

**ATRIBUTOS DO SOLO E DINÂMICA DO CARBONO
ORGÂNICO DO SOLO EM CAMPOS DE MURUNDUS
ASSOCIADOS AO VALE DO RIO GUAPORÉ,
SUDOESTE DE MATO GROSSO**

FERNANDO ANDRÉ SILVA SANTOS

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Mestre.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2013**

FERNANDO ANDRÉ SILVA SANTOS

**ATRIBUTOS DO SOLO E DINÂMICA DO CARBONO ORGÂNICO
DO SOLO EM CAMPOS DE MURUNDUS ASSOCIADOS AO
VALE DO RIO GUAPORÉ, SUDOESTE DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Pereira Pierangeli

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2013**

Santos, Fernando André Silva.

Atributos do solo e dinâmica do carbono orgânico do solo em campos de murundus associados ao vale do rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso./Fernando André Silva Santos. – Cáceres/MT: UNEMAT, 2013.

88 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2013.

Orientadora: Maria Aparecida Pereira Pierangeli

1. Acidez do solo. 2. Campos de murundus – vale do rio Guaporé. 3. Fertilidade do solo. 4. Pastagens nativas. I. Título.

CDU: 631.415.2(817.2)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Regional de Cáceres

FERNANDO ANDRÉ SILVA SANTOS

**ATRIBUTOS DO SOLO E DINÂMICA DO CARBONO ORGÂNICO
DO SOLO EM CAMPOS DE MURUNDUS ASSOCIADOS AO
VALE DO RIO GUAPORÉ, SUDOESTE DE MATO GROSSO**

Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Cáceres, 29 de abril de 2013

Banca examinadora

Prof.^a Dr.^a Oscarlina Lúcia dos Santos Weber
Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT
(Membro externo)

Prof. Dr. Milson Evaldo Serafim
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFMT
(Membro externo)

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Pereira Pierangeli
Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT
(Orientadora)

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2013**

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por me manter firme em meus propósitos e pela inteligência por ele concedida.

À toda a minha família, especialmente meus pais Matias de Jesus Santos e Maria de Lourdes da Silva Santos, que me apoiam e me incentivam a continuar meus estudos independente das circunstâncias.

À minha orientadora Maria Aparecida Pereira Pierangeli, responsável pelo meu considerável avanço no conhecimento acerca da Ciência do Solo e à Raquel Joana Trautmann-Machado pela troca de ideias e co-orientação durante o estágio em docência.

Ao programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal durante o tempo em que aqui estive e a todos os funcionários do programa, sempre atenciosos e cordiais perante as dificuldades enfrentadas.

A toda a turma de mestrado 2011 pelo convívio ainda que em breve dois anos, porém marcante para toda a vida e aos amigos de pós em especial, Bruno Wagner Zago, Cleonir Andrade Faria Júnior e Nilo Leal Sander.

Ao campus da UNEMAT Pontes e Lacerda pelo acolhimento e pela estrutura disponibilizada durante a realização deste trabalho.

Aos bolsistas Bruno Bonfim, Edimar Barbosa, Jaqueline Ferro, Ednalva Oliveira, Eldânia Soares e Fabiana Gomes e demais acadêmicos do curso de Zootecnia, pela convivência e amadurecimento profissional no tocante a iniciação científica.

Ao técnico de laboratório Luís Messias Pierangeli pelo conhecimento das técnicas e apoio durante as análises laboratoriais.

À Fernando Luiz Silva e Antônio Robis de Lima, pela amizade, pela ajuda de campo e troca de ideias essenciais para melhoria deste trabalho.

A todos aqueles que de algum modo estão ou estiveram presentes durante a execução da pesquisa, com certeza vocês não serão esquecidos jamais.

INDICE

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS.....	14
Atributos químicos e físicos do solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil	15
Introdução	16
Material e Métodos.....	18
Resultados	20
Discussão	22
Conclusões	28
Agradecimentos	28
Bibliografia Citada	29
Estoque de carbono orgânico em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil	42
Introdução	43
Material e Métodos.....	45
Resultados	47
Discussão	48
Conclusões	50
Agradecimentos	50
Bibliografia Citada	51
Carbono orgânico associado às frações granulométricas de solos sob pastagens em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil	60
Introdução	61
Material e Métodos.....	63
Resultados	65

Discussão	67
Conclusões	70
Agradecimentos	70
Bibliografia citada.....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
ANEXOS	80

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 Valores de pH, acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H + Al) e saturação por alumínio (m%) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Tabela 2 Teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), fósforo (P) e carbono orgânico (CO) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Tabela 3 Capacidade de troca de cátions (CTC) potencial (T) e efetiva (t) e saturação por base (V%) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Tabela 4 Granulometria, densidade aparente e classificação textural do solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Tabela 5 Contribuição relativa (%) associada aos componentes principais (F1 e F2) das variáveis de separação dos ambientes de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Artigo 2

Tabela 1 Valores médios de estoque de carbono orgânico do solo (ECO), densidade do solo (DS) e de teor de carbono orgânico do solo (CO) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Artigo 3

Tabela 1 Valores médios de carbono orgânico (CO), carbono orgânico associado aos minerais (COM) e de carbono orgânico particulado (COP) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Tabela 2 Valores médios de estoque de carbono orgânico (ECO), estoque de carbono orgânico associado aos minerais (ECOM) e de estoque de carbono orgânico particulado (ECOP) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1 Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras de solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Figura 2 Aspecto dos campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Figura 3 Análise de Componentes Principais (ACP) de atributos do solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil. Dispersão dos ambientes (centroídes) com base nos atributos selecionados.

Artigo 2

Figura 1 Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras de solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Figura 2 Diagrama comparativo do estoque de carbono em diferentes profundidades de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Artigo 3

Figura 1 Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras de solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

RESUMO

SANTOS, Fernando André Silva. **Atributos do solo e dinâmica do carbono orgânico do solo em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso.** Cáceres: UNEMAT, 2013. 88p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais)¹

O avanço da fronteira agrícola sobre diversos ecossistemas pode acarretar mudanças negativas em atributos do solo, com consequências adversas para o homem e a biodiversidade. A presente dissertação foi dividida em três artigos com os seguintes objetivos: (1) avaliar alguns dos atributos químicos e físicos dos campos de murundus do Vale do Rio Guaporé, sudoeste do Estado de Mato Grosso e distinguir esses ambientes via análise multivariada; (2) avaliar os estoques de carbono orgânico do solo de pastagens nativas e cultivadas desses campos de murundus e; (3) avaliar as associações do carbono orgânico às frações granulométricas de solos de pastagens nativas e cultivadas nesses ambientes. Em cada área foram abertas mini-trincheiras de 50 x 50 x 40 cm e coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, em três repetições, em delineamento inteiramente casualizados. Para o artigo 1, foi feita a caracterização química e textural e calculados os parâmetros complementares das análises de solo. Para o artigo 2, foi feita a caracterização química e textural e calculados os estoques de carbono do solo utilizando o teor de carbono orgânico e a densidade aparente. Para o artigo 3, foi feito o fracionamento físico do carbono orgânico do solo. Nos dois primeiros trabalhos, foram utilizados métodos estatísticos paramétricos e não paramétricos e análise multivariada por meio de análise de componentes principais (ACP). Os usos analisados apontam para uma redução dos estoques de C do solo em função da intervenção antrópica dentro das pastagens nativas. A utilização de ACP mostrou que não foi possível a separação dos ambientes quanto ao sistema de uso. Nos campos de murundus, em todas as profundidades amostradas, foi constatada redução dos teores médios de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e de carbono orgânico em relação à camada superficial do solo em ambos os ambientes analisados. Para o fracionamento as frações de carbono associada ao silte + argila e particulada foram sensíveis para indicar diminuição dos teores de carbono total em profundidade nos diferentes ambientes. Observou-se que os maiores estoques de carbono se encontram nas áreas sem antropização e nas camadas mais superficiais do solo e que a fertilidade dos solos dos campos de murundus é caracterizada, de modo geral, pela presença de teores variáveis de carbono orgânico, baixos teores de bases trocáveis e de fósforo, com acidez elevada, constituindo áreas pouco adequadas a atividade agrícola e pecuária de grande escala, necessitando de manejos específicos que preservem a capacidade de produção desses solos.

Palavras-chave: acidez do solo, campos de murundus, fertilidade do solo, pastagens nativas

¹ Orientadora: Maria Aparecida Pereira Pierangeli, UNEMAT.

ABSTRACT

SANTOS, Fernando André Silva. **Soil attributes and soil organic carbon dynamics in field of murundus associated with the Guaporé River Valley, southwest of Mato Grosso**. Cáceres: UNEMAT, 2013. 88p. (Dissertation - Masterin Environmental Sciences)²

The steady expansion advance of agriculture frontier on various ecosystems can cause negative changes on soil attributes, with adverse consequences for humans and biodiversity. This dissertation is divided into three articles, with the following objectives: (1) evaluate some of the chemicals and physicals attributes in the wetlands in the Valley of Guaporé river-MT and distinguish these environments using multivariate analysis; (2) access stocks of soil organic carbon in native and cultivated pastures of this “murundus” fields, and; (3) evaluate the associations of organic carbon with the soil fractions of native and cultivated pastures in this environment. In each area were open mini-trenches of 50 x 50 x 40 cm and collected disturbed and undisturbed soil samples at 0-10, 10-20 and 20-40 cm, in three replications in completely randomized design. For the first paper, was made the chemical and textural characterization and calculated the complementary parameters for soil analysis. For the second paper, was made the chemical and textural characterization and calculated the stocks of soil carbon using the organic carbon content and bulk density. For the third paper, was made the physical fractionation of soil organic carbon. In the first and second studies, were used parametric and non-parametric statistical methods and multivariate analysis using principal component analysis (PCA). The uses analyzed indicate a reduction of C stocks in soil due to human intervention in the nativa pastures. The use of PCA showed that it was not possible to separate the environments according to the system of use. In field of murundus, in all soil depths sampled, was found reduced levels of P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, and organic carbon in relation to the surface soil layer in both analyzed environment. For the fractionation, the carbon fractions associated with silt + argil and particulate were sensitive to indicate a decrease in the levels of total carbon in depth in the different environments. Was observed that the largest stocks of carbon are found in areas without human disturbance and in the upper layers of soil and that the soil fertility of fields of murundus it is characterized generally by the presence of varying amounts of organic carbon, low levels of exchangeable bases and phosphorus, with high acidity, constituting few adequate areas for farming and large scale livestock, requiring specific management strategies that preserve the productive capacity of these soils.

Keywords: fields murundus, native pastures, soil acidity, soil fertility

² Major Professor: Maria Aparecida Pereira Pierangeli, UNEMAT.

INTRODUÇÃO GERAL

Entre as ações antrópicas negativas sobre o meio ambiente, a degradação do solo constitui uma das mais preocupantes, pois afeta diretamente a vida do homem e a biodiversidade. Uma das principais causas da degradação resulta do mau uso do solo, tendo como consequência a redução da matéria orgânica e, por conseguinte, alteração dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (JAKELAITIS et al., 2008).

De acordo com Ciotta et al. (2003), em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica tem uma estreita relação com os demais atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

As mudanças do carbono orgânico total (COT) em solos agrícolas, em diversas regiões brasileiras, mostram que as perdas médias de COT sob sistemas intensivos e não intensivos são pequenas em comparação com resultados obtidos em ecossistemas temperados, sendo este fato atribuído principalmente aos baixos estoques de COT na superfície, quando comparados com os solos de regiões temperadas, e da forte interação dos óxidos de Fe e Al da fração argila com a matéria orgânica do solo (MOS) (ZINN et al., 2005; PULROLNIK et al., 2009).

Stockmann et al. (2013) relatam que é necessária uma boa gestão das reservas de carbono do solo, considerando que a fixação no solo é dependente de questões fundamentais tais como o potencial do sistema solo-planta para sequestra-lo, o que requer um prazo estipulado de geralmente 100 anos para que se tenha um aumento permanente do mesmo em sistemas agrícolas.

As pastagens ocupam extensas áreas de terra no país, no entanto a condução desse sistema de produção, em grande parte, ainda é feita de forma inadequada, causando sua degradação. Somado a isso, ainda se tem a utilização de grandes extensões de pastagens nativas, que são vistas como solução para não se substituir as áreas ocupadas com outras coberturas de vegetação nativa.

O ecossistema pastagem, com manejo adequado, tem recebido destaque por seu papel no combate ao aumento do efeito estufa, ao atuar em favor do sequestro de carbono (PAULINO e TEIXEIRA, 2009).

As áreas úmidas estão entre os ambientes mais produtivos do mundo, desempenham funções ecológicas fundamentais, tais como proteção de solos e ciclagem de nutrientes e contribuem para a estabilidade climática local e regional (MORAES, 2008), além de fornecerem recursos e serviços ambientais gratuitos, como recarga de aquíferos, manutenção da qualidade da água e redução na emissão de gases como nitrogênio e gás carbônico (MITSCH e GOSSELINK, 2000).

Apesar dessas contribuições, ainda são incompletas ou escassas as informações sobre a capacidade dessas áreas de atuarem como sumidouro de carbono (STOCKMANN et al., 2013). As áreas úmidas podem ocorrer ao longo de várias condições hidrológicas e muitas dessas ocorrem em áreas onde as inundações são intermitentes, ou quando o substrato pode estar saturado à superfície por um período relativamente curto de tempo (Whigham 1999) e, dentre os vários tipos de áreas úmidas existentes estão os campos de murundus, para os quais ainda não existe um levantamento sistemático da ocorrência dessas microformas de relevo no território brasileiro (Resende *et al.* 2007).

Ultimamente essas áreas vêm sofrendo impactos decorrentes de sua utilização para fins agrícolas e pecuários, com alteração de atributos químicos, físicos e biológicos do solo, motivados pela ocupação sem uma avaliação correta da capacidade de suporte desses ecossistemas. Esse processo também é praticado na região do Vale do Rio Guaporé, no Estado de Mato Grosso, nos quais a atividade pecuária extensiva é desenvolvida sobre campos de murundus, utilizados como pastagens nativas.

Nesse sentido várias ferramentas como análises de solo, utilização de índices e indicadores comuns nas Ciências Agrárias para avaliação da qualidade do solo podem ser utilizadas nas Ciências Ambientais para monitoramento das funcionalidades ambientais desse ecossistema,

contribuindo para melhoria dos processos de produção de alimentos nos vários biomas.

Dessa forma, o objetivo principal desta dissertação foi quantificar os estoques de carbono orgânico do solo de campos de murundus sob diferentes usos e em condições nativas no Vale do Rio Guaporé, região sudoeste do estado de Mato Grosso, e suas relações com os atributos do solo.

Este trabalho encontra-se dividido em três artigos: o primeiro intitulado “Atributos químicos e físicos do solo de campos de murundus na Amazônia Ocidental, sudoeste do estado de Mato Grosso, Brasil” quantifica e discute alguns atributos de fertilidade e parâmetros de textura e densidade aparente de campos de murundus, relacionando-os com as condições ambientais, bem como aventa sobre a utilização adequada dessas áreas para a atividade agrícola e pecuária; o segundo artigo intitulado “Estoque de carbono orgânico em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste do Estado de Mato Grosso, Brasil” aborda os impactos do manejo dos campos de murundus sobre os estoques de carbono do solo, relacionando estes impactos com fatores ligados a dinâmica do carbono nos solos alagados; o terceiro capítulo intitulado “Carbono orgânico associado às frações granulométricas de solos sob pastagens em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso, Brasil” visa entender um pouco mais acerca dos processos de acúmulo de carbono nas diferentes frações granulométricas do solo utilizando o fracionamento físico para se determinar qual o tipo de carbono orgânico (lábil ou estável) predomina no solo das áreas úmidas avaliadas.

REFERÊNCIAS

- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1161-1664, 2003.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 2, p. 118-127, 2008.
- MITSCH, W. J. e GOSSSELINK, J. G. *Wetlands*. 3. ed. Ohio: John Wiley e Sons, Inc, 2000a.
- MORAES, A. S. *Pecuária e Conservação do Pantanal: análise econômica de alternativas sustentáveis – o dilema entre benefícios privados e Sociais*. 2008. 265 p. Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. C. *Sustentabilidade de pastagens: manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa*. 2009. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1261419672.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2011.
- PULROLNIK, K.; BARROS, N, F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no vale do Jequitinhonha – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 1125-1136, 2009.
- STOCKMANN, U.; ADAMS, M.A.; CRAWFORD, J.W.; FIELD, D.J.; HENAKAARCHCHI, N.; JENKINS, M.; MINASNY, B.; MCBRATNEY, A.B.; COURCELLES, V. DE R. DE; SINGH, K.; WHEELER, I.; ABBOTT, LYNETTE, ANGERS, D.A.; BALDOCK, J.; BIRD, M.; BROOKES, P.C.; CHENU, C.; JASTROW, J.D.; LAL, R.; LEHMANN, J.; O'DONNELL, A.G.; PARTON, W.J.; WHITEHEAD, D.; ZIMMERMANN, M. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 164, p. 80-99, 2013.
- ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil and Tillage Research*, v. 84, p.28-40, 2005.

1 Atributos químicos e físicos do solo de campos de murundus associados ao
2 Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil

3

4 Fernando André Silva SANTOS, Maria Aparecida Pereira PIERANGELI,
5 Fernando Luiz SILVA, Milson Evaldo SERAFIM, Célia Alves de SOUZA

6

7 [Preparado de acordo com as normas da revista Acta Amazônica]

8

9 Resumo: Este trabalho objetivou avaliar alguns dos atributos químicos e físicos
10 de campos de murundus dos associados ao Rio Guaporé, sudoeste do estado
11 de Mato Grosso. Foram selecionados 36 pontos amostrais e feitas coletas em
12 dois ambientes: murundus propriamente ditos e no entorno dos mesmos. ,
13 Foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas nas
14 profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm em delineamento inteiramente
15 casualizado dentro de cada área. Foram determinados os atributos químicos
16 (P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H+Al), carbono orgânico e a textura dos solos. A
17 análise estatística foi baseada em métodos paramétricos e não-paramétricos,
18 que consistiu na aplicação de teste de normalidade de homogeneidade de
19 variâncias aos dados dos atributos químicos e físicos. Os atributos que
20 atenderam a estes pressupostos foram comparados pelo teste t (p=0,05) e
21 teste de U de Mann-Whitney (p=0,05) para comparação dos ambientes. Foi
22 feita a análise de componentes principais (ACP) visando distinção entre
23 ambientes baseada na sua dissimilaridade de atributos químicos. Em todas as
24 profundidades amostradas, foi constatada redução dos teores médios de P, K⁺,
25 Ca²⁺, Mg²⁺ e de carbono orgânico em relação à camada superficial do solo em
26 ambas os ambientes analisados. A ACP indicou haver diferença entre os
27 ambientes baseada nos atributos químicos utilizados. Os resultados obtidos
28 para os atributos químicos caracterizam os campos de murundus como áreas
29 pouco adequadas a atividade agrícola e pecuária. Os murundus apresentam
30 atributos químicos e físicos mais adequados ao desenvolvimento de plantas em
31 relação à área alagável.

