

**ANA PAULA FERREIRA DE ALMEIDA**

**ANÁLISE VISUAL E ATRIBUTOS FÍSICOS,  
QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM  
SISTEMAS DE LAVOURA, PECUÁRIA E  
FLORESTA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

**Dissertação de Mestrado**

**ALTA FLORESTA-MT**

**2015**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E**  
**AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS**  
**AMAZÔNICOS**



**ANA PAULA FERREIRA DE ALMEIDA**

**ANÁLISE VISUAL E ATRIBUTOS FÍSICOS,  
QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM  
SISTEMAS DE LAVOURA, PECUÁRIA E  
FLORESTA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli

**ALTA FLORESTA-MT**

**2015**

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Catalogação na fonte: Ana Lúcia Ramos de Melo CRB1/2087

Almeida, Ana Paula Ferreira de, 1986-

Análise visual e atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de lavoura, pecuária e floresta na Amazônia meridional / Ana Paula Ferreira de Almeida. Alta Floresta-MT, 2015.  
49 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Orientadora: Prof. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli.

1. Qualidade do Solo. 2. Sistemas Agropecuários 3. Agricultura Familiar. 4. ACP. I. Autor II. Título.

CDD 630

# **ANÁLISE VISUAL E ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE LAVOURA, PECUÁRIA E FLORESTA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL**

**ANA PAULA FERREIRA DE ALMEIDA**

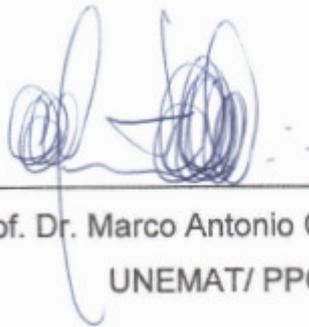
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 21/05/2015



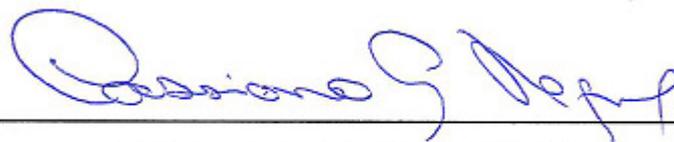
---

Prof. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli  
Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro



---

Prof. Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho  
UNEMAT/ PPGBioAgro



---

Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque  
UFMS

## DEDICATÓRIA

A Deus, que me fortalece a cada momento, não me permitindo desistir, à Ele toda honra e toda glória – Por Cristo, com Cristo e em Cristo.

Aos meus pais Fátima e Darcy, nada seria possível sem o amor e apoio incondicional que me dedicam toda a minha vida. Obrigada por acreditarem em mim, esta vitória é toda de vocês.

Aos meus irmãos, Andréia Paula e Anderson Paulo, por me incentivarem nas minhas escolhas e pelas palavras amigas. Vocês são essenciais.

Aos meus sobrinhos, Andressa, Erick, Isabella e Eloisa, que com a doçura que habita em vós, souberam não me deixar desanimar, sempre com uma frase especial: “você vai conseguir, tia!”

Ao meu noivo Carlos Alexandre, pela compreensão e ajuda, por me incentivar e acreditar em mim.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos que tem derramado sobre mim. Quão grande És Tu Senhor, obrigada!

A Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, pela oportunidade de formação e realização desse sonho.

A professora Maria Aparecida, pela orientação, paciência e contribuição na realização deste trabalho.

Aos professores Marco Camillo e Getúlio Seben, pela ajuda na realização dos trabalhos e paciência com a mesa de tensão.

Ao professor Pedro Eisenlohr, por me ajudar a desvendar as 7 cabeças de um bicho chamado multivariada, e por sua paciência para ensinar, muitíssimo obrigada.

Aos funcionários da UNEMAT *campus* de Alta Floresta, sempre solícitos.

Aos colegas e aos professores da 2ª turma do PPGBioAgro, obrigada por ajudar, ensinar e não deixar o cansaço ser maior que a vontade de vencer.

A família Barbosa, por ceder a propriedade e auxiliar nas coletas, pela acolhida com muito bom humor e amizade.

A todos os amigos que sempre incentivaram, cada palavra ajudou na caminhada.

A EMPAER/MT, na pessoa do senhor Leocir Dellani, Madalena Flores, Osvaldo Sanches E Osmano Freitas, por ajudar na minha formação profissional e disponibilidade de dados para realização da pesquisa.

A Symone Oliveira e Margareth dos Santos, que me acolheram neste período de estudos, obrigada pelo lar, pelas risadas e amizade.

## EPÍGRAFE

“Que diremos depois disso? Se Deus é por nós, quem será contra nós?”

São Paulo Apóstolo.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
3. 1 Área de Estudo.....	8
3. 2 Amostragem do solo.....	10
3. 3 Análise visual.....	10
3. 4 Análises físicas.....	11
3. 5 Análises químicas.....	11
3. 6 Análises biológicas .....	12
3. 7 Análises estatísticas .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
ANEXO.....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
1. Histórico de uso e manejo das vegetações estudadas, município de Carlinda-MT (2014).....	09
2. Granulometria do solo dos sistemas de uso avaliados no município de Carlinda-MT.....	10
3. Notas atribuídas aos aspectos de solo, plantas e fauna durante a avaliação visual dos diferentes sistemas de uso.....	16
4. Médias dos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo dos sistemas de uso avaliados.....	19
5. Autovalores dos eixos 1 e 2 da PCA em função de cada variável avaliada.....	24
6. Valores obtidos dos escores do eixo 1 da PCA para teste a posteriori de Tukey.	25
7. Valores obtidos dos escores do eixo 2 da PCA para teste a posteriori de Tukey.	26

## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
1. Índices de qualidade visual nos diferentes sistemas de uso, obtidos por meio de atributos da qualidade do solo, fauna e vegetação. As setas indicam os respectivos déficits dos valores (em percentagem) dos sistemas com relação ao sistema referência (FN).....	17
2. Análise de componentes principais das médias dos atributos físicos, químicos e microbiológicos dos sistemas de uso estudados.....	23

## RESUMO

ALMEIDA, Ana Paula Ferreira de. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Maio de 2015. **ANÁLISE VISUAL E ATRIBUTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE LAVOURA, PECUÁRIA E FLORESTA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL.** Orientador: Maria Aparecida Pereira Pierangeli.

### Resumo

A região do extremo norte de Mato Grosso, Brasil, foi amplamente aberta para atividades agropecuárias na década de 70, quando os pioneiros eram incentivados a vir para a região. Motivados pela aquisição de áreas novas e a baixos custos, as grandes florestas começaram a dividir espaço com a agricultura e a pecuária. A falta de assistência técnica tem reflexo nas paisagens existentes, agricultura familiar com baixa produção e áreas apresentando sintomas típicos de degradação. Assim, objetivou-se com o presente estudo realizar análise visual e determinar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo de sistemas agrícolas na região de Alta Floresta-MT, Amazônia Meridional. Foram selecionados quatro diferentes sistemas de usos do solo para avaliação: floresta nativa (FN), pastagem degradada (PD), guaraná (GA) e pastagem renovada (PR). Para as avaliações foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0,00 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m. Os valores obtidos com a análise visual e atributos físicos colocaram o sistema FN como qualitativamente melhor, em comparação aos demais sistemas, na sequência aparecem os sistemas GA, PD e PR, respectivamente. Em todos os usos os solos apresentaram baixa fertilidade química, sendo mais elevada na PR. A Análise de Componentes Principais agrupou as áreas FN e Ga como distintas de PD e PR. Os resultados das avaliações visuais, físicas, químicas e biológicas, bem como a interação entre eles indicam que os atributos devem ser avaliados em conjunto. A análise visual sozinha não foi suficiente para diagnosticar a necessidade de recuperação de determinados atributos do solo, tais como pH, matéria orgânica e outros atributos biológicos e químicos.

Palavras-chave: Qualidade do solo, sistemas agropecuários, agricultura familiar, ACP.

## ABSTRACT

ALMEIDA, Ana Paula Ferreira de. M.Sc. State University of Mato Grosso, May 2015. **ANALYSIS VISUAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES, CHEMICAL AND BIOLOGICAL SOIL SYSTEMS OF FARMING, LIVESTOCK AND FOREST IN THE SOUTHERN AMAZON.** Adviser: Maria Aparecida Pereira Pierangeli.

### Abstract

The far north region of Mato Grosso state, Brazil, was wide open for agricultural activities in the 70s, when the pioneers were encouraged to come to the region. Driven by the acquisition of new areas and at a low cost, large forests began to share space with agriculture and livestock. The lack of technical assistance is reflected in existing landscapes, family farming with low production and areas presenting typical symptoms of degradation. Thus, the aim of the present study conduct visual analysis and determining physical, chemical and biological properties of the soil of agricultural systems in the region of Alta Floresta-MT, located in the Southern Amazon. We selected four different systems of land use for evaluation: native forest (FN), degraded pasture (PD), guarana (GA) and renewed pasture (PR). For evaluations soil samples were collected at depths from 0.00 to 0.10 and 0.10 to 0.20 m. The values obtained with the visual analysis and physical attributes placed the FN system and qualitatively better, compared to other systems, following appear the GA systems, PD and PR, respectively. In all the land uses showed low chemical fertility, being higher in PR. The most important component in analysis grouped the FN and GA areas as distinct PD and PR. The results of visual, physical, chemical and biological assessments as well as the interaction between them that indicates their attributes should be evaluated together. The visual analysis alone was not enough to diagnose the need for recovery of certain soil properties, such as pH, organic material and other biological or chemical attributes.

