

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

DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E  
MICROBIOLÓGICOS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM AMBIENTES  
DE CAMPOS NATURAIS E ANTROPOFIZADOS NA REGIÃO DE HUMAITÁ,  
AM.

Bolsista: Diogo André Pinheiro da Silva, CNPQ

HUMAITÁ/AM  
2013

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

RELATÓRIO FINAL  
PIB-A/0051/2012-2013  
DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E  
MICROBIOLÓGICOS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM AMBIENTES  
DE CAMPOS NATURAIS E ANTROPOFIZADOS NA REGIÃO DE HUMAITÁ,  
AM.

Bolsista: Diogo André Pinheiro da Silva, CNPQ.  
Orientador: Milton César Costa Campos

HUMAITÁ/AM  
2013

## **Resumo**

Os campos naturais pertencem à região denominada de Campos de Puciari-Humaitá, devido a sua fitofisionomia e apresentam solos com baixa fertilidade natural. Por outro lado, as ações antrópicas sobre essas vegetações naturais tendem a propiciar a sua exaustão e conseqüentemente perda total da capacidade produtiva. Assim o objetivo deste trabalho é avaliar os atributos físicos, químicos e microbiológicos da matéria orgânica do solo em ambientes de campos naturais e antropofizados na região de Humaitá, AM. Foram amostrados três ambientes com diferentes sistemas de manejo: campo natural, campo oriundo de atividade agrícola e campo oriundo de atividade pecuária. Em cada ambiente foi confeccionada uma malha de 60 x 80 m, com espaçamentos regulares de 20 em 20 m, totalizando 12 pontos de amostragem. As amostras de solo coletadas na profundidade de 0,0-0,5-0,10-0,20 m. Onde foram realizadas a análise: análises microbiológicas: C da biomassa microbiana do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e em seguida as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores da BMS foram observados mais representativos na área de campo natural na parte mais superficial do solo e as alterações na BMS, para nas áreas de campo cultivado e pastagem podem estar possivelmente relacionadas a perturbações que o solo possa ter sofrido quanto ao preparo e manejo do solo.

**Palavras-chave:** ações antrópicas, atributos do solo, matéria orgânica.

## Sumário

1. Introdução .....	4
2. Revisão de Literatura .....	6
2.1 Caracterização dos campos naturais na região de Humaitá .....	6
2.2 Matéria orgânica como indicadores dos atributos do solo .....	7
2.3 Impacto dos diferentes usos do solo na matéria orgânica .....	8
3. Metodologia .....	8
3.1 Caracterização do Meio Físico .....	8
3.2 Análises microbiológicas do solo .....	9
3.3 Análises estatísticas .....	10
4. Resultados e Discussão .....	10
5. Conclusão .....	11
6. Referências .....	12
7. Cronograma de Atividades .....	16

## 1. Introdução

A implantação de atividades agropecuárias vem modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro. Ecossistemas naturais, como o cerrado e região amazônica vêm, há muito tempo, perdendo suas características originais, cedendo lugar para essas atividades.

De acordo com Braun & Ramos a região de Humaitá não é coberta por campos contínuos, mas por várias unidades isoladas entremeadas por matas, denominados como os “Campos de Puciari - Humaitá”. O predomínio desta vegetação é reflexo das condições topográficas e do solo, pois à medida que ocorre elevação do terreno, vai mudando de fisionomia, cedendo lugar a uma formação de aspecto mais uniforme, dotada de árvores mais baixas, que constitui o “cerrado” (CAMPOS et al., 2010).

Na região de Humaitá algumas destas áreas são utilizadas para agricultura e pecuária. Porém em estudos realizados por Klink & Machado (2005) estudando o Cerrado Brasileiro afirmam que, com a substituição da vegetação nativa, ocorre consequente perda da biodiversidade e alterações em todo o sistema, com aumento do escoamento superficial resultando na perda da fertilidade dos solos, aumento dos processos de erosão do solo, alterações do ciclo hidrológico, assoreamento e eutroficação dos corpos d’água. Para Vale Junior et al. (2011), o ecossistema “cerrado” na região amazônica apresenta uma grande diversidade pedológica e ambiental, cuja predominância dos solos de baixa fertilidade natural está associada à formação sedimentar, as condições climáticas e ao relevo predominantemente plano.

