesofauna do solo, melhorando sua sustentabilidade do ponto de vista biológico e conseqüentemente, ambiental. Isso é o que se espera, já que os sistemas implantados na *Embrapa Agropecuária Oeste* estão localizados sobre solos de melhor qualidade do que aqueles do assentamento Lagoa Grande e, neste caso, conforme já foi discutido, os dados da Vegetação Nativa e dos três SAF estudados demonstraram superioridade ao Plantio Convencional e à Pastagem.

4. CONCLUSÕES

Os SAF 1 e 3, em Neossolo Quartzarênico, são mais diversos e, portanto, mais sustentáveis quanto a qualidade biológica do solo, enquanto Pastagem destaca-se com a menor sustentabilidade. Já em Latossolo Vermelho Distroférico, o sistema de plantio convencional mostra-se mais sustentável, sendo o SAF, o sistema menos diverso.

Mesmo que com pouco tempo de implantação, os SAF conferem maior sustentabilidade do ponto de vista biológico em Neossolo Quartzarênico do que em Latossolo Vermelho Distroférico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. X. **Fauna edáfica, decomposição foliar e Liberação de nutrientes em área de Caatinga do Curimataú da Paraíba, Brasil.** 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

AMARAL, J. A. M.; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H. de O.; CARVALHO FILHO, A. de C.; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos. **Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Dourados, MS.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).

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

AQUINO, A. M. de; MERLIM, A. de O.; CORREIA, M. E. F.; MERCANTE, F. M. Diversidade da macrofauna do solo como indicadora de sistemas de plantio direto para a região Oeste do Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 24., REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6., REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: SBCS, 2000. 3p. CD ROM. FERTBIO 2000.

ARRUDA, L. **Fitossociologia de floresta estacional semidecidual em Dourados, MS.** 2002. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

BALOGH, J. **The Oribatid genera of the world.** Budapeste: Akademia Kiadó, 1972. 188p.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Biotic sampling methods, In: **Field and laboratory methods for general ecology.** Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers, 1977. p. 65-105.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology.** 2 ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1984. 226 p.

BZUNECK, H. L.; SANTOS, H. R. dos. Efeitos de dois Sistemas de Preparo do Solo e Sucessões de Cultura, na População de Ácaros Galumnidae (Cryptostigmata). **Revista Ciência Agrária.** v.11, n.1-2, 1991.

CULIK, M. P.; SOUZA, J. L. de; VENTURA, J. A. Biodiversity of Collembola in tropical agricultural environments of Espírito Santo, Brazil. **Applied Soil Ecology,** v.21, n.1, p.49-58, 2002.

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais.** 1999. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. CD-ROM.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da Mata Atlântica.** 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed., Brasília: Embrapa: Centro Nacional de

Pesquisa de Solos, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERNANDES, R. A. **Alteração em parâmetros físico-hídricos de dois solos do cerrado sob diferentes manejos.** 2006. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Ciências Agrárias, Faculdades Integradas de Mineiros, Mineiros-GO.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.449 - 453, 2009.

GLAESER, D. F. **Influência dos herbicidas glifosato e glifosato+2,4-d sobre a população de ácaros (arachnida: acari) edáficos em sistemas de plantio direto e plantio convencional.** 2008. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A.; ARAUJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n.3, p.121-125, 2009.

HOLT, J. A.; ROBERTSON, L. N.; RADFORD, B. J. Effects of tillage and stubble residue treatments on Termite activity in two Central Queensland vertosols. **Australian Journal of Agricultural Research**, n. 31, p. 311-317. 1993.

IBÁÑEZ, J. J.; DE-ALBA, S.; BERMÚDEZ, F. F.; GARCIA-ALVARÉZ, A. Pedodiversity: concepts and measures. **Catena**, v.24, n.3, p.215-232, 1995.

JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; GUTH, P. L. HILCKMAN, C. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

JORDANA, R.; ARBEA, J. I. **Clave de identificación de los Géneros de colêmbolos de españa (Insecta: Collembola).** Navarra: Servicios de Publicaciones de La Universidad de Navarra S. A, Série zoológica, 19: 1-16 (16 lámina). 1989.