Key-words: Soil quality, agricultural systems, family farming, ACP.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo constitui o principal componente relacionado à produção agropecuária e sua conservação é essencial para a sustentação da produtividade (JAKELAITIS et al., 2008). A transformação de ambientes naturais em sistemas agrícolas, principalmente monocultura contínua e o uso de equipamentos inadequados de preparo do solo tem provocado a degradação de extensas áreas (MOREIRA et al. 2005). Outra consequência do mau uso do solo é a redução dos teores de matéria orgânica e alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo (JAKELAITIS et al., 2008).

Netto (2008) descreve os principais agentes que causam a degradação do solo, sendo estes: o pastoreio excessivo, o descuido das práticas de conservação do solo e o desmatamento sem critérios técnicos. A autora enfatiza que no Brasil cerca dos 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas, estima-se que 50% encontram-se com algum grau de degradação, e ainda ressalta que o manejo inadequado na agricultura e na pecuária constitui uma das principais causas da erosão e transporte de solos férteis. Os fatores resultantes de práticas impróprias evidenciam a redução do potencial produtivo da terra com efeitos destrutivos na qualidade do solo.

Há algum tempo apenas os atributos físicos e químicos eram considerados de importante relevância quando se estudavam solos, hoje já se sabe que estes atributos são afetados diretamente por processos bióticos, fazendo-se necessário o estudo da comunidade microbológica para determinação de qualidade do solo (SILVEIRA et al., 2006). O estudo destes atributos também são bons indicadores no processo de compreensão das relações solo-água-plantas, visando à máxima produtividade das culturas e assim determinar o melhor uso e manejo do solo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009; GUADAGNIN, 2013).

Ronquim (2010) destaca que é necessário ter um conhecimento detalhado das características e propriedades do solo, objetivando um manejo adequado. Haynes e Tregurtha (1999) em avaliação dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo concluíram que os procedimentos rotineiros de análise de solo são fundamentais na promoção de práticas de manejo sustentável do solo.

Mendes et al. (2006) comentam sobre o uso de indicadores da qualidade do solo para avaliação da sustentabilidade ambiental ser de grande importância, ressaltando que o grande desafio dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem.

Araujo e Monteiro (2007) e Cardoso et al. (2013) enfatizam que nenhum indicador, individualmente, conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos da qualidade do solo, pois ocorre uma interação entre os atributos físicos, químicos e biológicos. Esta inter-relação dos atributos do solo age controlando os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço, qualquer alteração no solo pode resultar na alteração direta de sua estrutura e atividades biológicas e, conseqüentemente, na fertilidade, refletindo em todo o agroecossistema (BROOKES, 1995; CARDOSO et al., 2013). Dessa forma, visualmente, também se pode avaliar a qualidade do solo, conforme estudos de Melloni et al. (2008).

Sobre indicadores de qualidade do solo, segundo Netto (2008), estes indicadores são os próprios atributos do solo, as propriedades físicas, químicas e biológicas, assim, o monitoramento destas propriedades é de suma importância para adequar o manejo, principalmente, em áreas mais suscetíveis à degradação.

Carneiro et al. (2009) acrescentam que com o aumento do conhecimento dos sistemas conservacionistas, entende-se melhor a necessidade da utilização de um conjunto de indicadores e a inclusão deles em um modelo de avaliação da qualidade do solo.

Com as ferramentas adequadas para avaliar e recuperar sistemas agropecuários, práticas de manejo devem ser adotadas a fim de minimizarem os problemas que ocorrem em função do uso contínuo dos solos. A agricultura e a pecuária, sem adoção de manejo adequado, tem caminhado para a degradação, mas com a inclusão destas práticas que venham a contribuir para a conservação e recuperação destes solos, a tendência é obter melhor e maior produção, com ganhos tanto para o agricultor quanto para o meio ambiente.

Vezzani e Mielniczuk (2009) relatam que as práticas de manejo são mais impactantes sobre a habilidade de o solo funcionar que as propriedades intrínsecas do solo e citam que os profissionais e cientistas do solo devem buscar “qualidade do manejo do solo antes que o manejo da qualidade do solo”.

Denardin et al. (2009) descrevem que é inquestionável que a otimização de sistemas agrícolas produtivos, com a propriedade de promover emergência de fertilidade no solo, é viabilizada pela implementação da agricultura conservacionista.

Na busca por encontrar modelos de práticas conservacionistas ou recuperadoras, alguns autores descrevem sobre práticas de manejos, Mendonça et al. (2012) apontam para uma rotação de culturas que inclua pastagem, podendo propiciar melhorias na qualidade física dos solos devido ao seu denso sistema radicular que atua como agente agregante e aumenta a atividade da macrofauna do solo, esta atividade biótica auxilia também nos processos bioquímicos. Andrade et al. (2009) enfatizam sobre o cultivo mínimo e semeadura direta.

Várias práticas podem ser adotadas, contudo, é necessário antes de qualquer decisão, conhecer o solo, suas características, as ferramentas que se tem disponível e fazer todo um planejamento para sua recuperação e conservação.

Malavolta et al. (2002) ressaltam que solos sob vegetação natural, sem interferências no seu estado nativo, propiciam condições de equilíbrio para os seus componentes e promovem naturalmente a manutenção e a melhoria da fertilidade.

A qualidade de um solo pode ser definida como a sua capacidade de sustentação da saúde vegetal e ambiental, proporcionando à planta um desenvolvimento vigoroso e oferecendo condições para expressar todo seu potencial genético de produção (DORAN E PARKIN, 1994; ARAÚJO E MONTEIRO, 2007).

Para indicar a qualidade do solo, estudos dos atributos físicos, químicos e biológicos são constantemente realizados pela comunidade científica. Estes estudos são feitos com o intuito de se encontrar soluções para os mais variados problemas relacionados à degradação dos solos, podendo citar as dificuldades de recomposição da microbiota benéfica ao solo, restabelecimento de propriedades físicas com ou sem o uso de implementos agrícolas, equilíbrio de pH, neutralização do  $Al^+$  e diminuição do uso de insumos químicos para adubação.

As avaliações – química, física e biológica – isoladas não são suficientes para uma tomada de decisão do manejo de uma área a qual se deseja recuperar. Para Carneiro et. al (2009) a boa qualidade dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos

que habitam o solo, sendo necessário avaliar os três fatores em conjunto. Para Zanatta et al. (2007) além das características próprias do solo, o manejo também é um fator que influencia diretamente na estrutura do solo. Ferreira et al. (2010) acrescentam sobre o fato das más práticas de manejo resultarem em rápida degradação do solo.

Assim, para que se consiga ter uma visão do estado físico, químico e biológico de um solo e a partir desta adotar práticas de manejo que sejam eficientes na recuperação deste solo e que este seja capaz de expressar boa produtividade, deve-se atrelar todos estes fatores, pois os solos encontram-se cada vez mais degradados por más praticas de manejo (SILVA et al., 2006).

Pensando na recuperação de áreas agropecuárias degradadas, visando o estabelecimento das propriedades do solo para as condições agricultáveis e o quanto o manejo de solo adotado tem influência nas propriedades deste, o objetivo do presente estudo foi realizar análise visual e determinar as condições das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo de áreas trabalhadas com floresta nativa, agricultura e pecuária, visando a recuperação e conservação destes solos e verificar se há relação positiva entre aspectos visuais e os demais atributo investigados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O estado de Mato Grosso teve na década de 70 um intenso processo migratório. O plano de governo tinha como objetivo principal ampliar as relações comerciais do Brasil e acelerar seu crescimento econômico, aproveitando as imensas riquezas naturais ainda inexploradas de grande parte do Centro-Oeste e da Amazônia (MARTINS, 2012).

Segundo Moreno e Higa (2005) o estado de Mato Grosso começou a ser amplamente explorado na década de 1970, decorrente de vários estímulos de programas federais e estaduais para a ocupação do seu território que rapidamente o transformaram em um dos maiores produtores agropecuários do país. Por sua localização privilegiada, a região foi introduzida nos planos de desenvolvimento nacional e de integração sul-americana. O texto da organização WWF Brasil (2006) retrata a entrada dos colonos no território:

“Atraídos pela promessa de terras baratas e riquezas, milhares de colonos chegavam com suas famílias, vindos do sul e alguns do sudeste do país. E a floresta até então impenetrável, desaparecia rapidamente dando lugar a imensos campos de grãos (tendo a soja como principal cultura) e pastagens (WWF Brasil, 2006).”

No cenário nacional, em 2006 existiam 5,2 milhões de estabelecimentos agropecuários no País, e destes 4,4 milhões classificados como familiares e no Mato Grosso dos quase 113 mil estabelecimentos, mais de 86 mil são familiares (IBGE, 2006). Mesmo com toda esta expressividade, a agricultura familiar ainda é a que mais sofre com a ineficiência ou a falta das políticas públicas e a deficiência de assistência técnica, levando ao êxodo rural (EMPAER, 2013).

No Perfil Sócio-Econômico 2012 e 2013, do território Portal da Amazônia, região do extremo norte de Mato Grosso, os agricultores familiares apontaram que dentre as maiores dificuldades enfrentadas para permanecerem em suas propriedades esta a falta de assistência técnica (EMPAER, 2013; EMPAER, 2014).

Almeida (2009), trabalhando com solos na Amazônia Meridional relatou solos com pastagens implantadas há mais de 20 anos, ácidos, de baixa fertilidade e com altas taxas de lotação animal, apresentando processo de degradação.

As propriedades físicas do solo, com exceção da textura, que é bastante estável, estão sujeitas a modificações com o uso e o manejo do solo aplicado (LEITE & MEDINA, 1984). Mendes et al. (2006) enfatizam que estudos com atributos físicos, para detecção de solos degradados, são mais baratos e de metodologia simples e rápida quando comparado aos atributos químicos e microbiológicos.