Dada à importância do tema, várias estratégias tem sido propostas para avaliar a qualidade do solo, destacando-se as que consideram a necessidade de um conjunto de variáveis físicas, químicas e biológicas para a obtenção de um índice confiável de qualidade do solo (DORAN & PARKIN, 1996). Entretanto Gregorich et al. (1994) afirmam que existem atributos-chave, como a matéria orgânica do solo, o qual, pode se expressar como um importante atributo da qualidade do solo.

Para Facelli & Pickett (1991) a matéria orgânica pode expressar eficientemente a qualidade do solo, pois controla muitas das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, caracterizando-se como um fator chave a manutenção de sistemas florestais e controle de processos erosivos, como o fornecimento de substâncias agregantes ao solo, determinando uma estrutura mais estável a ação das chuvas. O teor de C orgânico tem

sido utilizado frequentemente como indicador-chave da qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa (SILVA JÚNIOR et al., 2004).

Sobre a atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo Hungria et al. (2009), observaram que o aumento da atividade microbiana está intimamente ligado à deposição de material orgânico e a processos de fixação biológica e colonização micorrízica. Dentre os indicadores do solo capazes de representar a comunidade microbiana, o C microbiano destaca-se devido à sua relação com a matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia (DE-POLLI & GUERRA, 1999).

Em estudos realizados por Oliveira et al. (2004) em pastagens dos cerrados mostrou-se que a cobertura vegetal morta sobre o solo (liteira) pode ser utilizada como parâmetro para caracterizar as práticas de manejo. No tocante a qualidade do solo Silva et al. (2006) afirma que mesmo em solos de baixa fertilidade, florestas exuberantes não apresentam sintomas de deficiência nutricional, uma vez que o ciclo de nutrientes é praticamente fechado, verificando-se, ao longo do ano, contínua decomposição do material orgânico, associada à pequena perda por lixiviação e absorção de elementos.

Quando ocorre intervenção por atividades antrópicas ou naturais em uma determinada área, pode propiciar a sua degradação, para definir o grau de depauperamento, então pesquisadores como Islam & Weil (2000), propuseram a utilização de dados das características físicas, químicas e biológicas, coletados em solo de uma área de floresta natural não perturbada, como referência para montagem de um índice geral da qualidade do solo.

Assim, qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas (BROOKES, 1995). Segundo Costa (2012) com o passar do tempo, há uma diminuição da fertilidade inicial do solo devido à remoção de nutrientes, o aumento significativo das plantas invasoras inviabilizam novos cultivos, sendo as áreas abandonadas ou deixadas em pousio para o surgimento da vegetação secundária – as capoeiras.

Portando, estudos que visam analisar os efeitos causados pela ação antrópica sobre propriedades dos solos na matéria orgânica, constituem valiosos recursos para avaliação e/ou previsões sobre os danos causados ao ambiente, servindo como subsídios a discussão sobre sua manutenção.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Caracterização dos campos naturais na região de Humaitá

Na região sul do Amazonas predominam os campos de Puçuari-Humaitá, onde estão localizados na Planície Amazônica, compreendidos entre os rios Purus e Madeira, esses campos ocupam uma área estimada em 3.148 km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 18% do total do município de Humaitá (VIDOTTO et al., 2007). Além disso, a região não é coberta por campos contínuos, mas por várias unidades isoladas entremeadas por matas (BRAUN & RAMOS, 1959).

Segundo Freitas et al. (2002) os campos formam alguns mosaicos com as florestas circundantes, pois a interação entre essas vegetações, em alguns locais, ocorre de maneira abrupta, mas em outros, a mudança da vegetação entre a floresta e o campo natural é gradual. Por outro lado, Vidotto et al. (2007) relatam que a dinâmica atual da vegetação da região Sul do Amazonas, a floresta está avançando sobre as áreas de campo natural, isto devido ao enriquecimento, no campo, das espécies *Sclerolobium paniculatum* e *Himatanthus siccuba*, que foram espécies mais frequentes nas bordas da mata e, poderiam estar se expandindo para o campo.