KRANTZ, G. W. **A manual of acarology.** Corvallis: Litbo Book Stores, 1975. 335p.

LOPES ASSAD, M. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Biologia dos solos dos Cerrados.** Planaltina: EMBRAPA, 1997, p. 363-444.

MACHADO, E. L. M.; HIGASHIKAWA, E. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; NAVES, M. L.; GOMES, J. E. Análise da diversidade entre sistemas agroflorestais em assentamentos rurais no sul da Bahia. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.5, n.1, p.1-14, 2005.

MELO, L. A. S.; LIGO, M. A. V. Amostragem de solo e uso de “litterbags” na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.523-528, 1999.

MINOR, M. A.; CIANCIOLO, J. M. Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. **Applied Soil Ecology**, v.3, p.140–153, 2007.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, S. V. da; SOLIGO, V. R. Study of acari and collembola population in four cultivation systems Dourados, MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, São Paulo, v.45, n.3, p.257-264, 2002.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil**: gênese, morfologia, classificação e levantamento. 2ª ed., Piracicaba: H. do Prado, 2001. 220p.

RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 85-96, 2003.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4 p.1051-1058, 2009.

ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTUIRINI, S. F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.2, p. 87-96, 2004.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**, Ponta Grossa: UEPG, 2007. p.73-83.

SAMPAIO, D. B.; ARAUJO, A. S. F. de; SANTOS, V. B. dos. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistema de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.353-359, 2008.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos; RIBEIRO JUNIOR, P. J. Comparação das comunidades de Sminthuroidea e Onychiuridae (Collembola) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (campo nativo) em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.16, n.1, p.125-131, 1999.

SGANZERLA, D. C.; PEDÓ, T.; GUIDOTTI, R. M. M.; KOHN, R. G.; MORSELLI, T. B. A.; SCHIAVON, G. Avaliação da mesofauna (Acari e Collembola) em sistema orgânico na Ilha dos Marinheiros Rio Grande/RS. In: CONGREGA URCAMP, v.6, n.6, 2010, Alegrete. **Anais...** Alegrete, 2010.

SINGH, J.; PILLAI, K.S. Soil animals in relation to agricultural practices and soil productivity. **Revue d' Ecologie et Biologie du Sol**, v.12, p.579-590, 1975.

VAZ, P. P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.75-81, 2000.

WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J. M. (Ed.). **Ecological concepts**. Oxford: Blackwell Scientific Public, 1989. p.115-146.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p.60-71, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

Em solos de textura arenosa, pequenos acréscimos no teor de argila contribuem para a melhoria da sustentabilidade física e química dos sistemas de uso da terra. O maior conteúdo de matéria orgânica no solo presente em SAF 2 contribui para a sua qualidade química, também observada nos demais sistemas devido a presença de bases trocáveis. Todos os sistemas, com exceção de SAF 2, são similares à Vegetação Nativa quanto aos atributos físicos do solo, e portanto, sustentáveis neste aspecto, exceto na profundidade de 0-5 cm, devido aos efeitos antrópicos. Em relação à qualidade biológica do solo, a maior sustentabilidade é obtida pelos SAF 1 e SAF 3.