Quando os solos encontram-se com sua estrutura física comprometida, degradados ou em processo de degradação, podem ocorrer impactos no fluxo e qualidade dos recursos hídricos decorrentes da ação erosiva das enxurradas e poluição dos reservatórios que recebem sedimentos carregados pelas enxurradas (ARAÚJO et al., 2007). Bertolani et al. (2000) descrevem que a degradação da estrutura do horizonte superficial do solo pode propiciar a redução das taxas de infiltração de água e, conseqüentemente, aumentar o escoamento superficial.

O solo é um componente vivo, possui organismos que, segundo Marchiori Júnior & Melo (1999), vão interagir intensamente com as partículas deste solo, gerando processos biológicos e bioquímicos de suma importância para a sustentação do meio ambiente, esses processos afetam diretamente os atributos físicos e químicos do solo.

Segundo Smith & Paul (1990), a biomassa microbiana do solo possui em média de 2 a 5% do carbono orgânico, de 1 a 5% do nitrogênio orgânico e de 2 a 20% do fósforo orgânico nos solos tropicais, sendo esta biomassa composta por bactérias, fungos e representantes da microfauna, que participam de importantes funções do solo, como a ciclagem de nutrientes e energia, regulando as transformações da matéria orgânica (TURCO et al., 1994).

O carbono em transformação no solo inicialmente fica contido na biomassa microbiana, e por apresentar respostas rápidas de alterações ocorridas no solo e na matéria orgânica, apresenta-se como bom indicador de qualidade dos solos (DICK et al., 1996; RICE et al., 1996).

A atividade microbiana é avaliada através da liberação do C-CO<sub>2</sub> de amostras de solo que segundo Doran & Parkin (1996), quanto maior a taxa de carbono liberada maior é a atividade microbiana e a maior quantidade de carbono

disponível. Entretanto, altas taxas podem também indicar um volume de carbono muito elevado sendo liberado em curto prazo, que pode não estar sendo aproveitado pelas plantas, sendo perdido (PARKIN et al., 1996). Por isso todo cuidado deve ser tomado numa interpretação de resultados.

Silva et al. (2007b) descrevem que a respiração basal do solo (RBS) é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> é produzido. A RBS tem grande relação com as condições de umidade, temperatura e aeração do solo. Associado à RBS pode-se obter ainda o quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ), pela razão entre a RBS por unidade de Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C) e tempo, podendo ser utilizado como indicador de estresse (ANDERSON & DOMSCH, 1993).

Marchiori Júnior & Melo (1999) apontam sobre o fato de avaliações com a BMS detectar modificações nos solos em função das práticas de manejo, podendo discutir a qualidade de diversos solos, relatar sobre perdas, má distribuição e deficiência na fase viva do solo.

Fatores como a falta de assistência técnica atrelada aos solos degradados contribuem para um fator comum na região como o abandono das propriedades rurais familiares.

Partindo do ponto da dificuldade de se obter assistência técnica para práticas recuperadoras e conservacionistas de solo e que os agricultores mostram o desejo da permanência em suas propriedades, entende-se por uma necessidade levar para o campo um formato simples de identificação de áreas degradadas (agricultura, pecuária e área de preservação permanente) e a partir da constatação, um direcionamento para a recuperação das mesmas, visando melhorias na produção e a permanência destas famílias no campo. Assim, avaliar os principais atributos do solo e associar esta avaliação conjunta a uma diagnose visual pode ser uma boa ferramenta para auxiliar as famílias a detectarem a necessidade de cuidados com o solo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3. 1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma propriedade rural, inserida no bioma amazônico, no município de Carlinda/MT (09° 57' 28" S e 55° 49' 55" O, 290 m de altitude), localizada a 20 km da sede do município. A região apresenta clima Tropical tipo Am segundo classificação de Köppen, com precipitação média anual de 2.750 mm e temperatura anual média de 24 °C (IBGE, 2007; AGENDA 21, 2008).

A propriedade possui área de 50 hectares, com área de preservação permanente de aproximadamente 3 hectares, talhão com plantio de Teca de 1,5 hectares, área de aproximadamente 8 hectares destinada ao plantio de culturas frutícolas e 37 hectares em pastagem. A propriedade é uma área de referência no município, pois a mesma serviu para a implantação do projeto Integração Pecuária-Floresta, com o incentivo de plantio de Teca (*Tectona grandis*) em meio à pastagem (talhão de aproximadamente 10 hectares), sendo modelo para as demais propriedades circunvizinhas.

Para esse estudo foram selecionadas quatro áreas sob diferentes vegetações e manejos: área com floresta nativa (FN) de Floresta Ombrófila Aberta – que foi utilizada como área referência; área com plantio de guaraná (GA) – *Paullinia cupana*; e duas áreas com pastagem, sendo uma com pastagem identificada como degradada (PD) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, segundo Pereira et al. (2013) identificada por visualização de distúrbios fisiológicos da espécie dominante; mudanças na composição botânica e invasão por novas espécies; e a segunda uma pastagem renovada (PR) de *Panicum máximum* cv. Mombaça, onde na renovação foram recuperadas das propriedades físicas com uso de implementos agrícolas e das propriedades químicas com calagem e adubação. A Tabela 1 sintetiza o histórico e uso destas áreas.

Tabela 1. Histórico de uso e manejo das vegetações estudadas, município de Carlinda-MT (2014).

Sistema de Uso	Histórico de manejo
Floresta Nativa (FN)	Vegetação de floresta ombrófila/estacional característica da região, em área de aproximadamente 7 hectares de fragmento florestal sem histórico de interferência antrópica recente, última intervenção há 25 anos sob uso de fogo.
Pastagem Degradada (PD)	Pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, com aproximadamente 30 hectares e lotação animal de aproximadamente 28 UA. Implantada no início da década de 80, desde então não passou por nenhum processo de recuperação ou manejo para promover melhorias. Apresenta-se com sintomas da síndrome da morte súbita. O piquete selecionado para o estudo possui aproximadamente 4,5 hectares, visualmente é o mais acometido por doenças e recebe a lotação animal por menores períodos de pastejo.
Guaraná (GA)	<i>Paullinia cupana</i> , implantada em 1994, sem nenhum histórico de correção de acidez ou fertilidade nos últimos 10 anos, também sem tratamentos culturais. Na área de aproximadamente 0,5 hectares onde a cultura está implantada existe uma grande diversidade de outras espécies de árvores e arbustos. A área localiza-se próxima à casa sede da propriedade e a colheita é feita apenas uma vez ao ano.
Pastagem Renovada (PR)	Pastagem de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em consórcio com Teca ( <i>Tectona grandis</i> ), implantada no final do ano de 2013, feito manejo de implantação com grade aradora, grade niveladora e calagem. Pela proximidade da área com a sede da propriedade e proximidade com curral e mangueira, a maior taxa de lotação – aproximadamente 25 UA – encontra-se nos piquetes desta área, de aproximadamente 6,8 hectares. Os animais ficam nestes piquetes no período de lactação.

O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho amarelo distrófico (SEPLAN, 2001). A granulometria (Tabela 2) do solo das áreas estudadas foi determinada pelo método da pipeta (Embrapa, 1997), de forma a garantir que todos os sistemas de cultivo apresentavam solos de mesma classe textural.

Tabela 2. Granulometria do solo dos sistemas de uso avaliados no município de Carlinda-MT.

Profundidades	Areia (g.kg <sup>-1</sup> )	Silte (g.kg <sup>-1</sup> )	Argila (g.kg <sup>-1</sup> )
<b>Floresta Nativa</b>			
0,00 – 0,10 m	485	130	385
0,10 – 0,20 m	415	125	460
<b>Pastagem Degradada</b>			
0,00 – 0,10 m	510	140	350
0,10 – 0,20 m	450	140	410
<b>Guaraná</b>			
0,00 – 0,10 m	505	125	370
0,10 – 0,20 m	420	115	465
<b>Pastagem Renovada</b>			
0,00 – 0,10 m	515	125	360
0,10 – 0,20 m	455	125	420

### 3. 2 Amostragem do solo

As amostras de solo foram coletadas nos meses de março e abril. Para a coleta das amostras de solo adotou-se o esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro áreas com vegetações e manejos diferenciados e duas profundidades de coleta de amostras de solo (0,0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m). As áreas foram divididas em talhões de 1500 m<sup>2</sup>, os quais foram subdivididos em quatro subáreas (4 repetições) para as amostragens de solo. Em cada ponto foram coletadas duas amostras por profundidade para todas as análises realizadas (física, química e microbiológica). Foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas.

### 3. 3 Análise visual

A avaliação visual foi realizada *in loco*, antes da coleta das amostras de solo, utilizando-se metodologia proposta por Melloni (2001), a qual preconiza a análise de atributos visuais onde são atribuídas notas que variaram de 0 a 5 (tabela em anexo). Para a atribuição das notas, calibra-se a pontuação com os maiores valores com a vegetação nativa e os demais sistemas de uso são comparados a este sistema referência. Os indicadores visuais utilizados foram: presença de erosão, pedregosidade, macrofauna do solo, índice de cobertura vegetal, diversidade, porte/estratificação, vigor da vegetação, presença e estado de decomposição da serrapilheira, incorporação da serrapilheira no solo e fauna

silvestre. Em função da importância de cada indicador para a qualidade do solo, eles foram ponderados antes da soma dos valores. A ponderação foi feita da seguinte forma: erosão 100 % da nota atribuída, pedregosidade 50 %, fauna 50 %, índice de cobertura 100 %, índice de diversidade 80 %, porte/estratificação 50 %, vigor da vegetação 100 %, quantidade de serrapilheira 100 %, estado de decomposição da serrapilheira 100 %, incorporação da serrapilheira 70 %, sucessão na vegetação 100 %, presença de fauna silvestre 50 %.