32

33 Palavras-chave: acidez, áreas úmidas, Bacia Amazônica, fertilidade do solo

34

35 Chemical and physical soil attributes of murundus fields associated with
36 Guapore River Valley, southwestern of Mato Grosso, Brazil

37

38 Abstract: This study aimed to evaluate some of the chemical and physical
39 attributes of fields of murundus associated with Guapore River Valley,
40 southwestern of the State of Mato Grosso. Were selected 36 sampling points
41 and were made samples in two environments: the murudus itself and the
42 surrounding area. Were collected, into each area, disturbed and undisturbed
43 samples at depth of 0-10, 10-20 and 20-40 cm in randomized scheme. Were
44 determined the chemical attributes (P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H+Al), the organic
45 carbon and soil texture. Statistical analysis was based on parametric and non-
46 parametric methods, which consisted in applying test of normality and
47 homogeneity of variances to chemical and physical attributes data. The
48 attributes that attended these presupposition were compared by t-test (p=0.05),
49 and U test of Mann-Whitney (p=0.05) for environmental comparison. In all soil
50 depths sampled, was found reduced levels of P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ and organic
51 carbon in relation to the surface soil layer in both areas analyzed. The PCA
52 indicate difference between the environments based on the chemical attributes
53 used. The results obtained for the chemical attributes characterize the fields of
54 murundus as areas not suitable for farming and livestock. The mounds have
55 chemical and physical attributes best suited to the development of plants in
56 relation to wetlands.

57

58 Keywords: acidity, Amazonic Basin, soil fertility, wetlands

59

60 Introdução

61

62 Áreas úmidas ou alagáveis são ambientes altamente diversos que
63 ocupam zonas de transição entre ambientes, mais altos, bem drenados e
64 ambientes que permanecem sempre ou periodicamente alagados (Keddy

65 2000). A delimitação dessas áreas úmidas é bastante difícil devido aos limites
66 serem sempre difusos, aos níveis da água variar de estação para estação e ao
67 uso da terra pelos homens alterar a vegetação, os solos e o regime das águas
68 (Abdon 2004; Moraes 2011).

69 Considerando a importância para o ecossistema, as áreas úmidas
70 fornecem controle de enchentes, prevenção e proteção da qualidade da água
71 na forma de serviços do ecossistema, havendo maior eficácia quando as partes
72 abióticas e bióticas do ecossistema são sincronizadas (Keddy 2000; Mitsch e
73 Gosselink 2000b).

74 Dentro das áreas úmidas, a contínua presença de água saturando o solo
75 tem muitas implicações físicas, químicas e biológicas, pois a presença da água
76 se reflete nos processos pedológicos e na adaptação de espécies (Keddy
77 2000). Nessas áreas, os solos cobertos por vegetação densa, favorecem a
78 deposição de camadas de material orgânico, importantes sumidouros para o
79 carbono atmosférico sequestrado pela vegetação. No entanto, alterações
80 antrópicas como o desmatamento, deixam de sequestrar carbono e com sua
81 progressiva drenagem, ficam suscetíveis à rápida liberação de grandes
82 volumes de dióxido de carbono na atmosfera (SBPC 2011).

83 As áreas úmidas podem ocorrer ao longo de várias condições
84 hidrológicas e muitas dessas ocorrem em áreas onde as inundações são
85 intermitentes, ou quando o substrato pode estar saturado à superfície por um
86 período relativamente curto de tempo (Whigham 1999) e, dentre os vários tipos
87 de áreas úmidas existentes estão os campos de murundus, para os quais ainda
88 não existe um levantamento sistemático da ocorrência dessas microformas de
89 relevo no território brasileiro (Resende *et al.* 2007).

90 Os campos de murundus são encontrados em toda região do Cerrado do
91 Brasil Central (Araujo Neto *et al.* 1986), sendo paisagens distintas com
92 inúmeros montes de terra espalhados em uma área coberta de gramíneas na
93 superfície, geralmente diferindo do seu entorno não apenas na forma, mas em
94 solo e vegetação (Oliveira-Filho e Furlan 1990). Os campos de murundus
95 ocorrem principalmente em áreas com excesso sazonal de água, causado por
96 lençol freático ou inundação. Nessas situações, os montes de terra

97 denominados murundus são verdadeiras ilhas durante a estação chuvosa,
98 protegidas contra saturação ou inundação, tendo plantas lenhosas do cerrado e
99 grandes cupinzeiros que contribuem para sua aparência característica
100 (Oliveira-Filho 1992).

101 Embora as áreas úmidas ocupem menos de sete por cento da cobertura
102 total do planeta, elas têm elevada influência nos ciclos globais de elementos
103 como o carbono, sendo necessário compreender o seu papel nas mudanças
104 climáticas globais (Mitsch e Gosselink 2000a). No Brasil, estudos em campos
105 de murundus têm enfatizado mais a sua composição florística (Araujo Neto *et*
106 *al.* 1986; Marimon *et al.* 2012). No entanto, há necessidade de se ampliar o
107 conhecimento acerca desses ambientes, principalmente quanto aos processos
108 de sequestro e deposição de carbono e de ciclagem de nutrientes, já que nos
109 últimos anos esses ambientes vêm sofrendo impactos ambientais decorrentes
110 principalmente da exploração agrícola e pecuária, sem consideração da
111 capacidade de suporte dessas áreas, alterando a biodiversidade bem como a
112 capacidade de manutenção de serviços ambientais.

113 A técnica de agrupamento por centroides e de componentes principais
114 constitui uma boa ferramenta estatística quando se visa analisar a
115 dissimilaridade de ambientes, confirmando o agrupamento proposto antes da
116 execução dessa análise, ou seja, separação completa dos ambientes de
117 murundus e de áreas do entorno dos mesmos. Outros trabalhos ressaltam a
118 importância da aplicação de técnicas de agrupamento visando a separação de
119 ambientes (Gama-Rodrigues *et al.* 2008; Correa *et al.* 2009) .

120 Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar alguns dos atributos
121 químicos e físicos dos campos de murundus associados ao Rio Guaporé,
122 sudoeste do Estado de Mato Grosso.

123

124 Material e Métodos

125

126 O estudo foi realizado em campos de murundus associados ao Rio
127 Guaporé, região sudoeste do estado de Mato Grosso, localizadas entre os
128 municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda (Figura 1).

129 O clima da região é Tropical Continental, com características de Úmido a
130 Subúmido, com pluviosidade na superfície rebaixada entre 1.200 a 1.500 mm
131 anuais e constituem áreas planas, com altitudes em torno de 200 m elaboradas
132 em sedimentos arenosos, siltico-arenosos e areno-conglomeráticos recentes
133 da Formação Guaporé. As baixas declividades, o modelado plano e as
134 características edáficas dificultam o escoamento das águas, tornando essas
135 áreas sujeitas a inundações periódicas ou permanentes. Os solos
136 predominantes são Plintossolos álicos, recobertos por Savana Estépica e
137 formações do contato Savana Arbórea Aberta/Savana Estépica (Moreira e
138 Vasconcelos 2007).

139 As coletas das amostras de solo foram realizadas entre setembro e
140 novembro de 2011, ao término do período de seca na região (Figura 1). Para a
141 amostragem do solo, os campos de murundus foram divididos em dois
142 ambientes: os murundus propriamente ditos e as áreas planas no seu entorno
143 (Figura 2), totalizando 36 pontos de amostragem. Em cada área foram abertas
144 mini trincheiras de 50 x 50 x 40 cm e coletadas amostras de solo deformadas e
145 indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, em delineamento
146 casualizado, dentro de cada ambiente, sendo as mesmas posteriormente
147 conduzidas ao Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato
148 Grosso (UNEMAT) para preparo e análise.

149 A determinação dos atributos físicos e químicos foi feita de acordo com
150 metodologias preconizadas por Embrapa (1997). O carbono orgânico foi
151 determinado por oxidação úmida a quente com solução de dicromato de
152 potássio em meio ácido e titulação com sulfato ferroso, a densidade aparente
153 pelo método do anel volumétrico e a granulometria pelo método da pipeta, com
154 agitação rápida e dispersante NaOH. O P foi determinado por colorimetria e o
155 K⁺ por espectrofotometria de chama após extração com solução de Mehlich 1;
156 Ca²⁺; Mg²⁺ e Al³⁺ por titulometria. De posse dos resultados das análises foram
157 calculados os parâmetros complementares das análises de solo [Soma das
158 bases (SB), CTC_{pH 7,0}, CTC_{efetiva}, acidez potencial (H+Al), saturação por bases
159 (V) e saturação por alumínio (m)].

160 A análise estatística, baseada em métodos paramétricos e não-
161 paramétricos, consistiu na aplicação de teste de normalidade de Kolmogorov
162 Smirnov e homogeneidade de variâncias de Barlett aos dados dos atributos
163 químicos e físicos. Os atributos que atenderam a esses pressupostos foram
164 comparados pelo teste t ($p=0,05$) e os que não atenderam ao pressuposto
165 foram submetidos então ao uso de estatística não paramétrica, aplicando-se o
166 teste de U de Mann-Whitney ($p=0,05$) para comparação de ambientes. Todas
167 essas análises foram feitas utilizando o software R versão 2.13.1. (R
168 Development Core Team 2011).

169 A análise multivariada foi feita baseada no conjunto de atributos químicos
170 do solo dos ambientes de murundus e da área plana no seu entorno. Foi
171 aplicada a técnica de componentes principais de acordo com Souza (2001).
172 Procurou-se adotar o mínimo de componentes contanto que envolvessem, no
173 mínimo, 80% da variação total (Cruz *et al.* 2004). Os componentes que
174 resumiram a variação multidimensional das variáveis foram usados para
175 elaborar os diagramas ordenados de eixos da ACP e depois, adotadas as
176 técnicas de agrupamento para a formação dos grupos (método de centroides e
177 dispersão gráfica pelos componentes principais). Todas as análises foram
178 realizadas utilizando o programa XL Stat (Addinsoft, 2013).

179

180 Resultados

181

182 Em todas as áreas, e nas profundidades amostradas, foram observadas
183 diferenças para pH em água, Al^{3+} , H^+ Al e m% (Tabela 1). Os valores de pH na
184 primeira profundidade foram maiores na área plana ao passo que os valores de
185 acidez potencial e trocável e saturação por alumínio foram maiores nas áreas
186 de murundus. A saturação por alumínio (m%) bem como a acidez trocável
187 (Al^{3+}) aumentaram em profundidade em ambas as áreas enquanto os valores
188 de pH na área plana foram semelhantes na primeira e terceira profundidade e
189 um decréscimo na segunda profundidade. A acidez potencial na área plana
190 aumentou em profundidade.

191 Os resultados referentes às bases trocáveis e aos teores de P e carbono
192 orgânico do solo dos campos de murundus, nas três profundidades amostradas
193 estão na Tabela 2. Os teores de P e de K^+ foram maiores nas áreas de
194 murundus na profundidade de 0-10 cm, para a camada de 10-20 cm, os teores
195 de Mg^{2+} , K^+ e P diferiram entre os ambientes analisados, sendo maiores nos
196 murundus, não havendo diferença entre os teores de Ca^{2+} e carbono orgânico
197 do solo em função dos ambientes. Na profundidade de 20-40 cm, com exceção
198 de Mg^{2+} que não foi diferente os demais atributos foram maiores nas áreas de
199 murundus. Foi observada diminuição dos teores médios dos atributos com a
200 profundidade. Não houve diferença entre ambientes para os teores de carbono
201 orgânico nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com o teor de carbono maior
202 na profundidade de 20-40 cm nos murundus.

203 A $CTC_{pH\ 7,0}$ e a $CTC_{efetiva}$ foram maiores nos murundus, em todas as
204 profundidades amostradas (Tabela 3). A $CTC_{efetiva}$ diminuiu em ambas as áreas
205 na profundidade de 10-20 cm. A $CTC_{pH\ 7,0}$ reduziu na profundidade de 10-20
206 cm em relação a profundidade de 0-10 cm, apenas na área plana. A $CTC_{pH\ 7,0}$
207 nos murundus foi maior na primeira profundidade e semelhantes na segunda e
208 terceira profundidade. A saturação por bases (V) foi maior na área plana.
209 Nessa área os valores de $CTC_{pH\ 7,0}$ diminuíram em profundidade.

210 Quanto aos atributos físicos, a fração areia foi maior em relação aos
211 teores de silte e argila em ambas os ambientes estudados (Tabela 4). Em
212 ambos ambientes a fração areia diminuiu com a profundidade. Os teores de
213 argila diferiram entre os ambientes nas profundidades de 0-10 e 20-40 cm, com
214 maiores teores nos murundus. Embora não haja diferença para a segunda
215 profundidade, os teores de argila aumentaram, numericamente em
216 profundidade tanto nas áreas planas como nos murundus. Os teores de silte
217 foram maiores nas áreas de murundus na primeira e segunda profundidade
218 não diferindo na última, e assim como na fração argila apesar de não haver
219 diferença em uma das camadas, observa-se aumento numérico nos valores em
220 profundidade. Os valores de densidade aparente dos campos de murundus
221 diferiram entre os ambientes em todas as profundidades analisadas, com
222 menor densidade para os murundus em relação às áreas planas no entorno.

223 A análise de componentes principais resumiu a variação dos atributos
224 químicos e físicos [acidez potencial, matéria orgânica do solo (MOS), areia e
225 silte] (Tabela 5) retendo os dois primeiros componentes principais. Os
226 componentes resumiram 92% da variação total.

227 O agrupamento por centroides juntamente com os componentes
228 principais são dispostos na Figura 3. As variáveis que mais contribuíram para a
229 separação dos ambientes foram: acidez potencial (H+Al), matéria orgânica do
230 solo (MOS), areia (ARE) e argila (ARG) (Tabela 5). As maiores contribuições
231 foram relacionadas ao primeiro componente cujas contribuições das variáveis
232 ARG e ARE e H+Al foram mais bem distribuídas quando comparadas à
233 distribuição do segundo componente, o qual que reteve a MOS como variável
234 de importância.

235

236 Discussão

237

238 Os ciclos de alagamento presente nessas áreas podem ocasionar maior
239 lixiviação das bases do solo nas áreas planas, enquanto nos murundus, que
240 não sofreriam essa mesma alteração em função da flutuação do nível do lençol
241 freático causado pelo excesso de umidade no período chuvoso, as bases
242 seriam preservadas no sistema. Os maiores valores teores dos atributos
243 químicos nos murundus podem ser explicados também pela da vegetação
244 presente nessas áreas (Marimon e Lima 2001; Marimon *et al.* 2012),
245 compostas por espécies arbustivas-arbóreas, cujo sistema radicular exploraria
246 de formas diferentes a matriz do solo e causaria efeito na ciclagem dos
247 nutrientes, disponibilizando-os de forma gradativa no ambiente. É importante
248 ressaltar que a CTC é maior nos murundus, provavelmente devido aos maiores
249 teores de argila nesse ambiente (Tabela 4), o que também contribui para as
250 diferenças entre as áreas.

251 Outra provável explicação, segundo Lima *et al.* (2005), diz respeito à
252 dissolução de compostos de Fe e Mn durante o alagamento, que na forma
253 reduzida são muito móveis e podem provocar o deslocamento de grandes
254 quantidades de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ dos sítios de troca. Esse foi verificado por

255 esses autores quando avaliaram a dinâmica da mobilização de elementos em
256 solos da Amazônia submetidos à inundação. Confirmando a grande
257 variabilidade nos atributos do solo, os teores das bases trocáveis deste estudo
258 discordam de outros obtidos na região do Vale do Guaporé por Pierangeli *et al.*
259 (2009), que verificaram valores altos para bases como Ca^{2+} e K^+ .

260 Para as condições deste estudo, é possível que haja rápida
261 disponibilização seguida de uma rápida adsorção do P aos colóides do solo, ou
262 ainda, que haja precipitação do P mobilizado temporariamente pela redução do
263 Fe^{3+} , o que reflete nos seus baixos teores nas áreas planas. Outra explicação
264 pode ser relacionada à associação desse elemento com Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} e Fe
265 formando complexos solúveis (Ponnamperuma 1972) que poderia remover
266 juntamente com as bases, o P do solo nesses complexos quando há
267 dissolução do Fe.

268 No entanto, os valores de P obtidos em ambas as áreas encontram-se
269 muito baixos de acordo com as classes de disponibilidade propostas por
270 Ribeiro *et al.* (1999), considerando-se os teores médios de argila do solo, o que
271 reforça a necessidade de manutenção da qualidade dos solos dentro de áreas
272 úmidas, uma vez que a intervenção antrópica por meio da inserção de
273 atividades agrícolas e pecuárias nesses ambientes poderiam diminuir sua
274 resiliência e capacidade produtiva.

275 A semelhança entre as áreas planas e murundus para os teores de
276 carbono orgânico se justifica pelo fato de que há aporte contínuo de resíduos
277 vegetais que são decompostos em taxas diferentes (Moreira e Siqueira 2002)
278 nos murundus e o aporte de resíduos nas áreas planas decorrente da
279 vegetação de gramíneas que possui boa capacidade de renovação do sistema
280 radicular, aumentando os teores de carbono principalmente em superfície.
281 Embora pudesse se esperar maior acúmulo de carbono na área alagável
282 devido ao excesso de água, o período de seca pode ser suficiente para ativar a
283 biota do solo e acelerar a decomposição do carbono orgânico, semelhante ao
284 murundu, favorecido pela ocorrência em regiões de clima tropical de altas
285 temperaturas combinada com a umidade do solo, tornando a taxa de
286 decomposição mais acentuada (Six *et al.* 2002).

287 Ambas as áreas têm elevada acidez ativa, alta saturação por Al^{3+} e
288 elevada acidez potencial. Nas áreas planas adjacentes aos murundus era de
289 se esperar maiores valores de pH, haja vista que as reações termodinâmicas
290 que ocorrem em ambientes alagados consomem íons H^+ (Sparks, 1994;
291 Coringa et al., 2012). A remoção das bases do solo por lixiviação permite ao
292 Al^{3+} ocupar o complexo de troca, uma vez que esse elemento possui maior
293 energia de ligação com os coloides do solo (Raij, 1991) e preferência de
294 adsorção na serie liotrópica graças a sua valência (Brady, 1979). Maiores
295 valores de Al nas áreas de murundus podem estar associados aos menores
296 valores de pH dessas áreas.

297 Martins *et al.* (2006) avaliando as relações solo-ambiente em áreas de
298 Ipucas na planície do Médio Araguaia constataram que os solos dos murundus
299 dessa região são extremamente ácidos, de baixa fertilidade nativa, com teores
300 muito baixos de nutrientes, e teores de Al^{3+} variável, corroborando com os
301 resultados do presente estudo.

302 Os valores de $CTC_{pH\ 7,0}$ e de $CTC_{efetiva}$ são maiores nos murundus em
303 relação nas áreas úmidas, o que pode ser atribuído aos maiores teores de
304 argila dos murundus (Tabela 4), ou ainda a mineralogia dessa fração, fato que
305 não foi analisado nesse estudo. Apesar dos valores de CTC serem suficientes
306 para uma boa retenção de cátions trocáveis, ressalta-se que as cargas estão
307 ocupadas por íons de Al^{3+} e H^+ , que são prejudiciais expressivos para a
308 nutrição de plantas, causando toxidez e inibindo a absorção de outros
309 nutrientes, além de causarem danos às células meristemáticas, inibindo o
310 alongamento radicular e conseqüentemente, a absorção e transporte de água e
311 nutrientes (Rossiello e Jacob Netto 2008).