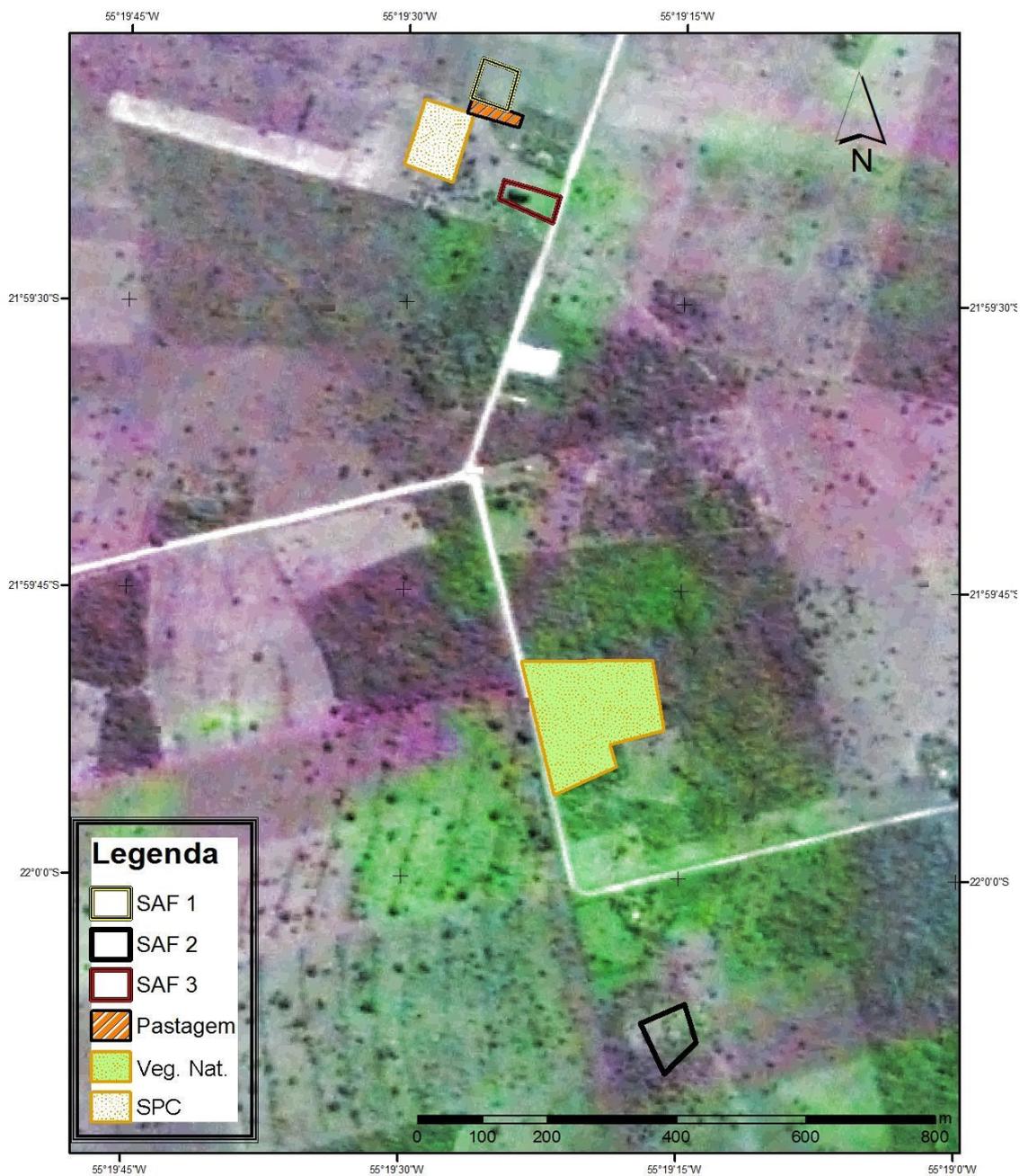
Dentre os sistemas avaliados, em Latossolo Vermelho Distroférico, Pastagem, embora com piores indicadores de qualidade física, é sustentável quanto a qualidade química, ao destacar-se em seus teores de bases do solo, enquanto o SPC, assim como SAF, são menos sustentáveis nestes aspectos. Entretanto, quanto à diversidade da mesofauna edáfica, SPC apresenta-se mais diverso, sendo que SAF, mantém-se menos sustentável.

A contribuição de sistemas de uso da terra mais complexos, como os Sistemas Agroflorestais, é mais significativa para a sustentabilidade física, química e biológica em Neossolo Quartzarênico, tendo em vista suas maiores limitações de uso quando comparado ao Latossolo Vermelho Distroférico.

APÊNDICE

APÊNDICE

APÊNDICE A - Carta da distribuição dos sistemas avaliados: Sistema Agroflorestal 1 (SAF 1); Sistema Agroflorestal 2 (SAF 2); Sistema Agroflorestal 3 (SAF 3); Pastagem; Veg. Nat. (Vegetação Nativa) e Sistema de Plantio Convencional (SPC). Assentamento Lagoa Grande, distrito de Itahum, Dourados, MS, 2010.