Segundo Campos et al. (2010) na região dos campos de Puciari-Humaitá a vegetação é reflexo das condições topográficas e do solo, pois à medida que ocorre elevação do terreno, vai mudando de fisionomia, cedendo lugar a uma formação de aspecto mais uniforme, dotada de árvores mais baixas, que constitui o "cerrado". Esta formação por sua vez transforma-se, também gradativamente, com espaçamento cada vez maior entre as árvores e o aparecimento de vegetação rasteira, que domina totalmente logo depois, constituindo os campos propriamente ditos (Martins et al., 2006).

Segundo Brasil, (1978) os solos dessa região possuem baixa fertilidade natural e são imperfeitamente drenados, apresentando excesso de água durante um período do ano, em geral, na época de maior precipitação pluviométrica. Campos et al. (2010) estudando uma sequência de solos na região de Humaitá observou que solos pedogeneticamente mais velhos, obviamente mais profundos, ocorrem sob vegetação de florestas e campo alto, enquanto solos menos desenvolvidos, mais jovens, e por sua vez mais rasos ocorrem sob vegetação de campo baixo e zona de ecótono.

## 2.2 Matéria orgânica como indicadores dos atributos do solo

A qualidade do solo é entendida como a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e/ou animais e do próprio ser humano (Doran et al. 1996; Sposito & Zabel 2003). No entanto, avaliar a qualidade do solo requer o monitoramento de alguns parâmetros que variam com as mudanças no manejo ou fatores externos.

O acúmulo de matéria orgânica no solo pode ser considerado um bom indicador de qualidade do solo, pois pode funcionar como solução tampão, impedindo que o solo sofra mudanças bruscas de acidez e alcalinidade, provê nutrientes por mineralização, proporcionando melhor agregação, aeração e capacidade de retenção de água (JENNY, 1980).

O solo pode ser considerado um dos maiores reservatórios de microrganismos existentes, e nesse contexto, a comunidade microbiana possui um papel fundamental, influenciando os mais importantes processos do solo, sobretudo na formação e estabilidade de agregados (REICHERT et al., 2003). Souza et al. (2008) estudando os estoques de carbono total e fósforo da biomassa microbiana ressaltaram que os microrganismos são considerados compartimentos centrais de C no solo e, também, podem funcionar como compartimentos de reserva de nutrientes, dentre eles o P orgânico, além de atuarem como catalisadores na decomposição do C orgânico. Ainda concluíram que, a biomassa microbiana apresentou relação inversa com a intensidade de pastejo, e direta com a massa de raízes, sendo que o P microbiano aumentou com a diminuição do pastejo.

Em estudos sobre a atividade microbiana Hungria et al. (2009) sob diferentes sistemas de manejo, observaram que o aumento da atividade microbiana está intimamente ligado à deposição de material orgânico e a processos de fixação biológica e colonização micorrízica. Segundo Novais et al. (1990) os ecossistemas agrícolas e florestais onde ocorre a queda de restos vegetais para a formação de serrapilheira, estes são determinantes na obtenção do equilíbrio da matéria orgânica do solo, isto é, na transformação da matéria orgânica os microrganismos exercem papel fundamental utilizando esses materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e o desenvolvimento de suas células, bem como para a síntese de substâncias orgânicas no solo.



## **2.3 Impacto dos diferentes usos do solo na matéria orgânica**

De acordo com Bertol et al. (2001), o sistema de preparo convencional do solo, em geral, promove um intenso revolvimento do solo na camada superficial, podendo favorecer a decomposição da matéria orgânica e, em função disso, ocasionar um efeito prejudicial considerável na qualidade estrutural do solo. As propriedades biológicas do solo, como a biomassa microbiana, constitui um dos indicadores sensíveis às alterações ambientais e serve como ferramenta para orientar o planejamento e avaliar as práticas de manejo do solo (SPADOTTO et al. 2004).

Para Gonçalves et al. (2003) os processos erosivos, muitas vezes estão associados a degradação do solo e queda de seus níveis de fertilidade fundamentalmente pela redução nos teores e na qualidade da matéria orgânica e pela redução nos teores de macro e micro nutrientes. No tocante Graffiths et al. (2001) relatam que o diagnóstico do solo em um ambiente que sofreu processo de degradação passa pela avaliação de sua estabilidade e a resistência do solo pode ser definida como a capacidade de suportar distúrbios em curto prazo, para recuperação desses distúrbios pode ser definida como resiliência.