### **3. 4 Análises físicas**

A densidade do solo ( $D_s$ ), porosidade total ( $P_t$ ), macroporosidade ( $M_a$ ) e microporosidade ( $M_i$ ) foram determinadas pelo método de anel volumétrico de Kopeck com volume de 92,97 cm<sup>3</sup> (Embrapa, 1997). Todas as amostras de solo foram devidamente identificadas e acondicionadas em recipiente e enviadas ao Lasaf (Laboratório de análise de solo Alta Floresta) para as análises. Para determinar as porosidades do solo utilizou-se o método da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997).

As amostras de solo indeformadas foram previamente preparadas e depositadas em bandeja e saturadas com água por meio da elevação gradual de uma lâmina até que se atingisse 2/3 da altura das amostras, por período de 24 horas (EMBRAPA, 1997).

### **3. 5 Análises químicas**

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plástico, identificadas e devidamente acondicionadas em recipiente e encaminhadas ao Laboratório da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER) para as análises. No laboratório as amostras foram secas naturalmente, tamisadas em peneiras de malhas < 2 mm e armazenadas para as análises de avaliação da fertilidade do solo conforme metodologias preconizadas pela Embrapa (EMBRAPA, 1997): o carbono orgânico (CO) foi determinado por oxidação úmida a quente com solução de dicromato de potássio e posterior titulação com sulfato ferroso amoniacal, sendo a matéria orgânica obtida pela multiplicação do CO por 1,724; pH em água; P foi determinado por colorimetria e o K<sup>+</sup> por espectrofotometria de chama após extração com solução de Mehlich 1; Ca<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> extraídos com KCl 1 mol

L<sup>-1</sup> e determinados por titulometria. Também foram calculados a Soma das bases (SB), CTCpH 7,0; CTCefetiva; acidez potencial (H+Al); porcentagem de saturação por bases (V); e porcentagem de saturação por alumínio (m).

### 3. 6 Análises biológicas

As amostras coletadas foram colocadas em sacos plástico, identificadas e devidamente acondicionadas em recipiente térmico e encaminhadas ao Lasaf (Laboratório de análise de solo Alta Floresta) para as análises. As amostras foram peneiradas e, por conseguinte, procedido a análise das variáveis em estudo.

#### ➤ Carbono de biomassa microbiana do solo (BMS-C)

O BMS-C foi quantificado pelo método de fumigação-extração proposto por Vance et al. (1987), com adaptações de Silva et al. (2007a) que, consistiu em utilizar 20 gramas de solo em capacidade de campo, corrigida a 60 % de umidade e depositado em frasco de vidro de 100 mL. A fumigação consistiu na eliminação da microflora do solo pela adição direta de 1 mL de clorofórmio e com as amostras posteriormente armazenadas em escuro por 24 horas. O carbono liberado pela morte dos microrganismos foi determinado por extração seguida de digestão, pela diferença das amostras não fumigadas com as fumigadas.

Para a obtenção dos extratos de solo fumigado e não fumigado, foram adicionados 50 mL da solução de sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>) em frascos de Erlenmeyer contendo 20 g de solo. As amostras foram colocadas para agitação por 30 minutos, seguida de decantação por mais 30 minutos e posterior filtragem do sobrenadante em papel filtro de filtragem rápida (28 µm).

O carbono microbiano presente nos extratos foi misturado com 2 mL de dicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,066 mol L<sup>-1</sup>), 10 mL de solução concentrada de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e 5 mL de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Após o resfriamento da solução, adicionou-se 70 mL de água deionizada e 4 gotas do indicador difenilamina a 1%, com posterior titulação sob agitação magnética em solução de sulfato ferroso amoniacal (0,033 M), onde a coloração da solução passa de púrpura para coloração verde. Assim, o carbono da biomassa microbiana foi determinado a partir da equação:

Para cálculo do teor de C nos extratos foi usada a equação:

$$C \text{ (mg C kg}^{-1} \text{ solo)} = ([Vb - Va] \times M \times 0,003 \times V_1 \times 10^6) \div Ps \cdot V_2$$

Sendo:

C = Carbono extraído de solo fumigado;

Vb = Volume de sulfato ferroso gasto na titulação do branco;

Va = Volume de sulfato ferroso gasto na titulação da amostra;

M = Molaridade exata do sulfato ferroso;

V<sub>1</sub> = Volume do extrator (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) utilizado;

V<sub>2</sub> = Alíquota pipetada do extrato para a titulação;

0,003 = Miliequivalente do carbono;

Ps = Massa do solo seco.

Para cálculo BMS-C:

$$BMS-C \text{ (mg C microbiano kg}^{-1} \text{ solo)} = FC \times K_c^{-1}$$

Sendo:

BMS-C = Carbono da biomassa microbiana do solo em mg de carbono por kg de solo;

FC = Fluxo obtido da diferença entre a quantidade de C (mg kg<sup>-1</sup>) da equação 1, recuperada no extrato da amostra fumigada e a recuperada na amostra não fumigada;

k<sub>c</sub> = fator de correção.

#### ➤ Respiração basal do solo (RBS)

A avaliação da RBS foi realizada segundo metodologia proposta por Jenkinson & Powlson (1976), adaptada por Silva (2007b). Inicialmente adiciona-se em um recipiente de vidro 50 g de solo com umidade corrigida a 60% da capacidade de campo. Posteriormente, um becker contendo 10 mL de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> foi depositado dentro do frasco com solo, o qual foi hermeticamente fechado e mantido em câmara escura. O período de incubação foi de sete dias e a quantificação do C-CO<sub>2</sub> liberado foi realizada por meio da titulação do NaOH remanescente com HCl 0,5

mol L<sup>-1</sup>, na presença do indicador fenolftaleína a 1%, onde ao final da titulação a coloração da solução passou de rosa a incolor.

Para cálculo da RBS foi usada a equação:

$$RBS \text{ (mg de C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = \{[(V_b - V_a) \times M \times 6 \times 1000] \div P_s\} \div T$$

Sendo:

RBS = Carbono oriundo da respiração basal do solo;

V<sub>b</sub> (ml) = Volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle (branco);

V<sub>a</sub> (ml) = Volume gasto na titulação da amostra;

M = Molaridade exata do HCl;

P<sub>s</sub> (g) = Massa de solo seco;

T = Tempo de incubação da amostra em horas.

➤ Quociente metabólico do solo (*q*CO<sub>2</sub>)

O *q*CO<sub>2</sub> é a razão entre a respiração basal do solo por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo e pode ser utilizado como sensível indicador de estresse quando a BMS-C é afetada (SILVA et. al, 2007b).

Para cálculo do *q*CO<sub>2</sub> foi usada a equação:

$$qCO_2 \text{ (mgC-CO}_2 \times g^{-1} \text{ BMS-C} \times h^{-1}) = \frac{RBS \text{ (mgC-CO}_2 \times kg^{-1} \text{ solo} \times h^{-1})}{BMS-C \text{ (mgC} \times kg^{-1} \text{ solo)} \times 10^{-3}}$$

Sendo:

*q*CO<sub>2</sub> = Quociente metabólico do solo;

RBS = Respiração basal do solo;

BMS-C = Carbono da biomassa microbiana do solo.

### 3. 7 Análises estatísticas

Para análise estatística dos resultados, os valores dos atributos físicos, químicos e microbiológicos foram utilizados para análise de componentes principais (ACP) por meio do programa PC-ORD6 (MCCUNE & MEFFORD, 1997). Para testar a hipótese de igualdade entre os componentes da paisagem, com relação aos atributos avaliados aplicou-se o método não paramétrico MRPP (Multi-response Permutation Procedures), também utilizando o programa PC-ORD6 (MCCUNE &

MEFFORD, 1997), utilizando-se a distância de Sorensen e a Matriz de Distância através da distância Euclidiana. Para a seleção progressiva utilizou-se o programa BioEstat versão 5.3 (AYRES et al., 2007) e para a seleção dos filtros espaciais utilizou-se o programa SAM, versão 4.0.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas obtidas em cada característica utilizada para análise visual dos diferentes sistemas de uso encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Notas atribuídas aos aspectos de solo, plantas e fauna durante a avaliação visual dos diferentes sistemas de uso.

Aspecto	Médias dos valores ponderados			
	Floresta Nativa	Pasto Degradado	Guaraná	Pasto Renovado
Erosão	5	4	5	5
Pedregosidade	5	4	5	5
Fauna de solo	3	1	2	1
Índice de cobertura (vegetação)	5	3	4	3
Índice de diversidade (vegetação)	5	2	5	2
Porte/estratificação (vegetação)	5	1	5	2
Vigor da vegetação	5	1	5	1
Sucessão na vegetação	5	2	4	1
Cobertura de serrapilheira	5	1	4	0
Decomposição da serrapilheira	5	1	4	0
Incorporação da serrapilheira no solo	5	0	5	0
Fauna	4	1	1	0
Notas finais	57	21	49	20

Os valores obtidos com a análise visual colocaram o sistema FN como qualitativamente melhor, em comparação aos demais sistemas, na sequência aparecem os sistemas GA, PD e PR, respectivamente. A partir dos valores obtidos nas notas atribuídas aos aspectos analisados, e posteriormente, os pesos de ponderação dados às mesmas, foram calculados os déficits em relação ao sistema referência (Figura 1).

Os sistemas PD, GA e PR tiveram déficits de 63%, 14% e 65% respectivamente, demonstrando que visualmente, os sistemas possuem diferenças entre si. Os valores de FN diferiram das pastagens em função do porte, vigor e diversidade de vegetação, que foram os aspectos visualmente mais discrepantes com o sistema referência, e os mesmos aspectos foram mais semelhantes quando comparados o GA com a FN. A diferença no valor de porte da vegetação encontrado

nas duas pastagens está em função da PR estar em sistema de consórcio com Teca. Com relação ao material orgânico depositado no solo, este também diferiu em maior escala as pastagens com a FN do que os valores encontrados para o sistema de uso GA, que visualmente estiveram mais próximos à FN.

