FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Núcleo de Ciências e Exatas e da Terra Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Numydia Carvalho Cavalcante

Caracterização dos atributos físicos e químicos dos solos em explorações agropecuárias na região de Porto Velho - Rondônia

Porto Velho- RO
2018

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Núcleo de Ciências e Exatas e da Terra Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Caracterização dos atributos físicos e químicos dos solos em explorações agropecuárias na região de Porto Velho - Rondônia

Dissertação apresentado junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, para obtenção de Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Orientação: Prof. Dr. Jairo André Schlindwein

Co-orientador: Prof.Dr. Alaerto Luiz Marcolan

Mestranda: Numydia Carvalho Cavalcante

Porto Velho- RO
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

C376c Cavalcante, Numydia Carvalho.

Caracterização do atributos físicos e químicos em explorações agropecuárias na região de Porto Velho - Rondônia / Numydia Carvalho Cavalcante. -- Porto Velho, RO, 2018.

81 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Jairo André Schlindwein
Coorientador(a): Prof. Dr. Alaerto Luiz Marcolan.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia

1.Atributos químicos. 2.Atributos físicos . 3.Degração. 4.Manejo. I. Schlindwein, Jairo André. II. Título.

CDU 504:544(811.1)

Bibliotecário(a) Ozelina do Carmo de Carvalho CRB 11/486

NUMYDIA CARVALHO CAVALCANTE

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DOS SOLOS EM EXPLORAÇÕES AGROPECUÁRIAS NA REGIÃO DE PORTO VELHO - RONDÔNIA

Comissão Examinadora

Dr. Jairo André Schlindwein
Orientador
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Dr. Alaerto Luiz Marcolan
Coorientador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dra. Mariangela Soares de Azevedo
Membro Titular
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Dra. Adaiane Spinelli
Membro Titular
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Porto Velho, 30 de abril de 2018.

Resultado: Aprovada

À Sebastião Franco de Carvalho (*in memoriam*) que apesar do seu pouco estudo, sempre me incentivou a buscar o estudo e sua importância, ao senhor meu avô querido, eu dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força, proteção, sabedoria durante mais essa caminhada.

A minha família, que são a base de minha vida, por transmitirem respeito, amor, perseverança, incentivo a sempre olhar para frente e nunca desistir mesmo diante das dificuldades em especial a meu pai Afonso e minha querida e amada mãe Maria Madalena (*in memorian*).

A meu esposo Marcio e meus filhos Maria Tereza, Claudio Luiz e Pedro Miguel pelo apoio, amor, compreensão pelos momentos de ausência.

Aos meus amigos que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram em especial a Aldecira, Vaneide e Johnnescley que tanto me ajudou nas correções.

Aos amigos Genis e Henrique na ajuda e força no momento das coletas das amostras de solos.

Ao engenheiro agrônomo Cledmar Carneiro pela ajuda na confecção dos mapas.

À Universidade Federal de Rondônia - UNIR, ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente em especial a coordenadora Dra. Mariângela pela competência e paciência e a senhora Izabel – secretária pela dedicação e compromisso.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA nas pessoas de Henrique Nery nas análises de estatística dos dados e Ademilde no laboratório de solos.

À Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural de Rondônia – EMATER-RO.

Ao meu orientador Jairo André Schlindwein pela orientação segura e ensinos repassados durante todas as etapas.

Ao co-orientador Alaerto Luís Marcolan pelas sugestões, apoio durante todas as etapas desse trabalho.

Aos agricultores que disponibilizaram suas propriedades para pesquisa.

A Adriele pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

RESUMO

A colonização do estado de Rondônia teve seu cunho totalmente agrário, desde então a economia é dependente da produção agropecuária. A ocupação e os usos dos solos de Rondônia ocorreram principalmente, com a remoção da vegetação natural, e a utilização de fogo para a limpeza das áreas, na sequência veio o plantio de cultivos anuais para subsistência (arroz, feijão, milho, café, banana, etc.) e de pastagens para atividade agropecuária. Logo após o desmatamento as produtividades eram boas por causa da ciclagem de nutrientes mantidas pela floresta e com o uso, ao longo dos anos, sem reposição de nutrientes pelas adubações e calagens e, com baixos investimentos tecnológicos esses sistemas foram diminuindo a qualidade e consequentemente as produtividades. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a influência dos usos manejos de solos explorados com pastagens e mata nos atributos físicos e químicos de fertilidade do solo e levantar dados que possam servir de subsidio para desenvolvimento de tecnologias e mecanismos de explorações agropecuárias condizentes para região. Para isso, fez se um estudo com seleção de locais a serem amostrados baseado na disponibilidade de diferentes usos e manejos do solo e a existência de área sem exploração (vegetação nativa), utilizada como testemunha para os indicadores avaliados. Foram avaliados por local amostrado, quatro tratamentos compostos por uma área com vegetação nativa e três com explorações agropecuárias, em 2 profundidades (0-10 e 10-20 cm) e com quatro repetições por tratamento e profundidade. O estudo foi realizado em quatro propriedades no município de Porto Velho e duas no município de Candeias do Jamari. Os atributos de solos avaliados foram: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, granulometria, estabilidades de agregados e os atributos químicos do solo avaliados foram: pH em água e SMP, Acidez potencial, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, matéria orgânica, além de alumínio, CTC e saturação de bases. De maneira geral, observou-se aumento da densidade e diminuição da porosidade total e da macroporosidade nos solos utilizados com pastagens. A estabilidade dos agregados não apresentou diferenças entre os usos e manejos de solos. Já o pH, os teores de Ca, a CTC e a saturação de bases aumentou enquanto que a acidez potencial e os teores de alumínio diminuíram nos solos que receberam adubações e calagem. Considera-se que o uso e manejo dos solos em atividades agropecuárias tendem a melhorar os atributos químicos do solo devido à adição de corretivos e de fertilizantes agrícolas.

Palavras chaves: Atributos químicos, atributos físicos,degradação, manejo

ABSTRACT

The colonization of the state of Rondônia was totally agrarian, since the economy has been dependent on agricultural production. The occupation and land use of Rondônia occurred mainly with the removal of natural vegetation and the use of fire to clean the areas, followed by the planting of annual subsistence crops (rice, beans, corn, coffee, bananas, etc.) and of pastures for agricultural activity. Soon after deforestation, the crops best because of the cycling of nutrients maintained by the forest and with the use, over the years, without replenishment of nutrients by the fertilizers and liming, and with low technological investments these systems were reducing the quality and consequently the productivities. The objectives of this work were to evaluate the influence of the soil management practices of pasture and forest soils on the physical and chemical attributes of soil fertility and to collect data that could be used as a subsidy for the development of technologies and mechanisms for agricultural exploration suitable for the region. For this, a study was carried out with selection of sites to be sampled based on the availability of different uses and management of the soil and the existence of an area without exploitation (native vegetation), used as a witness for the evaluated indicators. Four treatments composed of one area with native vegetation and three with farms were evaluated at two depths (0-10 and 10-20 cm) and with four replications per treatment and depth. The study was carried out in four properties in the county of Porto Velho and two in the county of Candeias do Jamari. The soil attributes evaluated were soil pH, total porosity, macroporosity, microporosity, particle size, aggregate stabilities and soil chemical attributes evaluated: pH in water and SMP, Potential acidity, phosphorus, potassium, calcium and magnesium, matter organic, as well as aluminum, CTC and base saturation. In general, increased density and decreased total porosity and macroporosity were observed in soils used with pasture. The stability of the aggregates did not show differences between the uses and management of soils. On the other hand, pH, Ca, CTC and base saturation levels increased while potential acidity and aluminum content decreased in soils that received fertilization and liming. We can consider that the use and management of the soils in agricultural activities tend to improve the chemical attributes of the soil due to the addition of correctives and agricultural fertilizers.

Key words: Chemical attributes, physical attributes, degradation, and management.

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa do Brasil trazendo o Estado de Rondônia – Território Madeira-Mamoré..... 23
Figura 2 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO..... 24
Figura 3 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho – RO.... 25
Figura 4 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho – RO.... 26
Figura 5 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO..... 27
Figura 6 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho – RO.... 28
Figura 7 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho – RO.... 29

Lista de Tabelas

Tabela 1. Atributos físicos do solo (densidade (Ds), porosidade total (Pt), macro (Map) e microporosidade (Mip) em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia..... 35

Tabela 2. Análise Granulométrica em solos em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia..... 37

Tabela 3. Teor de agregados obtida por peneiragem úmida em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.....39

Tabela 4. Atributos químicos pH, pH SMP, Al e H+AL em diferentes uso e manejo do solo, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia..... 42

Tabela 5. Atributos químicos Ca, Mg, K e P em diferentes explorações agropecuárias e manejo do solo, em seis propriedades rurais no estado de Rondônia..... 45

Tabela 6. Atributos químicos SB, CTC, V%, MOS em diferentes uso e manejo do solo, em seis locais, sendo 4 no município de Porto Velho e 2 no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia..... 48

Tabela 7 – Média das quantidades de porosidade total, macroporosidade e microporosidade dos pastos (P1, P2 e P3), da mata e variação percentual entre pasto e mata.....49

Tabela 8 - Média das quantidades de densidade e matéria orgânica dos pastos (P1, P2 e P3), da mata e variação percentual entre pasto e mata.....50

Lista de Abreviaturas

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EMATER-RO	Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
H+Al	Acidez Potencial
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MT	Mata
N	Nitrogênio
P	Fósforo
P (1,2,3)	Pastagem extensiva
pH	Potencial Hidrogeniônico
POLONOROESTE	Programa de Desenvolvimento Integrado do Noroeste do Brasil
PLANAFLORO	Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia
S	Enxofre
SB	Soma de Bases
SEDAM	Secretária do Estado de Desenvolvimento Ambiental
V%	Saturação de bases

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
2. OBJETIVOS 17
2.1. Objetivo Geral 17
2.2. Objetivos Específicos 17
3.1. Usos e manejos dos solos 18
3.2. Atributos físicos do solo 20
3.2.1. Estabilidade dos agregados 21
3.2.2. Densidade do solo 21
3.2.3. Porosidade 22
3.3. Atributos químicos dos solos 23
3.3.1. pH 23
3.3.2. Cálcio (Ca), Magnésio (MG), Fósforo (P), Potássio (K), Alumínio (Al), Soma de Bases (SB), CTC, Saturação por Bases (v%). 23
3.3.3. Matéria Orgânica 24
4. MATERIAIS E MÉTODOS 26
4.1. Descrição e histórico das áreas de estudo 26
4.2. Propriedade 1- Porto Velho 27
4.3. Propriedade 2 - Porto Velho 28
4.4. Propriedade 3- Porto Velho 29
4.5. Propriedade 4- Porto Velho 30
4.6. Propriedade 5 – Candeias do Jamari 31
4.7. Propriedade 6- Candeias do Jamari 32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 35
5.1. Atributos físicos 35
5.1.1. Densidade do solo 35
5.1.3. Macroposidade 37
5.1.4. Microporosidade 37
5.3. Estabilidade de agregados 42
5.4. Atributos químicos 44
5.4.1. pH Água , pH SMP , Al, H+ Al 44
5.4. 2. Ca, Mg, k, P 47
5.4.3. Soma de Bases (SB), CTC, Saturação por bases (V%), Matéria orgânica (MOS). 50

5.5. Interpretação geral.....53
6. CONCLUSÕES.....55
REFERÊNCIAS.....56
APÊNDICE.....69
APÊNDICE A.....70

1. INTRODUÇÃO

O incentivo à abertura de novas fronteiras agrícolas no estado de Rondônia foi realizado principalmente, no final da década de 1960 e início de 70, na busca por crescimento econômico e marca sua história de desenvolvimento agrícola.

A colonização da Região Amazônica, incluindo o estado de Rondônia foi implementada na época do regime militar, onde a região sofreria profundas transformações econômica, sociais, ambientais, sem levar em consideração o estoque de recursos naturais e uma população diversa no seu modo de viver e conviver, foi apenas usado para resolver problemas da "falta de ocupação". As estratégias geraram impactos sociais e ambientais adversos nas áreas rurais e urbanas (desmatamento indiscriminado com destruição de fauna e flora, ocorrência de doenças, crescimento desorganizado das cidades sem mínimas condições de saneamento básico entre outros problemas) (SOUZA et al., 2010).

Segundo MORBACH, 2001 existiam no imaginário coletivo de que na região amazônica era um "vazio demográfico" e "terras sem homens", que poderiam ser ocupadas por homens das outras regiões do país em busca do seu "Novo eldorado". A ideia de vazio trazia a esperança da possibilidade de um lugar a ser construído. Essa ocupação de grande fluxo migratório ocorreu principalmente nas três décadas 1970, 1980 e 1990, quando o governo federal buscou realizar projetos com o objetivo de organizar e ordenar a ocupação e o desenvolvimento da região. Dentre os principais planos voltados a esta região, destacam-se o POLONOROESTE (Programa de Desenvolvimento Intergrado do Noroeste do Brasil) e o PLANAFLORO (Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia) (OLIVEIRA et al., 2011).

Com recursos do POLONOROESTE, deu-se à implantação de Projetos Integrados de Colonização (PICs) pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) que trabalhava em plena selva abrindo picadas para a demarcação e distribuição de lotes de terras rurais, abertura de estradas, construções de pontes, implantação de infraestrutura básica e atendimento aos colonos. Esses colonos enfrentavam a mata densa, as doenças endêmicas, principalmente a malária que dizimava centenas de pessoas. Esses PICs mais tarde vão dar origens a cidades como Ouro Preto do Oeste, Ji-Paraná, Rolim de Moura dentre outras.

As campanhas do Governo Médici produziram materiais publicitários cujo alvo era às populações rurais e tinham como slogans: "Integrar para não entregar" ou ainda "Desafios que Unidos Vamos Vencer" representavam os emblemas dos projetos de colonização agrário (MORBACH, 2001). Neste contexto a colonização do estado de Rondônia teve seu cunho

totalmente agrário, desde então a economia de Rondônia é dependente da produção agropecuária. Apesar da existência de fases importantes na história desenvolvimentista oriundas dos processos de extrativismo, como a borracha e a mineração de cassiterita e ouro (PEREIRA, 2007; OLIVEIRA et al., 2011). Investimentos recentes para construção das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, ambas em operação, trouxeram novos investimentos para o estado gerando emprego e elevação dos índices econômicos.

Esse modelo de colonização em Rondônia provocou grande desmatamento da floresta amazônica, que ocupava grande parte do território e os manejos inadequados dos solos causaram perdas de matéria orgânica dos solos e desequilíbrios da estabilidade existente nesse sistema florestal. À medida que estes solos foram perdendo a matéria orgânica diminuíram as produtividades na agropecuária, devido à diminuição da qualidade dos solos, representados baixa fertilidade, aumento da acidez prejudicial às plantas, deterioração da estrutura física e prejuízos nas atividades biológicas.

As culturas implantadas após a derrubada da floresta apresentavam boas produtividades nos primeiros anos de exploração, devido, principalmente, a matéria orgânica do solo e à incorporação de nutrientes contidos nas cinzas da biomassa incinerada (COSTA et al., 2008). Essas áreas que foram transformadas de mata em pastagem em Rondônia, poucas receberam adubações e correções da fertilidade e raros são os casos de utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo. Além disso, a técnica de limpeza das pastagens mais utilizada pela grande maioria dos pecuaristas ao longo dos anos foi com a utilização do fogo (FERNANDES & GUIMARÃES, 2002).

Segundo DIAS FILHO e ANDRADE, 2005 as principais causas de degradação as pastagens em Rondônia, em ordem de importância são: 1) Declínio da fertilidade do solo devido à ausência de adubação, 2) Manejo do pastejo incorreto (superlotação), 3) Manejo da pastagem incorreto (combinação de espécie cespitosa + lotação contínua + piquetes excessivamente grandes), 4) Cigarrinhas-das-pastagens, 5) Má formação, 6) Uso excessivo do fogo.

A degradação de pastagem é um dos principais problemas agronômicos para a atividade pecuária em Rondônia e em outros estados brasileiros (DIAS-FILHO, 2005; FIORELLI-PEREIRA, 2017). Estimativas feitas no início dos anos 90 sugeriam que cerca da metade das áreas de pastagens cultivada na região Amazônica estavam degradadas ou em processo avançado de degradação (SERRÃO et al., 1993). DIAS-FILHO, 2005 estimou que na Amazônia Ocidental 61,5% das pastagens cultivadas apresentavam algum grau de degradação.

Estudos recentes verificaram que os principais problemas de degradação dos solos em Rondônia são atributos físicos e matéria orgânica (RUDNICK, 2015; HENRIQUE, 2016; MIKOS 2017). Que as boas práticas de manejo do solo, como adubação, correção da acidez do solo, plantio direto melhoram propriedades importantes para a qualidade física dos solos (VENTUROSO, 2014) e biológicas (FIORELLI-PEREIRA, 2017).

Este trabalho propõe a avaliação dos atributos físicos e químicos desses solos e a verificação da influência e sua quantificação em relação ao uso e manejo nos municípios de Porto Velho/Rondônia e Candeias do Jamari/Rondônia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os principais atributos químicos e físicos dos solos em explorações agropecuárias nos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari pertencentes ao estado de Rondônia, em função dos usos e manejos e comparar com o solo não antropizado (mata preservada).