312 Os valores de V são maiores nas áreas planas no entorno dos murundus,
313 contudo os valores de soma de bases são maiores nos murundus. Essa
314 inversão se dá pelo fato de haver maior CTC nos murundus, provavelmente
315 devido aos maiores teores de carbono e argila verificados nessa área. O solo
316 das duas áreas é distrófico exigindo processos de correção para fins agrícolas,
317 a exemplo da calagem. Silva e Ranno (2005) avaliando a calagem em solos de
318 várzea e a disponibilidade de nutrientes na solução do solo após o alagamento

319 verificaram que essa prática sempre aumentou a disponibilidade de Ca^{2+} e
320 Mg^{2+} e não alteraram os teores de P e K^+ na solução do solo e ressaltam que
321 os efeitos dependeram do tipo de solo e foram proporcionais às doses
322 aplicadas.

323 A baixa fertilidade dos campos de murundus restringe o uso destas áreas,
324 atualmente utilizadas apenas como pastagens de baixa produtividade e
325 pequena capacidade de suporte animal. Seria necessária a aplicação de
326 corretivos, como o calcário, para que ocorra maior disponibilidade de nutrientes
327 e conseqüentemente aumento na produção e na qualidade das forragens. No
328 entanto, em solos de várzea o pH e a disponibilidade de nutrientes ou de
329 elementos tóxicos têm peculiaridades quanto a prática da calagem (Silva e
330 Ranno, 2005), já que essa pratica deve ser conciliada com os processos ativos
331 de remoção das bases seja pelo alagamento e lixiviação bem como pela
332 extração da vegetação presente ou das pastagens implantadas nesses locais.
333 Dessa forma, métodos específicos de cálculo na necessidade de calagem
334 devem ser desenvolvidos para essas áreas, caso pretenda sua utilização para
335 fins agrícolas.

336 Os valores da fração areia (Tabela 4), maiores nas áreas planas em
337 relação aos murundus, podem ser associados a uma perda de argila nas áreas
338 úmidas pelo processo de ferrólise que ocorre em condições de alagamento
339 sazonal associado à presença de carbono orgânico, fonte de energia para a
340 fase aeróbica do processo e o alagamento gera condições para a fase
341 anaeróbica do processo, resultando assim na redução dos teores de argila,
342 conforme descrito por Brinkman (1970). Esses autores também afirmam que no
343 processo de ferrólise, além do aumento proporcional da fração areia, ocorre
344 expressiva lixiviação de cátions, o que condiz com o menor valor de bases
345 trocáveis na área alagável (Tabela 1).

346 Brikman *et al.* (1973) explicam que em muitas áreas úmidas sazonais, os
347 solos ácidos costumam ter uma considerável menor quantidade de argila nos
348 horizontes superficiais que nos horizontes em profundidade. Essas condições
349 relatadas por esses autores podem ser aplicadas às áreas planas do entorno
350 dos campos de murundus associadas ao Rio Guaporé, principalmente no que

351 se refere à sazonalidade entre os ciclos de cheia e seca, e são confirmadas
352 pelos teores de argila crescentes em profundidade (Tabela 4).

353 Além disso, os maiores teores de argila em profundidade podem ser em
354 função do tipo de solo presente nas áreas úmidas associadas ao Rio Guaporé,
355 que segundo Moreira e Vasconcelos (2007) são do tipo Plintossolos e que
356 podem ter horizonte B textural, enriquecidos com argila (Embrapa 2006). No
357 entanto, não se descarta a participação de outros processos, principalmente,
358 os relacionados à gênese dos murundus, que possam explicar os maiores
359 teores de argila nesse ambiente.

360 Para a densidade do solo, os maiores valores nas áreas planas sugerem
361 a existência de processos nativos de adensamento, já que a taxa de lotação
362 animal destas áreas raramente superam uma unidade animal (UA) ha⁻¹,
363 insuficiente para resultar em processo de compactação adicional do solo
364 dessas áreas, diferentemente da afirmação de Cardoso *et al.* (2011) que atribui
365 o aumento de densidade a pressão exercida pelo pisoteio do gado em áreas de
366 Pantanal. Os teores de carbono orgânico ligeiramente menor e o teor de areia
367 maior na área plana são fatores que elevam a densidade do solo e podem
368 constituir em impedimento para o crescimento vegetal, dependendo do valor
369 observado.

370 Sá e Santos Júnior (2005) relatam que há interpretações diferentes para
371 os valores de densidade, tendo como exemplo o valor de 1,5 Mg m⁻³, que para
372 um solo arenoso significaria solo solto, menos denso, ao passo que para um
373 solo argiloso seria considerado com elevado grau de compactação. Já Kiehl
374 (1979) explica que a densidade do solo situa-se no intervalo de 1,1 a 1,6 Mg m⁻³
375 em solos minerais e assume valores superiores a 1,6 Mg m⁻³ em solos
376 arenosos. Torres e Saraiva (1999) observaram valores de densidade de 1,0 e
377 1,45 Mg m⁻³ para solos argilosos e 1,25 e 1,70 Mg m⁻³ para solos arenosos,
378 respectivamente, em áreas com mata e compactadas, sugerindo assim que a
379 densidade das áreas avaliadas é influenciada pela granulometria dos solos.

380 O fato dos solos estudados serem de textura média (Embrapa 2006), com
381 predominância da fração areia, exige ainda mais cuidado em relação ao seu
382 manejo, haja vista que baixos teores de argila, aliados a baixos teores de CO

383 (Tabela 1) não favorece a formação de agregados, fundamentais para manter a
384 qualidade do ambiente edáfico (Vezzani e Mielniczuk 2011). No entanto, na
385 região é comum a prática da queimada para “renovação das pastagens”
386 segundo os agricultores. Tal fato deve ser evitado, pois o fogo acelera a
387 decomposição da matéria orgânica, restringindo a formação de agregados e,
388 conseqüentemente, de várias propriedades correlatas, tais como, densidade,
389 porosidade, aeração, capacidade de infiltração de água etc. (Bayer e
390 Mielniczuk 1999). Embora a baixa declividade da área não favoreça os
391 processos erosivos, há o risco de arenização dessas áreas em virtude da perda
392 nativa de argila e da matéria orgânica do solo devido às práticas inadequadas
393 de manejo.

394 Os valores obtidos para a análise de componentes principais indicam que
395 os conjuntos de variáveis selecionadas são suficientes para explicar a maior
396 parte da variação existente entre os murundus e suas áreas planas adjacentes,
397 restando ainda uma quantidade de variação não explicada, pelos fatores
398 selecionados.

399 O agrupamento dos ambientes de campos de murundus indica que há um
400 padrão próprio de distribuição dos atributos nos murundus e no entorno destes,
401 sendo possível separar estes ambientes quanto à composição química e física
402 do solo. O agrupamento de murundus e suas respectivas áreas do entorno em
403 dois grupos distintos reflete que alterações nos atributos do solo decorrentes
404 de acontecimentos nativos como o alagamento ou da intervenção antrópica ao
405 implantar a atividade pecuária nessas áreas de campos de murundus.

406 O comportamento de atributos químicos observados em outros campos
407 de murundus pode ser indicativo de maior ou menor dissimilaridade química e
408 física entre murundus e áreas do seu entorno para as condições desse estudo.

409 Oliveira-Filho (1992) observou que os solos sob os murundus possuíam
410 propriedades químicas semelhantes aos cupinzeiros próximos, o que indica
411 que a atividade biológica de cupins nessas áreas, principalmente pelo
412 transporte de material mineral e orgânico entre camadas do solo e entre os
413 ambientes, poderia provocar alterações nos atributos do solo, tornando então
414 os murundus pouco semelhantes às áreas planas próximas a esses.

415 Resende *et al.* (2004) verificaram pequena diferença na disponibilidade de
416 nutrientes entre solos de murundus e áreas planas adjacentes, provocada por
417 processos erosivos sobre os murundus.

418 Gama-Rodrigues *et al.* (2008) ao usar a técnica de componentes
419 principais e de agrupamento de Tocher obtiveram distinção entre ambientes de
420 *Acacia auriculiformis* (acácia), *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá) e *Corymbia*
421 *citriodora* (eucalipto), comparadas às coberturas de capoeira e pastagem
422 utilizando os atributos químicos e microbianos do solo. Corrêa *et al.* (2009)
423 verificaram que a análise de agrupamento e de componentes principais em
424 função dos atributos químicos do solo distinguiu o ambiente de vegetação
425 nativa dos demais usos do solo em perímetro irrigado.

426

427 Conclusões

428

429 Os campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé
430 caracterizam-se pela presença de baixos teores de bases trocáveis e acidez
431 elevada; sendo áreas pouco adequadas à atividade agrícola e de pecuária
432 exercida atualmente.

433 Os murundus têm atributos químicos e físicos mais adequados ao
434 desenvolvimento de plantas cultivadas e nativas em relação à área plana.

435 Os baixos teores de matéria orgânica aliados à textura média dos solos
436 estudados exigem cuidados no manejo desses solos.

437 As variáveis acidez potencial, matéria orgânica, argila e areia são
438 suficientes para separação dos ambientes de murundus e áreas planas.

439

440 Agradecimentos

441

442 Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de estudo ao
443 primeiro autor e à Rede Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação
444 Tecnológica: rede ASA (Rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias
445 para o sistema produtivo na região sudoeste de Mato Grosso) e ao CNPq pelo
446 financiamento do projeto.

447

448 Bibliografia Citada

449

450 ABDON, M. de M. 2004. *Os impactos ambientais no meio físico – erosão e*
451 *assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da*
452 *pecuária*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos,
453 Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo. 297p.

454

455 ADDINSOFT. 2013. XLSTAT-Pro, Core Statistical Software. Disponível em:
456 <<http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 26/02/2013.

457

458 ARAUJO, R; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. 2007. Qualidade de um solo
459 sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do*
460 *Solo*, 31: 1099-1108.

461

462 ARAÚJO NETO, D.M.; FURLEY, A.P.; HARIDASAN, M.; JOHNSON, E.C.
463 1986. The murundus of the cerrado region of Central Brazil. *Journal of Tropical*
464 *Ecology*, 2: 17-35.

465

466 BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In:
467 SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). 1999. *Fundamentos da matéria*
468 *orgânica do solo. Ambientes tropicais e subtropicais*. Genesis, Porto Alegre, p.
469 9-26.

470

471 BRADY, N.C. 1979. *Natureza e propriedades dos solos*. 5a ed. F. Bastos, São
472 Paulo, 647p.

473

474 BRIKMAN, R. 1970. Ferrolisys, a hidromorphic soil forming process. *Geoderma*,
475 3: 199-206.

476

- 477 BRINKMAN, R.; JONGMANS, A.G.; MIEDEMA, R.; MAASKANT, P. 1973. Clay
478 decomposition in seasonally wet, acid soils: micromorphological, chemical and
479 mineralogical evidence from individual argillans. *Geoderma*, 10: 259-270.
480
- 481 CARDOSO; E.L.; SILVA. M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FREITAS, D.A.F.
482 2011. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e
483 pastagens no Pantanal sul-mato-grossense. *Revista Brasileira de Ciência do*
484 *Solo*, 35: 613-622.
485
- 486 CORINGA, E. de A.O.; COUTO, E.G.; PEREZ, X.L.O.; TORRADO, P.V. 2012.
487 Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. *Acta*
488 *Amazonica*, 42: 19-28.
489
- 490 CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, F.J.;
491 PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. de. 2009. Atributos químicos
492 de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de
493 Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 305-314.
494
- 495 CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. 2004. *Modelos biométricos*
496 *aplicados ao melhoramento genético*. 3a ed. Universidade Federal de Viçosa,
497 Viçosa, 480p.
498
- 499 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro
500 Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*.
501 2da ed. CNPS, Rio de Janeiro, 212p.
502
- 503 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. 2007.
504 *Sistema Brasileiro de Classificação do solo*. 2a ed. CNPS, Rio de Janeiro,
505 306p.
506

- 507 FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. 1999. Influência da mineralogia
508 da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do
509 Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 515-523.
- 510
- 511 FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SCAPIM, C.A. 2007. Espacialização vertical e
512 horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho cultivado
513 com citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 9-19.
- 514
- 515 GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; PAULINO, G.M.;
516 FRANCO, A.A. 2008. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes
517 coberturas vegetais no Norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira
518 de Ciência do Solo*, 32: 1521-1530.
- 519
- 520 GONCALVES, G.K.; SOUSA, R.O. de; VAHL, L.C; BORTOLON, L. 2008.
521 Solubilização dos fosfatos nativos Patos de Minas e Arad em dois solos
522 alagados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 2157-2164.
- 523
- 524 KEDDY, P. A. 2000. *Wetland ecology: Principles and conservation*. Cambridge
525 University Press, Cambridge, 614p.
- 526
- 527 KIEHL, E. J. 1979. *Manual de edafologia*. Agronômica Ceres, São Paulo, 262p.
- 528
- 529 LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V. de; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C. 2005.
530 Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à
531 inundação. *Acta Amazonica*, 35: 317-330.
- 532
- 533 MARIMON, B.S.; LIMA, E. de S. 2001. Caracterização fitofisionômica e
534 levantamento florístico pre-liminar no pantanal dos rios Mortes-Araguaia,
535 Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 15: 213-229.
- 536
- 537 MARIMON, B.S.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; MEWS, H.A.; JANCOSKI, H.S.;
538 FRAN CZAK, D.D.; LIMA, H.S.; LENZA, E.; ROSSETE, A.N.; MORESCO, M.C.

- 539 2012. Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato
540 Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26: 181-196.
- 541
- 542 MARTINS, A.K.E.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SILVA, E.; SOARES, V.P.;
543 CORRÊA, G.R.; MENDONÇA, B.A.F. de. 2006. Relações solo-geoambiente em
544 áreas de ocorrência de ipucas na planície do Médio Araguaia – estado de
545 Tocantins. *Revista Árvore*, 30: 297-310.
- 546
- 547 MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2000a. *Wetlands*. 3a ed. John Wiley e Sons,
548 Inc, Ohio.
- 549
- 550 MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2000b. The value of wetlands: importance of
551 scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35: 25-33.
- 552
- 553 MORAES, A. R. 2011. *Indicadores para a Caracterização de Serviços*
554 *Ambientais de Áreas Úmidas. Estudo de Caso: a Área de Proteção Ambiental*
555 *das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná*. Tese de Doutorado, Departamento de
556 Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 180p.
- 557
- 558 MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. 2002. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*.
559 Universidade Federal de Lavras, Lavras, 625p.
- 560
- 561 MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. 2007. *Mato Grosso: solos e*
562 *paisagens*. Entrelinhas, Cuiabá, 272p.
- 563
- 564 OLIVEIRA-FILHO, A.T. 1992. Floodplain “murundus” of Central Brazil: evidence
565 for the termite-origin hypothesis. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 1-19.
- 566
- 567 OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FURLEY, P.A. 1990. Monchão, concuruto, murundu.
568 *Ciência Hoje*, 11: 30-37.
- 569

- 570 PIERANGELI, M.A.P.; EGUCHI, E.S.; RUPPIN, R.F.; COSTA, R.B.F.; VIEIRA,
571 D.F. 2009. Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale
572 do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso. *Acta Amazônica*, 39:
573 61-70.
- 574
- 575 PONNANPERUMA, F.N. *The chemistry of submerged soils*. 1972.
576 (http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA956.pdf). Acesso em 03/11/2012.
- 577
- 578 PONNANPERUMA, F.N. Chemical kinetics of wetland rice soils Relative to soil
579 fertility. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1985. *Wetland*
580 *soils: characterization, classification, and utilization*. Philippine Ministry of
581 Agriculture, Laguna, 570p.
- 582
- 583 R Development Core Team. 2011. *R: a language and environment for statistical*
584 *computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ([www.R-](http://www.R-project.org/)
585 [project.org/](http://www.R-project.org/)). Acesso em 07/07/2011.
- 586
- 587 RAIJ, B. van. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Ceres, Piracicaba, 343p.
- 588
- 589 RESENDE, I.L.M.; ARAÚJO, G.M.; OLIVEIRA, A.P.A.; OLIVEIRA, A.P.; ÁVILA
590 JÚNIOR, R.S.A. 2004. A comunidade vegetal e as características abióticas de
591 um campo de murundu em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasileira*, 18: 9-17.
- 592
- 593 RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de.; CORRÊA, G.F. 2007.
594 *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 5a ed. rev. Editora UFLA, Lavras,
595 322p.
- 596
- 597 RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H (Eds.). 1999.
598 *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes 1999 em Minas Gerais:*
599 *5ª aproximação*. CFSEMG, Viçosa, 359p.
- 600

- 601 ROSSIELLO, R.O.P.; JACOB NETTO, J. Toxidez de alumínio em plantas:
602 novos enfoques para um velho problema. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). 2008.
603 *Nutrição mineral de plantas*. 1a ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,
604 Viçosa, p. 376-418.
- 605
- 606 SPARKS, D.L. 1995. *Environmental soil chemistry*. Academic Press, San
607 Diego, 267p.
- 608
- 609 SÁ, M.A.C. de; SANTOS JUNIOR, J. de G. dos. 2005. *Compactação do solo:
610 consequências para o crescimento vegetal*. Embrapa Cerrados, Planaltina, 26p.
611 (Documentos, 136).
- 612
- 613 SILVA, L.S.; RANNO, S.K. 2005. Calagem em solos de várzea e a
614 disponibilidade de nutrientes na solução do solo após o alagamento. *Ciência
615 Rural*, 35: 1054-1061.
- 616
- 617 SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.M.; MORAES, J.C.; ALBRECHT, A.
618 2002. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils
619 – Effects of no-tillage. *Agronomie*, 22: 755-775.
- 620
- 621 SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. 2011. O
622 *Código florestal e a ciência*. SBPC, São Paulo, 124p.
- 623
- 624 SOUZA, G.S. 2001. *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*.
625 2da ed. Embrapa, Brasília, 489p.
- 626
- 627 TORRES, E.; SARAIVA, O.F. 1999. *Camadas de impedimento do solo em
628 sistemas agrícolas com a soja*. Embrapa Soja, Londrina, 58p. (Circular Técnica,
629 23).
- 630
- 631 VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S.; VEIGAS, I. A. de J. M. 1992.
632 Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agricola*, 49: 123-128.

633

634 VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. 2011. Agregação e estoque de carbono em
635 Argissolo submetido à diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira*
636 *de Ciência do Solo*, 35: 213-223.

637

638 WHIGHAM, D. F. 1999. Ecological issues related to wetland preservation,
639 restoration, creation and assessment. *The Science of the Total Environment*,
640 240: 31-40.