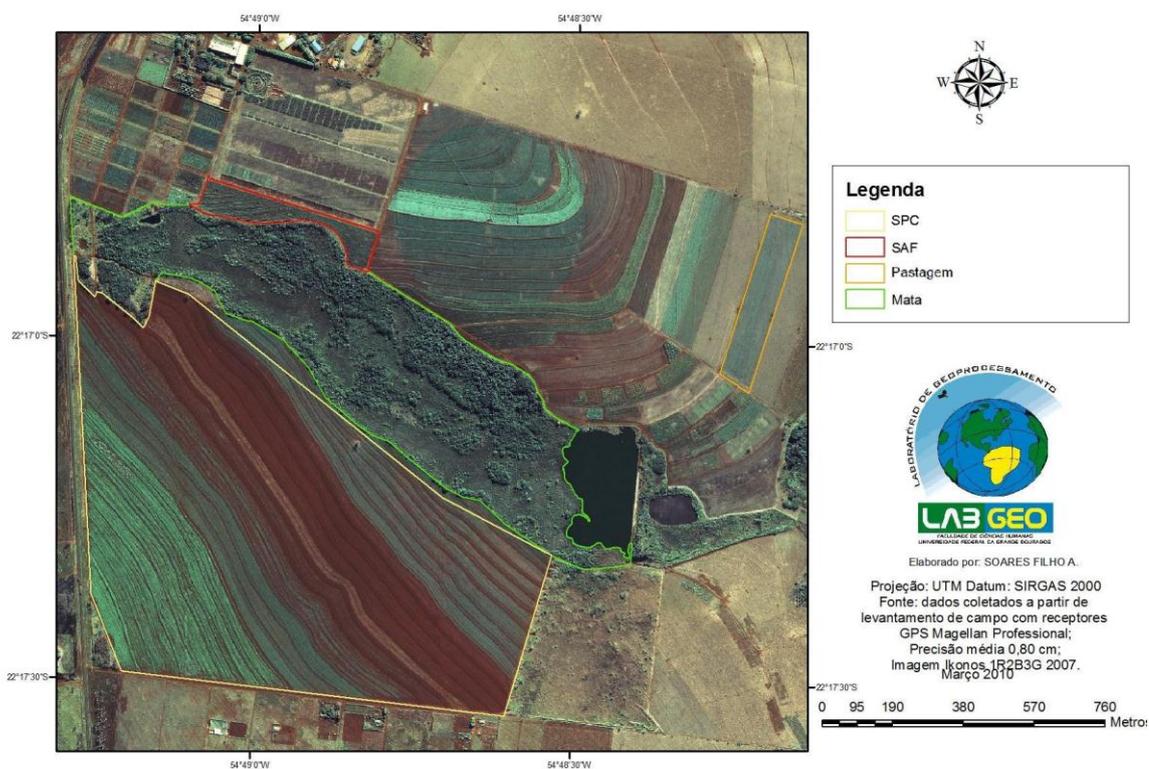
Fonte: Dados coletados a partir de levantamento de campo com Receptores GPS Magellan Professional
 Precisão média 0,84 cm
 Imagem CBERS 2B (3R4G2B) fusão CCD com HRC
 Elaborado por: SOARES FILHO A.

Fevereiro 2010

Escala: 1:7.500



APÊNDICE B - Carta da distribuição dos sistemas avaliados: Sistema de Plantio Convencional (SPC); Sistemas Agroflorestal (SAF); Pastagem e Mata. *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS, 2010.



APÊNDICE C - Relação das espécies florestais presentes nos sistemas SAF 1, 2, 3 e Vegetação Nativa (Veg. Nativa), localizados no distrito de Itahum, município de Dourados, MS