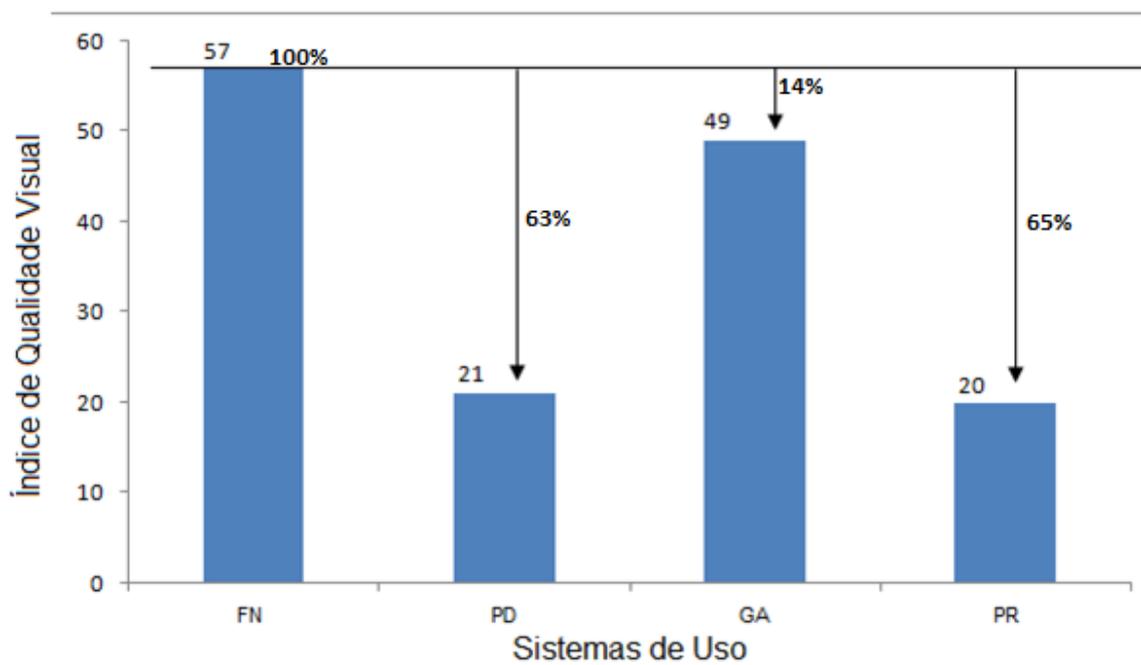


Figura 1. Índices de qualidade visual nos diferentes sistemas de uso, obtidos por meio de atributos da qualidade do solo, fauna e vegetação. As setas indicam os respectivos déficits dos valores (em percentagem) dos sistemas com relação ao sistema referência (FN).

Melloni et al. (2008) trabalhando com análise *in situ* em florestas e pastagem obteve déficit de 54,5% entre vegetação de mata (sistema referência) e pastagem, onde o mesmo relata que este déficit está ligado à fauna do solo e, principalmente, à vegetação, com as piores condições visuais de diversidade, porte, vigor, sucessão (considerados normais para pastagem) e aspectos relativos à serrapilheira, demonstrado semelhança aos resultados encontrados no presente estudo. Melloni et al. (2008) ainda destacam o grau de subjetividade da avaliação visual, contudo, salienta que esta pode ser utilizada em estudos de impacto ambiental, indicando locais onde o ambiente possui menor degradação e que a análise visual juntamente com o teor de matéria orgânica, foram eficientes e discriminatórios para os sistemas com coberturas florestais e o sistema com pastagem.

As melhores condições físicas (Tabela 4) foram encontradas para o sistema referência, a FN, seguida pelo uso GA, PD e PR.

Para os resultados obtidos com a Ds, o menor valor foi encontrado para a FN. O sistema de uso GA, que esta com a Ds mais próxima da FN, possui um manejo diferenciado dos demais, pois não há tratos culturais, a entrada na área é realizada somente na fase de colheita dos frutos e o solo não esta exposto, contendo ainda, uma grande diversidade de ervas, arbustos e árvores em meio às linhas da vegetação principal, sendo a única intervenção antrópica a colheita dos frutos. Em seguida a PD apresenta o valor para Ds menor que para a PR. A PD esta sob uso menos intenso que a PR, devido aos sintomas de doença presentes na PD, esta tem recebido menor taxa de lotação e não passou por processos de revolvimento do solo. Já a PR passou por processo de revolvimento do solo e após o processo de recuperação, a mesma foi submetida a uso intenso, causando pisoteio, este fator pode ser responsável pelo maior valor de Ds. Secco et al. (1997) e Araújo et al. (2007) relatam que quando o solo é revolvido com o uso de maquinas e implementos, este fica mais poroso, deixando-o suscetível à compactação e Moreira et al. (2005) em estudos com pastagens, afirmam que este atributo é sensível à ação do pisoteio do rebanho. Menezes (2008) ressalta os efeitos da presença dos animais sobre as propriedades físicas e químicas do solo de pastagem, segundo o autor, com o passar do tempo, tende a ocorrer a deteriorização das propriedades físicas dos solos de pastagens, expressa pela compactação, que se caracteriza pelo aumento de densidade do solo, decorrente de sua compressão.

Assim, os atributos físicos estão comprometidos, pois quando o manejo do solo não é adequado à taxa de lotação, o efeito pode ser reverso, onde a PD apresenta-se fisicamente em melhor estado que a PR.

A Pt está melhor para a FN e o uso GA, quando comparados como os usos PD e PR. Oliveira (2013), trabalhando com solos da Amazônia Meridional também obteve o melhores resultados para Pt para a vegetação nativa que para pastagem, o autor comenta que este valor pode estar relacionado ao grande volume de serrapilheira que a mesma proporciona e que pode estar melhorando as condições para o desenvolvimento de uma macrofauna do solo, que por sua vez age melhorando a Pt do solo, e ainda que, em função da intensidade de pastejo e

encurtamento do ciclo de pastejo na mesma área – pecuária extensiva – certamente ocorrerá o aumento da compactação do solo e conseqüentemente a diminuição da taxa de porosidade total.

Tabela 4. Médias dos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo dos sistemas de uso avaliados.

Atributos	Sistemas de Uso			
	Floresta Nativa	Pasto Degradado	Guaraná	Pasto Renovado
Ds (Mg/m <sup>3</sup> )	0,99	1,14	1,12	1,24
Pt (m/m <sup>3</sup> )	0,40	0,35	0,36	0,32
Mi (m/m <sup>3</sup> )	0,31	0,29	0,28	0,26
Ma (m/m <sup>3</sup> )	0,08	0,06	0,08	0,06
pH (H <sub>2</sub> O)	5,11	5,57	4,97	5,85
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0,79	1,25	0,60	0,91
K (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,22	0,05	0,15	0,23
Ca+Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,20	1,53	1,31	2,19
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,63	0,15	0,53	0,00
Al+H (cmolc/dm <sup>3</sup> )	5,65	4,75	6,26	3,50
CTC efetiva (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,05	1,73	1,99	2,42
CTC a pH 7,0 (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7,07	6,33	7,72	5,92
m%	31	9	27	0
V (%)	20,08	24,96	18,91	40,88
MO (g/Kg)	26,00	18,00	22,38	18,88
RBS (mg de C-CO <sub>2</sub> kg solo h <sup>-1</sup> )	0,5551	0,4034	0,4010	0,2854
BMS-C (mg C kg solo)	250,2373	322,9407	218,4226	166,8822
qCO <sub>2</sub> (mgC-CO <sub>2</sub> .g <sup>-1</sup> BMS-C.h <sup>-1</sup> )	0,0022	0,0013	0,0018	0,0017

Para os atributos químicos, as melhores condições, para a maioria das variáveis foram encontradas para a PR, seguido por PD, FN e GA. O pH está em uma faixa adequada para os sistemas de uso PR e PD. Segundo Malavolta (1981), a faixa de pH entre 5,5 e 6,5 é a ideal, pois a maioria dos nutrientes se encontram disponíveis nesta faixa, sendo absorvidos com facilidade pelas raízes dos vegetais. Os sistemas FN e GA estão abaixo desta faixa ideal. Segundo Demattê e Demattê (1993), os solos amazônicos são mais ácidos e com maiores teores de Al trocável, quando comparados, por exemplo, com solos de cerrados.

Os teores de Ca+Mg também se apresentam melhores para as duas pastagens que para FN e GA. Estes resultados podem ser decorrentes da ausência

de correção de acidez e adubação química nestes solos. A CTC efetiva é baixa, enquanto a CTC a pH 7,0 é média em todos os sistemas de uso. Contudo, grande parte da CTC está ocupada pelos cátions  $H^+$  e  $Al^{3+}$  (RONQUIM, 2010), fazendo com que a saturação por bases seja baixa. O V% é estimado pela relação entre a soma de bases e a capacidade de troca de cátions a pH 7,0, sendo um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo (RONQUIM, 2010), e segue com maiores teores para PD e PR.

Sobre o atributo MO, Menezes (2008) comenta que se os teores de MO de um determinado solo diminuir abaixo de um nível satisfatório, o sistema produtivo se tornará insustentável. Ferreira e Botelho (1999) estudando solos amazônicos concluíram que a CTC dos solos estudados era altamente influenciada pelos seus teores de matéria orgânica. O presente estudo não obedeceu à mesma ordem, pois a maior CTC foi encontrada para GA e o maior teor de MO foi encontrado para a FN. Apesar da diferença encontrada nos teores de MO nos sistemas estudados, os mesmos estão em níveis satisfatórios, acima de 17 g/Kg (BARBOZA et al., 2011).