641

642 Tabela 1. Valores de pH, acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H + Al) e
643 saturação por alumínio (m%) de campos de murundu associados ao Vale do
644 Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Ambiente e estatística	pH água	Al^{3+}	H+Al	m
		$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$		%
0-10 cm				
Plano ⁽⁴⁾	5,15	1,30	5,09	44,35
Murundu	4,73	2,36	9,17	54,68
Valor do teste	22,437 ⁽¹⁾	4,1297 ⁽¹⁾	5,1138 ⁽²⁾	3,2544 ⁽¹⁾
P	0,0000 ⁽³⁾	0,0000	0,0000	0,0017
10-20 cm				
Plano ⁽⁴⁾	4,97	1,64	5,12	56,6
Murundu	4,66	2,55	8,97	63,76
Valor do teste	16,271 ⁽¹⁾	7,367 ⁽¹⁾	12,817 ⁽¹⁾	4,684 ⁽¹⁾
P	0,0001 ⁽³⁾	0,0084	0,0006	0,0338
20-40 cm				
Plano ⁽⁴⁾	5,04	1,98	6,25	59,75
Murundu	4,79	2,79	9,15	67,64
Valor do teste	12,743 ⁽¹⁾	2,3443 ⁽²⁾	2,9847 ⁽²⁾	4,323 ⁽¹⁾
P	0,0007 ⁽³⁾	0,0190	0,0028	0,0413

645 ⁽¹⁾Comparação de ambientes utilizando o teste t; ⁽²⁾Comparação de ambientes
646 utilizando o teste de Mann-Whitney. ⁽³⁾Valores inferiores a 0,05 diferem
647 significativamente entre os ambientes em cada profundidade pelos respectivos
648 testes. ⁽⁴⁾n = 36 amostras para cada área amostrada.

649

650 Tabela 2. Teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), fósforo (P) e
 651 carbono orgânico (CO) de campos de murundus associados ao Vale do Rio
 652 Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Ambiente e estatística	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	P	CO
	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$			mg dm^{-3}	g kg^{-1}
0-10 cm					
Plano ⁽⁴⁾	0,62	0,78	0,12	1,81	13,76
Murundu	0,77	0,93	0,23	4,70	15,22
Valor do teste	0,8954 ⁽²⁾	1,5506 ⁽¹⁾	3,5543 ⁽²⁾	4,6796 ⁽²⁾	1,4566 ⁽¹⁾
p	0,3705 ⁽³⁾	0,1255	0,0003	0,0000	0,1497
10-20 cm					
Plano ⁽⁴⁾	0,38	0,57	0,05	1,02	8,75
Murundu	0,39	0,71	0,12	3,45	9,52
Valor do teste	0,1429 ⁽¹⁾	2,5043 ⁽¹⁾	3,0884 ⁽²⁾	2,7877 ⁽²⁾	1,2043 ⁽¹⁾
p	0,8868 ⁽³⁾	0,0146	0,0020	0,0053	0,2326
20-40 cm					
Plano ⁽⁴⁾	0,29	0,59	0,04	0,58	6,30
Murundu	0,37	0,60	0,10	2,57	7,52
Valor do teste	1,9756 ⁽¹⁾	0,3042 ⁽¹⁾	2,2656 ⁽²⁾	2,7938 ⁽²⁾	2,8139 ⁽¹⁾
p	0,0525 ⁽³⁾	0,7619	0,0234	0,0052	0,0066

653 ⁽¹⁾Comparação de ambientes utilizando o teste t; ⁽²⁾Comparação de ambientes
 654 utilizando o teste de Mann-Whitney. ⁽³⁾Valores inferiores a 0,05 diferem
 655 significativamente entre os ambientes em cada profundidade pelos respectivos
 656 testes. ⁽⁴⁾n = 36 amostras para cada área amostrada.

657

658 Tabela 3. Capacidade de troca de cátions (CTC) potencial (T) e efetiva (t) e
 659 saturação por base (V%) de campos de murundu associados ao Vale do Rio
 660 Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Ambiente e estatística	CTC (T)	CTC (t)	V
	cmol _c dm ⁻³		%
0-10 cm			
Plano ⁽⁴⁾	6,62	2,82	25,35
Murundu	11,21	4,3	18,47
Valor do teste	4,9779 ⁽²⁾	4,146 ⁽¹⁾	12,637 ⁽¹⁾
p	0,0000 ⁽³⁾	0,0001	0,0007
10-20 cm			
Plano ⁽⁴⁾	6,13	2,65	21,31
Murundu	10,2	3,78	13,93
Valor do teste	4,0319 ⁽²⁾	3,0971 ⁽²⁾	3,2548 ⁽²⁾
p	0,0000 ⁽³⁾	0,0019	0,0011
20-40 cm			
Plano ⁽⁴⁾	7,18	2,91	20,82
Murundu	10,23	3,87	14,04
Valor do teste	3,0971 ⁽²⁾	2,6128 ⁽²⁾	8,559 ⁽¹⁾
p	0,0019 ⁽³⁾	0,0089	0,0049

661 ⁽¹⁾Comparação de ambientes utilizando o teste t; ⁽²⁾Comparação de ambientes
 662 utilizando o teste de Mann-Whitney. ⁽³⁾Valores inferiores a 0,05 diferem
 663 significativamente entre os ambientes em cada profundidade pelos respectivos
 664 testes. ⁽⁴⁾n = 36 amostras para cada área amostrada.

665

666

667 Tabela 4. Granulometria, densidade aparente e classificação textural do solo de
 668 campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato
 669 Grosso, Brasil.

Ambiente e estatística	Areia	Argila	Silte	Densidade aparente	Classe textural do solo
	g kg ⁻¹			Mg m ⁻³	
0-10 cm					
Plano ⁽⁴⁾	681,66	182,54	135,78	1,53	Média
Murundu	575,16	241,92	182,88	1,46	Média
Valor do teste	2,9619 ⁽²⁾	2,4095 ⁽¹⁾	2,0947 ⁽²⁾	6,207 ⁽¹⁾	
p	0,0030 ⁽³⁾	0,0186	0,0361	0,0151	
10-20 cm					
Plano ⁽⁴⁾	640,91	219,88	139,5	1,63	Média
Murundu	549,91	258,06	192,01	1,57	Média
Valor do teste	2,796 ⁽¹⁾	1,3983 ⁽¹⁾	2,1173 ⁽²⁾	5,201 ⁽¹⁾	
p	0,099 ⁽³⁾	0,1666	0,0342	0,0271	
20-40 cm					
Plano ⁽⁴⁾	594,8	251,51	153,68	1,61	Média
Murundu	512,66	274,68	212,64	1,54	Média
Valor do teste	1,9145 ⁽²⁾	0,7867 ⁽¹⁾	1,6330 ⁽²⁾	7,967 ⁽¹⁾	
p	0,0555 ⁽³⁾	0,04345	0,1024	0,0062	

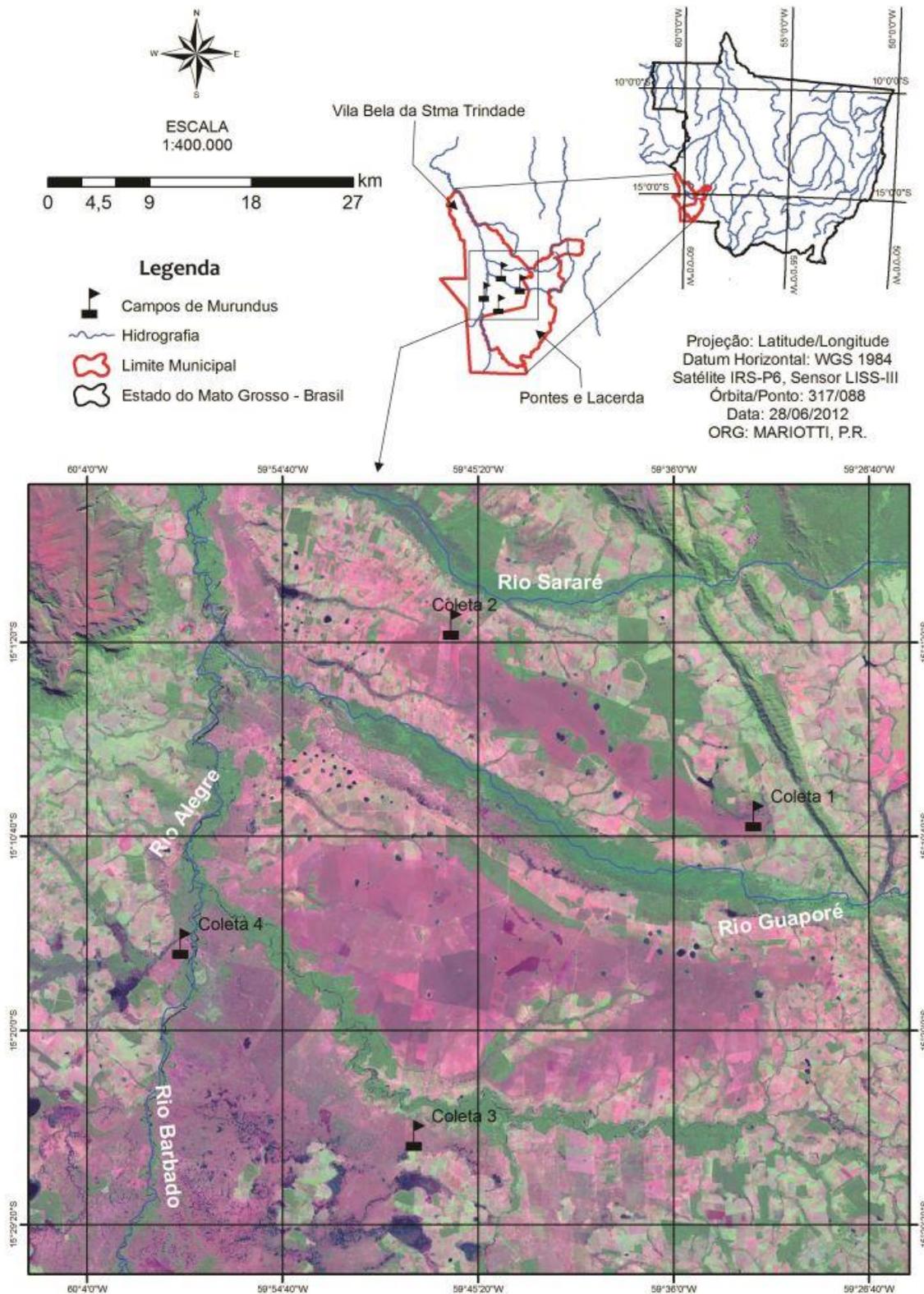
670 ⁽¹⁾Comparação de ambientes utilizando o teste t; ⁽²⁾Comparação de ambientes
 671 utilizando o teste de Mann-Whitney. ⁽³⁾Valores inferiores a 0,05 diferem
 672 significativamente entre os ambientes em cada profundidade pelos respectivos
 673 testes. ⁽⁴⁾n = 36 amostras para cada área amostrada.

674
 675
 676
 677

678 Tabela 5. Contribuição relativa (%) associada aos componentes principais (F1
 679 e F2) das variáveis de separação dos ambientes de campos de murundus
 680 associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Variável	Componente	
	F1	F2
H+Al	32	0
MO	1	97
ARG	34	0,5
ARE	33	2

682 H+Al = acidez potencial (cmol_c dm⁻³); MO = matéria orgânica do solo, ARG =
 683 argila e ARE = areia (g kg⁻¹).



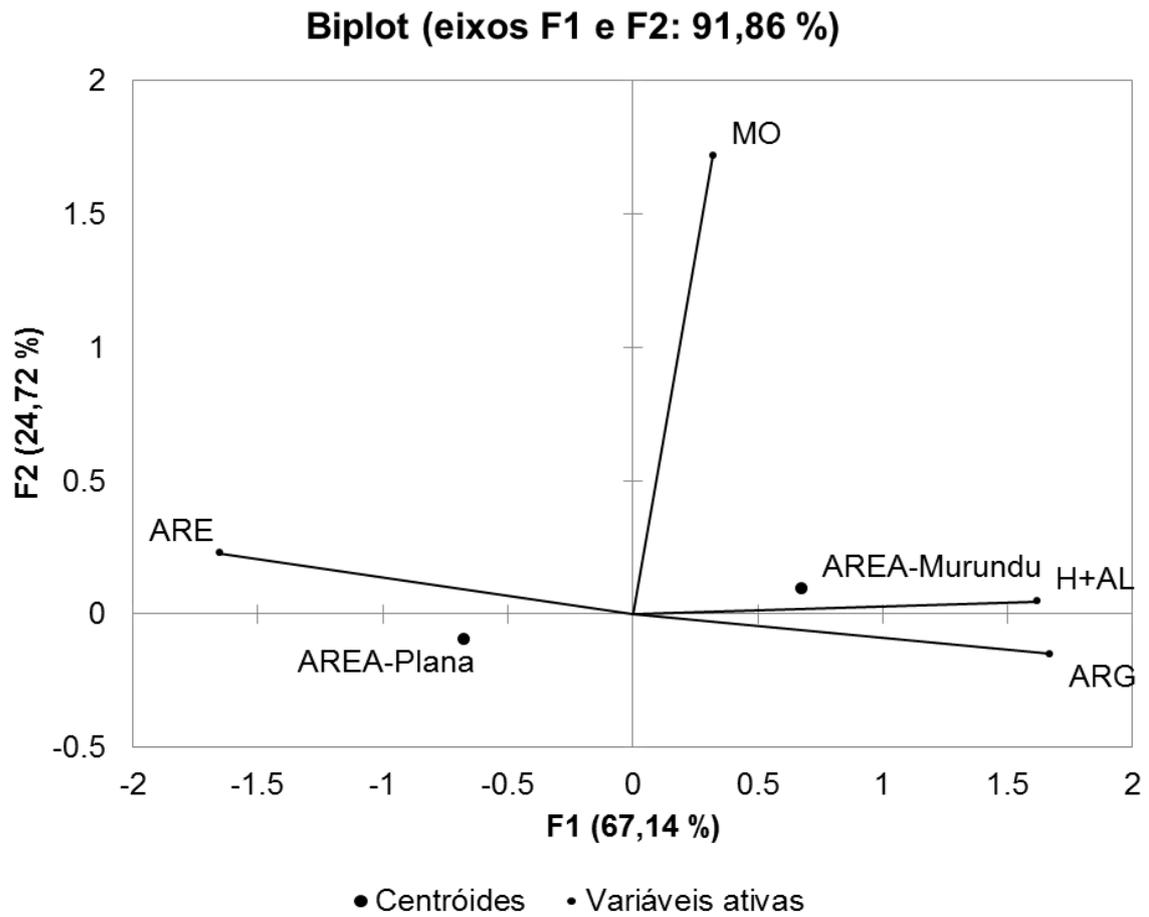
684
685
686
687

Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras de solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.



688

689 Figura 2. Aspecto dos campos de murundus associados ao Vale do Rio
690 Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.



691

692 Figura 3 - Análise de Componentes Principais (ACP) de atributos do solo de
 693 campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato
 694 Grosso, Brasil. Dispersão dos ambientes (centroides) com base nos atributos
 695 selecionados.

1 Estoque de carbono orgânico em campos de murundus associados ao Vale do
2 Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil

3

4 Fernando André Silva SANTOS, Maria Aparecida Pereira PIERANGELI,
5 Fernando Luiz SILVA, Milson Evaldo SERAFIM, Célia Alves de SOUZA

6

7 [Preparado de acordo com as normas da revista Acta Amazônica]

8

9 Resumo: Este trabalho objetivou avaliar os estoques de carbono orgânico
10 (ECO) do solo de pastagens nativas e cultivadas em áreas úmidas do Vale do
11 Guaporé-MT. Em cada área foram abertas mini trincheiras de 50 x50 x 40 cm e
12 coletadas amostras deformadas e indeformadas nas profundidades de 0-10,
13 10-20 e 20-40 cm, em três repetições. Nessas amostras foram determinados a
14 densidade e diversos atributos de fertilidade do solo e calculados os estoques
15 de carbono de cada profundidade. Os resultados do estoque de carbono foram
16 comparados por estatística não paramétrica pelo teste de Kruskal Wallis
17 ($p=0,05$). Houve diferença para o ECO nas profundidades avaliadas, variando
18 de 10,69 a 23,14 nas áreas nativas sem uso (referência), de 10,91 a 22,59 nas
19 pastagens cultivadas e de 8,95 a 17,71 Mg ha⁻¹ nas pastagens nativas em uso.
20 Os maiores valores de ECO foram observados na camada de 0-10 cm em
21 todos os ambientes analisados, havendo redução dos estoques nas camadas
22 mais profundas. Conclui-se que os maiores valores de ECO estão nas
23 camadas mais superficiais do solo e que a o uso atual nas áreas avaliadas não
24 reduz os valores de ECO.

25

26 Palavras-chave: áreas úmidas, Amazônia Ocidental, fertilidade do solo,
27 pastagens.

28

29 Organic carbon stocks in fields of murundus associated to the Guaporé River
30 Valley, southwest of Mato Grosso, Brazil

31

32 Abstract: This study aimed to access organic carbon stocks (OCS) of soil in
33 nativa and cultivated pastures in the wetlands in Vale do Guaporé-MT. In each
34 area were open mini-trenches of 50 × 50 × 40 cm and collected undisturbed
35 and disturbed samples at depths 0-10, 10-20 e 20-40 cm in three replicates. In
36 these samples were determined the density and various attributes of soil fertility
37 and the carbon stocks for each depth. The carbon stock data were compared by
38 nonparametric statistics using the Kruskal Wallis test ($p < 0,05$). There were
39 differences for the OCS in the studied depths ranging from 10.69 to 23.14 in the
40 nativa areas without use (reference), from 10.91 to 22.59 in cultivated pastures
41 and from 8.95 to 17.71 Mg ha⁻¹ in nativa pastures in use. The highest OCS
42 values were observed in 0-10 cm layer in all environments analyzed, with a
43 reduction of stocks in the deeper layers. We conclude that the highest OCS
44 values are in upper layers of soil and the current use of the areas does not
45 reduce OCS values.

46

47 Keywords: pasture, soil fertility, Western Amazon, wetlands

48

49 Introdução

50

51 Mudanças climáticas globais são relacionadas com o aumento da
52 temperatura da superfície terrestre, devido ao aumento da concentração
53 atmosférica de gases como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e
54 clorofluorcarbonos. Esses gases são capazes de absorver radiações de ondas
55 longas emitidas pela superfície terrestre e pela atmosfera, com o consequente
56 aquecimento desta, ocasionando o efeito estufa (Matheus 2012).

57

58 No âmbito dessas mudanças, o solo e suas diferentes formas de uso e
59 manejo estão em foco (Cerri *et al.* 2007; Costa *et al.* 2008), sobretudo, por ser
60 considerado fonte ou sumidouro de CO₂ atmosférico (Cerri *et al.* 2007; Rangel
61 e Silva 2007; Cardoso *et al.* 2009; Silva Júnior *et al.* 2009; Araújo *et al.* 2011),
dependendo do manejo adotado.

62

63 O ecossistema pastagem, com manejo adequado, tem recebido destaque
por seu papel no combate ao aumento do efeito estufa, ao atuar em favor do

64 sequestro de carbono (Corazza *et al.* 1999; D'Andrea *et al.* 2004; Cerri *et al.*
65 2007; Paulino e Teixeira 2009). Entretanto, o uso de pastagens nativas ainda é
66 intenso, de modo a contribuir para a insustentabilidade da atividade pecuária
67 nessas condições (SBPC 2011).