Com a intervenção de atividades antrópicas em determinadas áreas, a sua perda de fertilidade pode ser dividida em três categorias: físicas, químicas e biológicas (REINERT, 1998). Em áreas caracterizadas como degradadas Sanchez (2001) determina que as mesmas apresentem perda da matéria orgânica, alteração negativa nas propriedades: físicas, químicas e biológicas e morte ou alteração das comunidades de organismos vivos do solo.

## **3. Metodologia**

### **3.1 Caracterização do Meio Físico**

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

ordem de 15 a 29 metros, ocorrendo, entretanto, de maneira súbita (BRAUN e RAMOS, 1959).

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

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

Foram selecionadas três áreas com diferentes sistemas de manejo: campo natural, campo oriundo de atividade agrícola e campo oriundo de atividade pecuária. Em cada um dos diferentes sistemas de manejo foi demarcada uma malha 60x80m com espaçamento de 20 X 20m, estando subdividida em 12 partes de 400 m<sup>2</sup>. As avaliações foram realizadas no período seco e chuvoso do ano.

### **3.2 Análises microbiológicas do solo**

Para determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm com auxílio de anel mostrador onde estas amostras foram mantidas sob refrigeração a 4 °C até a realização das análises.

Para as análises de CBM foram determinadas pelo método Clorofórmio Fumigação Extração (CFE), utilizou-se o procedimento proposto por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988). As amostras de solo foram pré-incubadas e fumigadas por 24 horas. Após a fumigação, foi feita a extração do C nas amostras fumigadas e não fumigadas, adicionando-se 50 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> as amostras de solo (10g), e posteriormente submetidas a agitação horizontal (150 rpm) por 30 minutos. Em seguida o material foi filtrado para posterior determinação do C por dicromatometria, seguida de titulação com sulfato ferroso amoniacal. Para a determinação do carbono é utilizada a estimativa da biomassa microbiana, segundo a fórmula: (mg C de solo fumigado – mg C solo não

fumigado / Kec). O kec representa a quantidade de carbono proveniente da biomassa microbiana que é extraída com  $K_2SO_4$  após a fumigação.

### 3.3 Análises estatísticas

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

## 4. Resultados e Discussão

Os valores para a biomassa microbiana do solo (BMS) são apresentados na tabela 1. Para os resultados do carbono da biomassa microbiana para as profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm nos três diferentes ambientes em estudo, verificou-se que nas condições estudadas, que houve diferença estatística em termos de carbono da biomassa microbiana nas interações entre os manejos e profundidades.

Na camada de 0-5 cm os valores BMS apresentaram superiores na área de campo natural possivelmente este valor possa estar relacionado à deposição do material orgânico no solo. Para a profundidade 5-10 cm o maior teor de BMS foi verificado na área de pastagem. Segundo estudos realizados por pesquisadores em solos de diversas regiões do mundo com cultivo do plantio direto tais autores observaram uma redução nas camadas mais profundas da BMS (FACELLI et al 1991).

Observa-se que no campo cultivado houve uma redução do BMS em profundidade em relação às outras áreas. Segundo De-Polli & Guerra (1999), a biomassa microbiana promove uma imobilização do carbono quando resíduos vegetais ficam em superfície. No solo perturbado pelo sistema agrícola convencional o carbono da biomassa é possivelmente alterado, provavelmente, devido ao revolvimento excessivo do solo, uso de monocultura, aplicação de herbicidas e ausência de manejo ecológico do solo.

Segundo Reganold et al. (2000), o sistema de manejo convencional reduz o carbono da biomassa microbiana, dentre outros fatores, pelo maior revolvimento do solo é severamente afetado pelo manejo do solo, em que na área sob cerrado os valores encontrados foram superiores a todos os sistemas de manejo, diferindo significativamente dos demais manejos estudados.

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

Sistema de Manejo	Carbono da Biomassa Microbiana
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----
	-----Profundidade 0,00-0,05m-----
Pastagem	244,32 a
Campo Cultivado	208,18 a
Campo Natural	312,60 a
CV <sup>1</sup> (%)	41,13
	-----Profundidade 0,05-0,10m-----
Pastagem	177,26 a
Campo Cultivado	154,73 a
Campo Natural	128,12 a
CV (%)	52,84
	-----Profundidade 0,10-0,20m-----
Pastagem	-----
Campo Cultivado	148,99 a
Campo Natural	113,19 a
CV(%)	69,48

CV<sup>1</sup> (%): coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %.