Netto (2008) evidencia sobre o comportamento das gramíneas que, dada sua eficiência de incorporação da MO no solo, em alguns casos os teores encontrados podem ser superiores aos encontrados em área sob vegetação nativa, pois as gramíneas produzem grandes quantidades de material orgânico tanto no interior do solo, como na parte aérea. Contudo, os resultados de MO do presente estudo estão melhores para FN e GA.

Segundo Tognon et al. (1998), as diferenças nos teores de matéria orgânica podem estar relacionadas à própria ação da vegetação, clima e balanço hídrico, a sua natureza e ao tipo de sistema radicular. Os autores citam que no caso da Amazônia, há acentuado acúmulo de MO na superfície do solo devido a reciclagem dos elementos constituintes dos galhos, folhas e sistema radicular das plantas, porém, as espécies florestais de maneira geral têm sistema radicular com hábitos pivotantes e estas incorporam pouca matéria orgânica. Contudo, a FN estudada possui grande quantidade de ervas e plântulas, com sistema radicular mais próximos à superfície, o que pode estar contribuindo para o maior valor da MO, além da grande quantidade de fauna de solo observada na avaliação visual, que ajuda na decomposição da MO.

Os maiores teores de RBS foram encontrados para a FN, seguido por PD, GA e PR, e os maiores teores de BMS-C foram encontrados para PD, FN, GA e PR, respectivamente (Tabela 4). Alves et al. (2011) descrevem que altas taxas de respiração podem não ser desejáveis, pois altos valores podem indicar tanto distúrbio, como alto nível de produtividade do ecossistema, sendo que cada situação deve ser analisada particularmente. Silva et al. (2007b) descrevem que a RBS é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> é produzido e que esta tem grande relação com as condições de umidade, temperatura e aeração do solo. Marchiori Júnior & Melo (1999) apontam sobre o fato de avaliações com a BMS detectar modificações nos solos em função das práticas de manejo, podendo discutir a qualidade de diversos solos, relatar sobre perdas, má distribuição e deficiência na fase viva do solo.

Associado a estes dois indicadores pode-se utilizar o quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ), que segundo Anderson e Domsch (1993), este é um sensível indicador de estresse, sendo o  $qCO_2$  é dado pela razão entre a RBS por unidade de BMS-C e tempo.

Granatstein e Bezdicek (1992) propõem que para estabelecer critérios de avaliação da qualidade do solo é importante estabelecer uma comparação com o solo no seu estado natural. O  $qCO_2$  apresentou o maior valor para a FN, seguido pelos sistema GA, PR e PD. Maiores valores para  $qCO_2$  podem indicar que BMS esta a consumir mais carbono para sua manutenção (RBS), porém, à medida que a BMS se torna mais eficiente, menos carbono é perdido através da RBS, sendo que uma fração significativa de carbono é incorporada ao tecido microbiano, assim os ambientes onde o solo apresenta baixo  $qCO_2$  estará mais próximo ao estado de equilíbrio (SOUZA et al., 2006). Todavia, deve-se cuidar com as interpretações relativas ao  $qCO_2$ , pois somente parte da BMS está catabolicamente ativa, o restante dos microrganismos do solo está na forma inativa ou latente, possuindo baixa atividade e o cálculo do  $qCO_2$  considera o carbono orgânico total e a biomassa microbiana do solo (MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

Segundo Moreira e Siqueira (2006), na Amazônia, solos sob floresta apresentam biomassa variando de 463 a 817 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto em pastagens de gramíneas tais valores se situam entre 203 e 754 mg C kg<sup>-1</sup> de solo, os autores acrescentam que geralmente em solos ácidos sob florestas encontram-se baixos

valores de biomassa, indicando condição adversa ao crescimento microbiano. O presente estudo obteve menores valores de BMS para os solos de FN que os apresentados por Moreira e Siqueira (2006) e a PD dentro da faixa dos valores apresentados pelos mesmos autores. Deve-se, porém, levar em consideração o valor do pH obtido das amostras de solo da FN, que foi de 5,11, o que pode estar influenciando na atividade da BMS. A PD foi o sistema que obteve menor valor de  $qCO_2$ , mostrando-se o solo mais eficiente nas relações entre a RBS por BMS. Segundo Moreira e Siqueira (2006), solos com menores valores e  $qCO_2$  indicam menor estresse da fração viva do solo. Contudo, com as comparações destes sistemas (PD, GA e PR) com a FN, todos apresentam-se em equilíbrio para os atributos biológicos.

Para a diferenciação dos sistemas de uso, utilizou-se a ACP, que contou com três grupos preditores, sendo 2 variáveis abióticas, física e química e uma variável microbiológica. A partir do gráfico obtido com a análise multivariada percebe-se a formação de dois grupos (ao longo do eixo 1), demonstrando que a FN e o GA se comportaram de forma semelhante, bem como as pastagens PD e PR (Figura 2).

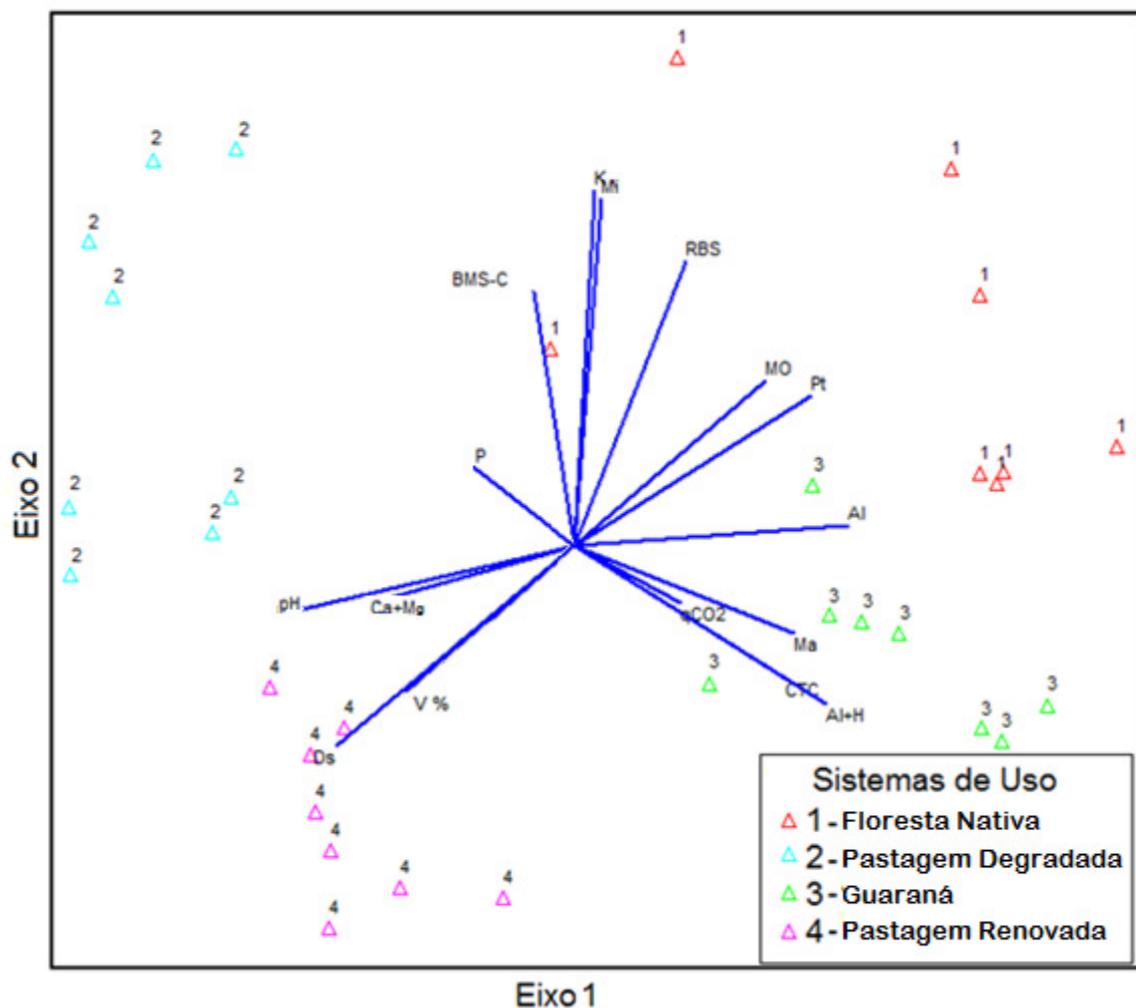


Figura 2. Análise de componentes principais das médias dos atributos físicos, químicos e microbiológicos dos sistemas de uso estudados ( $\Delta$ ). Físicos: Ds (densidade do solo), Ma (macroporosidade), Mi (microporosidade); Pt (porosidade total). Químicos: pH (potencial hidrogeniônico), P (fósforo), K (potássio), Ca+Mg (cálcio e magnésio), Al (alumínio), Al+H (alumínio e hidrogênio), CTC<sub>pH7,0</sub> (capacidade de troca catiônica), V% (saturação por bases), MO (matéria orgânica). Microbiológicos: RBS (respiração basal do solo), BMS-C (carbono da biomassa microbiana do solo) e  $qCO_2$  (quociente metabólico).