68 Pulrolnik *et al.* (2009) estudando estoques de carbono em diferentes
69 frações da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e Cerrado
70 demonstraram que no solo em que a pastagem substituiu o Cerrado, houve
71 aumento de 13% nos estoques de CO na camada até 100 cm de profundidade.
72 Dessa forma, vários estudos têm sido realizados para a quantificação de
73 estoques de CO, tanto em áreas de pastagens quanto de florestas, porém em
74 áreas úmidas ainda são escassos estudos nesse sentido.

75 As áreas úmidas, incluindo os campos de murundus, desempenham
76 papel importante na dinâmica ambiental, em diferentes escalas ecológicas
77 (população, ecossistema e biosfera), fornecendo recursos e serviços
78 ambientais gratuitos, como recarga de aquíferos, manutenção da qualidade da
79 água e redução na emissão de gases como nitrogênio e gás carbônico (Mitsch
80 e Gosselink 2000; Tundisi e Matsumura-Tundisi 2010; Moraes 2011).

81 O reconhecimento da importância e da fragilidade dos ambientes úmidos
82 viabiliza, cada vez mais, propostas para estudo e gestão ambiental dessas
83 áreas, por meio do desenvolvimento de técnicas que assegurem sua
84 preservação e exploração sustentável (Abdon 2004, Moraes 2011). Mesmo
85 nessas áreas, bem como suas adjacências, ainda não se tem informações
86 suficientes para prever quais são os manejos a serem adotados para
87 mitigação da ação antrópica exercida sobre as mesmas. Nesse sentido várias
88 ferramentas utilizadas nas Ciências Agrárias para avaliação da qualidade do
89 solo têm sido utilizadas nas Ciências Ambientais para monitoramento das
90 funcionalidades ambientais desses sistemas.

91 Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques de carbono
92 orgânico do solo (ECO) de pastagens nativas sem uso (referência), com uso e
93 cultivadas em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé,
94 sudoeste de Mato Grosso.

95

96 Material e Métodos

97

98 A região estudada, constituídas de áreas planas, com altitudes em torno
99 de 200 m, possui clima Tropical Continental, com características de Úmido a
100 Subúmido, com pluviosidade entre 1.200 a 1.500 mm anuais, período chuvoso
101 entre outubro e março. As baixas declividades, o modelado plano e as
102 características edáficas dificultam o escoamento das águas, tornando essas
103 áreas sujeitas a inundações periódicas ou permanentes. Os solos
104 predominantes são Plintossolos álicos, recobertos por Savana Estépica e
105 formações do contato Savana Arbórea Aberta/Savana Estépica (Moreira e
106 Vasconcelos 2007).

107 O estudo foi realizado em regiões de áreas úmidas (campos de
108 murundus) associadas ao Rio Guaporé, região sudoeste do Estado de Mato
109 Grosso, localizadas entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e
110 Pontes e Lacerda (Figura 1), situadas dentro da Bacia Amazônica. Essa região
111 possui grande importância econômica contando com um rebanho de 2,6
112 milhões de cabeças, sendo em média 264,49 cabeças por propriedade
113 (Bonjour *et al.* 2008). Atualmente o município de Vila Bela ocupa o segundo
114 lugar no estado no efetivo de bovinos, com um rebanho de 888.430 cabeças
115 (IBGE, 2012) em terrenos que em sua maioria possuem boa aptidão para a
116 atividade de criação e engorda, excetuando-se os campos de murundus.

117 Apesar do ganho econômico, ambientalmente essas áreas podem ser
118 comprometidas pela atividade pecuária caso não recebam manejo adequado e
119 específico, com tendências de contribuir para mudanças climáticas na região
120 devido ao desmatamento, ao manejo inadequado do solo e consequente
121 emissão de gases agravadores do efeito estufa.

122 As coletas das amostras de solo foram realizadas entre setembro e
123 novembro de 2011, ao fim do período de seca na região. Foram selecionadas
124 três diferentes ambientes: área nativa sem uso de referência (ANR), pastagens
125 nativas em uso (PNU) e pastagem cultivada (PC). Todas as áreas ficam
126 saturadas com águas pluviais parte do ano, durante o período chuvoso, devido
127 à drenagem deficiente e à flutuação do lençol freático As pastagens são

128 cultivadas, principalmente por *Urochloa humidicola* em substituição às
129 vegetações nativas, e geralmente formadas sem adubação e calagem, após as
130 queimadas.

131 Para as coletas das amostras de solo, em cada área foram abertas mini-
132 trincheiras de 50 x 50 x 40 cm e coletadas amostras deformadas e
133 indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20, e 20-40 cm, em três
134 repetições, sendo as mesmas posteriormente conduzidas ao Laboratório de
135 Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) para preparo e
136 análise.

137 O carbono orgânico (CO) foi determinado por oxidação úmida com
138 solução de dicromato de potássio em meio ácido. Para a caracterização física
139 foram determinados a densidade do solo (DS) pelo método do anel volumétrico
140 e a textura utilizando-se o método da pipeta, conforme Embrapa (1997).

141 Para o cálculo dos estoques de carbono foi utilizada o método da camada
142 equivalente, com a seguinte equação: $ECO = CO \times Ds \times E \times A \times f_{kg}$ que: ECO
143 significa estoque de carbono orgânico ($Mg\ ha^{-1}$); Ds a densidade do solo (Mg
144 m^{-3}); E a espessura da camada (m); A se refere a unidade de área ($ha = 10.000$
145 m^2); e f_{kg} fator de conversão de kg para Mg ($0,001\ Mg\ ha^{-1}$).

146 Para padronização dos resultados, nos ambientes submetidos à
147 intervenção antrópica (pastagem nativa em uso e pastagem cultivada) foi
148 adotado o valor de densidade do solo determinado na área nativa sem uso
149 (referência), de modo a evitar que a compactação do solo nos ambientes,
150 decorrente do pisoteio dos animais entre outros fatores, resultasse em maiores
151 valores de estoque, procedimento semelhante que tem sido adotado em outros
152 trabalhos dessa natureza (Carvalho *et al.*, 2009; Pulronik *et al.*, 2009; Cardoso
153 *et al.*, 2010)

154 A análise estatística consistiu na aplicação de teste de normalidade de
155 Shapiro Wilk e homogeneidade de variâncias de Barlett aos dados de ECO, DS
156 e teor de CO do solo. Os dados que não atenderam ao pressuposto de
157 normalidade foram submetidos ao uso de estatística não paramétrica,
158 aplicando-se o teste não paramétrico de Kruskal Wallis ($p=0,05$) e de
159 comparação múltipla de Dunn ($p=0,05$) para comparação de ambientes e

160 profundidades. Todas essas análises foram feitas utilizando o software R
161 versão 2.13.1 (R Development Core Team 2011) e XL Stat (Addinsoft 2013).

162

163 Resultados

164

165 Os valores médios do CO, de ECO e de DS para os diferentes ambientes
166 e profundidades são apresentados na Tabela 1. Verificou-se que não há
167 alteração nos valores dessas variáveis em função dos usos analisados pelo
168 teste não paramétrico de Kruskal Wallis ($p > 0,05$), havendo diferenças entre as
169 profundidades para as variáveis analisadas.

170 Nas áreas nativas de referência, os valores de CO e de ECO foram
171 diferentes na profundidade de 0-10 cm, não diferindo entre as profundidades de
172 10-20 e 20-40 cm. Para as pastagens nativas em uso, houve diferença entre
173 todas as profundidades para CO e ECO. Nas pastagens cultivadas, houve a
174 mesma tendência observada para as áreas nativas de referência na análise
175 das profundidades. Os maiores estoques de carbono no solo foram obtidos na
176 profundidade de 0-10 cm em todos os ambientes, havendo redução dos
177 estoques nas camadas mais profundas.

178 Os valores de densidade do solo foram maiores nas camadas
179 intermediárias e mais profundas (10-20 e 20-40 cm), diferindo da camada
180 superficial (0-10 cm) nos ambientes de área nativa e de pastagem nativa em
181 uso. Para o ambiente de pastagem cultivada, os valores de densidade não
182 foram diferentes entre as profundidades.

183 O diagrama comparativo dos estoques de carbono nas áreas avaliadas,
184 nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm pode ser observado na Figura 2.
185 Comparados à área nativa, referencial de ambiente de estabilidade ecológica,
186 observa-se que houve uma redução no ECO de 28 e 14% para as áreas
187 nativas em uso e cultivadas, respectivamente, na profundidade de 0-10 cm.
188 Para a segunda profundidade avaliada (10-20 cm), as reduções no ECO, em
189 comparação à área de referencia, foram de 25% para as pastagens nativas em
190 uso e 26% para as pastagens cultivadas. A última profundidade amostrada (20-
191 40 cm) também diferiu em relação ao ECO sendo as reduções iguais a 17% e

192 5% para as áreas de pastagem nativas em uso e cultivadas, respectivamente,
193 em relação à área de referência.

194

195 Discussão

196

197 Os maiores ECOs em superfície estão associados aos teores de CO, que
198 são maiores na profundidade de 0-10 cm em decorrência do aporte contínuo de
199 material orgânico e da baixa atividade microbiana em função das condições de
200 alagamento, havendo redução dos estoques de carbono nas camadas sub-
201 superficiais decorrente também da diminuição dos teores de carbono orgânico.

202 Rangel e Silva (2007) em estudo sobre o ECO e N e frações orgânicas de
203 Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, constataram que o
204 ECO foi afetado de modo significativo pelos sistemas de uso e manejo do solo
205 em todas as profundidades avaliadas, no qual para a profundidade de 0-10 cm,
206 a área de mata nativa apresentou os maiores estoques de CO enquanto a área
207 de pastagem não diferiu da área de milho em sistema de cultivo mínimo.

208 Neves *et al.* (2004) também confirmaram essa tendência em avaliação
209 dos estoques de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto
210 sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais, na
211 qual se observou que os teores de carbono orgânico foram influenciados pela
212 profundidade em todos os sistemas, sendo maiores na superfície (0-5 cm), com
213 tendência geral de diminuição nos teores de carbono totais com o aumento da
214 profundidade. Esses resultados obtidos nas áreas estudadas do presente
215 estudo, na camada mais superficial do solo, corroboram com outros estudos
216 existentes.

217 Apesar da ausência de diferença entre os ECOs dos ambientes avaliados
218 os resultados indicam que as pastagens formadas em áreas úmidas podem
219 contribuir para a manutenção ou mesmo aumento dos estoques de carbono do
220 solo quando submetidas a um manejo adequado, o que não corrobora com
221 Franchini *et al.* (2010) que afirma que é esperada a diminuição do teor de CO
222 do solo e do seu estoque quando há incorporação de áreas sob vegetação
223 nativa ao processo de produção agropecuário uma vez que a retirada da

224 vegetação nativa, associada ao preparo do solo para retirada das raízes e
225 adequação para o plantio, acelera o processo de decomposição da matéria
226 orgânica do solo, fato que não ocorreu nas áreas estudadas.

227 No entanto, as pastagens nativas quando submetidas à atividade
228 pecuária extensiva exportam grandes quantidades de biomassa vegetal, por
229 meio da pressão de pastejo, reduzindo o aporte de resíduos orgânicos, que
230 garantem a manutenção de carbono no solo e conseqüentemente, dos valores
231 de estoque de CO₂, o que futuramente pode comprometer a capacidade deste
232 solo de armazenar carbono. Cardoso *et al.* (2010), avaliando os estoques de
233 CO₂ e de N em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal,
234 observaram que a conversão da floresta nativa em pastagem cultivada e a
235 submissão da pastagem nativa ao sistema de pastejo contínuo, promoveu
236 significativa redução nos estoques de CO₂ do solo, sendo as maiores perdas
237 notadas em pastagens cultivadas com maior tempo de implantação. No
238 presente estudo, outro fator que pode ter determinado não haver diferença
239 entre os valores de ECO nos diferentes ambientes está relacionado com a
240 textura arenosa predominante nessas áreas, pois esse tipo de textura protege
241 menos fisicamente o carbono orgânico, deixando-o mais acessível à microbiota
242 e aos processos de decomposição (Fernandes *et al.* 1999).

243 Outros trabalhos demonstram as conseqüências da intervenção antrópica
244 em ambientes amazônicos no tocante a dinâmica de carbono. Matoso *et al.*
245 (2012) em estudo sobre frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo
246 Vermelho-Amarelo distrófico sob diferentes usos na Amazônia brasileira
247 detectaram diferenças para os usos do solo e entre profundidades, sendo os
248 maiores teores de carbono presentes na profundidade de 0-10 cm no solo sob
249 vegetação nativa. Assim como no presente estudo, esses autores verificaram
250 que o valor de carbono orgânico total das áreas de pastagem estava mais
251 próximo daqueles observados para a vegetação nativa, atribuindo esse
252 resultado ao aporte contínuo de biomassa das espécies do gênero *Urochloa*
253 sp.

254 O diagrama mostrado na Figura 2 ilustra a tendência de que a intervenção
255 antrópica nos ambientes úmidos não contribuiu para a manutenção do CO₂ no

256 solo, mesmo após a conversão de áreas nativas em pastagens cultivadas.
257 Como pode ser observado nessa figura há uma diminuição no ECO menos
258 acentuada para as pastagens cultivadas na primeira e na última profundidade
259 do solo enquanto nas pastagens nativas em uso essa redução foi maior que
260 15% em todas as profundidades amostradas. Tendências semelhantes foram
261 observados por outros autores a exemplo de Fernandes *et al.* (1999), D'Andréa
262 *et al.* (2002) e Cardoso *et al.* (2010) quando se tem a substituição de áreas
263 nativas por pastagens cultivadas.

264 Verifica-se que os ECOs nas áreas úmidas ora estudadas podem ou não
265 serem mais elevados quando comparado àqueles obtidos por outros autores e
266 em outras condições. D'Andréa *et al.* (2004) obtiveram valores médios de ECO
267 de 37,98; 40,67; e 35,86 Mg ha⁻¹ para Cerrado nativo, pastagem e plantio
268 convencional, respectivamente Cardoso *et al.* (2010) em áreas de Pantanal
269 obtiveram valores variando de 17,81 a 24,42 Mg ha⁻¹ em ambientes de
270 pastagem nativas; de 22 a 41,64 Mg ha⁻¹ em pastagens cultivadas; e de 24,68
271 a 61,72 Mg ha⁻¹ em áreas nativas (referência). Em ambientes de áreas úmidas
272 era de se esperar maiores ECOs, em decorrência das condições anóxicas os
273 processos anaeróbios, que são menos eficientes em termos de energia frente
274 aos processos aeróbios (Mitsch e Gosselink 2000) e conferem maiores
275 acúmulos de carbono quando comparados a outros ambientes.

276

277 Conclusões

278

279 A submissão de pastagens nativas ao uso pela atividade pecuária e a
280 implantação de pastagens cultivadas em áreas úmidas não diminui os estoques
281 de carbono do solo.

282 Os maiores estoques de carbono se encontram nas camadas mais
283 superficiais do solo.

284

285 Agradecimentos

286

287 Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de estudo ao
288 primeiro autor e à Rede Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação
289 Tecnológica: rede ASA (Rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias
290 para o sistema produtivo na região sudoeste de Mato Grosso) e ao CNPq pelo
291 financiamento do projeto.

292

293 Bibliografia Citada

294

295 ABDON, M. de M. 2004. *Os impactos ambientais no meio físico – erosão e*
296 *assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da*
297 *pecuária*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos,
298 Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo. 297p.

299

300 ADDINSOFT. 2013. XLSTAT-Pro, Core Statistical Software. Disponível em:
301 <<http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 26/02/2013.

302

303 ALVARENGA, M.I.N.; DAVIDE, A.C. 1999. Características físicas e químicas
304 de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas.
305 *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 933-942.

306

307 ARAUJO, E.A. de; KER, J.C.; MENDONÇA, E. de S;; SILVA, I.R. da;
308 OLIVEIRA, E.K. 2011. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e
309 na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico.
310 *Acta amazônica*, 41: 103-114.

311

312 BONJOUR, S.C. de M.; FIGUEIREDO, A.M.R.; MARTA, J.M.C. A pecuária de
313 corte no estado de Mato Grosso. (<http://www.sober.org.br/palestra/9/519.pdf>).
314 Acesso em: 02/03/2013.

315

- 316 CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; SILVA, C.A.; CURI, N.; FREITAS, D.A.F. de.
317 2010. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e
318 pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 179-186.
319
- 320 CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N. 2009. Atributos
321 biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no
322 Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 631-637.
323
- 324 CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PÍCCOLO, M.C.; GODINHO,
325 V.P.; CERRI, C.C. 2009. Carbon sequestration in agricultural soils in the
326 Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil and Tillage Research*, 103: 342-
327 349.
328
- 329 CERRI, C.E.P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W.E.;
330 MELILLO, J.M. 2007. Tropical agriculture and global warming: impacts and
331 mitigations options. *Scientia Agricola*, 64: 83-99.
332
- 333 CORRAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, GOMES, A.C. 1999. Comportamento
334 de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em
335 relação a vegetação de Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:
336 425-432.
337
- 338 CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, F.J.;
339 PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. de. 2009. Atributos químicos
340 de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de
341 Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 305-314.
342
- 343 COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. 2008. Estoque de
344 carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por
345 sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:
346 323-332.
347

- 348 CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. 2004. *Modelos biométricos*
349 *aplicados ao melhoramento genético*. 3a ed. Universidade Federal de Viçosa,
350 Viçosa, 480p.
- 351
- 352 CUNHA, E. de Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P. de B.; DIDONET, A.D.;
353 MOREIRA, J.A.A. 2012. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob
354 produção orgânica impactos por sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de*
355 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16: 56-63.
- 356
- 357 D'ANDRÉA, A.F., SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; GUILHERME, L.R.G. 2004.
358 Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo
359 submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*,
360 39: 179-186.
- 361
- 362 D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO,
363 M.A.C. 2002. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em
364 sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do estado de Goiás. *Revista*
365 *Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 913-923.
- 366
- 367 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1997. Centro
368 Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solo*. 2da
369 ed. CNPS, Rio de Janeiro, 212p.
- 370
- 371 FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F.J.; SKORUPA, L.A.; WINK, N.N.;
372 GUISSOLPHI, I.J.; CAUMO, A.L.; HATORI, T. 2010. *Integração Lavoura-*
373 *Pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do*
374 *sistema produtivo no Vale do Rio Xingu*. Embrapa, Londrina, 20p. (Circular
375 técnica, 77)
- 376
- 377 FERNANDES, F.A.; CERRI, C.C.; FERNANDES, A.H.B.M. 1999. Alterações na
378 matéria orgânica de um Podzol Hidromórfico pelo uso com pastagens

- 379 cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34:
380 1943-1951.
- 381
- 382 GOMES, J.B.V.; CURI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.M.;
383 SCHULZE, D.G. 2004. Análise de componentes principais de atributos físicos,
384 químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de*
385 *Ciência do Solo*, 28: 137-153.
- 386
- 387 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2011. Produção
388 da Pecuária Municipal. IBGE: Rio de Janeiro, 63p.
- 389
- 390 MATHEUS, M.T. 2012. Sequestro de carbono sob a óptica florestal no Brasil.
391 *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 6: 104-116.
- 392
- 393 MATOSO, S.C.G.; SILVA, A.N. da; FIORELLI-PEREIRA, E.C.; COLLETA, Q.P.;
394 MAIA, E. 2012. Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho-
395 Amarelo distrófico sob diferentes usos na Amazônia brasileira. *Acta*
396 *Amazonica*, 42: 231-240.
- 397
- 398 MINGOTI, S.A. 2005. *Análise de dados através de métodos de estatística*
399 *multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 297p.
- 400
- 401 MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2000. *Wetlands*. 3a ed. John Wiley e Sons,
402 Ohio.
- 403
- 404 MORAES, A. R. 2011. *Indicadores para a Caracterização de Serviços*
405 *Ambientais de Áreas Úmidas. Estudo de Caso: a Área de Proteção Ambiental*
406 *das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná*. Tese de Doutorado, Departamento de
407 Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 180p.
- 408
- 409 MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. 2007. *Mato Grosso: solos e*
410 *paisagens*. Entrelinhas, Cuiabá, 272p.