Veg. Nat	SAF 1	SAF 2	SAF 3	Nome científico	Família	Nome comum
		X	X	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	Acacia-australiana
X				<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	Marcela
X	X	X		<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Fabaceae	Amendoim-falso
X		X	X	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae	Bocaiúva
X				<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Mentrasito
	X			<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Burkart	Fabaceae	Farinha-seca
X				<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Rubiaceae	Marmelada
X		X		<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K. Schum	Rubiaceae	Marmelo
		X	X	<i>Alibertia verrucosa</i> S. Moore	Rubiaceae	Marmelo de espinho
X				<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	Arecaceae	Buri-do-campo
X				<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil.) Radlk	Sapindaceae	Cancum
		X		<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Fabaceae	Imburara de cheiro
X				<i>Anacardium humile</i> A. St. Hil.	Anacardiaceae	Cajuzinho-do-cerrado
		X	X	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Caju
X		X		<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Fabaceae	Angico-do-cerrado
			X	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	Angico
X				<i>Ananás ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	Bromeliaceae	Ananás
		X	X	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae	Abacaxi
X				<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	Angelim-do-campo
X				<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld & J.F. Souza	Bignoniaceae	Catuaba
X	X	X	X	<i>Annona couriacea</i> Mart.	Annonaceae	Araticum
X				<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae	Marolo
X				<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	Annonaceae	Marolo
		X		<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	Graviola
			X	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae	Pinha
X				<i>Aspidosperma macrocarpa</i> Mart.	Apocynaceae	Peroba-do-campo
X		X	X	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Apocynaceae	Guatambu oliva
X				<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	Peroba-do-campo
	X			<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Guarité
			X	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	Nim
		X		<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	Alecrim-de-vassoura
X			X	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Fabaceae	Unha-de-vaca
X				<i>Bidens gardneri</i> Baker	Asteraceae	Picão-vermelho
X				<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Picão-preto
	X	X		<i>Bixa orellata</i> L.	Bixaceae	Urucum
	X			<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) Robyns	Malvaceae	Castanha-do-maranhão
X				<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum.	Rubiaceae	Poaia-do-campo
X				<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	Rubiaceae	Vassourinha
X				<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae	Sucupira-do-cerrado
X				<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.	Polygalaceae	Pau-gemada
X				<i>Bromelia balansae</i> Mez	Bromeliaceae	Caraguatá
X		X		<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae	Mamica de cadela

Continua...

APÊNDICE C - Cont.

Veg. Nat	SAF 1	SAF 2	SAF 3	Nome científico	Família	Nome comum
X				<i>Butia archeri</i> (Glassman) Glassman	Arecaceae	Butiá
X				<i>Butia paraguayensis</i> (Barb. Rodr.) L.H.Bailey	Arecaceae	Butiá-de-espinho
X		X		<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	Murici
X				<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	Malpighiaceae	Murici-pequeno
X				<i>Byrsonima subterranea</i> Brade & Markgr.	Malpighiaceae	Douradinha-falsa
X				<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Malpighiaceae	Murici-cascudo
X				<i>Calliandra dysantha</i> Benth.	Fabaceae	Flor-do-cerrado
X				<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess.	Clusiaceae	Guanandi
X		X	X	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae	Guavira
X		X	X	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Myrtaceae	Sete-capotes
			X	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Myrtaceae	Guabiroba
			X	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Mamão
X		X	X	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	Pequi
X				<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Erva-de-lagarto
X			X	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	Embaúba
X		X	X	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	Cedro
		X		<i>Cestrum axillare</i> Vell.	Solanaceae	Anilão
X				<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	Asteraceae	Língua-de-vaca
			X	<i>Citrus limettioides</i> Tanaka	Rutaceae	Lima
			X	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Limão-galego
			X	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	Tangerina
	X			<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae	Laranja
		X		<i>Cnidocolus albomaculatus</i> (Pax) I.M. Johnst.	Euphorbiaceae	Mulher-brava
X				<i>Cochlospermum regium</i> (Schrank) Pilg.	Bixaceae	Algodãozinho-do-campo
			X	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	Café
X		X		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Copaíba
X	X	X		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	Louro
X		X		<i>Coussarea hydrangaeifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook. F. ex Müll. Arg.	Rubiaceae	Falsa-quina
X				<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	Euphorbiaceae	Canela-de-perdiz
X	X			<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Capinxingui
X				<i>Croton goyazensis</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Alcanforeira
X	X		X	<i>Croton urucurana</i> Bail.	Euphorbiaceae	Sangra d'água
X				<i>Cybistax antisiphilitica</i> Mart.	Bignoniaceae	Cinco-folha
X				<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Dilleniaceae	Cipó-cabloco
X		X		<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	Faveiro
X				<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Ebenaceae	Caqui-do-cerrado
X	X			<i>Dipteryx alata</i> Vog	Fabaceae	Baru
X				<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	Moraceae	Carapiá
X		X		<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	Annonaceae	Araticum-cagão
			X	<i>Elaeocarpus serratus</i> L.	Elaeocarpaceae	Azeitona-ceilão
X				<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Asteraceae	Língua-de-vaca
X				<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	Falsa-serralha
X		X		<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Timboúva

Continua...