Os eixos 1 e 2 representam 60,36% da explicação do gráfico, sendo 41,75% da explicação do 1º eixo e 18,61% do 2º eixo. Os atributos físicos de Pt e Ma tenderam para o eixo 1 e para os sistemas FN e GA, bem como os atributos químicos de MO e Al, Al+H e CTC e microbiológico, o  $qCO_2$ . Seguindo no eixo 1, o atributo físico Ds, e químicos pH, P, Ca+Mg e V% tenderam maiores valores para a PD e PR, sendo que este eixo aproximou em características os usos FN e GA como um grupo e as pastagens PD e PR como outro grupo. O eixo 2 mostrou uma tendência do atributo físico, Mi, químico, K e microbiológicos, RBS e BMS-C e

aproximando-se em características os sistemas FN e PD formaram um grupo e o sistema GA com a PR outro grupo. Os valores de cada atributo em função da importância sobre os eixos estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5. Autovalores dos eixos 1 e 2 da PCA em função de cada variável avaliada.

Variáveis	Eixos	
	1	2
Ds	-0.8047	-0.4522
Pt	0.7982	0.3386
Mi	0.0901	0.7842
Ma	0.7389	-0.1961
pH	-0.9274	-0.1454
P	-0.2993	0.1746
K	0.0692	0.8029
Ca+Mg	-0.6922	-0.1299
Al	0.9251	0.0467
Al+H	0.8485	-0.3574
CTC a pH 7,0	0.7113	-0.3022
V (%)	-0.7895	-0.4119
MO	0.6443	0.3740
RBS	0.3751	0.6428
BMS-C	-0.1360	0.5757
qCO <sub>2</sub>	0.3581	-0.1301

A análise confirmatória (MRPP) apresentou nível de significância para a interação entre os grupos 1 × 2 (FN × PD), 1 × 4 (FN × PR), 2 × 3 (PD × GA) e 2 × 4 (FN × PR) em 0,02, 0,005, 0,02, 0,002 respectivamente. Posteriormente fez-se a matriz de distância, com os dados para matriz 1 os atributos físicos e químicos, matriz 2 os atributos biológicos, e a matriz de coordenadas espaciais como constante. O resultado foi  $p=0,80$ , sendo não significativo. Os dados dos atributos físicos, químicos e biológicos seguiram a mesma ordem para os valores obtidos em cada sistema de uso.

Os usos FN e GA obtiveram as melhores médias de Al, Al+H, CTC, MO, BMS-C, RBS, maior Pt e Ma (Tabela 4). Estes atributos estão relacionados entre si, pois a CTC esta em função dos teores de Al e Al+H. A BMS é definida como a parte viva da MO do solo (SILVA et al., 2007a) e a RBS como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> via degradação da MO (DE-POLLI e

GUERRA, 1997), assim, a MO juntamente com os organismos de solo contribuem para a Pt. Portanto, estes atributos estão intimamente relacionados e a diferença entre os mesmo não é significativa.

Em seguida fez-se a matriz de distância com os dados para matriz 1 os atributos físicos e químicos, matriz 2 a análise visual e a matriz de coordenada espaciais como constante. O resultado para este teste foi  $p=0,01$ , apresentando-se significativo. Assim sendo, destaca-se a diferença significativa, pois, para a observação visual, as melhores médias ficaram para o sistema de uso FN, seguido por GA, PR e PD. Para tanto, os atributos físicos e químicos avaliados não corresponderam à mesma ordem, hora a FN e GA estavam com resultados melhores, hora a PD e PR estavam com resultados melhores, demonstrando que a avaliação visual precisa estar ligada a demais métodos de avaliação, pois a mesma auxilia na detecção de ambientes perturbados, mas não procede sozinha, para avaliar a necessidade de recuperação.

Realizou-se uma ANOVA parquissionada considerando o efeito do sistema em relação ao espaço. Desta foram obtidos filtros espaciais por meio da matriz de conectividade usando o critério Minimum spanning tree. Foram então selecionados 10 filtros espaciais e por meio da seleção progressiva, reteve-se o filtro \*4, para o eixo 1 e o filtro \*7 para o eixo 2 a partir dos escores da PCA, que foram utilizados como co-variáveis e os tratamentos como preditores. Os resultados para o eixo 1 encontram-se na Tabela 6 e para o eixo 2 na Tabela 7.

Tabela 6. Valores obtidos dos escores do eixo 1 da PCA para teste a posteriori de Tukey.

Tratamentos	FN	GA	PD	PR
FN				
GA	0.995788 <sup>NS</sup>			
PD	0.000167 **	0.000167 **		
PR	0.000167 **	0.000167 **	0.013952 **	
F (3,27)	63.21			
p	< 0.0001			

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade e <sup>NS</sup> Não significativo.

Os valores obtidos para o eixo 1 demonstram que a interação foi não significativa apenas para os usos FN e GA, ou seja, os atributos que avaliados e

observados com maior tendência para este eixo mostrou semelhança para estes dois usos, e diferindo-os dos demais e os demais usos também diferentes entre si.

Tabela 7. Valores obtidos dos escores do eixo 2 da PCA para teste a posteriori de Tukey.

Tratamentos	FN	GA	PD	PR
FN				
GA	0,000236 **			
PD	0,970097 <sup>NS</sup>	0.000415 **		
PR	0.000167 **	0.038854 **	0.000167 **	
F (3,27)	28,46			
p	< 0.0001			

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade e <sup>NS</sup> Não significativo.

Os valores obtidos para o eixo 2 demonstram que a interação foi não significativa apenas para os usos FN e PD, demonstrando que dos atributos avaliados, os observados com maior tendência para este eixo aproximou estes dois usos, e diferindo-os dos demais, e os demais usos também diferentes entre si. Sendo assim, não há influência significativa do espaço sobre os atributos estudados, evidenciando que as diferenças encontradas no solo estão em função das suas características próprias: de seus atributos, que por sua vez estão influenciados pelas vegetações e manejos.

## 5. CONCLUSÕES

1. Pela análise visual o uso Floresta Nativa foi qualitativamente melhor, em comparação aos demais sistemas, sendo o resultado muito influenciado pela avaliação da característica porte da vegetação e diversidade.
2. Quimicamente os solos da pastagem degradada e da pastagem renovada apresentaram melhores valores em relação à Floresta Nativa e Guaraná.
3. Menores valores de Densidade do Solo e maiores valores de Porosidade foram observados na Floresta Nativa, embora os demais usos apresentassem valores considerados adequados.
4. Os maiores teores de RBS foram encontrados para a Floresta Nativa, seguido por Pastagem Degradada, Guaraná e Pastagem Renovada e os maiores teores de BMS-C foram encontrados para Pastagem Degradada, Floresta Nativa, Guaraná e Pastagem Renovada, respectivamente.
5. A Análise de Componentes Principais agrupou a Floresta Nativa e Guaraná em um grupo, distinto de Pastagem Degradada e Pastagem Renovada.
6. A relação entre atributos físicos, químicos e biológicos do solo, em geral, com a análise visual não obedeceu a mesma ordem de melhores médias entre os sistemas de uso. A análise visual não foi eficiente para determinar áreas degradadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda 21 de Carlinda. Plano de Desenvolvimento Sustentável de Carlinda. Carlinda. **Agenda 21**. 2008.

ALMEIDA, A. P. F. **Estudo da dinâmica espaço-temporal da doença associada a morte súbita das pastagens**. Universidade do Estado de Mato Grosso. Alta Floresta. 17 p. 2009. Monografia de Graduação.

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá. v. 33, n. 2. pp. 341-347. 2011.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H.; The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 25. pp. 393-395. 1993.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**. v.13, n.4. pp.411–418. 2009.

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

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, Uberlândia. v. 23, n. 3. pp. 66-75. 2007.

AYRES, M. et al. BioEstat 5.3. **Sociedade Civil Mamirauá**. 324 p. 2007.

BARBOZA, E.; MOLINE, E. F. V.; SCHLINDWEIN, J. A.; FARIAS, E. A. P.; BRASILINO, M. F. Fertilidade de solos em Rondônia. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**. Goiânia. v.7. n.13. pp. 586-594. 2011

BERTOLANI, F. C.; GONZÁLEZ, A. P.; LIÑARES, M. L.; VÁZQUEZ, E. V.; MIRANDA, J. G. V. Variabilidade espacial da rugosidade superficial do solo medida com rugosímetros de agulhas e laser. **Física do Solo**. Bragantia. Campinas. 59 (2), pp. 227-234, 2000.

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

CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M. Y. H.; SANTOS, C.A.; ALVES, P. R. L.; PAULA, A. M.; NAKATANI, A. S.; PEREIRA, J. M.; NOGUEIRA, M. A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?. **Scientia Agrícola**. v.70, n.4. pp.274-289. 2013.

CARNEIRO, A. C. SOUZA, E. D. REIS, E. F. PEREIRA, H. S. AZEVEDO, A. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 33. pp. 147-157. 2009.

DEMATTE, J. L. I.; DEMATTE, J. A. M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta amazônica e do cerrado do Brasil central. **Scientia Agricola**. Piracicaba. v. 50 (2). pp. 272-286. 1993.

DENARDIN, J. E.; SCHAEFFER, R.; FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A. Heterogeneidade física de um latossolo argiloso manejado sob sistema plantio direto. Embrapa Trigo. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento online**, 70. Passo Fundo. 16 p. 2009.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração. Seropédica: **Embrapa-CNPAB**. Documentos, 37. 10 p. 1997.

DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America**. Madison. pp.247-272. (SSSA Special Publication, 49). 1996.

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

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Doran, J. W., Jones, A. J. (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. **Soil Science Society of America, Special Publication**. Madison, WI. 49, pp. 25-37. 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 212 p. 1997.

Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural – EMPAER. **Levantamento Socio-Econômico-Ambiental, Regional Alta Floresta**. Carlinda. 2013.

Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural – EMPAER. **Perfil Socio-Econômico-Ambiental, Regional Alta Floresta**. Alta Floresta. 2014.

FERREIRA, R. R. M. TAVARES FILHO, J. FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 31, n. 4. pp. 913-932. Londrina. 2010.