411

412 MOURA, M.C.S. de; LOPES, A.N.C.; MOITA, G.C.; MOITA NETO, J.M. 2006.
413 Estudo multivariado de solos urbanos da cidade de Teresina. *Química Nova*,
414 29: 429-435.

415

416 NEVES, C.M.N. das; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA,
417 A.M. 2004. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e
418 eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas
419 Gerais. *Ciência agro tecnológica*, 28: 1038-1046.

420

421 PAULINO, V.T.; TEIXEIRA, E.M.L.C. 2009. Sustentabilidade de pastagens:
422 manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa.
423 (<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1261419672.pdf>). Acesso em 26/04/2011.

424

425 PULROLNIK, K.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BRANDANI, C.B.
426 2009. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da
427 matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do
428 Jequitinhonha – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 1125-1136.

429

430 R Development Core Team. 2011. R: a language and environment for statistical
431 computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ([www.R-
432 project.org/](http://www.R-project.org/)). Acesso em 07/07/2011.

433

434 RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. 2007. Estoques de carbono e nitrogênio e
435 frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e
436 manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1609-1623.

437

438 ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C.
439 2012. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo
440 Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. *Revista Brasileira de Ciências
441 Agrárias*, 7: 233-241.

442

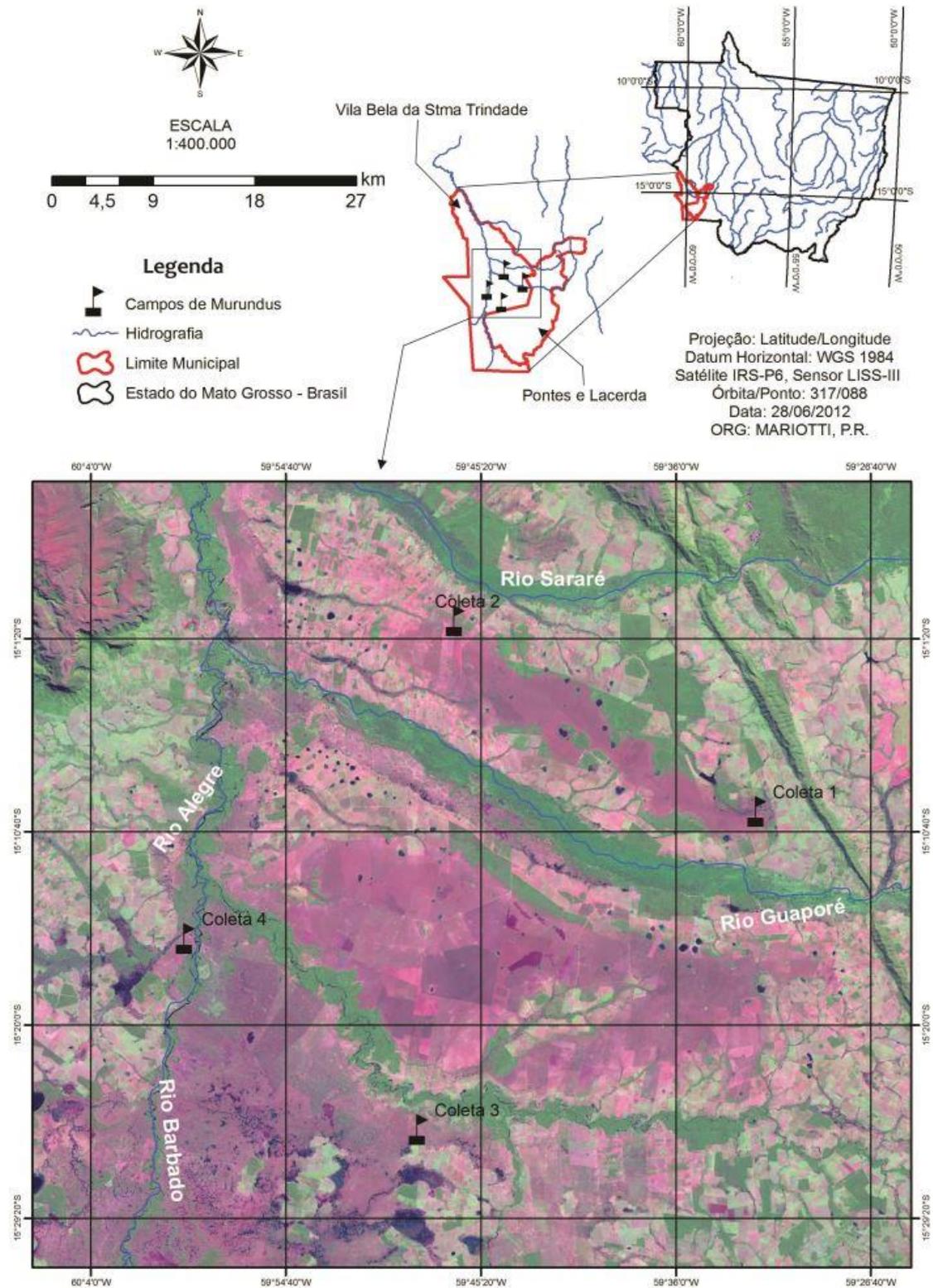
- 443 SILVA, N.R. da; PADOVANI, C.R. 2006. Utilização de componentes principais
444 em experimentação agrônômica. *Energia e Agricultura*, 21: 98-113.
- 445
- 446 SILVA JÚNIOR, M.L. da; DESJARDINS, T.; SARRAZIN, M.; MELO, V.S. de;
447 MARTINS, P.F.; SANTOS, E.R.; CARVALHO, C.J.R. de. 2009. Carbon content
448 in Amazonian Oxisols after Forest conversion to pasture. *Revista Brasileira de*
449 *Ciência do Solo*, 33: 1603-1611.
- 450
- 451 SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. 2011. O
452 *Código florestal e a ciência*. SBPC, São Paulo, 124p.
- 453
- 454 SOUZA, G.S. 2001. *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*.
455 2da ed. Embrapa, Brasília, 489p.
- 456
- 457 TOLEDO, L. de O.; ANJOS, L.H.C. dos; COUTO, W.H. do; CORREIA, J.R.;
458 PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F. 2009. Análise multivariada de atributos
459 pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de
460 Cerrado no norte de Minas Gerais. *Revista Árvore*, 33: 957-968.
- 461
- 462 TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.M. 2010. Impactos potenciais das
463 alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica*, 10: 67-
464 76.

1 Tabela 1. Valores médios de estoque de carbono orgânico do solo (ECO), densidade do solo (DS) e de teor de carbono
 2 orgânico do solo (CO) de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Ambientes ¹	ECO (Mg ha ⁻¹)			DS (Mg m ⁻³)			CO (g kg ⁻¹)		
	Profundidade (cm)								
	0-10 ⁽³⁾	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40
ANR (n=36)	23,14 B	15,78 A	10,69 A	1,53A	1,62B	1,61AB	15,17 B	9,72 A	6,61 A
PNU (n=36)	17,71 A	12,97 B	8,95 C	1,55A	1,66B	1,64B	11,45 A	7,92 B	5,55 C
PC (n=36)	22,6 B	14,07 A	10,91 A	1,53A	1,62A	1,6A	14,65 B	8,60 A	6,75 A
p-value ⁽²⁾	0,151			0,49			0,147		

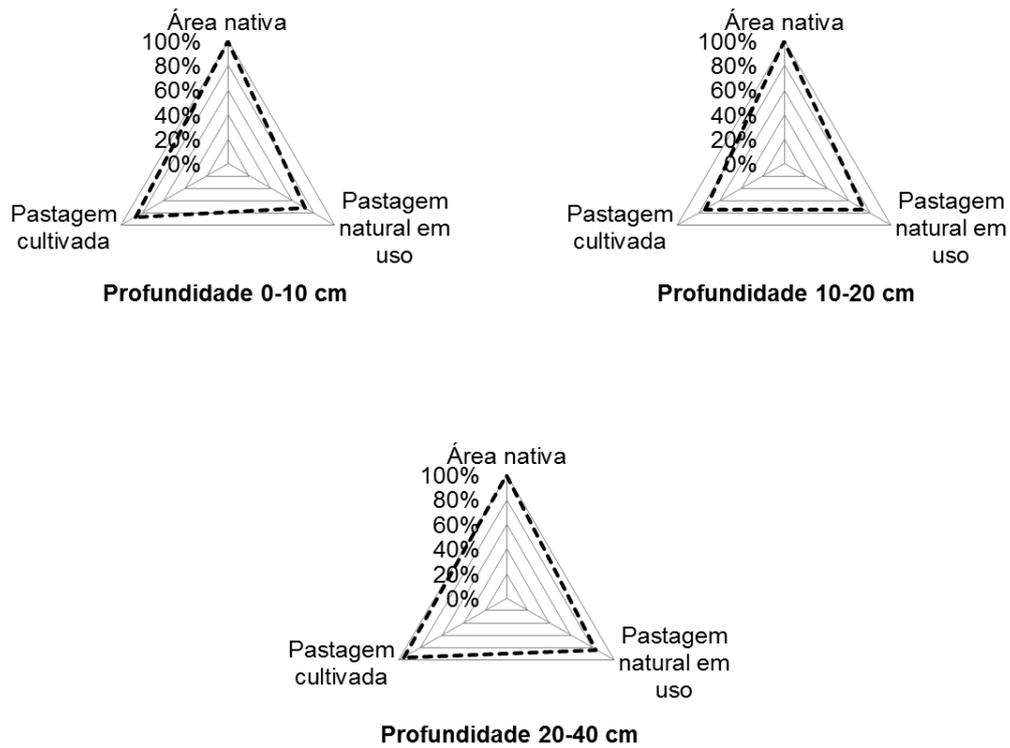
3 ⁽¹⁾ANR = área nativa de referencia; PNU = pastagem nativa em uso; PC = pastagem cultivada. ⁽²⁾Valores maiores que 0,05
 4 indicam ausência de diferença entre ambientes pelo teste de Kruskal Wallis. ⁽³⁾Médias seguidas de letras diferentes na linha
 5 diferem estatisticamente pelo teste de Dunn (p<0,05).

1



2

3 Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras
4 de solo de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste
5 de Mato Grosso, Brasil.



6

7 Figura 2. Diagrama comparativo do estoque de carbono em diferentes
 8 profundidades de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé,
 9 sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

1 Carbono orgânico associado às frações granulométricas de solos sob
2 pastagens em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé,
3 sudoeste de Mato Grosso, Brasil

4

5 Fernando André Silva SANTOS, Maria Aparecida Pereira PIERANGELI,
6 Fernando Luiz SILVA, Milson Evaldo SERAFIM, Célia Alves de SOUZA

7

8 [Preparado de acordo com as normas da revista Acta Amazônica]

9

10 Resumo: Este trabalho objetivou avaliar, via fracionamento físico, a associação
11 do carbono orgânico (CO) com frações granulométricas de solos de campos de
12 murundus associados ao do Vale do Rio Guaporé, sudoeste do Estado de Mato
13 Grosso As coletas das amostras de solo foram realizadas entre setembro e
14 novembro de 2011 em três diferentes ambientes: pastagem nativa em uso,
15 pastagem cultivada e área nativa sem uso. Em cada área foram abertas mini
16 trincheiras de 50 x 50 x 40 cm e coletadas amostras deformadas e
17 indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, em três repetições
18 em delineamento casualizados. Foram determinados o teor de carbono
19 orgânico (CO), o carbono particulado (COP), associado à fração areia e o
20 carbono organo-mineral (COM), associado às frações argila + silte. Não foi
21 verificado diferença entre os ambientes avaliados, para as variáveis analisadas
22 nas diferentes profundidades. Os maiores teores de COM foram observados na
23 camada de 0-10 cm, em todas as áreas. O COP, comumente apontado como
24 um bom indicador de alteração do uso do solo se mostrou sensível às
25 alterações decorrentes dos diferentes manejos aplicados ao solo dessas áreas
26 úmidas. Conclui-se que o uso de pastagens nativas e a implantação de
27 pastagens cultivadas não alteraram os teores de carbono do solo bem como
28 suas associações com as frações granulométricas.

29

30 Palavras-chave: Amazônia Ocidental, áreas úmidas, fracionamento da matéria
31 orgânica do solo

32

33 Organic carbon associated with granulometric fractions of soils under pasture in
34 fields of murundus associated with Guapore River Valley, southwestern of Mato
35 Grosso, Brazil

36

37 Abstract: This study aimed to evaluate, by physical fractionation, the association
38 of organic carbon (OC) with granulometric fractions of soils of fields of
39 murundus associated to the Guaporé River Valley, southwest of Mato Grosso.
40 The sampling of soil were carried out between september and november 2011
41 in three different areas: native pastures in use, cultivated pastures and native
42 areas without use. In each area were open mini-trenches of 50 × 50 × 40 cm
43 and collected disturbed and undisturbed samples at the depths of 0-10, 10-20
44 and 20-40 cm in three replications in completely randomized design. Were
45 determined the carbon content (CO), the particulate carbon (COP), associated
46 with the sand fraction and the organo-mineral carbon (COM), associated with
47 argil + silt fractions. Was not observed difference between the environments
48 evaluated, for the variables evaluated in different depth. The highest levels of
49 COM were observed at the depth of 0-10 cm in all areas. The COP, commonly
50 touted as a good indicator of change in land use, was sensitive to changes
51 resulting from different management applied to the soil of these wetlands. It is
52 concluded that the use of native pastures and cultivated pastures did not alter
53 the contents of soil carbon as well as their associations with the granulometric
54 fractions.

55

56 Keywords: fractionation of soil organic matter, Western Amazon, wetlands

57

58 Introdução

59

60 A importância da matéria orgânica do solo (MOS) para os diversos
61 processos físicos, químicos e biológicos é amplamente reconhecida. A MOS
62 desempenha diversas funções no ambiente, estando ligada a processos
63 fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e
64 dinâmica da água, além de ser a fonte básica de energia para a atividade

65 biológica (Machado 2001; Roscoe *et al.* 2006) e sua perda pode interferir
66 drasticamente em vários processos, dificultando o desempenho das funções do
67 solo, provocando desequilíbrios no sistema e, conseqüentemente,
68 desencadeando o processo de degradação.

69 Segundo Pillon *et al.* (2002), do ponto de vista agrônômico e ambiental,
70 é importante que frações da MOS possam ser diretamente relacionadas a suas
71 funções no solo, e nesse conjunto, a MOS pode ser dividida em uma fração
72 lábil (ativa) e uma fração estável (passiva, humificada). Para esses autores, a
73 primeira corresponde a substâncias de baixo peso molecular, proveniente de
74 restos vegetais e animais, seus produtos primários de decomposição e
75 biomassa microbiana, sendo bastante expressiva em solos de regiões
76 temperadas. Já a fração estável é composta por substâncias húmicas e outras
77 macromoléculas orgânicas resistentes à ação microbiana que se encontram no
78 interior de agregados do solo.

79 Para melhor entendimento da dinâmica da MOS tem sido usado tanto o
80 fracionamento físico, quanto o químico (Cunha *et al.* 2007; Barreto *et al.* 2008;
81 Barros *et al.* 2012), sendo o fracionamento físico mais utilizado por alguns
82 autores (Pinheiro *et al.* 2004; Conceição *et al.* 2008).

83 O fracionamento físico da matéria orgânica pode ser explicado em
84 termos de ruptura, separação e análise, havendo numerosos métodos para
85 esse fracionamento além de muitas combinações possíveis quando esses
86 métodos são usados de forma sequencial (Elliott e Cambardella 1991; Roscoe
87 e Machado 2002).

88 O fracionamento físico granulométrico é baseado no tamanho das
89 partículas, utilizando-se o peneiramento e sedimentação em proveta, sendo
90 separadas nas frações areia - matéria orgânica particulada (maior que 53 μm) e
91 matéria orgânica ligada aos minerais silte (2-53 μm) e argila (0-2 μm) (Roscoe
92 e Machado 2002; Rossi *et al.* 2012). A presença de partículas minerais nas
93 frações podem complicar estimativas da matéria orgânica ao longo do tempo
94 dentro dessas frações, sendo necessária a separação da matéria orgânica
95 dentro de uma classe de tamanho específico das partículas minerais (Elliott e
96 Cambardella 1993).

97 A degradação da matéria orgânica do solo pela respiração aeróbia é
98 bastante eficiente em relação aos processos de transferência de energia, no
99 entanto, nas áreas alagáveis em decorrência das condições anóxicas os
100 processos anaeróbios que são menos eficientes em termos de energia,
101 ocorrem de forma significativa, frente aos processos aeróbios (Mitsch e
102 Gosselink 2000).

103 O entendimento acerca dos processos de acúmulo de matéria orgânica
104 no solo de áreas úmidas ainda não está dominado de forma detalhada bem
105 como a alteração dos teores de carbono decorrente da utilização dessas áreas
106 para atividade econômica, com destaque a pecuária de corte extensiva, sendo
107 necessários estudos que consigam quantificar de modo mais rápido e preciso o
108 conteúdo de matéria orgânica e sua alocação nas frações minerais
109 constituintes do solo.

110 Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar, via fracionamento
111 físico, as associações do carbono orgânico às frações granulométricas do solo
112 de campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste do
113 Estado de Mato Grosso.

114

115 Material e Métodos

116

117 O estudo foi realizado em áreas úmidas, conhecidas como campos de
118 murundus na região do Vale do Rio Guaporé, região sudoeste do Estado de
119 Mato Grosso, localizadas entre os municípios de Vila Bela da Santíssima
120 Trindade e Pontes e Lacerda (Figura 1).

121 A região possui clima Tropical Continental, com características de Úmido
122 a Subúmido, com pluviosidade na superfície rebaixada entre 1.200 a 1.500 mm
123 anuais e constituem áreas planas, com altitudes em torno de 200 m elaboradas
124 em sedimentos arenosos, siltico-arenosos e areno-conglomeráticos recentes.
125 As baixas declividades, o modelado plano e as características edáficas
126 dificultam o escoamento das águas, tornando essas áreas sujeitas a
127 inundações periódicas ou permanentes. Os solos predominantes são

128 Plintossolos álicos, recobertos por Savana Estépica e formações do contato
129 Savana Arbórea Aberta/Savana Estépica (Moreira e Vasconcelos 2007).