APÊNDICE C - Cont.

Veg. Nat	SAF 1	SAF 2	SAF 3	Nome científico	Família	Nome comum
			X	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	Nêspera
X				<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	Cabeça-de-negro
		X		<i>Eucalyptus</i> L'Hér.	Myrtaceae	Eucalipto
			X	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Myrtaceae	Uvaia
	X			<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	*Indeterminado
		X		<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	*Indeterminado
X	X	X	X	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Pitanga
X				<i>Eupatorium maximiliani</i> generic Schrader ex DC.	Asteraceae	Picão-roxo
X				<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	Picão-branco
X			X	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Clusiaceae	Bacubari
X	X		X	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo
	X			<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	Mourão-vivo
X				<i>Gochmatia barrosii</i> Cabrera	Asteraceae	Assa-peixe
X	X	X	X	<i>Gochmatia polymorfa</i> (Less.) Cabrera.	Asteraceae	Candeia
X				<i>Gochmatia velutina</i> (Bong.) Cabrera	Asteraceae	Assa-peixe-branco
X				<i>Gomphrena officinalis</i> Mart.	Amaranthaceae	Para-tudinho
X				<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Chico-magro
X		X		<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld.	Rubiaceae	Veludo-branco
X				<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	Mangaba
			X	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Malvaceae	Rosela
	X		X	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jatobá
X				<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	Jatobá-do-cerrado
X				<i>Hyptis</i> sp	Lamiaceae	Hortelã-do-mato
			X	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Aquifoliaceae	Erva-mate
	X			<i>Ilex</i> sp.	Aquifoliaceae	*Indeterminado
		X		<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Inga do pantanal
X		X		<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	Ingá
X				<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	Batata-de-purga
X				<i>Jacaranda decurrens</i> (Cham.)	Bignoniaceae	Carobinha
		X		<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae	Jacaranda-mimoso
X				<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	Caricaceae	Jaracatiá
X				<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Clusiaceae	Pau-santo
X				<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	Dedaleira
	X			<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Leucena
X				<i>Lippia lupulina</i> Cham.	Verbenaceae	Sálvia-do-campo
X				<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engler	Anacardiaceae	Aroeira-branca
X	X			<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	Açoita-cavalo
X				<i>Lychnophora pinaster</i> Mart.	Asteraceae	Arnica
		X		<i>Mabea fistulifera</i> Mart	Euphorbiaceae	Mamoninha
X				<i>Macrosiphonia velame</i> (A. St.-Hil.) Müll. Arg.	Apocynaceae	Velame-branco
			X	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Acerola
			X	<i>Malus sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.	Rosaceae	Maça
		X	X	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Manga
			X	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	Camboatá-branco
			X	<i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	Celastraceae	Espinheira-santa

Continua...

APÊNDICE C - Cont.