2.2 . Objetivos Específicos

Avaliar a influência dos manejos de solos explorados com pastagens e mata nos atributos químicos de fertilidade do solo, pH, Al, macro nutrientes (Ca, Mg, P, K), matéria orgânica, saturação por bases e soma de bases);

Avaliar a influência dos manejos de solos explorados com pastagens e mata nos atributos físicos do solo (densidade, porosidade total, macro e micro porosidade e estabilidade de agregados).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Usos e manejos dos solos

As atividades agrícolas remontam a idade antiga quando se deu início à domesticação das plantas e dos animais fazendo com que o homem deixasse de ser nômade, fixando em locais específicos, desde então o cultivo dos solos passou a ser um meio natural de alta importância social, econômica e ambiental servindo como substrato e fonte de nutrientes para o desenvolvimento das plantas. A capacidade desses solos em suprir as necessidades das plantas é conhecida como fertilidade e pode ser dividida em físicas, químicas e biológicas atuando de forma conjunta (SILVA, 2012). Os solos não possuem padrões de qualidades definidos, portanto, o conhecimento das atividades e dos seus componentes sob diferentes manejos pode ajudar a compreender as mudanças na sua qualidade, quando se faz o monitoramento, levando em consideração fatores externas, do que pode causar impactos nos seus atributos e ao mesmo tempo maximizar a produção, ou seja, definindo-se dessa forma o manejo mais adequado de determinado solo (MEDEIROS, 2015).

Práticas agropecuárias inadequadas contribuem para a perda de qualidade de solos e tendem a diminuição de produtividade. Essa preocupação se dá a partir do aumento da população e dá real necessidade do aumento da produtividade, por esse aspecto a relação homem-natureza é afetada. Com o advento da revolução verde, expressão criada em 1966 na Conferência em Washington, mas que já havia sido desencadeada desde o final de 1940. A busca de novas fronteiras para exploração agrícola, com a colonização da região Amazônica, ocorreu na contramão da preservação ambiental. Enquanto a Conferência de Estocolmo, em 1972, discutia sobre os impactos ambientais dos processos produtivos, o Brasil vivia seu processo de desenvolvimento e a prioridade era “Integrar para não entregar”, slogan adequado para o momento. Por questões políticas e econômicas, o Brasil demonstrou preocupações com as questões ambientais, após a ECO-92 no Rio de Janeiro, no qual, abordou a ocupação da Amazônia para a expansão da agricultura e pecuária (SILVA et al., 2011).

O processo de colonização do estado de Rondônia da forma como foi divulgada e ocorreu, serviu para vislumbre da migração de outros estados sem a preocupação com o meio ambiente, ocorrendo o desmatamento das áreas para o cultivo da agricultura e pecuária. Esse desmatamento ocorria por derrubada da floresta e queima da biomassa vegetal. As lavouras

eram produzidas para subsistência e o restante da área semeadas gramíneas, do gênero *Brachiaria* para serem utilizadas como área de pastagem (SCHLINDWEIN et al., 2012).

De início tinha-se produtividades relativamente altas, devido à reciclagem de nutrientes e a preservação da matéria orgânica, pois, originalmente esses solos eram ocupados pela Floresta o que mantinha esse equilíbrio, apesar, de em geral, baixa fertilidade natural. Com o desmatamento e o manejo inadequado dos solos houve um desequilíbrio nos atributos físicos, químicos e biológicos, levando com o passar dos anos a diminuição na produtividade das culturas (SCHLINDWEIN et al., 2012).

Com a remoção da cobertura vegetal e a implantação de pastagens ocorrem alterações nas propriedades químicas e físicas dos solos diminuindo assim a fertilidade (PEREIRA et al., 2000). Portanto, sendo necessário desenvolver sistemas agrícolas adequados que permitam melhor sua recuperação por meio de tecnologias direcionadas aos fatores de produção.

O uso do fogo para exploração dessas pastagens nativas era prática bastante utilizada, por ser de baixo custo e fácil adoção, reduzindo o material vegetal rejeitado pelo gado e proporcionando uma rebrota mais tenra, mais palatável e de melhor qualidade, porém dependente da frequência e a época do ano de sua aplicação e seu posterior manejo. Ou seja, a queima no final do período chuvoso ou início do período seco, período com condições melhores de umidade para a rebrota do pasto, fornecia maior cobertura do solo, e melhor utilização das pastagens no período seco (MULLER, 2001). No período seco ocorre deficiência e baixa qualidade das pastagens prejudicando o desempenho produtivo do rebanho, pois as pastagens apresentam escassez quantitativa, baixo valor nutritivo e pouca palatabilidade ao gado (BRAZ et al., 2012).

A degradação das pastagens é um termo usado para designar um processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade e da capacidade de regeneração natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, e de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras (KICHEL et al., 1997).

O uso e manejo inadequado do solo, a baixa reposição de nutrientes nos solos, os baixos investimentos tecnológicos são sinais da baixa sustentabilidade da pecuária. Como resultados terão baixa oferta de forragens, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne e leite por hectare, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema. (CORDEIRO et al., 2015). Os manejos inadequados favorecem os problemas ambientais,

sociais e econômicos, a adoção de técnicas de manejo conservacionista é essencial para melhorar sustentabilidade agropecuária (BRAZ et al., 2012; CORDEIRO et al., 2015). O consórcio com culturas anuais é uma alternativa eficaz para a recuperação de pastagem degradada melhorando os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (ALVARENGA, 2004).

As forrageiras do gênero *Brachiaria*, se destacam por serem os capins mais plantados no país, sendo utilizadas largamente nas pastagens nas fases de cria, recria e engorda dos animais, adaptam-se às mais variadas condições de solo e clima por proporcionar produções satisfatórias em solos de baixa e média fertilidade (CRISPIM et al., 2002). A *Brachiaria brizantha* é a mais plantada e apresenta porte grande e adapta-se bem em solos de média fertilidade, ciclo curto e perene, crescem em forma de touceiras, muito produtiva e robusta, boa digestibilidade e palatabilidade. Além desta, se destacam a *Brachiaria decumbens* e a Mombaça (*Panicum maximum*), (EUCLIDES et al., 2014).

As atividades agropecuárias causam impactos diferenciados que estão relacionadas ao manejo e uso praticados para obtenção de maiores produtividades. Assim, ter o conhecimento sobre os atributos que influenciam no equilíbrio de um Agroecossistema, bem como estudar a sustentabilidade de ecossistemas naturais e antropizados, são importantes, pois os dados obtidos servem para o monitoramento desses sistemas (PINTO, 2014).

A avaliação da qualidade dos solos deve ser descrita e ou quantificada considerando a inter-relação e a integração entre seus atributos físicos, químicos e biológicos. Os estudos devem contemplar a aplicação direta a campo, devem ser utilizados como parâmetros para induzir ou determinar qual podem ser os usos e manejos mais adequados (SILVA, 2011; GIASSON, 2012).

3.2. Atributos físicos do solo

A interação dos atributos físicos, químicos, biológicos do solo com as plantas e com o ambiente externo, faz com que os solos apresentem respostas diferentes ao manejo em função do tempo. Alguns atributos físicos dos solos sofrem alteração temporal em função do clima, manejo e plantas: aumento da densidade; redução da estabilidade de agregados; redução da macroporosidade e consequentemente da porosidade total (REICHERT et al., 2010). BERTOL et al. (2000) relatam que o excesso de carga animal ocasionado por diferentes lotações sobre

as pastagens pode afetar algumas propriedades do solo, aumentar a susceptibilidade à erosão hídrica e diminuir a capacidade produtiva. IMHOFF et al. (2000) também relatam que a degradação da qualidade física do solo está associada com a compactação causada pelo pisoteio animal.

Para determinar a sustentabilidade dos sistemas de manejo é fundamental conhecer os atributos químicos e físicos dos solos. Os indicadores de qualidade de solos se fazem necessários para identificar possíveis problemas na produção em determinados tipos de solos. A boa qualidade desses atributos físicos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas bem como a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (CARNEIRO et al., 2009).

3.2.1. Estabilidade dos agregados

Os agregados constituem um conjunto de partículas do solo com forma e tamanho definidos, sua formação pode ocorrer simultânea ou não, por meio da aproximação das partículas unitárias e a outra na manutenção ou estabilização. Essa aproximação das partículas do solo pode ser por meio da atração eletrostática ou pelas variações do conteúdo de água no solo, favorecido pelo ciclo de umedecimento e secagem, por meio da ação das raízes vegetais, de hifas de fungos (BRANDÃO et al., 2012).

O uso e manejo contínuo ou inadequado do solo pode ocasionar perda na estrutura do solo, afetando os atributos físicos que do ponto de vista agronômico está relacionado ao arranjo das partículas, agregados e poros. A desestabilização das partículas altera a distribuição de ar e água e o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a resistência mecânica do solo à penetração e manejo. Outra consequência do uso e manejo do solo está no fracionamento dos agregados maiores em unidades menores reduzindo os macroporos e aumentando os microporos e densidade (OLIVEIRA et al., 2010). A estabilidade dos agregados pode ser alterado também de acordo com a qualidade do material orgânico depositado ou ainda por mudanças no uso do solo (BOCHNER et al., 2008).

3.2.2. Densidade do solo

O aumento da densidade e da microporosidade do solo e a redução da porosidade total e da macroporosidade promovem alterações nas relações de ar, água e temperatura do solo, afetando negativamente a germinação, emergência, crescimento e produção das plantas, ou

seja, o crescimento e desenvolvimento das plantas dependem dos atributos químicos e físicos do solo (VIEIRA, 1985).

A densidade do solo está associada à compactação podendo ser usada como indicadora de processos de degradação da estrutura do solo que pode mudar pelo uso e do manejo do solo (FERREIRA et al., 2010).

3.2.3. Porosidade

O espaço poroso do solo é definido entre o volume de poros e o volume total ocupado pela água e ar sendo classificados em mico e macroporos. Os microporos quando saturados em água retém a água contra a gravidade, características dos solos argilosos, os macroporos quando saturados em água não a retém características de solos arenosos (REINERT et al., 2006). A disponibilidade de água para as plantas e bem como as taxas de trocas gasosas sofrem alterações causadas pela porosidade do solo. Outro aspecto importante ocorre quando da degradação da estrutura do solo, as modificações no arranjamento das partículas, provoca a diminuição no tamanho dos poros, especialmente os de tamanho maior (macroporos) levando a redução na área para o fluxo de água, afetando com isso o processo de infiltração (FERREIRA et al., 2010).

A melhoria na qualidade estrutural do solo é importante para que haja o suprimento de água, nutrientes e oxigênio às raízes. Na conversão do sistema convencional do solo para sistema conservacionista como o plantio direto, ocorre a adição de resíduos culturais. Sistemas de cultivo com culturas perenes e semiperenes também melhoram a estrutura com a permanência do sistema radicular vivo de um ano para outro possibilitando que as raízes sejam mais eficazes. Outro benefício da atuação das raízes no solo é a abertura de canais, características de raízes pivotantes que aumentam a taxa de infiltração de água, pois ocorre a formação dos macroporos (DA-SILVA et al., 2012).

Estudos conduzidos nos subtrópicos brasileiros mostram que, do ponto de vista dos atributos físicos do solo, não ocorre qualquer restrição para o desenvolvimento das culturas subsequentes, desde que não haja elevada intensidade de pastejo (CARVALHO et al., 2010). Se a lotação das áreas de pastagem for moderada, em geral, ocorre leve adensamento do solo, o que não compromete o desenvolvimento das plantas, pois a porosidade não é afetada (FLORES et al., 2007).

3.3. Atributos químicos dos solos

A sustentabilidade do sistema é determinada pela avaliação do melhor uso e manejo dos solos, por isso, é importante o planejamento e o gerenciamento das áreas agrícolas, que irão promover a qualidade ou prejuízo na produtividade de determinada cultura, para isso se faz necessário o conhecimento dos atributos químicos do solo (SOUZA et al., 2004).

3.3.1. pH

O pH é a medida da concentração de íons de hidrogênio na solução do solo e determina, juntamente com outros fatores, a disponibilidade de nutrientes. Em solos com pH excessivamente baixo ocorre a diminuição na disponibilidade de nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e aumento da solubilização de íons como manganês, e alumínio que, dependendo do uso e manejo do solo podem atingir níveis tóxicos as plantas. No caso de níveis tóxicos de alumínio e ou deficiência de cálcio, pode comprometer a penetração de raízes e a nutrição das plantas, deixando as culturas susceptíveis ao estresse hídrico (OLMOS; CAMARGO, 1976).

A acidez do solo pode causar alterações na fertilidade do solo limitando o desenvolvimento do sistema radicular das culturas por estar relacionada com a baixa disponibilidade de Ca, Mg, e K, enquanto os menos solúveis como Al são acumulados, criando assim condições para que ocorra a acidificação dos solos (MEURER, et al., 2012). Essa limitação no desenvolvimento radicular prejudica a absorção de água e nutrientes e consequentemente resulta em produtividades menores das culturas (NETO et al., 2009).

3.3.2. Cálcio (Ca), Magnésio (MG), Fósforo (P), Potássio (K), Alumínio (Al), Soma de Bases (SB), CTC, Saturação por Bases (v%).

O Cálcio é um nutriente bastante exigido pelas plantas, sua deficiência não é muito comum, mesmo em solos ácidos ou arenosos. Importante no crescimento radicular, por meio de seu papel na divisão e alongamento das células. A aplicação de cálcio está ligada a prática da calagem, para corrigir a acidez do solo ou através de fertilizantes específicos (FURTINI NETO et al., 2001).

ARAÚJO et al. (2011) encontraram baixos teores de Ca, Mg, K, P nas primeiras camadas do solo, em área com cultivo na conversão mata-pastagem. Silva et al. (2007) observaram que mudanças na cobertura vegetal original, da mata para a pastagem, resultaram

na diminuição de teores de K, Ca, Mg, matéria orgânica, P, soma de base, saturação por bases e capacidade de troca catiônica.

O potássio é um importante elemento na pesquisa de estudos de fertilidade do solo, pois, está associado a uma maior resistência das plantas a condições adversas, como baixa disponibilidade de água e extremos de temperaturas, atua em processos importantes da planta como a ativação dos sistemas enzimáticos, na regulação osmótica através da abertura e fechamento dos estômatos, atua na síntese de proteína e na resistência às pragas e doenças, com isso gera uma melhor qualidade nos frutos colhidos (FURTINI NETO et al., 2001).

O fósforo é um elemento essencial e insubstituível para as plantas completarem seu ciclo normal de produção, atuando na fotossíntese, na respiração, é vital para o crescimento das células promovendo a formação das raízes, dentre outras funções, porém seu teor encontrado nos solos é muito baixo (LOPES, 2001). Essa baixa disponibilidade de fósforo nos solos faz com que o nutriente seja aplicado em maiores quantidades na adubação, mesmo sendo em menor exigência pelas plantas. Isso ocorre, pois, a maioria dos solos das regiões tropicais são altamente intemperizados e compostos por óxidos de ferro e alumínio que causam fixação de grande parte do fósforo aplicado (FURTINI NETO et al., 2001).

O solo tem como característica a capacidade dos colóides em apresentar cargas negativas ou positivas que promovem a troca ou adsorção de cátions e ânions presentes na solução do solo. A capacidade de troca de cátions dos solos é importante para o manejo da fertilidade do solo, o que reflete a capacidade do solo em reter cátions em seu pH natural. Assim, sendo, quando a CTC está ocupada em sua maioria por cátions essenciais (Ca, Mg e K) esse solo é considerado bom para nutrição das plantas, porém se estiver ocupado por cátions tóxicos como H e Al será considerado um solo pobre (RONQUIM, 2010).

3.3.3. Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo pode ser avaliada pelo teor de carbono orgânico total, considerada como um indicador chave da qualidade dos solos e tendo uma relação com as práticas de uso e manejo por meio de sua perda ou manutenção. Maiores teores de matéria orgânica no solo são observados para sistemas bem manejados, pois proporcionam o seu acúmulo, reduzem a densidade e aumentam a umidade do solo tornando-o mais resistente à compactação. O processo de formação e composição da matéria orgânica é um processo dinâmico, existe um ponto de equilíbrio entre as taxas de adição e perdas e este pode ser quebrado com o revolvimento do solo, assim, deve se priorizar usos e manejos do solo com

preparo do solo e adições de resíduos vegetais do para que este equilíbrio seja retomado (MELO; ALLEONI, 2009).

Os sistemas ou ambientes naturais apresentam integração direta entre a cobertura vegetal e os atributos químicos, através da decomposição da matéria orgânica (SIVA et al., 2007). Isso mostra que com a abertura de novas áreas na Amazônia, onde se retira a mata para implantação de sistemas agropecuários, ocorre redução do teor de matéria orgânica o que causa a diminuição na disponibilidade de nutrientes associado a isso a um manejo inadequado, diminui a produtividade ao longo do tempo. SILVA JUNIOR et al., 2012, em um estudo do impacto da conversão da mata nativa para sistemas agrícolas, apontaram que a diminuição da matéria orgânica afetou a produtividade de outros cultivos. Magalhães et al., 2013 verificaram redução de nutrientes em lavouras em relação a mata nativa em Rondônia. Os atributos químicos do solo no sistema plantio direto e em pastagem podem causar melhoria na fertilidade do solo, em razão do acúmulo de matéria orgânica e da alteração na ciclagem de nutrientes (FLORES et al., 2008).

Quando não se adota práticas conservacionistas, no uso intensivo da terra, ocorrem efeitos negativos como a redução na quantidade da matéria orgânica, podendo gerar diminuição na disponibilidade de nutrientes para as plantas, bem como uma menor capacidade de armazenamento de água. A deposição de material orgânico no solo, juntamente com as raízes e organismos vivos se torna a principal porta de entrada dos nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera que ocorrem principalmente devido a ciclagem dos nutrientes no solo. Essa alteração dos ecossistemas naturais, afeta a composição e a diversidade dos microorganismos, sendo esses responsáveis por 95% dos processos de decomposição e ciclagem dos nutrientes (MAZZETTO, 2009).