FERREIRA, W. A.; BOTELHO, S. M. Capacidade de troca de cátions das principais classes de solos da Amazônia, determinada a diferentes valores de pH. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de Pesquisa**, 2. 22 p. 1999.

GUADAGNIN, C. A. **Avaliação de Cenários Hidroagrícolas em Sistemas de Produção de Base Familiar na Região do Extremo Oeste Catarinense**. Pelotas. 88 f. 2013. Tese de Doutorado.

GRANATSTEIN, D.; BEZDICEK, D.F. The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. **Table of Contents**. v. 7, Special Issue 1-2 (Special Issue on Soil Quality). 1992.

HAYNES, R. J. TREGURTHA, R. Effects of increasing periods under intensive arable vegetable production on biological, chemical and physical indices of soil quality. **Biol Fertil Soils**. Christchurch. New Zealand. v. 28. pp. 259-266. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas – Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro. p. 311. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro. 2006.

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**. Goiânia. v. 38, n. 2. pp. 118-127. 2008.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-I. Fumigation with chloroform. **Soil Biology & Biochemistry**. v.8, pp.167-177. 1976.

LEITE, J.A.; MEDINA, F.B. Efeito dos sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.19, n.8, pp.1417-22. 1984.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: adubos e adubação**. Ceres. São Paulo. 3ª ed. 596 p. 1981.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Ed. Nobel. 200 p. 2002.

MARCHIORI JÚNIOR, M. MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 23. pp. 257-263. 1999.

MARTINS, R. Entre o rural e o ambiental: uma análise discursiva do zoneamento em Mato Grosso. Cáceres. UNEMAT. 106 f. 2012. Dissertação de Mestrado.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. Multivariate analysis of ecological data. Version 3.12. **Gleneden Beach: MjM Software**. 1997.

MELLONI, R. **Densidade e diversidade de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares em solos de mineração de bauxita.** Universidade Federal de Lavras. Lavras. 173 f. 2001. Tese de doutorado.

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

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. Ed. Cerne. Lavras. v.12, n. 3. pp. 211-220. 2006.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B.L.; LIMA, R. C.; FILHO, W. V. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v. 37. pp. 251-259. 2012.

MENEZES, S. F. M. **Sistemas Agroflorestais e Fertilidade dos Solos: uma Análise da Microrregião de Ariquemes, Rondônia.** Porto Velho. 190 f. 2008. Dissertação de Mestrado.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo.** Lavras. 2ª Ed. UFLA. 729 p. 2006

MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Atributos químicos e físicos de um latossolo vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** Santo Antônio de Goiás. v. 35 (3). pp. 155-161. 2005.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente.** Ed. Entrelinhas. Cuiabá. 2005.

NETTO, I. T. P. **Qualidade física e química de um Latossolo Vermelho - Amarelo sob pastagens com diferentes períodos de uso.** Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. 67 p. 2008. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, B. S. **Atributos físicos e biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na Amazônia Meridional.** Universidade do Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra. 78 f. 2013. Dissertação de Mestrado.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W. & JONES, A.J. eds. Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America.** Madison. pp.231-245. (SSSA Special Publication, 49) 1996.

RICE, C. W.; MOORMAN, T. B.; BEARE, M. Role of microbial biomass carbon and nitrogen in soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America.** pp. 203-215. 1996.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 8. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. 26 p. 2010.

SECCO, D. ROS, C. O. FIORIN, J. E. PAUTZ, C. V. PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-escuro. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 27, n.1. pp.57-60. 1997.

SEPLAN. Mapa de Solos do Estado de Mato Grosso. Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico. **Projeto de Desenvolvimento Agro-ambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO**. Mapa A001. 2001.

SILVA, E. E. AZEVEDO, P. H. S. DE-POLLI, H. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C). **Comunicado Técnico 98**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007a. 6p.

SILVA, E. E. AZEVEDO, P. H. S. DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>). **Comunicado Técnico 99**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007b. 4p.

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

SILVEIRA, R. B. MELLONI, R. MELLONI, E. G. P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. **Cerne**. Lavras. v. 12, n. 1. pp. 48-55. 2006.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.; STOTZKY, D. G. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker. v.6, pp.357-396, 1990.

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

TOGNON, A. A.; DEMATTE, J. L. I.; DEMATTE, J. A. M.; Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central. **Scientia Agricola**. Piracicaba. v. 55, n. 3. 1998.

TURCO, R. F.; KENNEDY, A. C.; JAWSON, M. D. Microbial indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**. 1994. pp.73-90. (SSSA Special Publication, 35).

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology & Biochemistry**. v.19, pp.703-707, 1987.

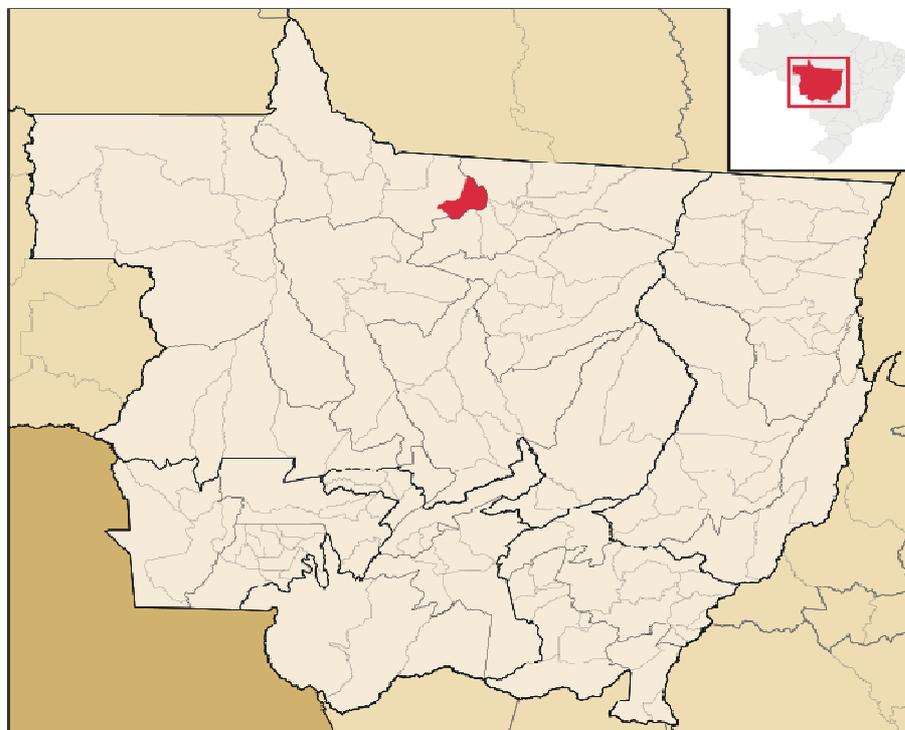
VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo.** v. 33. pp. 743-755. 2009.

WWF Brasil. "**Integrar para não entregar**". 2006. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias/meio\\_ambiente\\_e\\_natureza/?2866](http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias/meio_ambiente_e_natureza/?2866)>. Acesso: 03 nov. 2014.

ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; VIEIRA, F.C.B. & MIELNICZUK, J. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. **Soil Till. Res.** v. 94. pp. 510-519. 2007.

## **ANEXO**

Anexo A – Imagens da localização do município de Carlinda/MT e localização da propriedade onde estão inseridas as áreas de estudo.



Mapa de Mato Grosso. Localização do município de Carlinda. Fonte: Wikipédia.



Limites da propriedade das áreas de estudo. Fonte: Google Earth.

Anexo B – Fotos dos diferentes sistemas de uso avaliados.



Foto 1. Vegetação Nativa.



Foto 2. Pastagem Degradada  
(*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).



Foto 3. Guaraná (*Paullinia cupana*).



Foto 4. Pastagem Recuperada  
(*Panicum maximum* cv. Mombaça  
*Tectona grandis*).

Anexo C – Planilhas para Avaliação *in situ* (Melloni, 2001).

Avaliador:					
	ÁREAS				
Indicador	1	2	3	4	5
<b>SOLO</b>					
Erosão (5-0)					
Pedregosidade (5-0)					
Fauna do solo (3-0)					
<b>VEGETAÇÃO (5-0)</b>					
Índice de cobertura					
Índice de diversidade					
Porte/estratificação					
Vigor da vegetação					
Sucessão na vegetação					
Qtidade serapilheira					
Decomp. Serapilheira					
Incorporação no solo					
<b>OUTROS (5-0)</b>					
Fauna					
<b>TOTAL</b>					

Planilha de avaliação *in situ*.

INDICADOR	Nota	CR (%)
<b>SOLO</b>		
Erosão	5 (ausência) a 0 (altamente erodido)	100
Pedregosidade	5 (ausência) a 0 (muito pedregoso)	50
Fauna do solo	3 (presença) a 0 (ausência)	50
<b>VEGETAÇÃO</b>		
Índice de cobertura	5 (referência) a 0 (sem cobertura)	100
Índice de diversidade	5 (referência) a 0 (nenhuma)	80
Porte/estratificação	5 (referência) a 0 (nenhuma)	50
Vigor da vegetação	5 (referência) a 0 (plantas mortas)	100
Sucessão na vegetação	5 (ocorrência intensa) a 0 (não ocorre)	100
Qtidade serapilheira	5 (referência) a 0 (ausência)	100
Decomp. Serapilheira	5 (referência) a 0 (ausência de sinal)	100
Incorporação no solo	5 (referência) a 0 (ausência)	70
<b>OUTROS</b>		
Fauna	5 (muito intensa) a 0 (nenhum sinal)	50

Notas e ponderação das notas atribuídas aos indicadores de qualidade do solo da Planilha de avaliação *in situ* (Melloni, 2001).