130 As coletas das amostras de solo foram realizadas entre setembro e
131 novembro de 2011, no fim do período de seca na região. Em cada ponto de
132 coleta (Figura 1) foram selecionadas três diferentes áreas: área nativa sem uso
133 de referência (ANR), pastagem nativa em uso (PNU) e pastagem cultivada
134 (PC). Todas as áreas se encontram saturadas com água em parte do ano
135 (período chuvoso entre outubro e março). Em cada área foram abertas mini-
136 trincheiras de 50 x 50 x 40 cm e coletadas amostras deformadas e
137 indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, em três repetições
138 dentro de cada área, sendo as mesmas posteriormente conduzidas ao
139 Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)
140 para preparo e análise.

141 Os teores de carbono orgânico do solo (CO) foram determinados de
142 acordo com metodologia preconizada por Embrapa (1997), por oxidação úmida
143 com solução de dicromato de potássio em meio ácido. O fracionamento físico
144 foi realizado segundo a metodologia de Cambardella e Elliott (1992) adaptada
145 de Costa *et al.* (2004) e Rossi *et al.* (2012): foram pesados aproximadamente
146 20 g de solo (TFSA) adicionando-se 60 mL de solução solubilizante de
147 hexametáfosfato de sódio (5g L^{-1}). As amostras foram homogeneizadas por 16
148 horas em agitador horizontal em rotação média de 190 rpm. Após essa etapa,
149 foi realizado o peneiramento úmido, utilizando-se peneira com malha de 53 μm .
150 No material retido na peneira (fração areia) foi determinado o carbono orgânico
151 particulado (COP), o qual consiste no CO associado à fração areia, enquanto
152 na fração que passou a peneira (frações silte + argila) foi determinado o
153 carbono organo-mineral (COM), o qual consiste no CO associado à fração
154 argila + silte. O material que ficou retido na peneira foi transferido para placa de
155 Petri e seco em estufa a 50° C até atingir peso constante. Após seco, o
156 material foi moído em gral de porcelana e analisado o teor de carbono orgânico
157 segundo Embrapa (1997). O teor de COM foi obtido a partir da diferença entre
158 o CO do solo e aquele do COP, processo esse adotado por Costa *et al.* (2004)
159 e Rossi *et al.* (2012)

160 Para a caracterização física foram determinadas a densidade do solo pelo
161 método do anel volumétrico e a textura utilizando-se o método da pipeta,
162 conforme Embrapa (1997).

163 Para o cálculo dos estoques de carbono foi utilizada o método da camada
164 equivalente, com a seguinte equação: $ECO = CO \times Ds \times E \times A \times f_{kg}$ que: ECO
165 significa estoque de carbono orgânico ($Mg\ ha^{-1}$); Ds a densidade do solo (Mg
166 m^{-3}); E a espessura da camada (m); A se refere a unidade de área ($ha = 10.000$
167 m^2); e f_{kg} fator de conversão de kg para Mg ($0,001\ Mg\ ha^{-1}$).

168 Para padronização dos resultados, nos ambientes submetidos à
169 intervenção antrópica (pastagem nativa em uso e pastagem cultivada) foi
170 adotado o valor de densidade do solo determinado na área nativa sem uso
171 (referência), de modo a evitar que a compactação do solo nos ambientes,
172 decorrente do pisoteio dos animais entre outros fatores, resultasse em maiores
173 valores de estoque, procedimento semelhante que tem sido adotado em outros
174 trabalhos dessa natureza (Carvalho *et al.*, 2009; Pulronik *et al.*, 2009; Cardoso
175 *et al.*, 2010)

176 Os resultados obtidos para os teores de CO, de suas associações com a
177 granulometria do solo e de seus estoques (ECO) foram submetidos ao teste de
178 normalidade e homogeneidade de variância. Quando atendidos estes
179 pressupostos, foi utilizada a análise de variância e teste de comparação de
180 médias de Tukey ($p=0,05$), utilizando-se os softwares Sisvar (Ferreira 2008) e
181 R 2.13.0 (R Development Core Team 2011). Na ausência de normalidade as
182 variáveis foram submetidas ao teste de Kruskal Wallis e comparação múltipla
183 pelo teste de Dunn ($p=0,05$) por meio do software XL Stat (Addinsoft 2013).

184

185 Resultados

186

187 Os teores médios de carbono orgânico do solo e de suas frações, nos
188 diferentes ambientes e nas diferentes profundidades são apresentados na
189 Tabela 1. Em relação às profundidades não foi verificada diferença entre os
190 ambientes avaliados para as variáveis analisadas.

191 As áreas nativas sem uso (referência) apresentaram diferença em todas
192 as profundidades, apresentando maior teor de CO na profundidade de 0-10 cm.
193 Os teores de CO nas pastagens nativas em uso foram maiores na
194 profundidade de 0-10 cm, diferindo das profundidades de 10-20 e 20-40 cm,
195 que não apresentaram diferença entre si. Nas pastagens cultivadas, as
196 profundidades de 0-10 e 10-20 cm apresentaram os maiores valores de CO,
197 diferindo da profundidade de 20-40 cm, que apresentou o menor teor de CO.

198 Os valores de COM nas áreas de referência foram maiores na
199 profundidade de 0-10 cm, diferindo das demais profundidades (10-20 e 20-40
200 cm), que não apresentaram diferença entre si. Para os valores de COP, não
201 houve diferença entre as profundidades. Os valores de COM no ambiente de
202 pastagem nativa em uso foram maiores na profundidade de 0-10 cm e menor
203 na profundidade de 20-40 cm. Para os valores de COP não houve diferença
204 entre as profundidades avaliadas nesse ambiente. No ambiente de pastagens
205 cultivadas o COM apresentou a mesma tendência observada nas pastagens
206 nativas em uso para as profundidades analisadas, e para os valores de COP,
207 as profundidades de 0-10 e de 20-40 cm apresentaram o maior e o menor valor
208 dessa variável, respectivamente (Tabela 1).

209 Para o ECO, houve a mesma tendência obtida na análise dos teores de
210 carbono feita anteriormente, no entanto entre ambientes houve diferença na
211 profundidade de 0-10 cm, onde o ambiente de área nativa possui o maior valor
212 de ECO, se diferenciando da pastagem nativa em uso e da pastagem cultivada
213 (Tabela 2).

214 Em relação às profundidades nos ambientes, para todos os maiores
215 valores de ECO estão na profundidade de 0-10 cm. Para os ambientes de área
216 nativa e pastagem cultivada, as profundidades de 10-20 e 20-40 cm não foram
217 diferentes entre si.

218 Os valores do estoque de carbono na fração associada aos minerais
219 (ECOM) não diferiram entre ambientes nas diferentes profundidades (Tabela
220 2). Os valores de ECOM foram significativos apenas no ambiente de pastagem
221 cultivada no qual a profundidade de 0-10 cm apresenta maior ECOM.

222 Os resultados de estoque de carbono particulado (ECOP) foram
223 diferentes entre ambientes e entre profundidades. Entre ambientes, houve
224 diferença apenas na profundidade de 10-20 cm, onde as pastagens nativas em
225 uso têm o menor valor de ECOP, e os demais ambientes diferiram desse
226 ambiente e não diferiram entre eles. Para as profundidades nos ambientes, as
227 pastagens cultivadas e as áreas nativas de referência têm os maiores valores
228 de ECOP na profundidade de 0-10 cm e para o ambiente PNU, os maiores
229 estoques estão nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 2).

230

231 Discussão

232

233 Os maiores teores de CO bem como do seu ECO são resultantes do
234 maior aporte de resíduos orgânicos na camada superficial do solo, conforme
235 observado por outras pesquisas (Neves *et al.* 2004; Rangel e Silva 2007; Costa
236 *et al.* 2009), sugerindo a ideia de que as áreas úmidas do Vale do Guaporé
237 podem ser consideradas como importantes provedoras de serviços ambientais
238 essenciais para a manutenção da produção vegetal e, conseqüentemente,
239 animal dentro dessas áreas.

240 Essas áreas úmidas podem ser também importantes armazenadoras de
241 carbono, apesar de os teores de carbono do solo dessas áreas não serem mais
242 elevados daqueles onde os manejos aplicados reduzem o carbono do solo (Bayer
243 *et al.* 2002, D'Andrea *et al.* 2002, Matoso *et al.* 2012).

244 Apesar de não haver diferença entre ambientes, numericamente as áreas
245 nativas sem uso e as pastagens cultivadas tiveram teores de CO próximos
246 (Figura 2), indicando que a utilização de pastagens nativas sem manejo
247 adequado é mais prejudicial para manutenção do CO no solo que a conversão
248 das áreas nativas em pastagens cultivadas.

249 Observa-se que em todos os ambientes há maior quantidade de COM
250 que de COP, indicando que provavelmente as adições de material orgânico nos
251 ambientes sejam semelhantes, porém a ciclagem em cada fração do carbono é
252 feita de formas diferentes, justificando a ausência de diferença entre os
253 ambientes. Assim como reportado em trabalhos de Bayer *et al.* (2002), Freixo

254 *et al.* (2002) e Martins *et al.* (2009) era esperado que o teor de COP fosse
255 superior ao teor de COM, sendo observada essa tendência para o presente
256 estudo, provavelmente devido aos baixos teores de argila, fato que não
257 favorece o acúmulo acentuado de COM, com formação de poucos ou nenhum
258 agregado (Vezzani e Mielnicczuk 2011), permitindo a rápida degradação do
259 material orgânico.

260 Ressalta-se que, a fração COP comumente apontada como boa
261 indicadora de alteração do uso do solo se mostrou sensível às alterações
262 decorrentes dos diferentes usos aplicados ao solo das áreas úmidas,
263 concordando do que é reportado na maioria dos estudos. Bayer *et al.* (2004),
264 avaliando o armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica
265 de um Latossolo Vermelho sob plantio direto, afirmam que o acúmulo de CO na
266 fração lábil da MO implica que alguns sistemas e o aporte de resíduos devam
267 ser mantidos continuamente, pois a sua interrupção pode resultar num efluxo
268 líquido de CO para a atmosfera.

269 A maior proporção de COP em relação ao CO é um ponto negativo, pois
270 denota que a maior parte do CO das áreas úmidas é pouco estável e com
271 maior taxa de decomposição, pouco contribuindo para manutenção da
272 qualidade do solo (Araújo *et al.* 2007). Menor quantidade de COM é indicativa
273 de que a maior parte do carbono dos solos dessas áreas úmidas encontra-se
274 pouco associado à argila + silte (Resende *et al.* 2007), as quais mesmo em
275 baixa quantidade são capazes, em especial as argilas, de favorecer a interação
276 entre a fração mineral e orgânica, formando complexos estáveis, não alterados
277 facilmente pelo manejo.

278 Outro fator considerado para a ausência de diferença nos teores de CO e
279 ECO e de suas frações entre os diferentes ambientes, diz respeito às
280 condições de umidade e de temperatura das áreas avaliadas, que apesar de
281 permanecerem alagadas durante a estação chuvosa, durante a estação seca
282 as condições ambientais podem acelerar o processo de decomposição do
283 material orgânico adicionado ao solo, de modo análogo em todos os
284 ambientes.

285 Em condições diferentes das existentes neste estudo, outros autores
286 verificaram diferença entre os manejos aplicados aos solos no tocante ao
287 comportamento das frações de carbono orgânico analisadas. Costa *et al.*
288 (2004) verificaram que o COP representou de 24 a 31% do carbono orgânico
289 total presente no sistema de plantio direto, sendo estes valores considerados
290 baixos quando comparados àqueles obtidos em solos de regiões frias ou
291 semiáridas. Martins *et al.* (2009) em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico
292 averiguaram que a distribuição do CO foi maior na fração grosseira (> 53 µm)
293 para agrossistemas analisados, indicando menor presença de material
294 orgânico associado ao silte e a argila, e a presença de resíduos mais
295 recalcitrantes.

296 Os valores de ECO das frações analisadas tiveram tendência semelhante
297 àquela observada na avaliação das frações de CO. A menor proporção de
298 ECOM é um bom indício de que a ciclagem do carbono nesses ambientes não
299 resulta na transformação do material particulado em materiais mais
300 recalcitrantes e que possuem maior grau de transformação e estão associados
301 à fração argila (Roscoe e Machado 2002) de modo imediato, estando acessível
302 à atividade microbiana para decomposição dos resíduos vegetais adicionados
303 a esses solos. Isso é indício de que qualquer alteração de maior impacto no
304 solo pode liberar quantidades elevadas de CO₂ para a atmosfera além de
305 reduzir drasticamente a capacidade de produção vegetal, pois o COM,
306 juntamente com a fração argila são os responsáveis pela geração da
307 capacidade de troca de cátions (CTC), propriedade importante no contexto de
308 retenção e fornecimento de nutrientes (Raij 1991; Machado 2001).

309 A diferença entre profundidades para o CO e de seu ECO é decorrente,
310 provavelmente, dos processos de deposição de resíduos vegetais em maior
311 quantidade na camada superficial do solo (0-10 cm), diminuindo conforme há
312 aumento da profundidade no solo. Rossi *et al.* (2012) analisando frações
313 orgânicas de carbono em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado
314 goiano não encontraram diferenças entre os sistemas de cultivo avaliados e
315 observaram que os maiores valores de carbono foram obtidos na camada de 0-

316 5 cm, sendo verificada redução progressiva dos teores do CO em
317 profundidade.

318 Outro fator de contribuição para maior quantidade de CO em superfície
319 diz respeito à presença de gramíneas nos ambientes estudados, as quais
320 incorporam tanto ou mais material orgânico ao solo quando comparado a
321 outros tipos de cobertura vegetal (Resende *et al.* 2007; Pulrolnik *et al.* 2009)
322 porque boa parte de seu sistema radicular está localizado na superfície do solo,
323 aumentando dessa maneira a quantidade de carbono nas primeiras camadas
324 do solo, tal como observado por Nunes *et al.* (2011) em sistemas de manejo e
325 de estoque de carbono em Latossolo sob Cerrado.

326

327 Conclusões

328

329 O uso de pastagens nativas e a implantação de pastagens cultivadas não
330 alteraram os teores e os estoques de carbono orgânico do solo bem como de
331 suas frações associadas a areia e ao silte + argila.

332 A fração de carbono associada a areia foi sensível ao manejo
333 implementado à esses solos de campos de murundus.

334 Houve predominância de materiais particulados menos estáveis,
335 indicando que essas áreas exigem manejos conservacionistas para
336 armazenagem de CO.

337

338 Agradecimentos

339

340 Os autores agradecem a CAPES pela concessão da bolsa de estudo ao
341 primeiro autor e à Rede Centro-Oeste de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação
342 Tecnológica: rede ASA (Rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias
343 para o sistema produtivo na região sudoeste de Mato Grosso) e ao CNPq pelo
344 financiamento do projeto.

345

346 Bibliografia citada

347

- 348 ADDINSOFT. 2013. XLSTAT-Pro, Core Statistical Software. Disponível em:
349 <<http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 26/02/2013.
350
- 351 ARAUJO, R; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. 2007. Qualidade de um solo
352 sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do*
353 *Solo*, 31: 1099-1108.
354
- 355 BARRETO, A.C.; FREIRE, M.B.G. DOS S.; NACIF, P.G.S.; ARAÚJO, Q.R.
356 FREIRE, F.J.; INÁCIO, E. dos S.B. 2008. Fracionamento químico e físico do
357 carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos.
358 *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1471-1478.
359
- 360 BARROS, K.R.M.; LIMA, H.V.; CANELLAS, L.P.; CLARA, K.D. 2012.
361 Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra
362 Preta de Índio. *Revista de Ciências Agrárias*, 55: 44-51.
363
- 364 BAYER, C.; DICK, D.P.; RIBEIRO, G.M.; SCHEUERMANN, K.K. 2002. Carbon
365 stocks in organic matter fractions as affected by land use and soil management,
366 with emphasis on no-tillage effect. *Ciência Rural*, 32: 401-406.
367
- 368 BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. 2004.
369 Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um
370 Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:
371 677-683.
372
- 373 CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. 1993. Methods for physical separation
374 and characterization of soil organic matter fractions. *Geoderma*, 56: 449-457.
375
- 376 CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. 1992. Particulate soil organic matter
377 changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of*
378 *America Journal*, 56: 777-783.
379

380 CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. 1991. Physical separation of soil organic
381 matter. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 407-419.

382

383 CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PÍCCOLO, M.C.; GODINHO,
384 V.P.; CERRI, C.C. 2009. Carbon sequestration in agricultural soils in the
385 Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil and Tillage Research*, 103: 342-
386 349.

387

388 CONCEIÇÃO, P.C.; BOENI, M.; DIECKOW, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.
389 2008. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da
390 proteção física da matéria orgânica em solos. *Revista Brasileira de Ciência do*
391 *Solo*, 32: 541-549.

392

393 COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A. FONTOURA, S.M.V.
394 2004. Aumento de matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto.
395 *Ciência Rural*, 34: 587-589.

396

397 CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E. BENITES, V. de M.; CANELLAS, L.P.;
398 NOVOTNY, E.H.; MOUTTA, R. de O.; TROMPOWSKY, P.M.; SANTOS, G. de
399 A. 2007. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de
400 ácidos húmicos de solos com horizonte a antrópico da Amazônia (Terra Preta).
401 *Acta Amazonica*, 37: 91-98.

402

403 D'ANDRÉA, A.F., SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. 2004.
404 Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo
405 submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*,
406 39: 179-186.

407

408 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro
409 Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*.
410 2a ed. CNPS, Rio de Janeiro, 212p.

411

- 412 FERREIRA, D. F. 2008. *Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows*
413 *versão 4.0.* In: 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade
414 internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, p.255-258.
- 415
- 416 FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.;
417 FADIGAS, F.S. 2002. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de
418 frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo.
419 *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 425-434.
- 420
- 421 MACHADO, P.L.O. de A. 2001. *Manejo da matéria orgânica de solos tropicais.*
422 Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 20p. (Documentos, 24)
- 423
- 424 MARTINS, E. de L.; CORINGA, J.do E.S.; WEBER, O. L. dos S. 2009. Carbono
425 orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo
426 Vermelho Amarelo distrófico – LVAd sob diferentes agrossistemas. *Acta*
427 *Amazonica*, 39: 655-660.
- 428
- 429 MATOSO, S.C.G.; SILVA, A.N. da; FIORELLI-PEREIRA, E.C.; COLLETA, Q.P.;
430 MAIA, E. 2012. Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho-
431 Amarelo distrófico sob diferentes usos na Amazônia brasileira. *Acta*
432 *Amazonica*, 42: 231-240.
- 433
- 434 MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. *Wetlands*. 2000. 3a ed. John Wiley e Sons,
435 Inc, Ohio.
- 436
- 437 MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. 2007. *Mato Grosso: solos e*
438 *paisagens*. Entrelinhas, Cuiabá, 272p.
- 439
- 440 NEVES, C.M.N. das; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA,
441 A.M. 2004. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e
442 eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas
443 Gerais. *Ciência agro tecnológica*, 28: 1038-1046.