A matéria orgânica é um componente capaz de alterar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Ela aumenta o poder tampão do solo e diminui os desequilíbrios minerais causados por adubações arbitrárias (RONQUIM, 2010). É bastante sensível às condições ambientais e as mudanças nas práticas de manejo, por esse motivo deve ser levada em consideração na avaliação do potencial produtivo do solo. A matéria orgânica do solo tem origem da decomposição de resíduos vegetais ou animais, em seus vários estágios de degeneração e encontrada no solo em constante estado de renovação. Apresenta alta capacidade de interagir com outros componentes mesmo compondo apenas até 5% da base sólida na maioria dos solos, ajudando na proteção dos efeitos negativos de usos e manejos inadequados do solo (SILVA et al., 2012).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição e histórico das áreas de estudo

O Estado de Rondônia foi criado pela Lei Complementar nº 41, de 22 de dezembro de 1981, em homenagem ao Marechal Cândido Mariano da Silva Rondon. Situado na região Norte do Brasil, o estado de Rondônia, inserida na parte ocidental da Amazônia Brasileira, apresenta uma extensão territorial de 237.50,864km² e população estimada em 2017 de 1.805.788 pessoas (IBGE, 2017) tendo 52 municípios e 7 territórios. O clima predominante segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica de temperaturas anuais entre 24 e 26ºC, podendo as máximas oscilar entre 28 e 33º C e as mínimas chegar a 18 ou 21ºC nas regiões de maior altitude. A precipitação anual varia de 1.800 a 2.400mm (SEDAM, 2012).

As amostras de solos para este estudo foram feitas nos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari (Figura 1). A seleção dos locais amostrados foi baseada na disponibilidade de diferentes usos e manejos do solo e a existência de área sem exploração (vegetação nativa), utilizada como testemunha para os indicadores avaliados. Os locais selecionados deveriam ter, 4 tratamentos compostos por 1 área com vegetação nativa e 3 com explorações agropecuárias com diferentes manejos. Os solos foram amostrados em 2 profundidades (0-10 cm e 10-20 cm) e com 4 repetições por tratamento e profundidade.

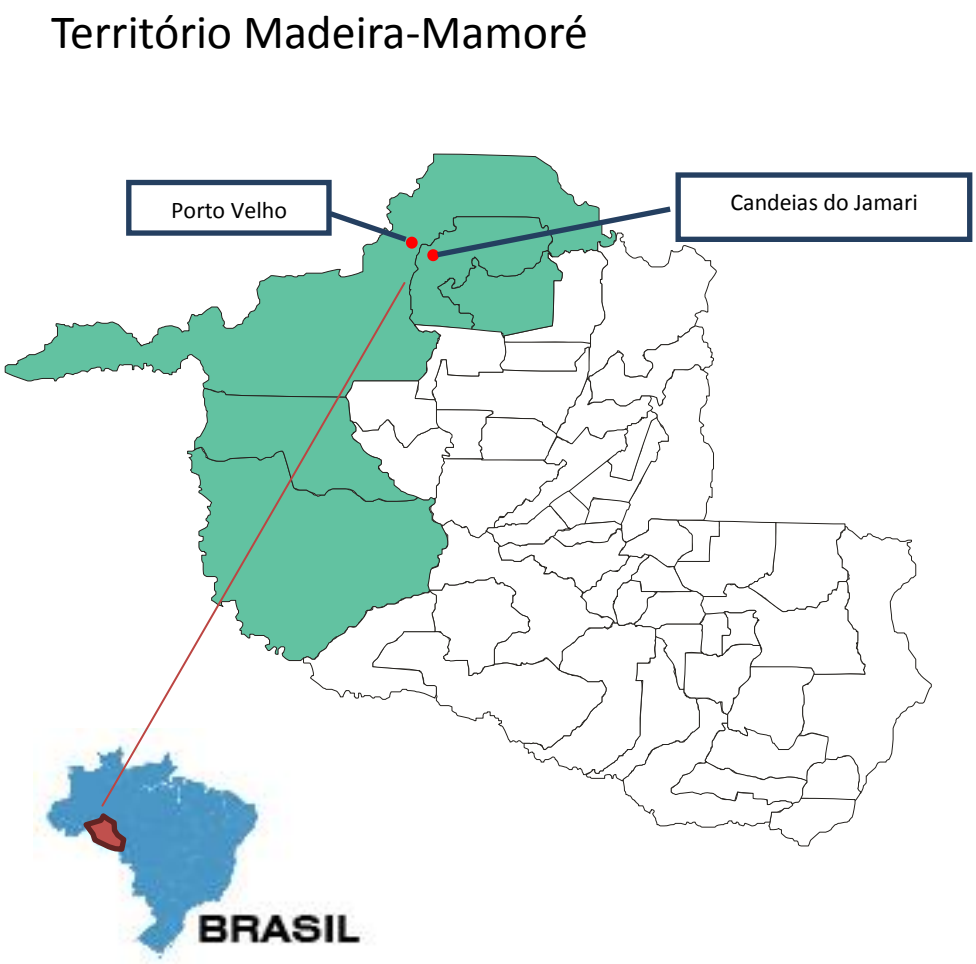

Figura 1 – Mapa do Brasil trazendo o Estado de Rondônia – Território Madeira- Mamoré.

4.2. Propriedade 1- Porto Velho

Localizada na Estrada da Penal km 08 (Figura 2). As atividades desenvolvidas são de mão-de-obra familiar. A atividade principal da propriedade é de base leiteira, na qual o produtor iniciou o pastejo rotacionado de seu gado.

Pasto 1 (P1): Área de pastagem com *Brachiaria brizantha*, reformada em 2014 com *Mombaça* (*Panicum maximum*) recebeu adubo e calcário, área utilizada para pecuária leiteira.

Pasto 2 (P2): Área de pastagem com *Brachiaria brizantha*, reformada em 2014 com *Mombaça* (*Panicum maximum*), recebeu adubação.

Pasto 3 (P3): Área explorada na forma extensiva, encontravam-se com médio índice de invasoras, forrageira *Brachiaria brizantha*. A atividade explorada é a pecuária bovina leiteira.

Mata (MT4): Com árvores altas, com incidência de arbustos e cipós, solo com boa cobertura de material orgânico.

Figura 2 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO.

Fonte: Adaptada de Google Eath (2017).

4.3. Propriedade 2 - Porto Velho

Esta propriedade está localizada na BR 364 km 8 sentidos Acre (Figura 3). A propriedade desenvolve prioritariamente a pecuária de corte, no qual foram amostrados 3 áreas com manejos diferenciados.

Pasto 1 (P1): Área de pastagem com *Mombaça* (*Panicum maximum*), onde está sendo realizado a sucessão com milho e capim recebe adubação com fertilizantes químicos.

Pasto 2 (P2): Área de pastagem com *Brachiaria brizantha* aberto a aproximadamente 15 anos e à 10 anos não recebe nenhum tipo de fertilizante químico. Mas apresenta boa capacidade forrageira sem muita incidência de plantas invasoras.

Pasto 3 (P3): Área aberta a aproximadamente 20 anos e, não recebeu nenhum tipo de fertilizante químico. O solo aparentemente compactado e com baixa capacidade forrageira.

Mata (MT4): Mata com árvores altas, muita incidência de arbustos e cipós, solo com boa cobertura de material orgânico.

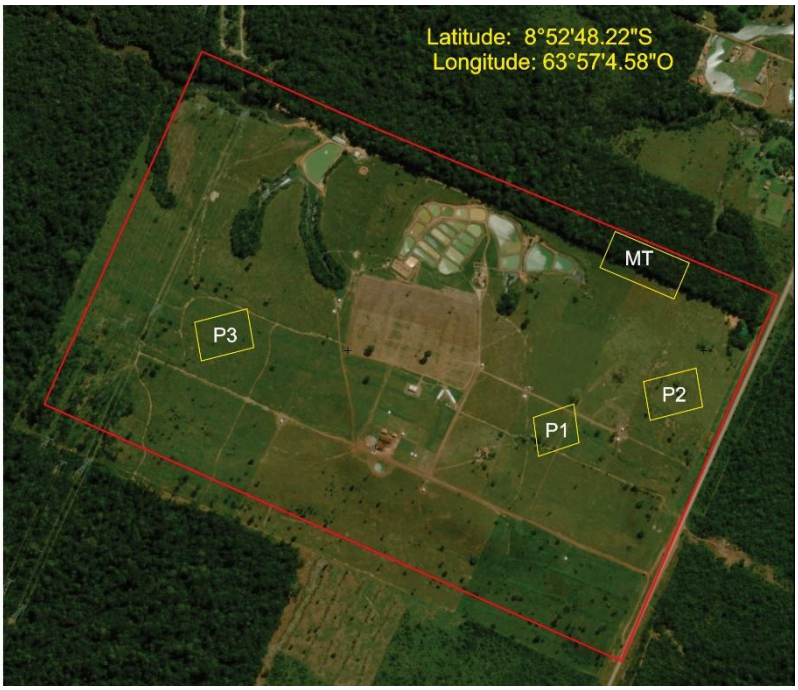

Figura 3 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO.

Fonte: Adaptada de Google Earth (2017).

4.4. Propriedade 3- Porto Velho

Localizada na BR 364 km 5 em direção ao Estado do Acre (Figura 4). É uma propriedade de característica para exploração leiteira, onde se utiliza de pastejo rotacionado e a área apresenta declive acentuado.

Pasto 1(P1): Esta área está em uso a aproximadamente 10 anos. Foi retirada a mata e transformada em pasto onde se cultiva capim mombaça (*Panicum maximum*). A área recebe adubação com cama de frango, na qual é feito análise de solos e a quantidade é orientada por profissional especializado.

Pasto 2 (P2): Está área foi aberta a aproximadamente 10 anos onde recebeu adição de fertilizantes químicos à aproximadamente 5 anos.

Pasto 3 (P3): Área aberta em aproximadamente 15 anos onde apresenta baixa capacidade forrageira, com solos degradados e afloramento rochoso, cultivo de *Brachiaria decumbens*.

Mata 4 (MT4): Mata secundária em regeneração, fechada com muita incidência de cipós, árvores altas, porém de troncos finos, sem boa cobertura de material orgânico e com considerável presença de cascalho com afloramento rochoso.

Figura 4 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO.

Fonte: Adaptada de Google Earth (2017).

4.5. Propriedade 4- Porto Velho

Localizada na BR 364 km saída para Ariquemes no setor industrial de Porto Velho (Figura 5). A aptidão da propriedade é para pecuária de leite.

Pasto 1 (P1): Área está em uso a aproximadamente 20 anos foi feita análise de solo e utilizado fertilizantes químicos de acordo com o resultado da análise. O pastejo é rotacionado sendo dividido em 14 piquetes de capim *Brachiaria brizantha.*

Pasto 2 (P2): Área em uso a aproximadamente 10 anos dividida em piquetes, foi reformada e plantado o capim mombaça (*Panicum maximum*), onde recebeu adição de fertilizantes químicos e área é irrigada.

Pasto 3 (P3): Área em uso aproximadamente 20 anos. No início a mata foi derrubada colocado fogo e depois plantado capim *Brachiaria brizantha*.

Mata (MT4): Mata secundária formada de capoeirão, com árvores de copas altas, solo com boa cobertura de material orgânico.

Figura 5 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO.

Fonte: Adaptada de Google Earth (2017).

4.6. Propriedade 5 – Candeias do Jamari

Localizada no município de Candeias do Jamari estrada do Rio Preto à 16 km do município (Figura 6).

Pasto 1 (P1): Área está em uso a aproximadamente 15 anos e está sendo feito sucessão capim/milho. O plantio do milho é para silagem. No plantio do milho é feito preparo do solo com equipamentos, plantio das sementes e utilização de fertilizantes químicos, cultivo de *Brachiaria decumbens*.

Pasto 2 (P2): Área está em uso a aproximadamente 15 anos e foi feita somente uso de adubação de cobertura com ureia, sem revolvimento do solo a aproximadamente 2 anos.

Pasto 3 (P3): Área foi aberta na mesma época cerca de 15 anos quando foi plantado capim *Brachiaria brizantha*, porém visivelmente muito degradado, solo muito compactado e com incidência de pragas e capim com muitas falhas.

Mata (MT4): Mata secundária com árvores de copas altas, muitas plantas nativas, incidência de cipós e espinhos, solo com boa cobertura de material orgânico mais ao centro da mata.

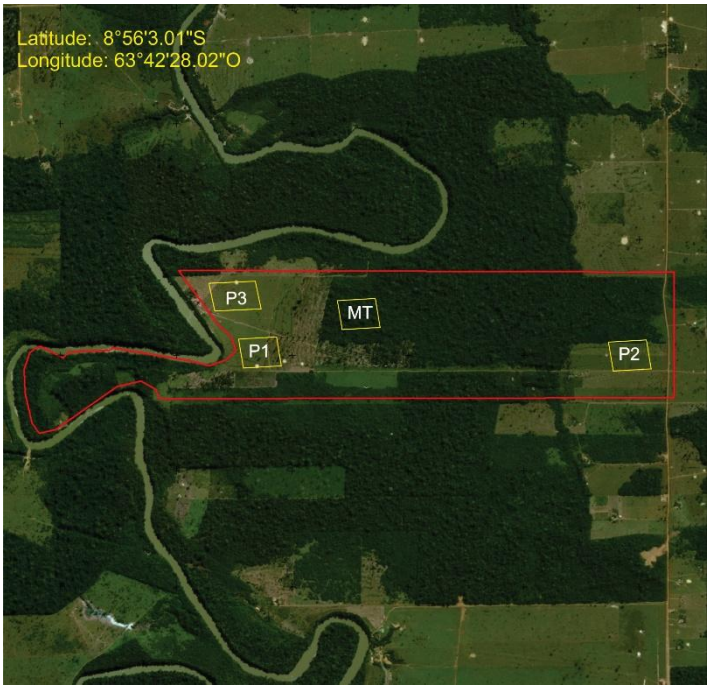

Figura 6 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho - RO.

Fonte: Adaptada de Google Earth (2017).

4.7. Propriedade 6- Candeias do Jamari

Localizada no município de Candeias do Jamari estrada do Rio Preto à 13 km do município (Figura 7).

Pasto 1 (P1): Área está em uso a aproximadamente 15 anos está sendo realizado sucessão capim/milho. O plantio do milho é para silagem. No plantio do milho é feito preparo do solo com equipamentos apropriados, plantio das sementes e utilização de fertilizantes químicos.

Pasto 2 (P2): Área recebeu os mesmos tratamentos que o pasto 1 no momento da reforma, porém não foi feito sucessão, houve apenas o plantio do capim *Brachiaria brizantha*.

Pasto 3 (P3): Área quando da abertura a aproximadamente 10 anos foi plantada capim *Brachiaria brizantha* e desde então não sofreu nenhuma reforma. Apresenta-se com alto índice de pragas e invasoras, solo bastante compactado.

Mata (MT4): Mata com árvores altas, muita incidência de arbustos e cipós, solo com boa cobertura de material orgânico.

Figura 7 – Usos do solo: PT (Área de pastagens), MT (Mata) Porto Velho – RO.

Fonte: Adaptada de Google Earth (2017).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) e esquema fatorial. Cada umas das seis propriedades contemplam diferentes usos e manejos do solo, sendo quatro tratamentos, três explorações agropecuárias e uma com vegetação nativa, sendo avaliado os atributos do solo em 2 profundidades do solo (0-10cm e 10-20 cm) e com 4 repetições.

As coletas foram realizadas no início e fim dos períodos chuvosos de 2015 e 2016. Cada local selecionado foi dividido em quatro partes iguais visualmente (quadrantes), possuindo área mínima de um hectare, para servirem de repetições e as amostras foram coletadas em quatro subamostras para formar uma amostra composta por quadrante, retiradas nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Foram avaliados os atributos químicos e físicos do solo. Os atributos do solo, pH em água, em SMP, teores de matéria orgânica, disponibilidade fósforo (P) e potássio (K) foram

determinados conforme em TEDESCO et al., 1995. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e cálculos de CTC e V% e frações granulométricas seguiram os procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2011). Os teores de H+Al foram estimados pelo pH SMP, a partir da equação, $Y = 31,22 - 8,20SMP + 0,59SMP^2$, proposta por Brasialiano et al. (2008).

Para atributos densidade e porosidade (Map, Mip e PT) as amostras foram retiradas em anéis volumétricos (100 cm^3) nas camadas de 2,5 cm-7,5 cm e de 12,5 cm-17,5 cm de profundidade, ou seja, no meio das camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm, respectivamente, conforme metodologia descrita em Embrapa (1997). As amostras de estabilidade de agregados foram retiradas nas camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm, e avaliadas conforme descrito Embrapa (1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando os programas ASSISTAT (Versão 7.6 beta, 2002) e SISVAR 5.6, conforme SILVA et al (2002) e FERREIRA (2008) respectivamente. E aplicado teste de média Tukey a 5% de probabilidade, avaliando o efeito dos sistemas de uso e manejo do solo em cada local e profundidade em comparação ao solo com vegetação nativa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Atributos físicos

Os atributos físicos serão apresentados e discutidos na seguinte ordem: Densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, estabilidade de agregados e granulometria.