A biomassa microbiana é considerada a fração viva da matéria orgânica e possui função chave em diversos processos importantes no solo como a decomposição, mineralização e ciclagem de nutrientes, além de ser um reservatório de N, P e energia facilmente disponível (Moreira e Siqueira, 2003).

## 5. Conclusão

1. Os valores da BMS foram observados mais representativos na área de campo natural na parte mais superficial do solo.
2. As alterações na BMS, para nas áreas de campo cultivado e pastagem podem estar possivelmente relacionadas a perturbações que o solo possa ter sofrido quanto ao preparo e manejo do solo.

3. Nas duas camadas mais profundas do solo observou um maior valor da BMS para as áreas de campo cultivado e pastagem.

## 6. Referências

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, E. X. & KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante-anão CV. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1047-1054, 2001.

BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Projeto Radambrasil, Purus. Rio de Janeiro, v. 20, p. 56, 1978.

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

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

CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; JÚNIOR, S. S.; FILHO, M. R. R.; OLIVEIRA, I. A. Interferências dos pedoambientes nos atributos do solo em uma topossequência de transição Campos/Floresta. Fortaleza, **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, 2010.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.

COSTA, N. L. **Agricultura itinerante na Amazônia**. Disponível em <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=44>. Acesso em 02 de abril de 2012.

DE-POLLI, H. & GUERRA, J.G.M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, p.389-412, 1999.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, v. 56, p. 2-54, 1996.

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

FACELLI, J. M. & PICKETT, S. T. A. Plant Litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, n. 57, p. 1-32. 1991.

FREITAS, A. A.; PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; GOUVEA, S. M.; RIBEIRO, A. S.; BOULET, R.; Florestas X Savanas no passado na Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 189, p. 40-46, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA, Jr., L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (eds). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, P. 340, 2003.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M. & ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 74, p. 367-375, 1994.

GRIFFITHS, B. S.; BONKOWSKI, M.; ROY, J.; RITZ, K. Functional stability, substrate utilization and biological indicators of soils following environmental impacts. **Applied Soil Ecology**, v. 16, p. 49-61, 2001.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BRANDAO-JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R.A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v. 42, n.3, p.288-296, 2009.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems Environment**, n.79, p.9-16, 2000.

JENNY, H. **The soil resource**. New York: Springer-Verlag, p. 113-144, 1980.

Klink, A. C.; Machado, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713, 2005.

MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; VITORINO, A. C. T.; SILVA, M. L. N. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (AM): atributos diferenciais dos solos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 221-227, 2006.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2003.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 25-98, 1990.

OLIVEIRA, O. C. D.; OLIVEIRA, I. P. D.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Chemical and biological indicators of decline/degradation of Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture Ecosystems & Environment, Amsterdam**, n. 103, p. 289-300, 2004.

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. **Agricultural Ecosystem Environmental**, v. 80, p.29-45, 2000.

REICHERT, J. M. et al. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 665-674, 2003.

REINERT, D. J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 163-176, 1998.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: USP, p. 256, 2001.

SILVA JÚNIOR, A. M.; BORGES, E. N.; SOUZA, M.A.; SILVA SOUSA, G. M.; GUIMARÃES, E. C. & BORGES, E. V. S. Carbono orgânico em diferentes sistemas de manejo no Triângulo Mineiro. In.; **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**. Santa Maria, Universidade de Santa Maria, 2004. CD-ROM.

SILVA, A. J. N., CABEDA, M. S. V., CARVALHO, F. G. Matéria orgânica e propriedades físicas de um argissolo Amarelo Coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 10, p. 579-585, 2006.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; LIMA, C. V. S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P. C. F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p. 1273-1282, 2008.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. Agrotóxicos environmental risks monitoring: principles and recommendations. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**. V. 42, p. 1-29, 2004.

SPOSITO, G.; Zabel, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, v. 25, n. 114, p. 143-144, 2003.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 329-335, 1988.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. R. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento Sustentável. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, p. 158-165, 2011.