Veg. Nat	SAF 1	SAF 2	SAF 3	Nome científico	Família	Nome comum
X				<i>Melancium campestre</i> Maudin	Curcubitaceae	Melancia-do-campo
X				<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Melastomataceae	Folha-branca
		X		<i>Miconia fallax</i> DC.	Melastomataceae	Uvinha do cerrado
X				<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	Asteraceae	Cipó-cabeludo
			X	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	Moringa
	X	X	X	<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae	Amora
			X	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	Bananeira
X	X		X	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Anacardiaceae	Aroeira
			X	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	Myrtaceae	Jabuticaba
X				<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	Lauraceae	Canela-fedida
X				<i>Nectandra lanceolata</i> Ness	Lauraceae	Canela-branca
		X		<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	*Indeterminado
		X	X	<i>Ocotea minarum</i> (Nees & C. Mart.) Mez	Lauraceae	Canela-vassoura
X		X		<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Lauraceae	Canela-do-brejo
X				<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	Congonha-dourada
		X	X	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Passifloraceae	Maracujá
	X	X		<i>Patagonula americana</i> L.	Boraginaceae	Guajuvira
			X	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Canafístula
X				<i>Pera obovata</i> Baill.	Euphorbiaceae	Fruta-de-jacu
X				<i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C.Sm.	Celastraceae	Bacupari-do-cerrado
X		X		<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	Curiola
X				<i>Pradosia brevipes</i> (Pirre) T.D.Penn.	Sapotaceae	Fruta-de-tatu
X		X		<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Almecega
			X	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae	Pêssego
X		X		<i>Psidium cinereum</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	Araçá
			X	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Goiaba
X	X	X	X	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	Amendoim-bravo
X				<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Bignoniaceae	Cipó-de-São-João
X		X		<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau terra
X		X		<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	Pau-terrinha
X	X	X		<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	Myrsinaceae	Capororoca
			X	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Mamona
			X	<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	Annonaceae	Biribá
X				<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	Rubiaceae	Bugre
			X	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	Cana-de-açúcar
X				<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Araliaceae	Cinco-folhas
X				<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	Aroeira-mansa
		X	X	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Fabaceae	Guapuruvu
X				<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill.)	Fabaceae	Gonçalo-do-campo
X				<i>Senna rugosa</i> (G. Don) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Amarelinho
X		X		<i>Serjania erecta</i> Radlk.	Sapindaceae	Cipó-de-timbó
X				<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	Smilacaceae	Salsaparrilha
X				<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.	Solanaceae	Juá-bravo
X				<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Lobeira

Continua...

APÊNDICE C - Cont.

Veg. Nat	SAF 1	SAF 2	SAF 3	Nome científico	Família	Nome comum
		X		<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanaceae	Fumo-bravo
		X	X	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Seriguela
X				<i>Stachytarpheta cayennensis</i> Richard Vahl	Verbenaceae	Gervão
X	X	X	X	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Fabaceae	Barbatimão
X		X		<i>Syagrus romanzoffiana</i> Glas.	Arecaceae	Jerivá/Pindó
	X	X		<i>Syzygium cordatum</i> Hochst.	Myrtaceae	Jamelão
X				<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S.	Bignoniaceae	Paratudo
X			X	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Bignoniaceae	Ipê-amarelo
X	X	X	X	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	Ipê-roxo
			X	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae	Tamarindo
X		X		<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Peito-de-pombo
		X		<i>Tectona grandis</i> L. f.	Lamiaceae	Teca
X				<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae	Pau-de-bicho
X	X	X	X	<i>Tithonia heterophylla</i> Griseb.	Asteraceae	Flor-da-amazônia
X				<i>Tontelea micrantha</i> (Mart.) A.C.Sm.	Celastraceae	Bacupari-do-cerrado
	X		X	<i>Trema micrantra</i> (L.) Blume	Malvaceae	Candiúva
		X		<i>Trichilia pallida</i> SW.	Meliaceae	Catiguá amarelo
X		X		<i>Vernonia ferruginea</i> Less.	Asteraceae	Assa-peixe
			X	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae	Uva
X				<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	Vochysiaceae	Quina-doce
X	X		X	<i>Zanthoxylum rugozum</i> A. St. Hil. & Tul.	Rutaceae	Mamica-de-porca

* Indeterminado: identificação possível em nível de gênero.

Veg. Nativa – área com fragmento de vegetação nativa do bioma Cerrado; SAF 1, SAF 2, SAF 3 – Sistemas Agroflorestais.

APÊNDICE D - Relação das espécies florestais presentes no SAF, localizado na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Nome científico	Família	Nome comum
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	Angico-branco
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Guaritá
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	Guaçatunga
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	Cedro
<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	Malvaceae	Paineira
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham	Verbenaceae	Tarumã
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Capixingui
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae	Sangra d'água
<i>Dipteryx alata</i> Vog	Fabaceae	Baru
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Figueira
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae	Mourão-vivo
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Mutambo
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	Alecrim
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jatobá
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Leucena
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	Açoita-cavalo
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Anacardiaceae	Aroeira
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Canafistula
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	Amendoim-bravo
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	Ipê-amarelo
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	Ipê-roxo
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Peito-de-pombo

SAF – Sistema Agroflorestal biodiverso.