5.1.1. Densidade do solo

A densidade do solo na propriedade 1 foi menor na área de mata na camada de 0-10 cm, na qual, apresentou o valor de 0,95g.cm^{-3} (Tabela 1), esse fato deve ser, provavelmente pela maior quantidade de matéria orgânica, fato esse constatado no resultado de análise de matéria orgânica (Tabela 6), pois, entre os atributos físicos do solo que são influenciados pela presença de matéria orgânica inclui-se a densidade, porosidade, macroporosidade e microporoidade e total, e a estabilidade de agregados que segundo SILVA et al.(2012) quando aumenta o carbono no solo, verifica-se aumento da atividade microbiana do solo e consequentemente melhoria nesse atributos.

O pisoteio do gado também deve ser responsável pelas maiores densidades de solos cultivados com pastagens. VIZZOTO et al., 2000 estudando sobre o efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea constaram compactação somente na profundidade de 0-5 cm após o término do pastejo com as amostras coletadas antes e após o pastejo.

MORAES et al. (2002) constataram que o principal entrave para a adoção do sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP) pode ser a compactação do solo, em virtude do pisoteio animal. Estudos conduzidos no subtrópico brasileiro mostram que, do ponto de vista das propriedades físicas do solo, não ocorre qualquer restrição para o desenvolvimento das culturas subsequentes, desde que não haja elevada intensidade de pastejo (CARVALHO et al., 2010).

Entre os demais tratamentos avaliados, a área de pasto 2 teve uma densidade menor que a área 1 e 3, isso deve ser pelo fato de que após a reforma da pastagem, com preparos de solo que revolvem o mesmo para aplicação de adubos e semeado o capim mombaça e, até a coleta das amostras de solo a área ainda não havia recebido os animais para pastejo, fato esse verificado pois o capim já havia atingido altura acima de 1m. Já nos pastos 1 e 3 as densidades são iguais, apesar do pasto 1 ter sido reformado, onde pisoteio dos animais pode ter aumentado a densidade. A quantificação da densidade do solo sobre sua qualidade física pode ser avaliada através de estudo sobre o pisoteio animal. As alterações nos atributos físicos

do solo pode ser influenciado sobre o manejo que é aplicado nas áreas de pastejo, que podem variar com a textura e o teor de matéria orgânica (FERREIRA et al., 2010).

Nas camadas de 10-20 cm estatisticamente não houve alteração na densidade, fato esse que apesar das áreas de pastos 1 e 2 terem sido reformado o revolvimento do solo nessa profundidade não foi significativo, mesmo comparando com a área de mata. Na propriedade 2 a área de pasto 1 na camada de 0-10 cm apresentou menor densidade, esse fato pode ser verificado por se tratar de área que foi reformada recebendo adição de fertilizantes químicos, plantio de sementes de capim mombaça e, segundo o produtor, será feito sucessão com milho. As outras áreas de pasto (P2 e P3) nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm não apresentaram diferença significativa, bem como a área de mata a densidade não diferenciou entre profundidades.

Nas propriedades 3, 5, a densidade não apresentou diferença significativa nas médias para as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. Nas propriedades de 4 e 6 não houve diferença significativas entre as médias de 10-20 cm, porém na camada de 0-10 cm a densidade foi um pouco menor (1,39 $g.cm^{-3}$ e 1,32 $g.cm^{-3}$) respectivamente.

5.1.2. Porosidade total

Na propriedade 1 a média da porosidade total entre os tratamentos não diferiu (Tabela 1). Obervou-se que a porosidade total do solo na mata e no P2 foram iguais, pois como no P2 ocorreu a reforma da pastagem e não haviam sido colocado o gado no pasto, dessa forma não ocorreu pisoteio dos animais. Diferentemente do pasto P1 e P3 que, apesar do pasto 1 ter sido reformado, com o pisoteio dos animais, a porosidade se iguala a área de P3 que não sofreu nenhum tipo de manejos e em comparação com a densidade foi menor de acordo com VIEIRA (1985), o aumento da densidade e da microporosidade do solo e a redução da porosidade total e da macroporosidade promovem alterações nas relações de ar, água e temperatura do solo, afetando negativamente a germinação, emergência, crescimento e produção das plantas. Relatos de literatura como os de MORAES & LUSTOSA (1997), evidenciam o efeito do pisoteio animal na compactação do solo, cuja magnitude depende da categoria e da carga animal, entre outros fatores.

Nas propriedades 2, 3, 4, 6 não ocorreram diferença significativa de porosidade, entretanto nas propriedades 4 e 6 para as médias de porosidade total entre as profundidades de 10-20 cm houve diferença nos tratamentos de acordo com o teste de Tukey aplicado.

A porosidade na propriedade 5 não apresentou diferença entre os 4 tratamentos na profundidade de 10-20 cm e na profundidade de 0-10 cm, onde ela foi maior no P3, porque o

mesmo se encontra em pousio, logo não sofrendo o impacto do pisoteio dos animais. Entretanto pode-se ressaltar que no P1 e a área de mata na profundidade 0-10 cm são iguais e, esse fato pode ser explicado por essa área ter sido mecanizada recentemente e antes da implantação da pastagem foi realizada o plantio de milho para silagem, assim melhorando a estrutura física do solo e provavelmente aumentando assim o teor de matéria orgânica devido aos resíduos do milho. Se a lotação das áreas de pastagem for moderada, em geral, ocorre leve adensamento do solo, o que não compromete o desenvolvimento vegetal, pois a porosidade não é afetada (CASSOL, 2003; FLORES et al., 2007).

Na propriedade 6 na área de P1 também ocorreu a mesma sucessão, porém, quando se compara as propriedades 5 e 6 com suas áreas P1, observou-se que a porosidade em P1 na propriedade 5 foi menor, pois isso deve ser pelo fato de que o manejo com as máquinas agrícolas deva ser melhor.

5.1.3. Macroposidade

Na propriedade 1 a macroporosidade na camada de 0-10 cm foi maior entre a mata e pastagem 1 (P1). A profundidade de 10-20 cm foi igual para todos os tratamentos, porém diferente na profundidade é maior para a área de mata (Tabela 1).

Na propriedade 2, camada de 0-10 cm a macroporosidade é maior para a área de P1 e MT Na área de P1 a porosidade foi maior pode ser devido na época da amostragem, onde o solo estava mecanizado perfazendo uns 30 dias de plantio e capim Mombaça. Isto deve ser em função da descompactação da camada superficial do solo promovido pela mecanização (CAMILOTTI et al., 2005).

A porosidade total e a macroporosidade são inversamente proporcionais à densidade, ou seja, quando a densidade aumenta é porque a porosidade diminui e vice-versa. Resultados semelhantes foram obtidos em estudos feitos em Rondônia (RUDNICK, 2015; HENRIQUE, 2016; MIKOS, 2017).

5.1.4. Microporosidade

Quanto a microporosidade houve diferença para a profundidade de 0-10 cm na propriedade 2 para o tratamento P1 sendo menor que os demais tratamentos e menor em relação a profundidade de 10-20 cm (Tabela 1). De modo geral, a microposidade para as

demais propriedades avaliadas não foi significativa em relação as profundidades e tratamentos.

De modo geral, a microporosidade varia menos que a porosidade total e macroporosidade, devido estas últimas serem mais suscetível ao manejo do solo. Segundo Araujo et al. (2004), o que pode influenciar significativamente a microposidade do solo é a textura e o teor de carbono orgânico.

Quando acontece adensamento do solo, representados pelo aumento de densidade e diminuição da macroporosidade, que é transformada, em parte, em microporosidade, ocorre diminuição da macroporosidade e porosidade total e, aumento da microporosidade. Resultados semelhantes foram obtidos em estudos feitos em Rondônia (RUDNICK, 2015, HENRIQUE, 2016; MIKOS, 2017).

Na média das duas profundidades a mata teve maior microporosidade que pelo menos um dos tratamentos de pastejo nas propriedades 1, 2, 3, 5 e 6, demonstrando que o uso do solo com pastagens pode causar adensamento do solo e aumento da microporosidade.

Tabela 1. Atributos físicos do solo (densidade (Ds), porosidade total (Pt), macro (Map) e microporosidade (Mip)) em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.

Usos e Manejo*	Densidade do solo			Porosidade total			Macroporosidade			Microporosidade		
	Profundidade (cm)											
	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄
	---g.cm^{-3} ---			----------			----------m^{-3}.m^{-3}---------			----------		
----------PROPRIEDADE 1----------												
P1	1,36aA	1,40aA	1,38 a	0,42bA	0,43aA	0,43 b	0,05cA	0,06aA	0,05b	0,38	0,37	0,37 a
P2	1,19bB	1,40aA	1,30 a	0,49aA	0,44aB	0,47 a	0,11abA	0,07aA	0,09b	0,38	0,38	0,38 a
P3	1,37aA	1,39aA	1,38 a	0,41bA	0,42aA	0,42 b	0,06bcA	0,08aA	0,07b	0,35	0,34	0,34a
MT4	0,95cB	1,24aA	1,09 a	0,50aA	0,43aB	0,46 a	0,18aA	0,10aB	0,14a	0,32	0,33	0,32 b
x̄	1,22B	1,36A		0,46 A	0,43 B		0,10 A	0,07B		0,36 A	0,35 A	
CV%			6,53		5,53			37,97			9,45	
----------PROPRIEDADE 2 ----------												
P1	1,22bB	1,48abA	1,35b	0,51	0,45	0,48ab	0,26aA	0,12abB	0,19a	0,25cB	0,33abA	0,29c
P2	1,58aA	1,58aA	1,58a	0,41	0,41	0,41c	0,08bA	0,07bA	0,07b	0,33abA	0,34abA	0,33ab
P3	1,53aA	1,50aA	1,51a	0,43	0,44	0,43bc	0,07bA	0,08bA	0,08b	0,36aA	0,36aA	0,36a
MT4	1,30bA	1,28bA	1,29b	0,49	0,50	0,49a	0,18aA	0,20aA	0,19a	0,30bA	0,30bA	0,30bc
x̄	1,41A	1,45A		0,46 A	0,45 A		0,15 A	0,12B		0,31B	0,33A	
CV%			7,69			8,63			31,40			7,72
----------PROPRIEDADE 3 ----------												
P1	1,30	1,35	1,33a	0,45	0,43	0,44bc	0,08	0,09	0,09b	0,37	0,34	0,35ab
P2	1,34	1,38	1,36a	0,45	0,45	0,45ab	0,07	0,07	0,07b	0,38	o,39	0,38a
P3	1,44	1,45	1,44a	0,38	0,39	0,39c	0,09	0,09	0,09b	0,30	0,30	0,30c
MT4	1,07	1,16	1,11b	0,52	0,49	0,51a	0,21	0,16	0,18a	0,32	0,33	0,32bc
x̄	1,29A	1,33A		0,45A	0,44A		0,11A	0,11A		0,34A	0,34A	
CV%			8,12			9,64			26,05			9,59
---------- PROPRIEDADE 4----------												
P1	1,44aA	1,50aA	1,47a	0,47	0,45	0,46b	0,07	0,05	0,06b	0,40	0,40	0,40a
P2	1,51aA	1,49aA	1,50a	0,43	0,44	0,43b	0,05	0,06	0,05b	0,38	0,38	0,38ab
P3	1,47aA	1,47aA	1,48a	0,46	0,43	0,44b	0,09	0,06	0,07b	0,37	0,37	0,37b
MT4	1,13bB	1,33bA	1,23b	0,53	0,47	0,50a	0,13	0,09	0,11a	0,40	0,39	0,39ab
x̄	1,39B	1,45A		0,47A	0,45B		0,08A	0,06B		0,39A	0,38A	
CV%			4,37			4,48			25,71			5,27
----------PROPRIEDE 5 ----------												
P1	1,51	1,57	1,54ab	0,42abA	0,40aA	0,41ab	0,10	0,11	0,11a	0,32	0,29	0,31b
P2	1,61	1,61	1,61a	0,40bA	0,039aA	0,39b	0,08	0,08	0,08ab	0,32	0,30	0,31b
P3	1,31	1,39	1,35c	0,46aA	0,43aA	0,45a	0,07	0,04	0,06b	0,38	0,39	0,39a
MT4	1,44	1,48	1,46bc	0,41abA	0,39aA	0,40b	0,12	0,08	0,10a	0,29	0,31	0,30b
x̄	1,47A	1,51A		0,42A	0,40A		0,10A	0,08A		0,33A	0,32A	
CV%			5,47			6,57			25,87			10,98
----------PROPRIEDADE 6 ----------												
P1	1,39	1,55	1,47	0,48	0,43	0,46b	0,13	0,07	0,10ab	0,35	0,36	0,36b
P2	1,44	1,46	1,45	0,47	0,47	0,47ab	0,06	0,06	0,06b	0,41	0,40	0,41a
P3	1,36	1,41	1,38	0,49	0,46	0,47ab	0,07	0,05	0,06b	0,42	0,41	0,42a
MT4	1,09	1,28	1,19	0,54	0,48	0,50	0,19	0,09	0,14a	0,35	0,39	0,37b
x̄	1,32B	1,43A		0,50A	0,46B		0,11A	0,07B		0,38A	0,39A	
CV%			9,89			7,63			53,11			6,71

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. MT (mata) e P (pastagem).

5.2. Textura

A textura do solo é uma das propriedades mais estáveis, sendo pouco influenciada pelos manejos de solos em poucos anos de uso e, sua definição depende da proporção de areia, silte e argila, o que influencia em vários aspectos para a fertilidade. Por isso, se faz necessário conhecer as técnicas de manejo do solo para garantir uma produtividade nos diferentes solos, para melhorar a eficiência dos cultivos, aliados à conservação do solo (REICHARDT, 1987).

A propriedade 1 foi classificada em franco argilosa e franca (Tabela 2). As propriedades 2 e 3 classificada em argila e franco argilosa. A propriedade 4 classificada em franco argilosa. As propriedades 5 e 6 classificadas em franco argilo arenoso.

Tabela 2. Análise Granulométrica em solos em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.

Usos e Manejo*	Areia			Argila			Silte		
	Profundidade (cm)								
	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄
	G.KG^{-3}								
PROPRIEDADE 1									
P1	232 cA	225 bA	229 c	348aA	266aA	307a	420aA	509aA	464ª
P2	222 cA	225 bA	224 c	277aA	264aA	270a	501aA	511aA	506ª
P3	301 bA	218 bB	260 b	302aA	301aA	301a	397aA	481aA	439ba
MT4	377 aA	325 aB	351 a	258aA	264aA	261a	365aA	410aA	388b
x̄	283A	249 B		296A	274A		421B	478A	
CV%			8,38			23,17			15,33
PROPRIEDADE 2									
P1	441	387	414a	417abA	466aA	441a	143ab	147b	145b
P2	431	402	417a	476aA	457abA	467a	92b	141b	116b
P3	443	384	414a	367bA	364bA	365b	190a	252a	221a
MT4	430	394	412a	402abA	434abA	418ab	168ab	171ab	170ab
x̄	436 A	392 B		415A	430A		148A	178A	
CV%			9,58			11,99			25,59
PROPRIEDADE 3									
P1	420aA	410aA	415a	396aA	372aA	384a	184aA	218aA	201b
P2	398aA	375aA	386a	350aA	428aA	389a	253aA	197aA	225ab
P3	363aA	339aA	351a	334aA	335aA	334a	303aA	327aA	315a
MT4	382aA	367aA	374a	353aA	332aA	343a	265aA	303aA	284ab
x̄	391A	372A		358A	367A		251A	261A	
CV%			18,48			16,70			30,18
PROPRIEDADE 4									
P1	309aA	288aA	298 bc	344aA	335bA	339b	348aA	377aA	362a
P2	305aA	285aA	295c	396aA	413aA	404a	300aA	302aA	301a
P3	345aA	323aA	334ab	336aA	370abA	353b	319aA	307aA	313a
MT4	360 aA	331aA	345a	331aA	360abA	346b	310aA	309aA	309a
x̄	329A	307B		352A	369A		319 A	324A	
CV%			8,78			9,15			13,89
PROPRIEDADE 5									
P1	575aA	558aA	566a	353abA	387bA	370b	72bA	56aA	64b
P2	558aA	526aA	542a	347abA	380bA	363b	95abA	95aA	95ab
P3	344bA	306bA	325b	476aA	555aA	516a	179aA	139aA	159a
MT4	581aA	546aA	564a	327bA	357bA	341b	93abA	97aA	95ab
x̄	515A	484A		376A	419A		110A	97A	
CV%			19,90			17,93			44,99
PROPRIEDADE 6									
P1	539aA	497aA	518a	312bA	366bA	339c	150aA	138aA	144b
P2	314bA	289bA	301c	491aA	514aA	502ab	195aA	197aA	196a
P3	293bA	298bA	296c	525aA	532aA	528a	182aA	170aA	176ab
MT4	395bA	368bA	382b	449aA	474aA	461bA	156aA	159aA	157ab
x̄	385A	363A		444A	471A		171A	166A	
CV%			14,96			9,85			22,00

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. MT (mata) e P (pastagem).

5.3. Estabilidade de agregados

Na tabela 3, em todos os tipos de usos dos solos analisados houve maior presença de agregados estáveis maiores que 2 mm, resultados encontrados também por HENRIQUE, 2016 e MIKOS, 2017. Para agregados até 2mm na profundidade de 0-10 cm não houve interação significativa entre os três fatores analisados (usos, profundidade e tamanho de agregado).

Na propriedade 1 para a profundidade de 10-20 cm a mata apresentou maior quantidade de agregados maiores de 2mm (475,09 $g.kg^{-1}$). De acordo com VEZZANI & MIELNICZUK, 2011 o processo de formação e estabilização dos agregados sofre grande influência da matéria orgânica. As áreas de matas apresentam maior teor de agregados maiores que 2 mm em comparação com a área de P1 nas propriedade 1 (475,09 $g.kg^{-1}$), 2 (423,84 $g.kg^{-1}$), 5 (543,25 $g.kg^{-1}$) e 6 (712,60 $g.kg^{-1}$), embora as propriedades 5 e 6 não tenham diferido estatisticamente neste aspecto.