444

445 NUNES, R. de S.; LOPES, A.A. de C.; SOUSA, D.M.G. de; MENDES, I. de C.
446 2011. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo
447 de Cerrado com a sucessão soja-milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,
448 35: 1407-1419.

449

450 PILLON, C.N.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. 2002. *Dinâmica da matéria*
451 *orgânica no ambiente*. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 41p. (Documentos,
452 105)

453

454 PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; MACHADO, P.L.O.A.
455 2004. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes
456 sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). *Revista*
457 *Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 731-737.

458

459 PULROLNIK, K.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BRANDANI, C.B.
460 2009. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da
461 matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do
462 Jequitinhonha – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 125-1136.

463

464 R Development Core Team. 2011. *R: a language and environment for statistical*
465 *computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ([www.R-](http://www.R-project.org/)
466 [project.org/](http://www.R-project.org/)). Acesso em 07/07/2011.

467

468 RAIJ, B. van. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Ceres, Piracicaba, 343p.

469

470 RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. 2007. Estoques de carbono e nitrogênio e
471 frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e
472 manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1609-1623.

473

- 474 RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de.; CORRÊA, G.F. 2007.
475 *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 5a ed. rev. Editora UFLA, Lavras,
476 322p.
477
- 478 ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria
479 orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; Mercante, F.M.; SALTON, J.C. (Eds.) 2006.
480 *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas:
481 modelagem matemática e métodos auxiliares*. Embrapa Agropecuária Oeste,
482 Dourados, p.17-42.
483
- 484 ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. de A. 2002. *Fracionamento físico do solo em
485 estudos da matéria orgânica*. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 86p.
486
- 487 ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C.
488 2012. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo
489 Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. *Revista Brasileira de Ciências
490 Agrárias*, 7: 233-241.
491
- 492 SILVA, E.F. da; LOURENTE, E.P.R.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M;
493 FERREIRA, A.K.T.; FUJII, G.C. 2011. Frações lábeis e recalcitrantes da
494 matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. *Pesquisa
495 Agropecuária Brasileira*, 46: 1321-1331.
496
- 497 SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.
498 de F.; ANDRIGUETI, M.; CAIO, E. 2009. Estoque de carbono orgânico e de
499 nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto,
500 submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:
501 1829-1836.
502
- 503 VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. 2011. Agregação e estoque de carbono em
504 Argissolo submetido à diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira
505 de Ciência do Solo*, 35: 213-223.

506

507 WADT, P.G.S. 2003. *Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas*
 508 *degradadas*. Embrapa Acre, Rio Branco. (Documentos, 90)

509

510 ZINN, Y.L.; LAL, R.; RESCK, D.V.S. 2005. Changes in soil organic carbon
 511 stocks under agriculture in Brazil. *Soil and Tillage Research*, 84: 28-40.

512

513

514 Tabela 1. Valores médios de carbono orgânico (CO), carbono orgânico
 515 associado aos minerais (COM) e de carbono orgânico particulado (COP) de
 516 campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé, sudoeste de Mato
 517 Grosso, Brasil.

Ambientes ⁽¹⁾	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-40
	CO (g kg ⁻¹ solo)		
ANR ⁽³⁾	15,17 aA	9,72 bA	6,61 cA
PC ⁽³⁾	14,65 aA	8,6 aA	6,75 bA
PNU ⁽²⁾	11,45 aA	7,92 bA	5,55 bA
	COM (g kg ⁻¹ solo)		
ANR ⁽²⁾	5,42 aA	2,31 bA	1,94 bA
PC ⁽³⁾	4,85 aA	2,6 abA	1,71 bA
PNU ⁽²⁾	3,66 aA	2,1 abA	1,53 bA
	COP (g kg ⁻¹ solo)		
ANR ⁽³⁾	9,74 aA	7,41 aA	4,66 aA
PC ⁽³⁾	9,8 aA	6,00 aA	5,04 aA
PNU ⁽²⁾	7,79 aA	6,39 abA	3,45 bA

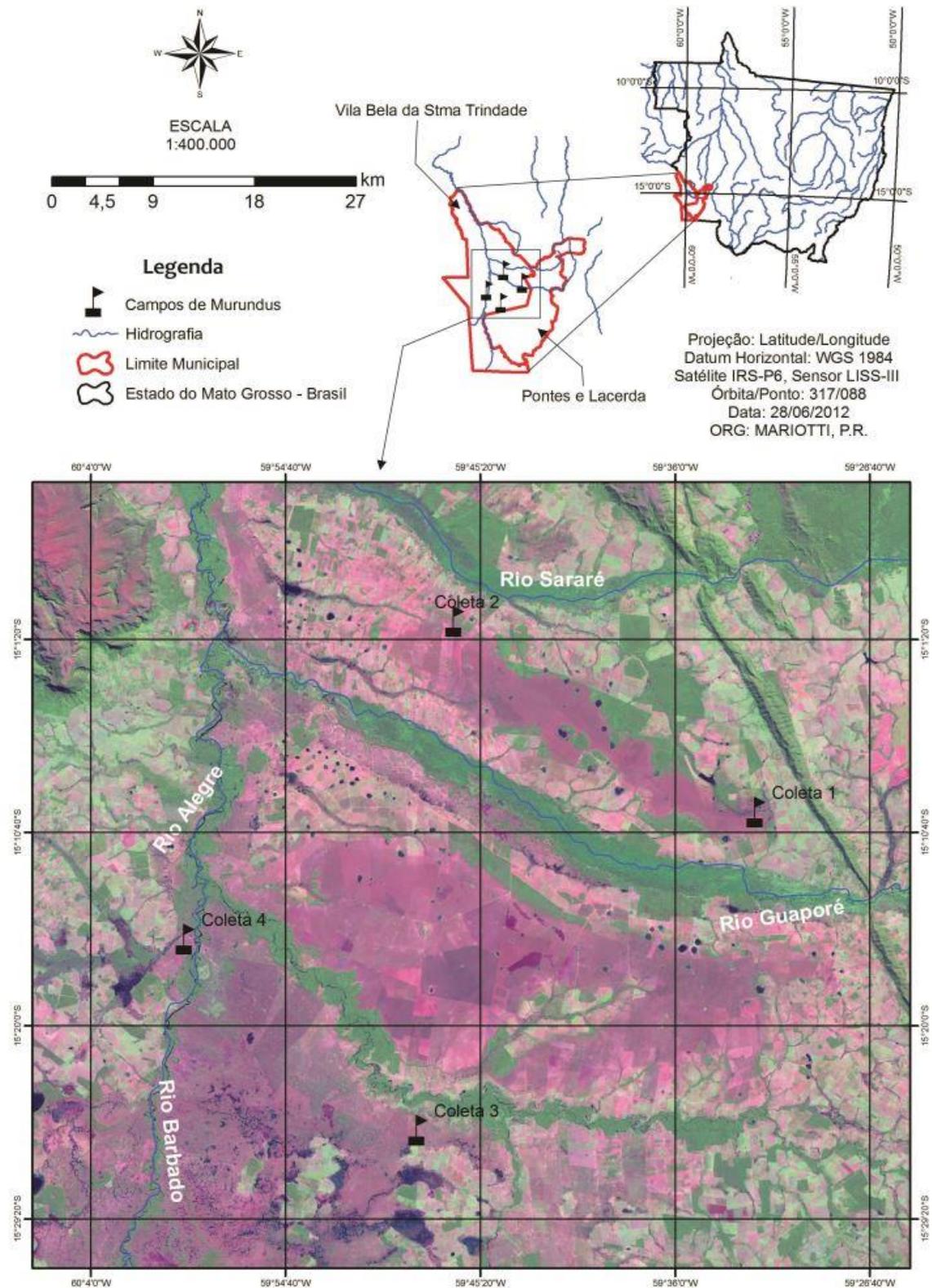
518

519 ⁽¹⁾ANR = área nativa de referencia; PC = pastagem cultivada; PNU = pastagem
 520 nativa em uso. ⁽²⁾Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na linha e
 521 maiúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). ⁽³⁾Médias
 522 seguidas de mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não
 diferem pelo teste de Dunn (p<0,05).

523 Tabela 2. Valores médios de estoque de carbono orgânico (ECO), estoque de
 524 carbono orgânico associado aos minerais (ECOM) e de estoque de carbono
 525 orgânico particulado (ECOP) de campos de murundus associados ao Vale do
 526 Rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso, Brasil.

Ambientes ⁽¹⁾	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-40
	ECO (Mg ha ⁻¹)		
ANR ⁽²⁾	23,14 bB	15,78 aA	10,69 aA
PC ⁽²⁾	22,59 bAB	14,07 aA	10,91 aA
PNU ⁽²⁾	17,71 cA	12,97 bA	8,95 aA
	ECOM (Mg ha ⁻¹)		
ANR ⁽²⁾	8,21 aA	3,66 aA	3,12 aA
PC ⁽²⁾	7,39 aA	4,23 aA	2,77 aA
PNU ⁽²⁾	5,6 bA	3,34 aA	2,45 aA
	ECOP (Mg ha ⁻¹)		
ANR ⁽²⁾	14,92 bA	12,12 aAB	7,57 aA
PC ⁽²⁾	15,2 bA	9,84 aAB	8,13 aA
PNU ⁽²⁾	12,11 bA	10,51 bA	5,61 aA

527 ⁽¹⁾ANR = área nativa de referência; PC = pastagem cultivada; PNU = pastagem
 528 nativa em uso. ⁽²⁾Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na linha e
 529 maiúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Dunn ($p < 0,05$).



530

531 Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos de coletas de amostras
 532 de solo em campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé,
 533 sudoeste do Estado de Mato Grosso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fertilidade dos solos dos campos de murundus do Vale do Guaporé é caracterizada, de modo geral, pela presença de teores variáveis de carbono orgânico, baixos teores de bases trocáveis e de fósforo, com acidez elevada, constituindo áreas pouco adequadas a atividade agrícola e pecuária intensiva, necessitando de manejos específicos que preservem a capacidade de produção desses solos.

Há alteração nos estoques de carbono decorrente da utilização dos campos de murundus como pastagem nativa ou da substituição da vegetação nativa por pastagens implantadas, sendo essas alterações mais impactantes para a camada superficial do solo, o que pode comprometer a capacidade desses ecossistemas de armazenar carbono no solo e contribuir para a redução da emissão de gases do efeito estufa e afetar sua qualidade e fornecimento de serviços ambientais para a região estudada.

O fracionamento físico do carbono orgânico em áreas úmidas supõe que a fração de carbono associada aos minerais silte e argila possui maior estabilidade e comportamento recalcitrante comparado ao carbono associado à fração areia dos solos, indicando que as condições ambientais (temperatura e umidade) estimulam a atividade microbiana e não permite maior acúmulo de carbono na fração mais grosseira do solo, tornando a fração de carbono associada ao silte + argila mais sensível para indicar diminuição dos teores de carbono total nesses solos.

A utilização de técnicas de estatística multivariada constitui uma boa ferramenta para separação dos ambientes encontrados em áreas úmidas, baseados nas dissimilaridades do conjunto de atributos químicos e físicos do solo, indicando que alguns atributos do solo podem ser mais decisivos para o estabelecimento dos ambientes e fornecem subsídios para a realização de estudos futuros que avaliam a relação solo-planta no local de estudo.

ANEXOS

Anexo 1 – Acta Amazônica – Instruções aos autores.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. Submissões que não estejam de acordo com as normas são devolvidas aos autores.

1. O tamanho máximo do arquivo deve ser 3 MB.
2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que: a) os dados contidos no trabalho são originais e precisos; b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada à Revista não foi previamente publicada e nem está em processo de publicação, no todo ou em arte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica como "documento suplementar".
3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.
4. A extensão máxima para artigos e revisões é de 30 páginas (ou 7500 palavras, excluindo a primeira página, ver item 8) incluindo bibliografia, tabelas, figuras e legendas, dez páginas (2500 palavras) para comunicações e notas científicas e cinco páginas para outros tipos de contribuições. Tabelas e figuras devem ser inseridas ao final do texto, nesta ordem. Uma cópia das figuras deve ser submetida em formato eletrônico na página do Periódico (ver itens 24-31).

5. Os manuscritos formatados conforme as Normas da Revista (Instruções para os autores) são enviados aos editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e o escopo no contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo ou de pouca relevância científica são rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de outras instituições diferentes daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.

6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da Revista.

7. Os manuscritos que necessitam correções são encaminhados aos autores para revisão. A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor no prazo de DUAS semanas. Uma carta de encaminhamento deve ser carregada no sistema da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nessa carta, recomendações não incorporadas ao manuscrito devem ser explicadas. Todo o processo de avaliação pode ser acompanhado no endereço, <http://submission.scielo.br/index.php/aa/login>.

8. A organização do manuscrito deve seguir esta ordem, na primeira página: Título, nome(s) e endereço institucional e eletrônico do(s) autor(es). Nas páginas seguintes: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos (incluído apoio financeiro), Bibliografia Citada e finalmente, tabelas e figuras com as suas respectivas legendas.

Importante: Toda submissão deve incluir antes da Introdução: título, abstract e palavras-chave (keywords) em inglês.

9. As comunicações e notas científicas são redigidas separando os tópicos (Introdução, etc) em parágrafos, mas sem incluir os seus respectivos títulos. Estas contribuições, como no caso do artigo completo, também devem conter: Título, nome(s) e endereço institucional e eletrônico do(s) autor(es), Resumo, Palavras Chave e os tópicos do artigo completo incluindo título, abstract e palavras-chave (keywords) em inglês. São permitidas até três figuras e duas tabelas.

10. O(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) com o último nome em letras maiúsculas. Nomes e instituição(ões) com o endereço completo, incluindo telefone, fax, e-mail devem ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

11. **IMPORTANTE:** Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista **NÃO** são aceitos para publicação.

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e salvos em formato doc, docx ou rtf), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma contínua.

13. O título deve ser justificado à esquerda; com a primeira letra maiúscula.

14. O resumo, com até 250 palavras ou até 150 palavras no caso de notas e comunicações, deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia; os resultados e as conclusões. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim devem ser escritos em itálico.

15. As palavras-chave devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos. Porém, não repetir palavras utilizadas no título.

16. Introdução. Esta seção deve enfatizar o propósito do trabalho e fornecer de forma sucinta o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Nesta seção devem-se especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Não incluir resultados ou conclusões na Introdução.

17. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação). Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito.

18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (p.ex. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, CNTBio, INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) deve-se informar o número do protocolo de aprovação.

19. Resultados. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Por ex., 60 °C e NÃO 60° C, exceto para percentagem (p. ex., 5% e NÃO 5 %). Utilizar unidades e símbolos do sistema internacional e simbologia exponencial. Por ex., cmol kg^{-1} em vez de $\text{meq}/100\text{g}$.

20. Discussão. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas. As conclusões devem conter uma interpretação sucinta dos resultados e uma

mensagem final que destaque as implicações científicas do trabalho. As conclusões podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas como parte da seção Discussão.

21. Agradecimentos (incluindo apoio financeiro). Devem ser breves e concisos.

22. Bibliografia citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos e de preferência não exceder o número de 40. Os nomes dos autores devem ser citados em ordem alfabética. As referências devem se restringir a citações que aparecem no texto. Nesta seção, o título do periódico NÃO deve ser abreviado.

a) Artigos de periódicos:

Walker, I. 2009. Omnivory and resource - sharing in nutrient - deficient Rio Negro waters: Stabilization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 39: 495-504.

b) Dissertações e teses:

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

c) Livros:

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2da ed. McGraw-Hill, New York, 1980, 633p.

d) Capítulos de livros:

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

e) Citação de fonte eletrônica:

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 (www.cptec.inpe.br/products/climanalise). Acesso em 19/05/1999.

23. No texto, citações de referências seguem a ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano citar conforme a ordem alfabética. Exemplos:

a) Um autor:

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

b) Dois autores:

Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

c) Três ou mais autores:

Rezende et al. (2002) ou (Rezende et al. 2002).

d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):

Ferreira et al. (2001) e Fonseca et al. (2001); ou (Ferreira et al. 2001; Fonseca et al. 2001).

FIGURAS

24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. A legenda da figura deve estar em posição inferior a esta. NÃO usar tonalidades de cinza em gráfico dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra. Em gráfico de dispersão usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados, triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para gráfico de barra, usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nas figuras, NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt), nos título dos eixos ou na área de plotagem. Nos eixos (verticais, horizontais) usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura.

25. O número máximo de figuras é de sete em artigos e de três em comunicações e notas científicas e devem ser de alta qualidade.

26. As figuras devem estar dimensionadas de forma compatível com as dimensões da Revista, ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a legenda. As ilustrações podem ser

redimensionadas durante a processo de produção para otimizar o espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser indicada por uma linha ou barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura, por exemplo, barra = 1 mm.

27. No texto, a citação das figuras deve ser com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exe.: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exe.: "Figura 1. Análise..."

28. Para figuras não originais ou publicadas anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a permissão para reprodução foi concedida e carregar no sistema da Revista, como documento suplementar, o comprovante outorgado pelo detentor dos direitos autorais.

29. Fotografias e ilustrações (Bitmap) devem estar no formato tiff ou jpeg, em alta resolução (mínimo de 300 dpi). Em gráficos de dispersão ou de barras utilizar o formato xls, xlsx, eps, cdr ou ai. Cada uma das figuras inseridas no texto deve também ser carregada no sistema da Acta Amazonica em arquivo separado, como um "documento suplementar".

30. Fotografias devem estar, preferencialmente, em preto e branco. Fotografias coloridas podem ser aceitas, mas o custo de impressão é por conta dos autores. Como alternativa, pode ser usada figura em preto e branco na versão impressa e colorida (se for necessário) na versão eletrônica, sem custo para os autores.

31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

TABELAS

32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. O número máximo de tabelas é de cinco para os artigos e de duas para as comunicações e notas científicas. A numeração e o título (autoexplicativo) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas utilizadas na tabela (cabecinhos, etc) deve ser descrito no título.

33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (extensão rtf, doc ou docx) e não devem ser inseridas no texto como figura (p. exe. no formato jpeg).

34. A citação no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por exe. Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exe. "Tabela 1. Análise...".

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1. A Acta Amazonica pode efetuar alterações de formatação e correções gramaticais no manuscrito para ajustá-lo ao padrão editorial e linguístico. As provas finais são enviadas aos autores para a verificação. Nesta fase, apenas os erros tipográficos e ortográficos podem ser corrigidos. Nessa etapa, **NENHUMA** alteração de conteúdo pode ser feita no manuscrito, se isso acontecer, o manuscrito pode retornar ao processo de avaliação.

2. A Acta Amazonica não cobra taxas para publicação. Informações adicionais podem ser obtidas por e-mail acta@inpa.gov.br. Para informações sobre um determinado manuscrito, deve-se fornecer o número de submissão.

3. As assinaturas da Acta Amazonica podem ser pagas com cheque ou vale postal. Para o exterior, a assinatura institucional custa US\$ 100,00 e a assinatura individual US\$ 75,00. Para contato: valda@inpa.gov.br. Tel.: (55 92) 3643-3643 ou fax: (55 92) 3643-3029.