Segundo SOUZA et al., 2010 estes resultados demonstram que a mata oferece maior proteção ao solo contra os processos erosivos. A relação da matéria orgânica coma agregação do solo por meio das substâncias húmicas que atuam no processo de formação e estabilização, por causa da ação cimentante, possibilita a formação dos agregados estáveis. SILVA et al., 2014 em estudos de argila, matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo afirmam que os índices de estabilidades de agregados são sempre maiores na ares de mata devido provavelmente aos maiores teores de argila, matéria orgânica ausência de revolvimento do solo e pisoteio animal.

Nas propriedades 3 e 6 não houve diferença signifcativa na estabilidade de agregados maiores que 2 mm para os diferentes usos nas duas propriedades .

Na propriedade 2, o maior valor da estabilidade de agregados está em P2 (661,23 $g.kg^{-1}$) quando comparado com a área de mata (423,84 $g.kg^{-1}$). A propriedade 4 apresenta valor de P1 (772 $g.kg^{-1}$) maior quando comparado com MT4 (400,20 $g.kg^{-1}$). Andrade et al. (2009), ao avaliarem o efeito de diferentes espécies de plantas de cobertura, verificaram melhor agregação em solos sob gramíneas e leguminosas, e os efeitos dessas culturas foram tão significativos que apresentaram valores iguais e/ou superiores a áreas sob condição de mata natural. A estabilidade dos agregados é influenciado por diversos fatores característicos do solo como os teores de matéria orgânica, manejo dos solos, que para as pastagens seu efeito na agregação do solo é atribuído ao crescimento e a atividade radicular das gramíneas (FERREIRA, 2010).

Tabela 3. Teor de agregados obtida por peneiragem úmida em diferentes usos e manejos, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.

Usos e Manejo	Tamanho dos agregados																	
	2mm			2,00-1,00mm			1,00-0,5mm			0,5-0,25mm			0,25- 0,106mm			< 0,106mm		
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
	g.kg-1																	
	PROPRIEDADE 1																	
P1	651,83aA	177,51bB	414.67	98,59aA	153,42aA	126.00	65,61aB	143,13aA	104.37	63,32aB	199,82aA	131.57	60,48aB	173,91aA	117.20	60,18aB	152,22aA	106.20
P2	714,14aA	643,95aA	679.04	90,25aA	116,85aA	103.55	59,34aA	82,61aA	70.98	47,59aA	58,76cA	53.17	38,29aA	40,75cA	39.52	50,40aA	57,09cA	53.74
P3	524,69aA	345,64abA	435.16	118,24aB	203,13aA	160.69	106,54aA	123,75aA	115.15	89,72aA	122,76abA	106.24	69,83aA	90,18bA	80.00	90,99aA	114,55abA	102.77
Mata	491,43aA	475,09aA	483.26	166,42aA	203,83aA	185.13	108,58aA	117,88aA	113.23	82,02aA	84,99bcA	83.51	60,12aA	54,39bcA	57.25	91,43aA	63,83bcA	77.63
Média	595.52	410.54		118.37	169.31		85.02	116.84		70.66	116.58		57.18	89.80		73.25	96.92	
CV%									33.85									
	PROPRIEDADE 2																	
P1	471,21aA	423,98aA	447.59	224,87aA	226,87aA	225.87	145,63aA	175,87aA	160.75	93,46aA	105,8aA	99.63	35,94aA	38,51aA	37.22	28,91aA	28,98abA	28.95
P2	757,81aA	661,23aA	709.52	172,44aA	185,93aA	179.19	41,74cB	84,56bA	63.15	17,21cB	40,99bA	29.1	5,79cB	13,97bA	9.88	5,01cB	13,32cA	9.17
P3	640,81aA	524,2aA	582.5	178,42aA	209,5aA	193.96	100,19abA	144,39abA	122.29	49,42bA	74,92abA	62.17	17,21b	26,64bc	21.92	13,97bA	20,36bcA	17.16
Mata	720,73aA	423,84aB	572.28	149,58aB	244,47aA	197.02	78,12bA	179,09aB	128.61	33,01bB	100,79aA	66.9	10,25bcB	29,05aA	19.64	8,31bcB	46,56aA	27.33
Média	647.64	508.31		181.33	216.69		91.42	145.98		48.28	80.64		17.3	27.04		91.42	145.98	
CV%									33.21									
	PROPRIEDADE 3																	
P1	672,92aA	617,85aA	645.38	102,09aA	116,51aA	109.30	74,04abA	104,99aA	89.51	63,48aA	87,76aA	75.62	49,51aA	57,43aA	53.47	37,97aA	39,96aA	38.97
P2	829,75aA	583,66aA	706.7	79,65aB	209,12aB	144.39	42,03bB	101,74aA	71.88	27,44bB	68,79aA	48.11	9,87bB	25,46aA	17.66	11,26bA	11,23aA	11.25
P3	667,55aA	564,12aA	615.83	157,65aA	211,41aA	184.53	82,59aA	114,49aA	98.54	52,58abA	70,23aA	61.4	20,52ab	26,25a	23.38	19,12abA	13,52aA	16.32
Mata	643,48aA	559,32aA	601.4	160,78aA	136,96aA	148.87	65,06abA	104,24aA	84.65	51,67abA	102,73aA	77.2	46,94aA	67,11aA	57.03	32,08abA	29,64aA	30.86
Média	703.42	581.24		125,04a	168.5		65.93	106.36		48.79	82.37		31.71	44.06		25.11	23.59	
CV%									44.42									
	PROPRIEDADE 4																	
P1	887,63aA	772,32aA	829.97	41,93bB	81,69bA	61.81	28,14bB	64,51bA	46.32	18,45cB	42,69bA	30.57	12,21bB	22,86bA	17.53	11,65bA	15,94bA	13.79
P2	669,93aA	636abA	652.96	94,96aB	153,92aA	124.44	89,25aA	92,33bA	90.79	67,8aA	55,52bA	61.65	41,68aA	35,77abA	38.72	36,39aA	26,46bA	31.43
P3	803,52aA	797,38aA	800.45	58,31abA	72,91bA	65.61	44,2bA	53bA	48.6	34,84bA	38,23bA	36.53	25,38aA	20,45bA	22.92	33,75aA	18,05bB	25.90
Mata	808,32aA	400,25bB	604.28	65,83abB	213,73aA	139.78	46,53bB	167,21aA	106.87	32,54bcB	102,95aA	67.74	25,47aB	61,81aA	43.64	21,31abB	54,05aA	37.68
Média	792.35	651.48		65.26	130.56		52.03	94.26		38.4	59.84		26.18	35.22		25.77	28.63	
CV%									24.43									
	PROPRIEDADE 5																	
P1	631,13aA	534,69aA	582.91	143,7aA	169,76aA	156.73	101,8aA	131,42aA	116.61	79,09aA	109,27aA	94.18	27,97aA	37,13aA	32.55	16,32aA	17,74abA	17.03
P2	780,38aA	482,34aB	631.36	80,83abB	165,79aA	123.31	60,77abB	163,95aA	112.36	50,63abB	120,58aA	85.6	18,87abB	38,73aA	28.80	8,53bB	28,61aA	18.57
P3	840,95aA	745,61aA	793.28	55,53bA	80,49bA	68.01	46,68bB	89,04aA	67.86	27,1bB	47,25bA	37.18	13,39bA	19,15bA	16.27	16,36aA	18,47abA	17.42
Mata	805,74aA	543,25aA	674.5	104,15aA	166,6aA	135.37	44,62bB	145,01aA	94.81	29,42bB	101,22aA	65.32	9,84bB	38,15aA	23.99	6,25bB	12,11bA	9.18
Média	764.55	576.47		96.05	145.66		63.46	132.35		46.56	94.58		17.51	33.29		11.87	19.23	
CV%									33.21									
	PROPRIEDADE 6																	
P1	786,59aA	654,3aA	720.44	74,45bA	97,40aA	85.93	60,07abB	113,49aA	86.78	45,94aA	86,62abA	66.28	19,92bA	32,75aA	26.33	13,03aA	15,45aA	14.24
P2	896,68aA	679,37aA	788.03	37,45abB	113,46aA	75.45	31,15bB	100,00aA	65.73	21,31bB	115,42aA	68.36	9,45abB	26,38aA	17.91	3,96bB	12,33aA	8.14
P3	838,67aA	769,82aA	804.22	65,53aA	78,59aA	72.06	56abA	87,96aA	71.98	26,9abA	42,65bA	34.78	5,16aB	10,68bA	7.92	7,80abA	12,6aA	10.20
Mata	736,27aA	712,6aA	724.43	124,33aA	106,9aA	115.61	66,92aA	92,59aA	79.75	44,42abA	57,88abA	51.15	17,05aA	20,7abA	18.87	11,02aA	9,34aA	10.18
Média	814.54	704.02		75.44	99.09		53.54	98.58		34.64	75.64		12.90	22.63		8.95	12.43	
CV%									28.91									

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. MT (mata) e P (pastagem).

5.4. Atributos químicos

5.4.1. pH Água , pH SMP , Al, H+ Al

As propriedades 1, 2, 3, 5 e 6 não apresentaram diferenças significativas nas médias para pH, que foram na maioria muito ácidos tanto para os tratamentos como para as profundidades (Tabela 4). A propriedade 1 apresentou pH maior na profundidade 0-10 cm de 4,24 $cmol_c dm^{-3}$ em comparação a área de mata, o mesmo aconteceu para a profundidade de 10-20 cm.

O pH do solo na propriedade 1 apresentou um resultado bastante ácido para ambas as profundidades, em torno de 3,86 $cmol_c dm^{-3}$ para 0-10 cm e 3,74 $cmol_c dm^{-3}$ para profundidade de 10-20 cm. Pode-se observar que o pasto 1, por ter sido reformado, onde foi aplicado fertilizantes, seu pH está em torno de 4,25 $cmol_c dm^{-3}$ e 4,13 $cmol_c dm^{-3}$ para as profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm respectivamente.

A propriedade 3 apresentou maiores médias de pH em P1 e P2, resultado esperado pois essas áreas vem sendo utilizadas com pastejo rotacionado e, P1 ainda tem recebido adubações diferenciadas como cama de frango. Por terem recebido diferentes tipos de adubações essas podem ter influenciado no resultado de menor acidez.

A propriedade 4 apresentou diferença entre os tratamentos em que pH em água para as duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm). Entre as profundidades houve diferença apenas para o tratamento 2. Em relação ao pH SMP houve diferença para todos os tratamentos na profundidade de 0-10 cm, e na profundidade de 10-20 cm houve diferença somente no tratamento 2. Quanto as profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm houve diferença para o tratamento 1 e 2.

As propriedades 1 e 4 apresentaram teores mais alto de Al na área de mata na camada de 0-10 cm em comparação aos outros usos do solo. Resultados com teores de Al mais altos em comparação com área de mata sob diferentes sistemas de uso de solo foram observadas em estudos dos atributos químicos (ENSINAS, 2014; RUDNICK, 2014). Segundo ENSINAS, (2014) maiores teores de Al em solos sob vegetação nativa podem contribuir para a estabilização da matéria orgânica destes solos. Estudos observados por MATIAS, (2009) sobre as propriedades químicas sob diferentes sistemas de manejo apresentaram maiores teores de Al sob condições de vegetação nativas comparadas aos sistemas de plantio direto.

O atributo de H+Al (acidez potencial) foi maior em todas as propriedades analisadas nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm para a área de mata nativa. O mesmo resultado foi

encontrado por BARRETO et al., (2006) no qual, a mata apresentou altos teores de H+ Al e baixo valor de pH, caracterizando elevada acidez do solo.

As propriedades 3 e 6 apresentaram menor teor de H+Al na áreas de pastagem (P1), nas quais, os resultados de pH são mais altos 5,95 $cmol_c dm^{-3}$ e 5,68 $cmol_c dm^{-3}$ respectivamente nas áreas, segundo o histórico, foram corrigidos com fertilizantes químicos e orgânicos (cama de frango). RUDNICK, (2015) encontrou valores menores de H+Al para área de pastagens nas profundidades e 0-10 cm e 10-20 cm. HENRIQUE, (2016) observou menores valores de H+Al quando comparados com mata nativa para os tratamentos cafezal e pastagens nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, porém na média isolada o menor valor foi para o consórcio café-coco. De acordo com RODRIGUES et al., (2004) observaram a redução da acidez potencial (H+Al) em função as doses de calcário utilizadas para correção da acidez em pastagem de capim braquiária.

Tabela 4. Atributos químicos pH, pH SMP, Al e H+AL em diferentes uso e manejo do solo, em seis locais, sendo quatro no município de Porto Velho e dois no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.

Usos e Manejo*	pH			pH SMP			Al			H + AL		
	Profundidade (cm)											
	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄
	---------$cmol_c.dm^{-3}$----------											
---------- PROPRIEDADE 1----------												
P1	4,25	4,13	4,19a	5,40	5,23	5,31a	1,26	1,89	1,57c	4,85cA	5,28bA	5,06c
P2	3,83	3,68	3,75b	4,68	4,83	4,75bc	2,73	2,78	2,76b	6,91abA	6,42aA	6,66b
P3	3,95	3,83	3,89b	4,88	4,70	4,7b	2,89	3,35	3,12b	6,26bA	6,83aA	6,54b
MT4	3,43	3,53	3,48c	4,45	4,60	4,53c	4,35	4,18	4,26a	7,69aA	7,16aA	7,42a
x̄	3,86A	3,79A		4,85A	4,84A		2,81A	3,05A		6,43A	6,42A	
CV%			3,94			3,53			16,24			7,30
----------PROPRIEDADE 2----------												
P1	4,83	4,38	4,60a	5,95	5,75	5,85 a	0,28	0,75	0,51b	3,62	4,01	3,81b
P2	4,68	4,38	4,52a	5,85	5,75	5,80 a	2,41	2,26	2,33a	3,80	4,01	3,90b
P3	4,58	4,43	4,50a	5,70	5,68	5,69 a	0,69	1,34	1,01b	4,17	4,23	4,20b
MT4	3,50	3,63	3,56b	4,98	5,03	5,00 b	1,02	1,25	1,14b	5,99	5,84	5,91a
x̄	4,39A	4,20A		5,62A	5,55A		1,01A	1,40A		4,39A	4,52A	
CV%			6,60			4,60			46,27			13,29
----------PROPRIEDADE 3----------												
P1	5,95	5,83	5,89a	5,95	5,83	5,89 a	0,28	0,75	0,52	2,88	2,99	2,94 b
P2	5,95	5,83	5,89a	5,95	5,83	5,87 a	2,41	2,26	2,33	2,88	2,92	2,90 b
P3	5,15	4,88	5,01b	5,15	4,88	5,01 b	0,69	1,34	1,01	3,69	3,72	3,70 b
MT4	3,55	3,73	3,64c	3,55	3,73	3,64 c	1,02	1,25	1,14	7,13	6,23	6,68 a
x̄	5,15A	5,06A		5,15A	5,06A		1,10A	1,40A		4,14 A	3,96 A	
CV%			5,07			5,07			46,27			18,75
----------PROPRIEDADE 4----------												
P1	4,05bA	3,93aA	3,99b	5,13bA	4,75bB	4,94 b	1,63cB	2,57bcA	2,10c	5,54 cB	6,67 bA	6,11 b
P2	4,35aA	4,03aB	4,19a	5,57aA	5,17aB	5,38 a	2,49bB	3,20bA	2,85b	4,39 dB	5,39 cA	4,89 c
P3	3,90bA	3,80abA	3,85b	4,83cA	4,70bA	4,76 b	0,65dB	1,87cA	1,26d	6,42 bA	6,83abA	6,63 b
MT4	3,43cA	3,5bA	3,5c	4,40bA	4,50bA	4,45 c	4,52aA	4,40aA	4,46a	7,88 aA	7,51 aA	7,69 a
x̄	3,93A	3,83B		4,98 A	4,78 B		2,32B	3,01A		6,06 B	6,60 A	
CV%			3,37			3,02			14,29			6,75
----------PROPRIEDADE 5----------												
P1	3,95	3,90	3,93b	5,70	5,70	5,70a	0,48	0,74	0,61bc	4,11	4,11	4,11bc
P2	4,48	4,58	4,53a	5,87	5,97	5,93a	0,30	0,49	0,40c	3,77	3,60	3,68 c
P3	4,60	4,43	4,51a	5,53	5,50	5,51ab	0,99	1,16	1,07ab	4,66	4,66	4,66ab
MT4	3,45	3,45	3,45c	5,13	5,33	5,23b	1,66	1,59	1,62a	5,53	4,99	5,26 a
x̄	4,12A	4,09A		5,56A	5,63A		0,86A	0,99A		4,52 A	4,34 A	
CV%			7,32			5,56			43,87			14,83
----------PROPRIEDADE 6----------												
P1	5,68aA	4,85aB	5,2a	6,50	6,22	6,36a	0,05	0,28	0,16c	2,84	3,19	3,01c
P2	4,13bA	4,05bA	4,09b	5,43	5,38	5,40b	1,20	1,73	1,46b	4,80	4,90	4,86 b
P3	4,08bA	4,03bA	4,05b	4,93	4,90	4,93c	2,41	2,77	2,59a	6,04	6,19	6,11a
MT4	3,68bA	3,80bA	3,74b	4,90	4,95	4,93c	2,71	2,66	2,68a	6,19	6,04	6,12a
x̄	4,39A	4,18A		5,44A	5,36A		1,59A	1,86A		4,97 A	5,08A	
CV%			7,94			4,81			27,09			11,89

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.MT (Mata), P (Pastagens).

5.4. 2. Ca, Mg, k, P

Em todas as propriedades estudadas observou-se que para o uso do solo P1 teve maior concentração de cálcio em comparação com a MT (Tabela 5), os mesmos resultados foram encontrados por RUDNICK, (2015); HENRIQUE, (2016). De acordo com FULLIN et al., (2001) a aplicação de corretivos ao solo, como calcário, promove o aumento da disponibilidade de Ca e Mg, além de aumentarem a CTC do solo e diminuírem o teor de Al trocável, o que foi verificado na profundidade de 0-10 cm. Isto justifica as diferenças encontradas no solo onde não houve adição de calcário.

Nas propriedades 5 e 6 não houve diferença significativa nas médias entre as profundidades 0-10 cm e 10-20 cm para o teor de Ca. Entre as propriedades 1, 2, 3, e 4 houve diferença entre as profundidades, sendo a maior nas profundidades de 0-10cm na propriedade 3 com valor de 28,46 $cmol_c dm^{-3}$.

Para os teores de Mg nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm não houve diferença significativa nas médias entre as propriedades 1, 2, 3, 5 e 6. Na propriedade 4 houve diferença para a médias, sendo a maior de 6,36 $cmol_c dm^{-3}$. A média para os tratamentos na propriedade 5 não diferiu para os tratamentos P1, P2, P3.

O teor de K para o tratamento MT (14,00 $mg.kg^{-1}$) foi maior em relação a P1 (10,25 $mg.kg^{-1}$), houve interação entre a profundidade de 0-10cm, resultados semelhantes foram encontrados por HENRIQUE, (2016). Nas propriedades 5 e 6 não houve diferença significativa entre as médias nas profundidades de 0-10 cm e 10-20cm. Para as médias entre os tratamentos das propriedades 1, 2, 3, 4 e 6 não houve diferença.

Os teores de Ca e Mg apresentaram valores mais altos quando comparados com a área de mata nativa, o que comprova sua resposta a calagem e a ao uso de fertilizantes que ocorreu nessas áreas de P1 e P2. Esses resultados encontrados divergiram dos encontrados por MIKOS, 2017, no qual, não houve uma boa resposta as adubações com cloreto de potássio e ureia.

Para os teores de P não houve diferença significativa nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm para as propriedades 1, 2, 3 e 4. NUNES et al., (2011) estudando sobre a distribuição do fósforo no solo em razão de sistemas de cultivo concluíram que sistemas de plantio direto (SPD) apresentam maiores teores de P até 10 cm de profundidade e menores na camada de 10-20 cm em comparação com sistemas de plantio convencional (SPC). SANTOS et al., (2008) dizem que em áreas sob longo período de PD, a adição sucessiva de fertilizantes fosfatados, associada à intensa atividade microbiana na camada superficial de solo coberto por resíduos vegetais, pode favorecer o carreamento vertical desse nutriente pelo movimento de

compostos orgânicos de P no perfil de solo. NOVAIS et al., (2007) dizem que a presença de P nas camadas superficiais se deve a presença da matéria orgânica e as atividades biológica, pois com a mineralização o P é liberado da biomassa aumentando sua concentração na solução. Resultados semelhantes foram encontrados por HENRIQUE, (2016) e MIKOS, (2017) estudando os solos sob diferentes manejos em diferentes regiões de Rondônia.

Nas propriedades 4 e 5 houve diferença significativa nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. O maior teor de P está na camada de 0-10 cm no sistema pasto (4,03 mg.kg-¹).

Tabela 5. Atributos químicos Ca, Mg, K e P em diferentes explorações agropecuárias e manejo do solo, em seis propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos e Manejo*	Ca			Mg			K			P		
	Profundidade (cm)											
	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄
	----------$cmol_c.dm^{-3}$----------						----------$mg.kg^{-1}$----------					
----------PROPRIEDADE 1 ----------												
P 1	13,48	6,39	9,93a	2,71	2,36	2,53 a	10,25abA	7,75aA	9,00a	0,28aB	1,52aA	0,90a
P 2	2,20	0,46	1,3 b	1,29	2,04	1,67ab	10,50abA	6,75aB	8,65a	0,89aA	0,55aA	0,72a
P 3	3,47	1,65	2,56b	0,39	1,60	0,99 b	8,75bA	8,75aA	8,75a	0,65aA	0,35aA	0,50a
MT 4	0,10	0,10	0,10b	2,61	2,23	2,42 a	14,00aA	8,00aB	11,00a	0,60aA	0,65aA	0,62a
x̄	4,81A	2,15B		1,75A	2,06A		10,88A	7,81B		0,61A	0,76A	
CV%			95,25			51,15			21,04			88,80
----------PROPRIEDADE 2 ----------												
P 1	20,20	9,86	15,03a	4,11	3,76	3,94a	74,50	58,25	66,38a	0,26b	0,17a	0,22b
P 2	12,86	5,82	9,33a	2,89	2,85	2,8 b	67,75	53,50	60,63a	1,51a	0,80a	1,16a
P 3	0,23	0,26	0,24b	3,54	3,40	3,47a	86,00	56,00	71,00a	0,99ab	1.04a	1,02a
MT 4	11,73	5,96	8,85a	3,83	3,46	3,65a	78,25	59,75	69,00a	0,43b	0,36a	0,40ab
x̄	11,25A	5,47B		3,59A	3,3 A		76,63A	56,87B		0,80A	0,60A	
CV%			55,07			10,59			31,42			78,09
----------PROPRIEDADE 3 ----------												
P 1	49,73	38,03	43,88a	4,01	3,43	3,72bc	6,75	3,00	4,88 a	0,26b	0,17a	0,22b
P 2	39,21	34,17	36,69a	4,75	4,68	4,71a	8,25	5,75	7,00a	1,51a	0,80a	1,16a
P 3	24,52	15,34	19,93b	4,57	4,36	4,446ab	5,25	4,75	5,00a	0,99ab	1,04a	1,02a
MT 4	0,38	0,10	0,24c	2,91	2,94	2,92c	9,25	5,75	7,50a	0,43b	0,36a	0,40ab
x̄	28,46A	21,91 B		4,06A	3,85A		7,38 A	4,81 B		0,80A	0,60A	
CV%			26,33			14,69			56,18			78,09
----------PROPRIEDADE 4 ----------												
P 1	39,42aA	22,53aB	30,97a	5,79	5,21	5,50b	7,75	4,50	6,12a	0,14aA	0,10aA	0,12a
P 2	26,26bA	12,64bB	19,45b	5,34	4,93	5,13b	9,00	6,00	7,50a	0,57aA	0,16aA	0,37a
P 3	14,52cA	12,64bB	12,85b	6,77	5,94	6,36a	11,00	6,25	8,63a	0,45aA	0,21aA	0,33a
MT 4	0,45dA	0,76cA	0,60 c	4,30	4,43	4,36c	7,75	5,50	6,63a	0,25aA	0,19aA	0,22a
x̄	20,17A	11,77B		5,55A	5,13B		8,88 A	5,56 B		0,35A	0,17A	
CV%			31,67			9,58			26,42			130,70
----------PROPRIEDADE 5----------												
P 1	22,09	14,98	18,53a	4,73	4,58	4,66a	66,25	40,50	53,38ab	0,74a	0,39a	0,57a
P 2	21,93	15,95	18,94a	4,83	4,44	4,63a	68,75	56,00	62,38ab	0,91a	0,36a	0,63a
P 3	12,85	7,83	10,34ab	4,85	4,56	4,71a	83,25	52,50	67,88a	0,77a	0,54a	0,66a
MT 4	0,71	0,45	0,58b	2,88	3,13	3,00b	28,50	24,00	26,25b	0,74a	0,55a	0,64a
x̄	14,39A	9,80A		4,32A	4,18A		61,69A	43,25A		0,79A	0,46B	
CV%			68,56			13,68			57,41			53,51
----------PROPRIEDADE 6----------												
P 1	37,58	25,74	31,66a	5,31	5,58	5,45a	104,00	65,50	84,75a	4,03aA	1,21aB	2,62a
P 2	18,10	8,87	13,49b	4,73	4,46	4,59ab	74,00	41,75	57,88a	1,48bA	0,64aA	1,06ab
P 3	5,97	3,42	4,69b	4,69	4,53	4,61ab	87,50	73,50	80,50a	0,42bA	0,39aA	0,41b
MT 4	1,30	0,94	1,12b	3,99	4,55	4,27b	50,00	37,50	43,75a	0,67bA	0,35aA	0,51b
x̄	15,74A	9,74A		4,68 A	4,78A		78,88A	54,56A		1,65A	0,65B	
CV%			74,57			15,76			57,84			111,58

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. MT (Mata), P (Pastagens).

5.4.3. Soma de Bases (SB), CTC, Saturação por bases (V%), Matéria orgânica (MOS).

Para soma de base (SB) não houve interação significativa entre os fatores nas propriedades 1, 5 e 6 (Tabela 6). Na propriedade 2 houve diferença entre as médias das profundidades, e entre os tratamentos houve diferença na profundidade de 10-20 cm, apresentando maior valor (13,76 $cmol_c.dm^{-3}$).

Na propriedade 3 houve diferença significativa entre as profundidades, na qual, a camada de 0-10 cm apresentou maior valor (32,54 $cmol_c.dm^{-3}$).

Na propriedade 4 houve interação entre as profundidades e entre os tratamentos. A maior média para a profundidade de 0-10 cm (25,74 $cmol_c.dm^{-3}$) e para o tratamento P1 (37,35 $cmol_c.dm^{-3}$).

Em relação à CTC nas propriedades 5 e 6 não houve diferença significativa entre as profundidades e entre os tratamentos.

Nas propriedades 1, 3 e 4 houve diferença significativa entre as profundidades, no qual, apresentaram os valores de 13,02 $cmolc.dm^{-3}$, 36,68$cmolc.dm^{-3}$, 31,79 $cmolc.dm^{-3}$ respectivamente, para as profundidades de 0-10 cm. Para os tratamentos de usos de solo não houve diferença significativa. HENRIQUE, 2016 também encontrou as médias superiores para CTC na profundidade de 0-10 cm.

Na propriedade 2 não houve diferença significativa entre as profundidades, porém entre os tratamentos houve diferença apenas na profundidade de 10-20 cm para o tratamento P1. SIQUEIRA NETO et al., 2009 encontraram os maiores valores da CTC potencial e soma de base (SB) nas camadas superficiais e decresceram conforme aumentava a profundidade.

Para a saturação por bases (V%) não houve diferença entre os tratamentos nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

A saturação por bases nas propriedades 1, 3, 5 e 6 não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e entre as médias das profundidades. Nas propriedades 2 e 4 não houve diferença entre os tratamentos, mas entre as profundidades houve diferença e a profundidade de 0-10 cm apresentou os maiores resultados (70,06 $cmolc.dm^{-3}$ e 72,54 $cmolc.dm^{-3}$) respectivamente.

Para a matéria orgânica (MOS) houve efeito significativo para interação entre os fatores profundidade e uso dos solos nos locais de amostragem para as 6 propriedades. Resultados também encontrados por HENRIQUE, 2016 avaliando a qualidade de solos em áreas alteradas pelos usos na região central do estado de Rondônia. Na propriedade 1, entre os resultados de matéria orgânica para a profundidade 0-10 cm o maior valor resultado foi MT4 (34,25 $g.kg^{-1}$).

Nas propriedades 3, 4 e 6 não se verificou diferenças entre os usos do solo na profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm P1 apresentou menor teor de matéria orgânica (15,50 $g.kg^{-1}$) em relação a MT4 na propriedade 3. A propriedade 6 apresentou maior teor de matéria orgânica em MT4 (15,75 $g.kg^{-1}$) em relação a P1 (9,75 $g.kg^{-1}$).

Na propriedade 5 embora, P1 tenha apresentado menor valor (13,75 $g.kg^{-1}$) que MT4 (17,00 $g.kg^{-1}$) estatisticamente não deferiram na profundidade de 0-10 cm.

Todas as propriedades apresentaram maior teor de matéria orgânica para os usos do solo na profundidade de 0-10 cm. RUDNICK, (2015) avaliando os atributos físicos e químicos do solo sob diferentes usos e manejos em Rondônia, HENRIQUE, (2016) avaliando a quantidade de solos em áreas de alteradas pelos usos na região central do estado de Rondônia e MIKOS, (2017) também encontraram maiores concentrações na profundidade de 0-10 cm.

Tabela 6. Atributos químicos SB, CTC, V%, MOS em diferentes uso e manejo do solo, em seis locais, sendo 4 no município de Porto Velho e 2 no município de Candeias do Jamari no estado de Rondônia.

Usos e Manejo*	SB			CTC			V%			MOS		
	Profundidade (cm)											
	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄	0-10	10-20	x̄
	---$cmol_c.dm^{-3}$---						---------- % ----------			----------g.kg-1---------		
---------- PROPRIEDADE 1----------												
P1	16,22aA	8,77aA	12,49a	21,07aA	14,04aB	17,55a	73,71aA	56,97aA	65,34a	20,50bA	17,00aA	18,75b
P2	3,53bA	2,52bA	3,02b	10,43bA	8,94aA	9,68b	33,40bA	25,53bA	29,47b	22,75bA	16,25aB	19,50b
P3	3,89bA	3,27abA	3,58b	10,15bA	10,09aA	10,12b	37,60bA	31,04bA	34,32b	20,00bA	16,50aA	18,25b
MT4	2,75bA	2,35bA	2,55b	10,44bA	9,52aA	9,98bb	26,31bA	23,03bA	24,67b	34,25aA	18,25aB	26,25a
x̄	6,59A	4,23A		13,02A	10,65B		42,75A	34,14A		24,38A	17,00B	
CV%			30,62			27,85			33,39			11,88
---------- PROPRIEDADE 2----------												
P1	24,50aA	13,76aB	19,13a	28,12aA	17,78aB	22,95a	86,49aA	76,64aA	81,57a	19,00bA	14,25bB	16,63b
P2	3,29bA	3,25bA	3,27b	7,09bA	7,25bA	7,17b	46,34cA	44,76cA	45,55c	26,75aA	22,50aA	24,63a
P3	16,62aA	9,36abA	12,99a	20,78aA	13,59abA	17,19a	79,42bcA	68,86abA	74,14bc	22,25abA	13,50bB	17,88b
MT4	15,77aA	9,58abA	12,67a	21,76aA	15,42abA	18,95a	67,99bA	57,71bcA	62,85b	22,00abA	15,00bB	18,50b
x̄	15,04A	8,99B		19,44A	13,51A		70,06A	61,99B		22,50A	16,31B	
CV%			41,79			30,54			13,76			15,68
---------- PROPRIEDADE 3----------												
P1	54,50aA	42,72aA	48,61a	31,44bA	45,64aB	51,51a	90,39aA	85,36aA	87,88a	22,25aA	15,50bA	18,88b
P2	43,49aA	38,55aB	41,17a	47,48aA	42,27aA	44,87a	94,95aA	93,51aA	94,23a	31,25aA	28,00aA	29,63a
P3	28,55bA	18,77bA	23,66b	31,44bA	21,77bA	26,60b	91,69aA	91,07aA	91,38a	31,50aA	25,50abA	28,50a
MT4	3,31cA	3,05cA	3,18c	10,44cA	9,28bA	9,86c	31,82bA	33,64bA	32,73b	31,00aA	21,50abB	26,25a
x̄	32,54A	25,77B		36,68A	29,74B		77,21A	75,89A		29,00A	22,63B	
CV%			24,87			21,96			4,79			19,77
---------- PROPRIEDADE 4----------												
P1	46,22aA	28,48aB	37,35a	37,63bA	24,54abB	31,08b	85,08aA	72,34aB	78,71ab	21,50aA	15,00aB	18,25a
P2	32,09bA	17,86abB	24,98b	24,27cA	21,52bcA	22,89c	80,09aA	71,35aB	75,72b	18,75aA	15,75aA	17,25a
P3	19,88cA	16,12bcB	17,10b	52,64aA	35,31aB	43,98a	87,79aA	80,39aA	84,09a	22,50aA	19,50aA	21,00a
MT4	4,77dA	5,20cA	4,98c	12,64dA	12,71cA	12,67d	37,21bA	40,87bA	39,04c	21,75aA	15,50aB	18,63a
x̄	25,74A	16,92B		31,79A	23,52B		72,54A	66,24B		21,13A	16,44B	
CV%			26,01			20,18			8,30			15,06
---------- PROPRIEDADE 5----------												
P1	17,75abA	12,52abA	15,13a	21,86abA	16,62abA	19,24ab	79,65aA	74,99aA	77,32a	13,75bA	10,75aA	12,25b
P2	27,10aA	19,56aA	23,33a	30,86aA	23,15abA	27,01a	87,71aA	83,92aA	85,81a	16,75abA	11,50aB	14,13ab
P3	26,10aA	20,64aA	23,82a	31,66aA	25,29aA	28,47a	81,39aA	78,90aA	80,14a	20,50aA	14,75aB	17,63a
MT4	3,66bA	3,64bA	3,65b	9,19bA	8,63bA	8,91b	39,65bA	41,44bA	40,55b	17,00bA	13,50aA	15,25ab
x̄	18,87A	14,09A		23,39A	18,42A		72,00A	69,81A		17,00A	12,63B	
CV%			48,24			35,69			9,08			17,67
---------- PROPRIEDADE 6----------												
P1	43,16aA	31,49aA	37,32a	45,99aA	34,68aA	40,34a	93,50aA	87,83aA	90,66a	17,00aA	9,75aB	13,38a
P2	23,02bA	13,43abA	18,23b	27,82abA	18,34abA	23,08b	79,24aA	70,54bA	74,89b	16,00aA	9,00aB	12,50a
P3	10,88bA	8,14bA	9,51b	16,92bA	14,33bA	15,63b	63,29bA	56,63bcA	59,96c	14,25aA	13,25aA	13,75a
MT4	5,41bA	5,59bA	5,50b	11,61bA	11,63bA	11,62b	44,83cA	47,79cA	46,31d	19,00aA	15,75aA	17,38a
x̄	20,62A	14,66A		25,59A	19,75A		70,21A	65,70A		16,56A	11,94B	
CV%			56,00			42,64			11,33			32,57

Médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre si em linhas e médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si em colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. MT (Mata), P (Pastagens).

5.5. Interpretação geral

Verificou-se que os solos utilizados nas pastagens (média dos usos de P1, P2 e P3) apresentaram em média menos 16,16; 10,52 e 7,93% de porosidade total nas camadas de 0-10, 10-20 cm e média das duas profundidades, respectivamente, quando comparado com a mata (Tabela 7).

Os solos utilizados nas pastagens (média dos usos de P1, P2 e P3) apresentaram grande diminuição da macroporosidade, sendo em média menos 47,52; 39,35 e 43,80% de macroporosidade nas camadas de 0-10, 10-20 cm e média das duas profundidades, respectivamente, quando comparado com a mata (Tabela 7). Quando ocorre atividades antrópicas, a macroporosidade e a porosidade total são mais influenciadas, diminuindo consideravelmente.

Os solos utilizados com pastagens (média de P1, P2 e P3) tiveram aumento de 8,59%, diminuição de 1,46% e aumento de 7,50% na microporosidade. Nas camadas de 0-10, 10-20 cm e média das duas profundidades, respectivamente, quando comparado com a mata (Tabela 7). Quando ocorrem diminuição acentuada de macroporos, também diminui a porosidade total, entretanto pode aumentar a microporosidade, pois muitos poros grandes, considerados macroporos podem diminuir de tamanho, em função de adensamento por compactação e ou diminuição da matéria orgânica, se tornando poros pequenos, ou seja, microporos e, em muitos casos pode ocorrer aumento dos microporos (Figura 7). Resultados semelhantes foram encontrados por RUDNICK, (2015); HENRIQUE, (2016); MIKOS, (2017).

Tabela 7 – Média das quantidades de porosidade total, macroporosidade e microporosidade dos pastos (P1, P2 e P3), da mata e variação percentual entre pasto e mata.

Uso do solo	**Porosidade total**			**Macroporosidade**			**Micro porosidade**		
	Profundidade (cm)								
	00-10	10--20	Média	00-10	10--20	Média	00-10	10--20	Média
Pasto ($m^3.m^{-3}$)	0,42	0,41	0,43	0,09	0,07	0,08	0,36	0,34	0,36
Mata ($m^3.m^{-3}$)	0,50	0,46	0,48	0,17	0,12	0,14	0,33	0,34	0,33
Variação P/MT (%)	-16,16	-10,52	-7,93	-47,52	-39,35	-43,80	+8,59	-1,46	+7,50

Os solos antropizados tiveram um aumento de 21,16; 13,1 % na densidade do solo em relação a mata nativa nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm respectivamente (Tabela 8) e

perderam 13,28 e 3,43% de matéria orgânica nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm respectivamente. A diminuição da matéria orgânica, geralmente favorece o adensamento do solo e a diminuição da macroporosidade e da porosidade total, pois a matéria orgânica, através de suas características promovem a macro agregação, deixando muitos poros grandes, o que diminui a densidade do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por RUDNICK, 2015; HENRIQUE, 2016; MIKOS, 2017.

Tabela 8 - Média das quantidades de densidade e matéria orgânica dos pastos (P1, P2 e P3), da mata e variação percentual entre pasto e mata.

.	**Densidade**			**Matéria orgânica**		
Uso do solo	Profundidade (cm)					
	00-10	10--20	Média	00-10	10--20	Média
	----------g.cm^{-3} ----------			----------g.kg^{-1} ----------		
Pasto (m^3.m^{-3})	1,41	1,47	1,36	20,96	16,01	18,49
Mata (m^3.m^{-3})	1,16	1,30	1,23	24,17	16,58	20,38
Variação P/MT (%)	+21,16	+13,13	+17,50	-13,28	-3,43	-9,27

6. CONCLUSÕES

Os solos sob diferentes usos (P1, P2, P3), áreas antropizadas quando comparadas com a área não antropizada (MT4), sofreram influência negativa nos atributos físicos (porosidade total, macroporosidade, densidade e microporosidade). A porosidade total e a macroporosidade são inversamente proporcional a densidade e a microporosidade.

De maneira geral os solos antropizados tiveram diminuição de 7,93% e 43,80% para a porosidade total e macroporosidade respectivamente e aumento de 7,50% na microporosidade; houve um aumento de 17,50% na densidade e diminuição de 9,27% para o teor de matéria.

Quanto aos atributos químicos das análises de pH pode-se observar que os solos que sofreram manejo de forma geral houve uma redução da acidez em relação ao solo de mata nativa. Uma vez que é uma característica inerte de solos de regiões tropicais serem geralmente ácidos. Considera-se que o uso e manejo dos solos em atividades agropecuárias tendem a melhorar os atributos químicos do solo devido à adição de corretivos e de fertilizantes agrícolas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G. de. Degradação, Recuperação e Sustentabilidade de Pastagens Cultivadas. **Forragicultura & Pastagens**.17p. 2001.

ALVARENGA, R. C. Integração Lavoura-Pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2004.

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

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. da. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, p. 337-345, 2004.

ARAÚJO, G. H.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão Ambiental de áreas degradas. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 320 p.,2010.

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

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. de; ALMEIDA, E. X. de; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim elefante-anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 5, p. 1047-1054, maio 2000.

BOCHNER, J. K.; FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; BALIEIRO, F.de C; SANTANA, I. K.da. Matéria orgânica e agregação de um planossolo sob diferentes coberturas florestais. **Cerne**, v.14, n.1, p.46-53, 2008.

BOMFIM, E. R. P.; PINTO, J. C.; SALVADOR, N.; MORAIS, A, R.; ANDRANDE, I. F.; ALMEIDA, O. C. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagem degradada de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e 46 fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.912-920, 2003.

BRANDÃO, E. D.; SILVA, I. de F. da. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1193-119, 2012.

BRASILIANO, M. F.; SCHLINDWEIN, J. A.; COLETA, Q. P.; CASAGRANDE, D.; MOLINE, E. F. V.; PEQUENO, P. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C. Estimativa do valor de H+Al por correlação com o pH smp em solos de Rondônia. SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL, II, **Anais...**, Rolim de Moura, 4p. 2008.

BRAZ, F. T.; MION, T. D.; GAMEIRO, A. H. Análise socioeconômica comparativa de sistemas de intergração lavoura-pecuária em propriedades rurais nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v.42, n.2, 2012.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I. L. F.; DIAS, F.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A. R.; MUTTON, M. A.; CENTURION, J. F. Efeito Prolongado de Sistemas de Preparo do Solo com e sem Cultivo de Soqueira de Cana Crua em Algumas Propriedades Físicas do Solo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.25, n.1, p.189-198, 2005.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CASSOL, L. C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavourapecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 143 f. **Tese** (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CARVALHO, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 277-289, 2010.

CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 05, n. 02, p. 254-258, 2001.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHAO, R. L.; KLUTHCAUSKI, J.; MARTHA JUNIOR,G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: Estratégia para intensificação sustentável do solo. **Caderno de Ciência e Tecnologia**. Brasília, v.32, n.1. p.15-53, 2015.

COSTA, F. DES.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 32:323- 332, 2008.

CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 33, 2002.

DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A. C. T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. SIMPÓSIO – SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1, Goiânia. **Anais**...Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, p.151-170,1999.

SILVA JÚNIOR, E. B. da.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; OLIVEIRA, P. J. de.; RUMJANEK, N. G.; BODDEY, R. M.; XAVIER, G. R. Eficiência agronômica de nova formulação de inoculante rizobiano para feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.1, Brasília, 2012.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4 ed. ver., atual. e ampl Belém, PA. Ed. do Autor, 2011.

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S de. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas vaiáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, **Anais…**Goiânia: SBZ. p. 95-104, 2005.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 173p, 2005.

DIAS JÚNIOR, M. S. Compactação do solo. Tópicos em Ciências do Solo v.1, p.53-94, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 212 p.1997.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Edição 2. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p. 2011.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SANTOS, H.G. [et al.]. – 3 ed.rev. ampl. – Brasilia, DF: Embrapa, 353p.2013.

ENSINAS, S. C. MACHETTI, M. E. SILVA, E. F. POTRICH, D. C. MARTINEZ, M. A. Atributos químicos, carbono e nitrogênio total em latossolo submetido a diferentes sistemas de uso de solo**. Global Science and Technology**, v. 7, n. 2, 2014.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1017 p. 2007.

EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; CURI, N. Uso do fogo em pastagens. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. (eds.). Ecossistemas de Pastagens, 2, Jaboticabal: Funep, 1993.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.;NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares Brachiaria brizantha (Hochst) Stapf e Panicum maximum Jacp. Revista Ceres, Viçosa, v.61, Suplemento, p.808-818, 2014.

FERREIRA, M. M. Caracterização Física do Solo. In : JONG van LIER, Q. Ed. Física do Solo. Viçosa, MG : **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1- 29, 2010.

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

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FIORELLI-PEREIRA, E. C. Indicadores de qualidade do solo em área sob diferentes usos e manejos em Rondônia. 149f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017.

FULLIN, E .A.; DADALTO, G. G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional da plantas. In: DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. (Ed.). **Manual de recomendação de calagem**

e adubação para o Estado do Espírito Santo: quarta aproximação. Vitória: SEEA & INCAPER, p.21-55, 2001.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

FREITAS, L. de; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A. de.; MORETI, T. C. C. F.; CARMO, D. A. B.do. Avaliação de Atributos Químicos e Físicos de Solos com Diferentes Texturas Cultivados com Cana-de-Açúcar. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p.362-374, 2013.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, p.252, 2001.

GENRO JUNIOR, S. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A. . Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural** [online]. 2009, vol.39, n.1, p.65-73. ISSN 1678-4596.

GIASSON, B. Introdução ao Estudo dos Solos. In: MEURER, E.J. Ed. **Fundamentos da Química do Solo**. 5ª. Ed./ Porto Alegre: Evangraf, p. 11-27, 2012.

GOMES, A. S.; PORTO, M. P.; PARFITT, J. M. B., SILVA, C. A. S.; SOUZA, R. S., PAULETTO, E. A. Rotação de cultura em áreas de Várzea e plantio direto de arroz, Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**. Documento 89. p. 65. 2002

HENRIQUE N. S. Qualidade de solos em áreas alteradas pelos usos na região central do estado de Rondônia**. Dissertação.** 58p**.** Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Integrada – SIDRA. Banco de dados agregados, 2017.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.

KICHEL, A. N.; MIRANDA. C. H .B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. **I Simpósio de produção de gado de corte**. 1997

LOPES, A. S. **Guia de fertilidade do solo**. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 250p. 2001.

LOPES, E. L. N.; FERNANDES, A. R.; GRIMALDI, C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; SARRAZIN, M. Características químicas de um gleissolo sob diferentes sistemas de uso, nas margens do rio Guamá, Belém, Pará. Bol.Mus. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém. V.1, n.1, p127-137, 2006.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1, p. 63-72, 2013.

MATIAS, M. da. C. B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. da. S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, v. 40, n. 3, p. 356-362, 2009.

MATIAS, S. S. R.; BORBA, J. A.; TICELLI, M.; PANOSSO, A. R.; CAMARA, F. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **Revista Ciência Agronomica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 331-338, 2009.

MAZZETTO, A. M. Atividade e diversidade metabólica da biomassa microbiana do solo alterada pelo uso da terra**.** 2009. p.104. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MEDEIROS, L. R. de. A. Qualidade do solo de áreas cultivadas com cebola (Allium cepa L.) no Semiárido Baiano. 62f. **Dissertação**. (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, 2015.

MELO, V. F.; ALLEONI. L. R. F. Química e mineralogia do solo: Parte II-Aplicações. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG: 685 p. 2009.

MEURER, E.J. Ed. **Fundamentos da Química do Solo**. 5ª. Ed./ Porto Alegre: Evangraf, p. 87 – 111, 2012.

MIKOS, A. Avaliação dos atributos físicos e químicos de qualidade do solo sob diferentes usos e manejos no Território Zona da Mata – RO. 91f. **Dissertação**. (Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2017.

MORBACH, M. R. A Publicidade no período Médici: os efeitos da propaganda de Ocupação da Amazônia. **Anais...** XXIV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. – Campo Grande-MS, 2001.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. **In**: MELLO, N.A., ASSMANN, T.S. (Eds.). I Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. p.3-42, 2002.

MORAES, A.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. **In**: Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais. UEM, p.129-149, 1997.

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

MIRANDA, C. H. B. Ciclagem de nutrientes em pastagens com vistas à sustentabilidade do sistema. Campo Grande –MS. 16p. 2002.

NIERO, L. A. C. et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distroférrico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1271 -1282, 2010.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 471-550, 2007

NUNES, R.S.; SOUZA, D. M. G.; GOEDERT, W. J.; VIVALDI, L. J.Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.3, 2011.

OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; ROMERO, F. B.; PEDROSA, E. M. R. Distribuição de agregados e carbono orgânico em um argissolo amarelo distrocoeso em diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 14, n. 9, p. 907-913, 2010.

OLIVEIRA, O. F., COSTA, G. B., CAMPOS, H. A., SILVA, J. B. A. Implementação do plano territorial de desenvolvimento rural sustentável e do programa territórios da cidadania no estado de Rondônia. **Revista Grifos** - N. 30/31, 2011.

OLIVEIRA, V. S.; ROLIM, M. M.; VASCONCELOS, R. F. B.; PEDROSA, E. M. R. Distribuição de Agregados e carbono orgânico em um Argissolo Amarelo distrocoeso em diferentes manejos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.907-913, 2010.

PAULINO, P. S. Atributos físicos como indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo no Estado de Santa Catarina. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo. Lages, 2013.

PEREIRA, F. G. C. Atributos de qualidade física e química de um latossolo amarelo submetido a diferentes usos no semiárido baiano. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

PEREIRA, S. M. Região Amazônia: Estrutura e dinâmica na econômica de Rondônia (1970-2003). **Tese** (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia. Campinas, SP, 2007.

PINTO, C. R. O. Efeito do uso do solo sobre seus atributos na microrregião de Chapadinha-MA. 85 p. **Tese** (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014.

PORTUGUAL, A. F. JUNCKSH, I. SCHAEFER, C. E. R. G. NEVES, J. C. L. Estabilidade de agregados em argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 545-553, jul/ago, 2010.

RAIJ, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420p.,2011.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: **Manole Ltda**, p. 188, 1987.

REICHARDT, K. e TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações – 2. Ed. – Barueri, SP: **Manole**, 2012.

REICHERT, J. M. REINERT, D. J. SUZUKI, L. E. A. S. HORN, R. Mecânica do Solo. In: JONG van LIER, Q. Ed. Física do Solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. 2010. p 29 - 103.

REINERT, D. J. REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. Universidade Federal de Santa Maria – **Centro de Ciências Rurais**. Maio, 2006.

RONDONIA. Secretaria de Estadual de Desenvolvimento Ambiental. **Atlas Ambiental** 2002. Disponível em: http: // www.sedam.ro.gov.br. Acesso em: 10 de abril de 2012a (Acervo técnico zoneamento).

RONDONIA. **Secretaria de Estadual de Desenvolvimento Ambiental. Boletim Climatológico de Rondônia -** Ano 2010. Coordenadoria de Geociências – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia. v. 12, 2010 - Porto Velho: COGEO - SEDAM, 2012.

RONDONIA. Secretaria de Estadual de Desenvolvimento Ambiental. Meteorologia: Boletins climatológicos. **Anuais** 2012b.

RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Campinas, SP, 8, 2010.

RUDNICK, V. A. S. Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes usos e manejos em Rondônia. 58 f. **Dissertação** (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015

RODRIGUES, R C.; MATOS, H. B.; PLESE, L. P. M.; PEREIRA, W. L. M.; RENNECKE,K.. Calagem e disponibilidade de nutrientes após a incubação de um Neossolo Quartzarênico. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.61, n.1 p.31-38, 2004.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; PEQUENO, P. L. L.; MILITÃO, J. S. T. L. Solos de Rondônia: usos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, 1 (1): 213-231, 2012.

SANTOS, H. P.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O.; KOCHANN, R. A.; AVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo após vinte anos. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.441-454, 2008.

SALMAN, A. K. D. Conceitos de manejo de pastagem ecológica. **Documentos Embrapa Rondônia**, Porto Velho, 121, 2007.

SEDAM. Boletim Climatológico de Rondônia – ano 2012. Coordenadoria e Geociências – Secretaria de Estado do Desenvolvimento ambiental do Estado de Rondônia – v. 12, 2010 – Porto Velho: COGEO – SEDAM, 2012.

SERRÃO, E. A. S.; HOMMA, A. K. O. Recuperação e melhoramento de pastagens cultivadas em área de floresta amazônica. Belém: **EMBRAPA-CPAT**U, 22 p., 1983.

SILVA, P. C. M.; CHAVES, L. H. G. Avaliação e variabilidade espacial de fósforo, potássio e matéria orgânica em alissolos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.431-436, 2001.

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. REA – **Revista de estudos ambientais** (Online) v.13, n.1, p. 77-86 jan./jun. 2011.

SILVA, L. S. CAMARGO, F. A. O. CERETTA, C. A. Composição da fase sólida do solo. In: MEURER, E. J. Ed. **Fundamentos da Química do Solo**. 5ª. Ed./Porto Alegre: Evangraf. p. 61 - 85. 2012.

SILVA, A. L. da. Indicadores microbianos relacionados a carbono e nitrogênio do solo em sistemas de rotação de culturas para cebola.. 34 f. **Dissertação** (Mestrado em Manejo do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Programa de PósGraduação em Ciências Agrárias, Lages, 2012.

SILVA. A. S.; SILVA, I. F.; BANDEIRA, L. B.; DIAS, B. O.; NETO, L. F. S. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.10, p.1783-1789, 2002.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; AURELIANO, J. V. P.; REI, A. J. D. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31. p. 101-107, 2007.

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

SOUZA, Z. M. de; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 34, n.6, p. 1763-1771, 2004.

SOUZA, M. M. O. PESSÔA, V. L. S. A CONTRA-REFORMA AGRÁRIA EM RONDÔNIA: colonização agrícola, expropriação e violência. **V Encontro de Grupos de Pesquisa "Agricultura, desenvolvimento regional e transformações socioespaciais"**. Santa Maria, 2009.

SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C. dos.; LEITE, R. L. de L.; DIM, V. P. ; NEVES NETO, D. N. das.; SILVA, J. E. C. da. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de capim-marandu. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 41-53, 2012.

SOUZA, O. M. M.; GROSSÉ. R. S. A regionalização do Espaço Amazônico: O caso Rondônia. **Revista da Católica**, Uberlândia, v.2, n.3, p.126-135, 2010 - catolicaonline.com.br/revistacatolica

SOUZA, M. M. O.; PESSÔA, V. L. S. O processo de colonização agrícola e a ocupação do espaço agrário na mesorregião do leste rondoniense. **In**:___. VII Encontro Nacional da ANPEGE, Niterói, 2007.

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C., GAMA, J. R. N. F. Propriedades químicas de um latossolo amarelo cultivado com pastagens na Amazônia Oriental. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.531-537,jul./set.2000.

SILVA, R. T. P.; FALCHETTI, S.A. Da Revolução Agrícola ao Desenvolvimento Sustentável e os princípios do ambientalismo no Brasil. **VIII Convibra Administração** - Congersso Virtual de administração, 2011.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, R. C.; PEREIRA, J. M.; ARAÚJO, Q. R.; PIRES, A. J. V.; DEL REI, A. J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 101-107, 2007.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS. **Departamento de Solos**, 1995. 174p.

VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; SILVA, A. M. Analisador granulométrico de solos. **Comunicado Técnico EMBRAPA**, 5: 1-5, out. 1996.

VENTUROSO, L. A. C. Atributos Físicos do solo em função do manejo e sucessão de culturas em ambiente amazônico. **Tese** (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Grande Dourados. 59f. Dourados, 2014.

VIEIRA, M. J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L., TORRADO, P. V., MACHADO, J. Atualização em plantio direto. Campinas: **Fundação Cargill**, 1985. p.163-179.

VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 35:213-223, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JR,G.B.; MARCHÃO, R.L. Integração lavoura-pecuária- floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**. Ano XII , n. 13.Artigos. dezembro, 2012.

CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R; SULC, R. M.;

PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. **In**: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, p.7-44, 2005.

GOVERNO DE RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM. **Atlas** Geoambiental de Rondônia. 2003.

RONDÔNIA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim climatológico de Rondônia** - 2010. v. 12. Porto Velho: COGEO: SEDAM, 2012. Disponível em: http://www.sedam.ro.gov.br/images/boletim2010.pdf.

VALARINI, P. J; FRIGHETTO R. T. S; SCHIAVINATO, R.J; CAMPANHOLA, C; SENA M. M; BALBINO, T. L; POPPI, R. J. Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos. **Horticultura Brasileira**. 25: 60-67, 2007.

VALARINI, P. J; OLIVEIRA, F. R. A.; SCHILICKMANN, S. F.; POPPI, R. J. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**. 29: 485-491, 2011.

OLMOS, I. L. J.; CAMARGO, M. N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, v. 28, p. 171-180, 1976.

SILVA, F.A.S., AZEVEDO,C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, V.4, n.1,p.71-78, 2002.

VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.35, p.213-223, 2011.

SOUZA, J. M. de. Dinâmica de atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho Amarelo em topossequência de pastagem cultivada no brejo paraibano. **Dissertação** (Mestrado em Manejo do Solo) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

PORTUGAL, A. F. et al. Estabilidade de agregados em Argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, v.57, p.545- 553, 2010.

VIZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI,T. Efeito o pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de vázea . **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.965 – 969, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Descrição das metodologias laboratoriais dos atributos físicos e químicos do solo.

ANÁLISES FÍSICAS:

1. **Análise Granulométrica**

Metodologia: EMBRAPA, 2011 Método: pipeta

Princípio: baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (soda ou calgon). Pipeta-se um volume da suspensão, para determinação da argila que seca em estufa e após é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100% é obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original.

Procedimento:

Pesar 20 gramas de solo em copo plástico de 250 mL. Adicionar 100 mL de água e 10 mL de solução normal de hidróxido de sódio a 1M. Agitar com bastão de vidro e deixar em repouso durante uma noite, cobrindo o copo com vidro de relógio.

Transferir o conteúdo para copo metálico do agitador elétrico “stirrer” com o auxílio de um jato de água, deixando o volume em torno de 300 mL. Colocar o copo no agitador e proceder à agitação durante 15 minutos para solos argilosos e de textura média e 5 minutos para os arenosos.

Passar o conteúdo através de peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 mm (nº 270), colocada sobre um funil apoiado em um suporte, tendo logo abaixo uma proveta de 1.000 mL ou um cilindro de sedimentação (Koettgen ou outro). Lavar o material retido na peneira com água proveniente de depósito colocado a mais ou menos 3 metros de altura, de modo a se obter uma pressão uniforme na mangueira e uma lavagem eficiente e rápida das areias. Completar o volume do cilindro até o aferimento. A areia retida deve ser colocada em recipiente para ser seca em estufa.

Agitar a suspensão durante 20 segundos com um bastão, tendo este, na sua extremidade inferior, uma tampa de borracha contendo vários furos e de diâmetro um pouco menor do que o do cilindro ou proveta. Marcar o tempo após concluir a agitação.

Medir a temperatura da amostra e verificar na tabela da EMBRAPA (Tabela 1) o tempo de sedimentação da fração argila. Calculado o tempo, introduzir uma pipeta de 50 mL, a 5 cm de profundidade e pipetar a suspensão.

Tabela 1 – Tabela para o tempo de espera da temperatura para analise granulométrica

Temperatura ºC	Tempo	Temperatura ºC	Tempo
10	5 h 11’	23	3h 43’
11	5 h 03’	24	3h 38’
12	4 h 55’	25	3 h 33’
13	4 h 47’	26	3 h 28’
14	4 h 39’	27	3 h 24’
15	4 h 33’	28	3 h 19’
16	4 h 26’	29	3 h 15’
17	4 h 20’	30	3 h 10’
18	4 h 12’	31	3 h 07’
19	4 h 06’	32	3 h 03’
20	4 h 00’	33	2 h 58’
21	3 h 54’	34	2 h 55’
22	3 h 48	35	2 h 52’

Fonte: Manual de Métodos de Análise de Solo – EMBRAPA 2011, pagina 48.

Transferir para cápsula de porcelana, ou bécher numerado e de massa conhecida, juntamente com a porção proveniente da lavagem da pipeta. Colocar a cápsula na estufa e deixardurante uma noite ou até evaporar completamente a suspensão. Retirar, colocar em dessecador, deixar esfriar e pesar com aproximação de 0,0001 g, concluindo, assim, a determinação da argila.

Preparar a prova em branco, colocando o dispersante utilizado em proveta de 1.000 mL contendo água e realizar a pesagem do sobrenadante.

Cálculos:

$$T_{arg} = \left[\left(m_{arg} + m_d\right) - m_d\right] \times 1000$$

Onde:

Targ = teor de argila (g kg-1)

marg = massa de argila (g)

md = massa de dispersante (g)

$$T_{af} = (m_{af}) \times 50$$

Onde:

Taf = Teor de areia fina (g kg-1) Maf = massa de areia fina (g)

$$T_{ag} = (m_{at} - m_{af}) \times 50$$

Onde:

Tag = Teor de areia grossa (g kg-1) maf = massa de areia fina (g)

mat = massa de areia total (g)

$$T_s = 1000 - (T_{arg} + T_{af} + T_{ag})$$

Ts= teor de silte (g kg-1)

Targ = teor de argila (g kg-1)

Taf = Teor de areia fina (g kg-1) Tag = Teor de areia grossa (g kg-1)

2. **Porcentagem de agregados**

Metodologia: EMBRAPA, 2011 Método: via úmida

Princípio: medir a quantidade e distribuição do tamanho dos agregados que são estáveis em água, relacionando-os com os que não desintegram pela tamisação.

Procedimento:

Coletar uma amostra representativa do solo nas condições de campo e deixar secar ao ar. Destorroar com as mãos cuidadosamente, quebrando os agregados maiores.

Passar a amostra em peneira de 20 cm de diâmetro com abertura de malha de 4 mm e reter na de 2 mm. Homogeneizar bem, pesar 50 gramas em triplicata e armazenar o restante.

Colocar a primeira amostra em lata de alumínio de massa conhecida, levar para a estufa a 105ºC por uma noite, esfriar em dessecador e pesar. A massa dessa amostra seca a 105ºC será utilizada para o cálculo do teor de agregados.

Colocar as outras duas amostras na parte superior de um conjunto de peneiras de 13 cm de diâmetro, uma em cada jogo, sobre disco de papel de filtro na seguinte ordem: 2 mm; 1 mm; 0,50 mm e 0,25 mm de abertura de malha.

Ajustar o nível da água no recipiente, de modo que os agregados contidos na peneira superior sejam umedecidos por capilaridade. Deixar por 4 minutos, inclinar o papel de filtro e por meio de jatos de água deixar os agregados na peneira sem que os jatos os atinjam.

Ligar o aparelho de oscilação vertical graduado para uma amplitude de 4 cm de altura e uma frequência de 32 oscilações por minuto. Agitar durante 4 minutos, retirar os suportes contendo os jogos de peneiras e transferir cada fração retida para latas de alumínio numeradas e de massa conhecida, com água.

Eliminar o excesso de água de cada recipiente e colocar em estufa a 105°C por uma noite. Retirar da estufa, esfriar em dessecador e pesar cada fração.

Cálculos:

O Cálculo dos agregados retidos em cada peneira é expresso na seguinte ordem: 4 - 2 mm; 2 - 1 mm;

$$TA = \left(\frac{a}{b}\right) \times 1000$$

1 - 0,50 mm; 0,50 - 0,25 mm, pelas seguintes expressões:

Onde:

TA = Teor de agregados < 0,25 mm (g kg-1)

a = massa do agregado a 105ºC (g)

b = massa da amostra seca a 105ºC (g)

$$TA < 0{,}25\,mm = 1000 - STA$$

Onde:

TA< 0,25 mm = Teor de agregados < 0,25 mm (g kg-1)

STA = soma dos teores de agregados

3. **Macroporosidade:**

Metodologia: EMBRAPA, 2011 Método: via úmida

Princípio Amostras saturadas são colocadas sob a mesa de tensão a qual retira a água dos macroporos (poros com $\emptyset \geq 0{,}05$ mm) são determinados através da pesagem.

Cálculos:

$$Map = Vs - Mip$$

Onde:

Map = macroporosidade ($m^3\ m^{-3}$) Vs = Volume de saturação ($m^3\ m^{-3}$)

Mip = Microporosidade ($m^3\ m^{-3}$)

$$Map = Pt - Mip$$

Onde:

Map = macroporosidade ($m^3\ m^{-3}$)

PT = porosidade total ($m^3\ m^{-3}$)

Mip = Microporosidade ($m^3\ m^{-3}$)

4. Microporosidade

Metodologia: EMBRAPA, 2011 Método: via úmida

Principio: após pesagem as amostras que saíram da mesa de tensão são levadas para estufa a 105°C, onde obtém-se o volume de microporos contidos na amostra.

Procedimento:

Depois das amostras saírem da mesa de tensão preparada, conforme descrito no item 3.2.4, colocar os anéis em estufa a 105ºC por 48 horas.

Cálculos:

$$Mip = \left(\frac{a-b}{c} \right)$$

Onde:

Mip = Microporosidade ($m^3\ m^{-3}$)

a = massa da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de água (kg)

b = massa da amostra seca a 105ºC (kg) c = volume do cilindro (m^{-3})

5. Porosidade Total

Metodologia: EMBRAPA, 2011

Principio: Determina o volume de poros totais do solo ocupado por água e/ou ar.

Procedimento:

A porosidade total é a somatória da macroporosidade e microporosidade conforme fórmula abaixo:

Porosidade total = (microporosidade + macroporosidade)

6. Densidade do solo

Metodologia: EMBRAPA, 2011 Método: anel volumétrico

Princípio Coleta de amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço (Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 100 cm^3.

Procedimento:

Determinar ou anotar o volume do anel ou cilindro que contém a amostra.

Pesar o conjunto e anotar a massa, ou transferir a amostra para lata de alumínio numerada e de massa conhecida, e pesar.

Colocar na estufa a 105°C e, após 24 e 48 horas, retirar, deixar esfriar e pesar.

Cálculo:

$$Ds = \frac{a}{b}$$

Onde:

Ds = densidade do solo (kg dm-3)

a = massa da amostra seca a 105°C (kg) b = volume do anel ou cilindro (dm3)

ANÁLISES QUÍMICAS

7. pH em Água e SMP

Metodologia: Tedesco et al., 1995 Método: pH em água e SMP

Procedimento:

pH em água :

Medir 10 mL de solo em um copo plástico.

Adicionar 10 mL de água destilada e agitar com bastão de vidro.

Deixar em repouso por 30 min.

Agitar novamente e determinar o pH no phgametro.

pH SMP:

Adicionar 5 mL de solução SMP nas amostras e agitar com bastão de vidro.

Deixar em repouso por 20 minutos.

Agitar novamente e determinar o PH no phgametro.

8. Cálcio, Magnésio e Alumínio

Metodologia: EMBRAPA, 2011.

Método: Espectrofotometria de absorção atômica (EAA) Princípio: extração de Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo por KCl 1M

Procedimento:

Cálcio e Magnésio:

Colocar 10cm^3 de TFSA em erlenmeyer de 125 mL

Adicionar 100 mL de solução de KCl 1M.

Agitar durante 5 minutos em agitador horizontal circular,

Deixar decantar durante uma noite

Pipetar 0,1ml do extrato para erlenmeyer de 20 mL.

Adicionar 4,9 mL de solução de lantânio a 1g/litro.

Homogeneizar e efetuar a leitura na absorção atômica.

Alumínio:

Pipetar 25 mL de sobrenadante. Adicionar 3 gotas de azul de bromotimol Titular com Hidróxido de Sódio

Fósforo e Potássio

Metodologia: Tedesco et al., 1995

Método: Espectrometria para fósforo e fotometria de chama para potássio.

Procedimento:

Medir 3,0 mL de solo

Adicionar 30 mL solução P.A

Agitar 5 min em agitador horizontal

Deixar em repouso para o dia seguinte

Para potássio

Pipetar 6,0 do sobrenadante

Determinar a intensidade da emissão de K^+ na alíquota no fotômetro de chama.

Para Fósforo

Pipetar 3,0 mL do sobrenadante

Adiconar 3,0 mL da solução P.B.

Adicionar 3 gotas de solução P.C.

Após 15 min determinar a absorbância em 660 mn

9. Matéria orgânica o solo

Metodologia: Tedesco et al., 1995 Método: Banho Maria.

Procedimento:

Medir 1,5 mL de solo e colocar em erlermeyer de 50 mL.

Adicionar 15 mL de solução sulfocrômica.

Aquecer em banho-maria por 30 minutos a temperatura de 75-80ºC.

Agitar por 5 minutos em agitador horizontal.

Adicionar 15 mL de água.

Deixar repouso durante a noite.

Pipetar 3,0 mL do sobrenadante para copos descartáveis.

Adicionar 3,0 mL de água destilada e agitar.

Determinar a absorbância da solução em 645 mn.

10. Soma de base (SB)

A soma de bases (SB) nos indica o número de cargas negativas dos coloides do solo que está ocupado pelos cátions básicos trocáveis é encontrada através da seguinte soma: SB = K + Ca + Mg + (Na).

11. Saturação de bases (V%)

O V% é um bom indicativo das condições de fertilidade do solo. A fórmula utilizada para cálculo da percentagem de saturação por bases ou V% é a seguinte: V % = 100 x SB / T.

12. Capacidade de troca de cátions (CTC)

A CTC a reflete a quantidade de cátions adsorvidos e é encontrada pela seguinte fórmula: T = SB + (H+Al)

13. Acidez potencial (H+Al)

A determinação dos teores de H+Al foi feita por correlação com o pH SMP. A interpretação e correlação do pH SMP foi de acordo com a função de Moline et al., 2011 onde $H+Al = 31,22 – 8,20\ SMP + 0,59\ SMP^{2,}$ com $r^2 = 0, 77$ para os solos de Rondônia.